



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
BAJA CALIFORNIA**

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



**“DISTRIBUCIÓN Y MOVIMIENTOS DEL TURSIÓN
(*Tursiops truncatus*; Montagu, 1821) EN LAS
AGUAS ADYACENTES A SAN QUINTÍN, BAJA
CALIFORNIA, MÉXICO (CETACEA: DELPHINIDAE)”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
O C E A N Ó L O G O
PRESENTA
EDUARDO MORTEO ORTIZ

Ensenada, Baja California, Abril del 2002

RESUMEN

El tursión (*Tursiops truncatus*) es un recurso natural susceptible de aprovechamiento, por ello el conocer al menos los aspectos más básicos de su ecología se hace cada vez más urgente. El objetivo del estudio fue establecer la distribución y los movimientos de tursiones al sur de Bahía San Quintín mediante fotoidentificación. Entre julio de 1999 y junio de 2000 se realizaron 12 navegaciones, donde se recorrió un total de 276.76 km de costa, en 31.7 hrs. Se observaron 234 tursiones agrupados en 22 manadas, durante 12.9 hrs de observación. Se identificaron 165 animales mediante fotografías de las aletas dorsales, donde 124 fueron individuos diferentes. El tamaño promedio de grupo fue de 8 (± 6) delfines; los grupos con crías fueron significativamente más grandes ($p < 0.05$) y las manadas intercambiaron individuos constantemente. Los tursiones prefirieron una franja de entre 250 y 500 m fuera de la costa ($p < 0.05$), con profundidades menores a 7 m, y sustrato arenoso ($p < 0.05$). Se establecieron dos zonas con mayor frecuencia de avistamientos ($p < 0.05$). El comportamiento alimentario fue más común cerca de la boca de la bahía; sin embargo, los movimientos diarios de tursiones no presentaron relación con la marea. La mayoría de los tursiones ($> 90\%$) fueron vistos en una sola ocasión. El catálogo de aletas dorsales desarrollado en este trabajo, en conjunto con el de la SDSU, contiene a la fecha 220 animales; posiblemente estos delfines representan sólo una pequeña parte de la población. En la medida en que se desarrollen trabajos científicos sobre la biología poblacional de los tursiones en áreas geográficas delimitadas, se contribuirá a mejorar las estrategias de conservación y manejo de este recurso natural.

ABSTRACT

The bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) is an important natural resource and knowing the basic aspects of its ecology is becoming increasingly urgent. The goal of the study was to determine the distribution and movements of bottlenose dolphins along the coast south of San Quintin Bay, in Baja California, Mexico. Twelve boat-based photoidentification surveys were carried out from July 1999 to June 2000; effort was 276.76 km and 31.7 hrs at sea. Twenty-two schools were encountered and 12.9 hrs of observation were spent with the 234 dolphins in these schools. School size averaged 8 (± 6) dolphins; nursing groups were significantly larger ($p < 0.05$), with frequent membership exchanges occurring among schools. Dolphins preferred a coastal strip between 250 to 500 m offshore ($p < 0.05$), at depths below 7 m, and with sandy substrates ($p < 0.05$). Greater sighting frequencies occurred in two coastal zones ($p < 0.05$). Feeding was common around the mouth of the bay; however, dolphin daily movements were not related to tidal state. Dorsal fin photographs led to the identification of 124 individuals, most of which ($> 90\%$) were sighted one time. A total of 220 different dolphins have been identified in the San Quintin area when these data are combined with earlier data from 1990. These dolphins probably represent a small part of a larger population. More research on these dolphins' population biology in this and adjacent geographic areas is needed to develop better conservation and management strategies for this important natural resource.

**"DISTRIBUCIÓN Y MOVIMIENTOS DEL TURSIÓN (*Tursiops truncatus*;
Montagu, 1821) EN LAS AGUAS ADYACENTES A SAN QUINTÍN, BAJA
CALIFORNIA, MÉXICO (CETACEA: DELPHINIDAE)"**

T E S I S
QUE PRESENTA:
EDUARDO MORTEO ORTIZ

Aprobada por:



Presidenta del Jurado
Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski



Sinodal Propietario
M.C. Yolanda Schramm Urrutia



Sinodal Propietario
Dr. Richard H. Defran Chair

Dedicatoria...

En memoria de mi abuelo Cristóbal Morteo Salamanca ...

y mi mejor amigo, Jorge C. Santos Calva...

A mi familia y amigos...



A Gaby...

A los delfines...

Para Akela, Navier, Stokes y los que vengan...

Agradecimientos

(Los formales...)

Una gran parte de esta investigación fue patrocinada por la Universidad Estatal de San Diego (San Diego State University, SDSU), California, a través del Laboratorio de Comportamiento de Cetáceos (Cetacean Behavior Laboratory, CBL). La toma de los datos (fotografías) para la realización de esta tesis fue posible mediante el Premiso de Pesca de Fomento No. 080699-231-03 de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (antes SEMARNAP ahora SAGARPA), así como el oficio No. DOO 02.-2481 del Instituto Nacional de Ecología (INE), ambos en México.

Los datos ambientales y meteorológicos se obtuvieron con la ayuda del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) a través del Depto. de Oceanografía Física (M.C. Cuauhtemoc Nava y Tec. Javier García). Los mapas para esta tesis fueron elaborados con la ayuda del Centro de Cómputo Universitario Unidad Ensenada (CECUUE) a través del Depto. de Desarrollo Educativo (Lic. Luis Enrique Vizcarra) y el Depto. de Sistemas de Información Geográfica (¡gracias Tona y Conchita!), así como también del Instituto de investigaciones Oceanológicas (IIO), mediante el Depto. de Oceanografía Física (Dr. Affonso Mascarenhas, M.C. Sergio Larios y Dr. Adán Mejía).

Gracias a Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos de Ensenada, A.C. (ICMME) por la confianza y la oportunidad de realizar esta tesis. De igual forma, deseo agradecer al M.C. Antonio Almanza, por su apoyo durante la primera etapa de este proyecto, y a mi padrino académico Dr. Antonio Trujillo, por toda su ayuda y gran paciencia durante la realización de las pruebas estadísticas. De igual forma deseo agradecer al M.C. Oscar Delgado, por su gran interés y todas sus preguntas.

Gracias a todos los que participaron en las suicidas navegaciones en San Quintín (Oscar Guzón, Gaby Athié, Troy DeDecker, Greg Campbell, Nemer Narchi, Cristina Villanueva, Santiago Acosta y Ana Allen), y a los mejores pangueros de San Quintín (Fernando y "San" Toby). De igual forma, el trabajo de laboratorio no se habría completado sin el gran esfuerzo de todos los estudiantes del CBL (en especial de Aimeé Lang, Karine Viaud, Brittany Hancock y Kecia Kerr).

(Los que todo mundo lee...)

Esta tesis se la debo a mi mamá académica y amiga entrañable, la Dr. Gisela Heckel, gracias por todo tu tiempo, apoyo y constancia al dirigir mi camino en la investigación científica (¡jora sí ya estuvo!), también por dejarme ser tan libre y tan necio como necesité, y por darme mis jalones cuando hizo falta (y cuando no también). Mil gracias a mi tía académica, la C. Doc. Yoli Schramm, por toda su ayuda, sus valiosos consejos y comentarios durante la revisión de esta tesis (¡y por ser mi bateador emergente!). De igual manera agradezco a la Dr. Kim Murphy por sus atinados comentarios, y especialmente al Dr. Richard H. Defran por todo su apoyo (tanto económico como moral), su paciencia y sabios consejos (real fun, real work!).

Gracias a la Facultad de Ciencias Marinas, a sus alumnos y ex-alumnos, pero sobre todo a los maestros, directivos y secretarías, su constante esfuerzo es alentador para todos nosotros. También deseo agradecer a la L generación de Oceanólogos (Pinnípedos = $\pi n i P_2$) por todos los buenos y malos momentos; en forma muy especial, le agradezco a mis "brothers" Oscar Guzón, Erick Bravo, Nemer Narchi, Adrián Torales, y Mark Marín, por su amistad entusiasta y su apoyo durante toda la carrera; y a esa super familia, la Asociación de Salvavidas y Rescate del Estado de Baja California que (aunque medio desbalagada) estamos juntos en las buenas y en las malas.

Un agradecimiento especial a Geomar Consultores, S.C. por la confianza que depositaron en mí, al darme la oportunidad de aprender de una gran empresa, y por hacerme sentir como en casa; le agradezco mucho a la Ocean. Gaby de la Peña y al Ocean. Jorge "George" Nava por su amistad y apoyo en todo momento, y por ser un ejemplo para nosotros los Geomaritos (y para muchos más...), a Josefina Juárez por tu amistad y toda tu confianza, a Melissa Marrón por toda la "cura", y finalmente a Jorge "Georgie" Jr. por tu energía y tu gran sonrisa de pingo... ¡gracias familia!

Esta sección no estaría completa sin mencionar a mis ayudantes anónimos, Gaby Athié (por estar aquí hoy y siempre, y por tu apoyo hasta el final), mis hermanos y cómplices Raymundo y Rodrigo Morteo, y Blanca y Alfonso Medellín (¡gracias por aguantar hablarles de delfines todo el tiempo!), a mis hermanas y hermanos de aquí (Alejandra Prieto, Paola Trenti, Arián, Sarah y Elizabeth Luhrs, Ligeia del Toro, Luis Viteri, Jessika Bronsoiler y Toño Peña). En esta sección se incluye un miembro muy importante de la familia de acá, el "Jefazo" Biol. Rubén Martínez, gracias por tu apoyo y amistad incondicionales (¡y por ser mi proveedor exclusivo de material bibliográfico!). Otro agradecimiento especial a todos los miembros del Euro-tour 2001, ustedes eran justo lo que necesitaba, los Lechuguita (Ruth Cerezo y Dagoberto Alvarado), los Francesca (Jorge Fonseca y Miriam), los Guigui (Larissa y Guigui), y los Acevedos (Karina Acevedo y Fausto "Acevedo" Arellano), sin olvidar a los Cosos (Gaby y yo).

Adicionalmente, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la Fam. Athié, (Jorge, Rosario, Rosita, Yna y Alejandro, sin olvidar a Diana y "Luris") por dejarme participar en sus vidas, y por su cariño y sus consejos (¡sin mencionar las buenas pachangas!).

Finalmente, no puedo agradecer suficiente a mis "abues" Nínive y Cristóbal, y a mis tíos y primos, pero en forma muy especial a mi abuela Blanca (T.M.N.T.) y a mi abuelo Daniel, e infinitamente a mis queridos padres Blanca y Cuauhtemoc, y a mis tíos favoritos Alfonso y Columba; porque regresen los viejos tiempos...

Índice general

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Aspectos biológicos de <i>Tursiops truncatus</i>	3
1.1.1 Estado taxonómico.....	3
1.1.2 Diferenciación entre tursiones costeros y oceánicos.....	5
1.1.3 Distribución y movimientos.....	8
1.1.4 Reproducción y crecimiento.....	10
1.1.5 Hábitos alimentarios y comportamiento.....	11
1.2 Técnicas de estudio.....	13
1.2.1 Marcaje.....	13
1.2.2 Comportamiento.....	14
2. ANTECEDENTES	16
2.1 Tursiones en las costas de California y Baja California.....	16
2.2 Planteamiento del problema.....	17
2.3 Justificación.....	19
3. HIPÓTESIS DE TRABAJO	22
4. OBJETIVOS	23
4.1 General.....	23
4.2 Particulares.....	23
5. ÁREA DE ESTUDIO	24
5.1 Aspectos generales y localización geográfica.....	24
5.2 Tipo de clima.....	25
5.3 Configuración costera	26
5.4 Oceanografía.....	27
5.5 Flora y fauna acuática.....	28
5.6 Disturbios ambientales.....	30
6. MATERIALES Y MÉTODOS	31
6.1 Navegaciones.....	31
6.2 Equipo fotográfico.....	33
6.3 Obtención de datos de campo.....	34
6.3.1 Observaciones de comportamiento.....	35
6.4 Registros de datos históricos.....	38
6.5 Procedimientos fotográficos.....	38
6.5.1 Eficiencia de fotoidentificación.....	38

Índice general

	Página
6.6	Análisis de datos..... 39
6.6.1	Tamaño y composición de los grupos..... 39
6.6.2	Balance de esfuerzo..... 40
6.6.3	Elaboración de los mapas..... 41
6.6.4	División del área de estudio..... 41
6.6.5	Distribución espacial..... 44
6.6.6	Uso de área..... 45
6.6.7	Distribución temporal..... 46
6.6.7.1	Movimientos a corto plazo..... 46
6.6.7.2	Movimientos a mediano plazo..... 48
6.6.7.3	Movimientos a largo plazo..... 50
6.6.8	Abundancia relativa..... 50
7. RESULTADOS	51
7.1	Esfuerzo..... 51
7.1.1	Navegaciones 51
7.1.2	Balance de esfuerzo 52
7.1.3	Esfuerzo fotográfico..... 54
7.2	Tamaño y composición de los grupos..... 55
7.3	Abundancia relativa..... 57
7.4	Distribución espacial..... 58
7.4.1	División del área de estudio..... 58
7.4.2	Distribución espacial..... 60
7.5	Uso de área..... 64
7.5.1	Observaciones de comportamiento..... 67
7.6	Distribución temporal..... 69
7.6.1	Corto plazo..... 69
7.6.2	Mediano plazo..... 71
7.6.2.1	Patrones estacionales..... 71
7.6.2.2	Fotoidentificación 1999-2000..... 72
7.6.3	Largo plazo (fotoidentificación 1990 vs. 1999-2000)..... 77
8. DISCUSIONES	78
8.1	Esfuerzo..... 78
8.1.1	Navegaciones 78
8.1.2	Balance de esfuerzo 80
8.1.3	Esfuerzo fotográfico..... 81
8.2	Tamaño y composición de los grupos..... 83
8.3	Abundancia relativa..... 88
8.4	Distribución espacial..... 90
8.5	Uso de área..... 94
8.5.1	Observaciones de comportamiento..... 98
8.6	Distribución temporal..... 100

Índice general

	Página
8.6.1 <i>Corto plazo (efecto de la marea)</i>	100
8.6.2 <i>Mediano plazo</i>	104
8.6.2.1 Patrones estacionales.....	104
8.6.2.2 Fotoidentificación 1999-2000.....	106
8.6.3 <i>Largo plazo</i>	111
9. CONCLUSIONES	114
10. RECOMENDACIONES	115
11. REFERENCIAS	116
12. APENDICES	
A Formato general para navegaciones.....	130
B Formato de avistamientos.....	131
C Escala de Beaufort.....	132
D Procedimientos de fotoidentificación.....	133
E Hoja de resumen de datos de fotoidentificación.....	136
F Forma de trazo.....	138
G Identificación y disminución de sesgos.....	139

Lista de figuras

	Página
Figura 1 Cuenca Sur de California.....	18
Figura 2 Área de estudio.....	24
Figura 3 Recorrido de muestreo.....	32
Figura 4 División del área de estudio para determinación del sustrato.....	43
Figura 5 Distancia cubierta.....	52
Figura 6 Distancia cubierta corregida.....	53
Figura 7 Tamaño de grupo.....	56
Figura 8 Tamaño de grupo por temporada del año.....	56
Figura 9 Abundancia relativa de tursiones.....	57
Figura 10 Composición del sustrato.....	58
Figura 11 Acercamiento de la zona C.....	60
Figura 12 Distribución espacial de las manadas.....	61
Figura 13 Gráfica de Catell.....	62
Figura 14 Análisis de escalamiento multidimensional (EM).....	63
Figura 15 Uso de zonas.....	64
Figura 16 Uso de sustratos.....	65
Figura 17 Uso de regiones.....	66
Figura 18 Posibles áreas de alimentación.....	68
Figura 19 Histograma para los movimientos en relación con la marea.....	70
Figura 20 Proporción estacional de tursiones identificados en sólo una época del año.....	74
Figura 21 Curva acumulativa de individuos nuevos.....	75

Lista de tablas

	Página
Tabla I Manadas y delfines avistados e identificados por mes de muestreo	51
Tabla II Comparación de esfuerzo por zonas.....	53
Tabla III Esfuerzo de navegación en cada temporada del año.....	54
Tabla IV Efecto del número de cámaras en la eficiencia de la fotoidentificación.....	54
Tabla V Comparación del tamaño de grupo con y sin crías.....	57
Tabla VI Índice de similitud.....	63
Tabla VII Comparación <i>a priori</i> y <i>a posteriori</i> de la distribución de avistamientos.....	64
Tabla VIII Bondad de ajuste para el uso de zonas.....	64
Tabla IX Bondad de ajuste para el uso de sustratos.....	65
Tabla X Bondad de ajuste para el uso de regiones.....	66
Tabla XI Registros de comportamiento.....	67
Tabla XII Frecuencia del tipo de movimiento de las manadas.....	69
Tabla XIII Bondad de ajuste para el número de delfines por época del año....	71
Tabla XIV Presencia de crías en las manadas.....	72
Tabla XV Cuadro individual de recapturas.....	73
Tabla XVI Tasa de descubrimiento de nuevos individuos.....	75
Tabla XVII Individuos identificados en más de una ocasión durante diferentes meses.....	76
Tabla XVIII Comparación de comportamiento en varias comunidades de tursiones costeros.....	100
Tabla XIX Distribución comparativa de avistamientos de tursiones no residentes.....	109

1. INTRODUCCIÓN

El tursión (*Tursiops truncatus*) es considerado por muchos autores como uno de los cetáceos más conocidos y estudiados (Leatherwood y Reeves, 1990). Una gran parte de la información recabada a la fecha acerca de este delfín, se debe a su distribución costera y a su facilidad de adaptación a la vida en cautiverio (Caldwell y Caldwell, 1968; Machorro y Dehesa, 1984). Por este motivo, desde principios del siglo XX se le ha capturado para llevarlo a delfinarios, entrenarlo y presentarlo en espectáculos (Heckel, 1992). Desde hace mucho tiempo, el hombre ha incluido al tursión en algunos aspectos de su cultura, ya que incluso los antiguos textos griegos hacen referencia a este delfín (Wells y Scott, 1999), y la inevitable interacción con los humanos ha llevado a esta especie a ser el objeto central de innumerables fábulas, mitos y leyendas.

La importancia del tursión se debe principalmente a su distribución cosmopolita y a sus hábitos costeros, debido a esto, en algunos lugares estos animales han sido una fuente importante de alimentación y aceite, sobre todo en Japón y durante la primera guerra mundial (Gunter, 1942; Nishiwaki *et al.*, 1966; Pryor, 1973); incluso su piel ha sido utilizada en los campos de cultivo debido a su gran resistencia (Gunter, 1951).

El tursión es un depredador tope debido a su posición en la cadena trófica, por ello el estudio de las poblaciones de esta especie puede reflejar el estado de "salud" de los eslabones inferiores y ser un indicador indirecto de la productividad de un ecosistema (Kelly, 1983). En la actualidad, es posible que uno de los problemas más importantes para los delfines sea la contaminación industrial (Dos Santos y Lacerda, 1987; Morton, 2000). Se han registrado especímenes de *T. truncatus* varados muertos en las playas, los análisis posteriores revelaron que sus tejidos contenían las concentraciones más altas de DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) y BPC's (Bifenilos Policlorados) reportadas para cualquier mamífero marino (Hansen, 1990). Estudios en California y Baja California han detectado niveles y efectos nocivos de estos hidrocarburos clorados en algunas especies de pelícanos, lobos marinos, peces y moluscos, al igual que en partículas atmosféricas, agua y sedimentos (Gutiérrez-Galindo *et al.*, 1983a, 1983b). Smith *et al.* (1978) y Gardner *et al.* (1989, en Cockcroft *et al.*, 1990) reportaron a estos compuestos como causantes de inmunosupresión en

algunos mamíferos marinos, por lo cual estos animales pueden presentar una susceptibilidad anormal hacia algunos microorganismos. Además, se piensa que la acumulación de estos compuestos en el organismo afecta la viabilidad reproductiva en los machos de *T. truncatus* y otras especies de mamíferos marinos (Hansen, 1983; Cockroft *et al.*, 1989). Se cree que debido a esto, la tasa reproductiva en los delfines ha disminuido.

Por otro lado, el tráfico de barcos y la actividad pesquera también contribuyen a la disminución en las poblaciones de estos cetáceos (Kelly, 1983, Cockroft *et al.*, 1990; Hansen, 1990; Zavala *et al.*, 1994). Este problema no sólo afecta las poblaciones de tursiones, sino también a los niveles más bajos de la cadena trófica y por lo tanto a su ecosistema.

La distribución cosmopolita del tursión refleja su adaptabilidad a una gran variedad de ambientes, pero se desconocen muchas de las poblaciones de este cetáceo en las costas de todo el mundo, y en algunas de ellas los animales se capturan ilegalmente. Esto justifica el hecho de que a nivel global, el estado de riesgo del tursión se encuentre clasificado como "desconocido" (SWFSC, 2000).

Por las razones anteriores, los estudios sobre la distribución y los movimientos de una especie, son necesarios para determinar las características de los animales como una población o como parte de ella. La adecuada identificación de los hábitat clave en la distribución de una población (las áreas núcleo donde se concentran las actividades biológicas y sociales de la especie) se vuelve particularmente importante cuando no existe, o no se encuentra disponible la información con respecto a la especie, en un área geográfica específica. Por ello, es imperativo que los trabajos científicos sobre las poblaciones de animales en vida libre, se realicen con métodos adecuados.

La presente tesis se derivó del proyecto "Ecología del comportamiento del tursión (*Tursiops truncatus*) en San Quintín y Bahía Todos Santos, Baja California (*Cetacea: Delphinidae*)", realizado en conjunto por la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California (Baja California, México), y el Laboratorio de Comportamiento de Cetáceos (Cetacean Behavior Laboratory, CBL) de la Universidad

Estatad de San Diego (California, E.U.A.). Este trabajo contribuye a la extensión espacial y temporal de la investigación realizada desde 1981 por el CBL, en las costas de California.

1.1. Aspectos biológicos de T. truncatus

La historia natural y la biología de los tursiones ha sido ampliamente revisada a lo largo del tiempo (referencias más detalladas en Leatherwood y Reeves, 1990). En estos documentos existen muchas contradicciones e inconsistencias, esto tal vez se deba a la gran variedad de métodos empleados para el estudio de las aún más variadas poblaciones de tursiones, así como a la evolución del pensamiento científico con el desarrollo de nuevas tecnologías. Los siguientes párrafos tienen como objeto realizar una recopilación de la gran cantidad de información sobre la biología de *T. truncatus*.

1.1.1. Estado taxonómico

Los tursiones son mamíferos (Clase: *Mammalia*) que pertenecen al orden *Cetacea* (ballenas, delfines y marsopas) y al suborden *Odontoceti* (dentados). Estos delfines (Familia: *Delphinidae*) se encuentran clasificados bajo el género *Tursiops* que significa "con forma de delfín" (en griego). Lacépède describió a esta especie por primera vez en 1804 bajo el nombre de *Delphinus nesarnack* (Watson, 1981 en Schramm, 1993), sin embargo el nombre cayó en desuso y posteriormente, en 1821, Montagu lo reportó como un espécimen de *Delphinus truncatus*, cuya característica principal era la apariencia de sus dientes (cónicos y truncados hacia la punta). En 1843 Gray sustituyó el género *Delphinus* por *Tursio*, pero éste ya era utilizado como sinónimo de *Physeter*, por lo cual fue cambiado a *Tursiops* (Wells y Scott, 1999).

La clasificación taxonómica del género *Tursiops* es confusa ya que, aunque se sabe que ha comprendido hasta 20 especies y subespecies a lo largo del tiempo (Walker, 1981; Van Waerebeek, *et al.*, 1990; Wells y Scott, 1999), no se ha establecido con exactitud el número que contiene actualmente. Entre las especies más comúnmente citadas en la literatura se encuentran: *T. truncatus* (Montagu) 1821, *T. aduncus* (Ehrenberg) 1832, *T. gilli* (Dall) 1873, *T. tursio* (descrito por Flower en True,

1885), *T. gephyreus* (Lahille) 1908 y *T. nuuanu* (Andrews) 1911. Algunos autores han insistido en las diferencias entre estas especies y subespecies, tal es el caso de HersHKovitz (1966) y Rice y Scheffer (1968), quienes aportaron evidencias que separaban a *T. gilli* y *T. truncatus* (esta última compuesta por dos subespecies, *T. t. truncatus* y *T. t. aduncus*) del resto de las especies de su género. En las costas del Pacífico nororiental, Walker (1981) estudió las medidas morfométricas de una gran cantidad de tursiones varados y distinguió tres morfotipos, dos de ellos pertenecían a las descripciones existentes para *T. nuuanu* (o *T. aduncus*) y *T. gilli*. La evidencia indicó que las marcadas diferencias encontradas entre estos ejemplares (principalmente en los huesos del cráneo que son destinados a la alimentación), se debían al tipo de presas que consumen y esto ubicaba a los delfines en dos tipos de hábitat distintos. Aún cuando Walker (1981) discutió sobre la posibilidad de que ambos morfotipos fueran una sola especie, otros autores han argumentado que todos los morfotipos de tursiones presentan características específicas distintivas, por lo cual cada uno debería ser catalogado bajo un nombre de especie diferente. De esta forma Urbán y Aguayo (1982) reconocieron la presencia de dos formas de tursiones en el Pacífico norte (*T. nuuanu* y *T. gilli*).

Como ejemplos de la gran controversia en la clasificación del género *Tursiops*, Ross y Cockroft (1990), con base en las medidas craneales utilizadas por Walker (1981), propusieron que los tursiones hallados en aguas australianas (en estado silvestre y en cautiverio), clasificados como la especie *T. aduncus*, deberían ser ubicados bajo el mismo nombre que *T. truncatus*. Los mismos resultados fueron obtenidos por Van Waerebeek, *et al.* (1990) en los tursiones varados a lo largo de la costa sudamericana del Pacífico. Los estudios morfométricos más recientes desarrollados por Gao *et al.* (1995), y las técnicas genéticas de Goodwin *et al.* (1996), no han encontrado evidencias suficientes para separar los dos morfotipos de *Tursiops* que habitan en las costas de China y Sudáfrica, respectivamente.

Aún cuando la aceptación de *T. truncatus* como especie única es una práctica común (Van Waerebeek, *et al.* 1990; Perrin, 1984; Wiley *et al.*, 1994; Turner y Worthy, 1998; Wells y Scott, 1999), sí es necesario aclarar que las especies y subespecies descritas anteriormente en efecto han presentado diferencias en su distribución,

morfología, patrones de pigmentación, química sanguínea, tipo de alimentación y carga parasitaria (Walker, 1981; Duffield *et al.*, 1983; Hersh y Duffield, 1990; Ross y Cockcroft, 1990; Weller, 1991; Carwardine, 1995). No obstante, debido a que la información obtenida de estos estudios no ha sido concluyente, actualmente el tursión es ubicado como una sola especie con distribución cosmopolita, la cual presenta una gran variedad de razas geográficas.

1.1.2. Diferenciación entre tursiones costeros y oceánicos

La información generada mediante los avistamientos de estos cetáceos en todo el mundo, sugiere que entre todas las razas geográficas de *T. truncatus* se puede reconocer al menos una característica, la cual divide consistentemente la localización geográfica de sus avistamientos con respecto a la costa. Los datos indican que la mayoría de los tursiones de un tipo se encuentran comúnmente a distancias menores a 1 km de la costa y en aguas con profundidades menores a 25 m (Caldwell, 1955; Leatherwood, 1975; Würsig y Würsig, 1979a, 1979b ; Sandoval, 1987; Baylock, 1988; Ross *et al.*, 1989; Cockcroft *et al.*, 1990; Van Waerebeek *et al.*, 1990; Kenney, 1990; Wiley *et al.*, 1994; Defran *et al.*, 1999), mientras que los tursiones del segundo tipo habitan principalmente regiones pelágicas. Esto sugiere que los dos tipos (o ecotipos) exhiben una marcada preferencia hacia ecosistemas con procesos ambientales distintos. Debido a esto, se ha convenido que al referirse a la especie *T. truncatus* se haga una distinción entre tursiones costeros y oceánicos.

Además de las diferencias en la distribución de los avistamientos de *Tursiops* con respecto a la costa, en 1956, Kleinenberg encontró una tendencia hacia la disminución en la talla (tamaño) de los delfines del Mar Negro (que habitan en sistemas marinos cerrados o semicerrados), con respecto a los que se encuentran generalmente en mar abierto (Perrin, 1984). En el Pacífico nororiental Walker (1981) encontró dos ecotipos de tursiones que presentaban una marcada y consistente diferencia en su longitud total. Posteriormente Ross y Cockcroft (1990) advirtieron que en las aguas australianas, los tursiones costeros generalmente son más pequeños que los oceánicos. Turner y Worthy (1998) encontraron la misma tendencia en las costas de Texas (E.U.A.), basados en medidas craneales. Adicionalmente Hersh y Duffield (1990) reportaron que

en las costas de Florida (E.U.A.), también las aletas pectorales de estos cetáceos difieren en sus dimensiones, ya que son proporcionalmente más pequeñas en el ecotipo oceánico.

Kenney (1990) también encontró que los tursiones costeros de Carolina del Norte (E.U.A.), generalmente se encontraron en aguas más cálidas que los tursiones oceánicos. Aún cuando la relación entre las dimensiones del cuerpo de los delfines y la temperatura no es muy clara (Weller, 1998), se ha planteado que las diferencias morfológicas entre los dos ecotipos de *Tursiops* pueden deberse a las características del agua en la que habitan. De esta manera, los tursiones costeros, que habitan en aguas más cálidas, poco profundas y expuestas a mayor intensidad de oleaje, por consecuencia requieren un aumento en la superficie de intercambio térmico en las aletas pectorales (Hersh y Duffield, 1990; Weller, 1998), menor longitud total (Walker, 1981; Ross y Cockroft, 1990) y mayor maniobrabilidad (Weller, 1998). Se ha contemplado de igual forma la posibilidad de que la talla y distribución de los delfines también tenga alguna relación con el tamaño de los depredadores que acechan en los dos ambientes, cada uno con diferente temperatura, profundidad, energía del oleaje, disponibilidad y tipo de recursos alimentarios (Würsig y Würsig, 1979a; Hersh y Duffield, 1990).

Rossbach y Herzing (1999) también argumentaron acerca de la influencia de los factores ambientales sobre la localización individual de los delfines en las Bahamas, y reconocieron que los patrones de asociación y el grado de residencia¹ entre tursiones costeros y oceánicos presentan diferencias significativas. De igual forma De Decker² (com. pers.) no encontró mezcla alguna entre delfines costeros y oceánicos durante su estudio en la Isla Catalina (California, E.U.A.).

En otro enfoque, diferentes análisis bioquímicos han corroborado las teorías de distinción entre los tursiones costeros y oceánicos. Hersh y Duffield (1990) analizaron los pigmentos respiratorios de ejemplares de *Tursiops* varados en las costas de

¹ Fue descrito por Ballance (1987), mediante algunos criterios que se basan en el tiempo transcurrido y el número de veces entre capturas y recapturas de un animal en particular.

² Estudiante de maestría en el CBL, Universidad Estatal de San Diego, California (E.U.A.).

Florida, y reportaron que algunos tursiones presentaban dos tipos de hemoglobina y otros solamente uno. Las autoras concluyeron que este pigmento adicional permite que la capacidad de acarreo de oxígeno se vea aumentada, y es posible que esta condición propicie que los buceos sean más prolongados. Debido a esto, mencionan que la presencia de diferentes clases de hemoglobina revela la adaptación de los tursiones oceánicos, hacia un medio ambiente que les permite alcanzar un intervalo de profundidades más amplio.

Aún cuando la distinción entre las dos variedades de *T. truncatus* podría parecer muy clara, no existe un criterio completamente válido para establecer esta diferencia. Varios autores han presentado algunos inconvenientes al respecto, por ejemplo, en el Pacífico nororiental se han reportado ejemplares de tursiones costeros cuyas dimensiones rebasan la longitud promedio del ecotipo observado comúnmente en esta zona. Sin embargo, Walker (1981) argumenta que estos ejemplares costeros de gran tamaño presentan características muy particulares que los distinguen del ecotipo oceánico (cuya longitud total es generalmente mayor). Además, el grado de dimorfismo sexual reportado por Read *et al.* (1993) en las poblaciones costeras (donde los machos alcanzan mayor tamaño) podría introducir algún error en la clasificación del ecotipo de los animales en vida libre.

Ballance (1987) no mencionó en su estudio una distinción del ecotipo al que pertenecieron los tursiones avistados el Golfo de California (México); por otra parte, un poco más al norte en el Golfo de California debido a la configuración costera de la zona, Silber *et al.* (1994) encontraron tursiones costeros a menos de 15 m de profundidad pero a más de 10 km de la costa. Por su parte, Wiley *et al.* (1994) no pudieron determinar el ecotipo de los animales avistados en la Bahía de Cape Cod (Massachusetts, E.U.A.) basados en ninguno de los criterios anteriores. Adicionalmente, Duffield *et al.* (1983) sugirieron que, al menos en las costas del Pacífico, debe existir un intercambio genético entre los tursiones costeros y oceánicos, ya que encontraron delfines que poseen un perfil hematológico intermedio al de ambos ecotipos.

1.1.3. Distribución y movimientos

La especie *T. truncatus* se distribuye en forma continua y discreta aproximadamente entre los 40 grados de latitud norte y sur (Leatherwood, 1979; Carwardine, 1995; Wells y Scott, 1999), aunque existen reportes de avistamientos de estos animales mucho más al norte (Orr, 1963; SWFSC, 2000; Wolf *et al.*, 1987). Aún cuando su distribución incluye aguas tropicales templadas (Scott *et al.*, 1996), se piensa que los límites de distribución están relacionados directa o indirectamente con la temperatura, ya que, si bien ésta no es un factor limitante para la sobrevivencia del propio delfín, sí puede serlo para sus presas (Gaskin, 1982; Polacheck, 1987; Barco *et al.*, 1999). De igual forma, se ha discutido sobre la posibilidad de que los cambios en la distribución espacial y temporal de los cetáceos se relacione en un mayor grado con la disponibilidad del alimento que con la abundancia del mismo (Reilly, 1990; Hanson y Defran, 1993).

El tursión se encuentra en una gran variedad de hábitat pelágicos y costeros, como mares abiertos y cerrados, bahías, lagunas, canales y hasta ríos (Hoese, 1971; Leatherwood, 1975, 1979). El gran intervalo de profundidades y ambientes que utiliza, lo exponen como un animal sumamente versátil. Existe una gran cantidad de estudios que ubican las zonas con mayor densidad de tursiones de acuerdo a características ambientales, de comportamiento y de presión por asentamientos humanos (Au, *et al.*, 1979; Hui, 1979, 1985; Leatherwood, 1979, 1982; Leatherwood y Reeves, 1983; Perrin *et al.*, 1983; Polacheck, 1987; Baylock, 1988; Ross *et al.*, 1989; Cockroft *et al.*, 1990; Álvarez *et al.*, 1991; Heckel, 1992; Di Sciara *et al.*, 1993; Schramm, 1993; Williams *et al.*, 1993; Silber *et al.*, 1994; Marini *et al.*, 1996; Forney y Barlow, 1998; Barco *et al.*, 1999).

De igual forma los movimientos de delfines a lo largo de las costas de todo el mundo han sido ampliamente documentados (Gaskin *et al.*, 1975; Würsig y Würsig, 1977; Shane, 1980; Irvine *et al.*, 1981; Au y Perryman, 1982; Leatherwood y Reeves, 1983; Hansen y Defran 1990; Weigle, 1990; Caldwell *et al.*, 1993; Mate *et al.*, 1995; Scott *et al.*, 1996; Wood, 1998; Defran y Weller, 1999; Defran *et al.*, 1999). Se piensa que los tursiones, al igual que otras especies, viajan hacia donde puedan encontrar

alimento, y que esto puede ser un factor determinante en la estabilidad de las poblaciones (Evans, 1971; Würsig, 1978; Norris y Dohl 1980a, 1980b; Shane, 1980). Algunas poblaciones de tursiones parecen presentar migraciones estacionales y otras son residentes todo el año, por lo cual el tiempo y la frecuencia con la que estos animales son avistados en un área determinada (grado de residencia) es muy variable entre poblaciones y más aún entre individuos (Caldwell, 1955; Caldwell y Golley, 1965; Norris y Pryor, 1970; Saayman, *et al.*, 1972; Saayman y Tyler 1973, 1979; Shane y Schmidly, 1978; Würsig, 1978; Würsig y Würsig, 1979a; Norris y Dohl, 1980b). Como ejemplo, Scott *et al.* (1996) aseguran que en las costas de Florida, los machos de esta especie viajan mayores distancias que las hembras.

Los movimientos de tursiones comprenden desde decenas hasta cientos de kilómetros, en periodos de tiempo que van desde días hasta años (Würsig y Würsig, 1977; Caldwell, 1992; Caldwell *et al.*, 1993; Defran y Weller, 1999; Defran *et al.*, 1999). Sin embargo, algunos movimientos son catalogados como locales y los animales pueden estar confinados a una distribución limitada (Leatherwood y Reeves, 1990).

Los movimientos a pequeña escala³ han sido sugeridos con mayor frecuencia en las localidades que presentan flujos y corrientes que se forman por la influencia de las mareas (True, 1885; Gunter, 1942; McBride y Kritzler, 1951; Futch, 1966; Irvine y Wells, 1972; Würsig y Würsig, 1979a; Hanson y Defran, 1993). Sin embargo, los resultados no son consistentes, algunos autores han encontrado una relación entre estas corrientes de marea y los movimientos de *Tursiops*, otros afirman que no la hay.

Se cree que los movimientos de los delfines alrededor de las bocas de esteros y lagunas, en relación con la marea, conforman alguna clase de estrategia que puede proveerlos de una ventaja alimentaria, al dirigir los esfuerzos de búsqueda de presas hacia los lugares más productivos (Hoese, 1971; Gaskin *et al.*, 1975; Lockier, 1978; Leatherwood, 1979; Leatherwood y Reeves, 1983; Shane, 1980; Irvine *et al.*, 1981; Shane *et al.*, 1986).

³ Movimientos que comprenden sólo unos cuantos metros o kilómetros.

1.1.4. Reproducción y crecimiento

Los estudios sobre reproducción en cetáceos han sido importantes para definir la viabilidad de las poblaciones en cada lugar (Barlow, 1990); las observaciones sobre el comportamiento reproductivo del tursión se han hecho en el campo o bajo condiciones controladas en delfinarios y centros de investigación (Puente y Dewsbury, 1976). Se ha propuesto que la edad de madurez sexual entre hembras y machos es diferente, ya que las hembras maduran antes que los machos (Sergeant *et al.*, 1973). Algunos estudios afirman que la madurez sexual de esta especie se alcanza hasta los 12 ó 13 años (Odell, 1975), otros autores han encontrado que esta edad varía entre 3 y 5 años en las hembras de *Tursiops* (Peddemors, 1989).

Las curvas de crecimiento generadas para varias poblaciones de tursiones, sugieren que las hembras de esta especie alcanzan su máxima longitud total entre los 10 y 15 años y los machos hasta los 15 ó 20 años (Sergeant *et al.*, 1973; Read *et al.*, 1993). En las costas de Gales (Inglaterra), Lockyer y Morris (1987) reportaron que un tursión joven puede aumentar hasta 0.250 kg de peso por día, además, Irvine *et al.* (1981) reportaron que en Florida (E.U.A.), un joven de la especie *Tursiops truncatus* creció 34 centímetros en 5.3 años. En cuanto a la longevidad de estos animales, Scott *et al.* (1990) afirman haber examinado una hembra y un macho del género *Tursiops* cuyas edades fueron estimadas en 46 y 34 años respectivamente.

La mayoría de los estudios no indican alguna temporada específica de reproducción, ya que aseguran que las hembras, y sobre todo los machos de *Tursiops* son fértiles durante todo el año (Harrison *et al.*, 1969). No obstante, sí existen evidencias de que en algunas zonas se presenta un aumento en la actividad sexual y el número de crías durante algunos meses del año (Scott *et al.*, 1990; Shane, 1990). La mayoría de las observaciones de nacimientos de delfines se han llevado a cabo en acuarios y delfinarios (Essapian, 1953; Tavalga y Essapian, 1957; Puente y Dewsbury, 1976; Spotte y Babus, 1980). McBride y Kritzler (1951) realizaron un estudio detallado sobre el comportamiento de 11 hembras de cuatro especies diferentes de cetáceos (*T. truncatus*, *Stenella plagiodon*, *Delphinus delphis* y *Globicephala brachyptera* = *G. melas*) en las etapas previas, durante y después del nacimiento. Posteriormente

Harrison *et al.* (1969) proporcionaron información sobre la fisiología reproductiva de delfines en vida libre y en cautiverio. Se sabe que el periodo de gestación en *Tursiops* dura aproximadamente 12 meses y que las hembras paren una cría aproximadamente cada dos años, durante los cuales mantienen un estrecho lazo con ellas (McBride y Kritzler, 1951; Sergeant, *et al.*, 1973).

1.1.5. Hábitos alimentarios y comportamiento

Gunter (1942) describió por primera vez las especies consumidas por *Tursiops* mediante el análisis del contenido estomacal de 29 tursiones en las costas de Texas. Aún cuando afirmó que este delfín se alimenta de una gran variedad de peces, el autor identificó a la lisa (*Mugil cephalus*) como la presa más común (80% del total) del tursión. Años más tarde, Gunter (1951) también reportó en *Tursiops* el consumo de camarón. Norris y Prescott (1961) identificaron 8 especies de peces en los estómagos de tursiones en la costa de California (E.U.A.); posteriormente Fitch y Brownell (1968) elaboraron una lista detallada de las especies consumidas por 7 especies de cetáceos y resaltaron la importancia en la interpretación de los hábitos alimentarios en relación con la ecología de la especie. Mediante esta premisa, Walker (1981) pudo identificar las diferencias de hábitat que presentan los dos ecotipos de tursiones en las costas de California.

Hanson y Defran (1993) encontraron que de las 25 especies de peces identificadas como presas comunes del tursión (Norris y Prescott, 1961; Walker, 1981), 74% pertenecen a la familia *Embiotocidae* y *Siaenidae*, y que el 54% de esta dieta consiste únicamente de tres especies. Aún cuando el tursión es una especie oportunista (Leatherwood, 1975; Leatherwood *et al.*, 1978), Hanson y Defran (1993) argumentaron que esto refleja una preferencia en su alimentación, más que la facilidad de captura de las presas debido a su disponibilidad y abundancia.

Las estrategias de alimentación en delfines han sido descritas ampliamente (Hoese, 1971; Leatherwood, 1975; Hamilton y Nishimoto, 1978). Algunas de ellas se basan en movimientos individuales, otras sugieren cierto tipo de organización, algunas otras requieren del uso de sus habilidades de ecolocalización, e incluso se ha descrito

en ellas la cooperación con el hombre (Busnel, 1973). Sin embargo, la clasificación del comportamiento de los delfines en vida libre presenta una gran cantidad de inconvenientes. Gaskin *et al.* (1975) afirmaron que con la experiencia, el tipo de comportamiento puede ser subjetivamente determinado con cierta exactitud por un observador experimentado, sin embargo, la alimentación únicamente puede ser probada de forma concluyente al recolectar un espécimen de *Tursiops* y examinar el contenido de su estómago fresco. Leatherwood (1975) mencionó que únicamente en 3 ocasiones pudo observar a un tursión con alguna presa en el rostro, no obstante en varias ocasiones clasificó su comportamiento como alimentación mediante otro tipo de rasgos conspicuos.

En los estudios de delfines en vida libre, la organización social de estos cetáceos (Würsig, 1978; Würsig y Würsig, 1977, 1979a, 1979b), así como la cooperación (Siebenaler y Caldwell, 1956) y la jerarquía entre sexos y edades (Würsig y Würsig, 1979b) también han sido revisados. De igual forma se han realizado descripciones detalladas y estudios sobre la variación de otras actividades de los tursiones (además de la alimentación) con respecto al tiempo y a las variables ecológicas (Caldwell y Fields, 1959; Norris y Prescott, 1961; Ridgway *et al.*, 1969; Pryor, 1973; Leatherwood, 1979; Ballance, 1987; Sandoval, 1987; Weaver, 1987; Hanson, 1990; Shane, 1990; Hanson y Defran, 1993; Tepper, 1996; Day, 1998; Johnson, 1999).

Otros aspectos sobre el comportamiento de *Tursiops* no han pasado desapercibidos ante los biólogos y etólogos, sin embargo, también existe una gran controversia en cuanto a la validez de los estudios de comportamiento bajo condiciones de cautiverio, aunque existen ciertas ventajas obvias en ellos, basadas principalmente en la capacidad de observar a los delfines bajo el agua. Lilly (1963) fue uno de los primeros investigadores en trabajar con la comunicación acústica de esta especie (Howard, 1996), y a partir de esa fecha, muchos trabajos sobre aprendizaje y habilidades sensoriales de los tursiones han sido desarrollados, la mayoría de ellos con propósitos militares.

1.2. Técnicas de estudio

Existe una gran variedad de métodos empleados para el estudio de la biología de los animales, sin embargo, la selección de la técnica adecuada a los propósitos de la investigación y a las características de la especie resulta invaluable durante la planeación del estudio, la ejecución del trabajo de campo, la obtención de los datos y la interpretación de los resultados. Debido a esto, a continuación se revisan algunos trabajos clásicos y se señalan los estudios en los que se detallan expresamente los métodos usados durante los muestreos de campo para esta tesis.

1.2.1. Marcaje

En el cálculo de algunos parámetros poblacionales, las técnicas de captura y recaptura son indispensables (Nishiwaki *et al.*, 1966). Estas técnicas de marcaje son esenciales para determinar distribución, rutas y patrones migratorios, además del tamaño de las poblaciones, sobre todo en los casos en que se estén retirando animales de la población de origen (Würsig y Jefferson, 1990).

Una gran cantidad de experimentos se han llevado a cabo en cautiverio y en vida libre, para diseñar y probar marcas artificiales que se puedan reconocer fácilmente a distancia, tales como pinturas a prueba de agua (Watkins y Schevill, 1976), marcas de espagueti y botones de presión (Norris y Pryor, 1970), tiras de plástico o fibra de vidrio, marcas en frío y calor (Nishiwaki *et al.*, 1966), proyectiles lanzados por ballestas (Kasuya y Oguro, 1972), radio transmisores (Evans, 1974; Wells y Scott, 1990) e incluso rastreadores por satélite (Mate, 1986). Los problemas más frecuentes derivados de esta forma de investigación incluyen fallas como la muerte por marcaje y la pérdida total o parcial de las marcas. Por este motivo se ha implementado el uso de las marcas naturales como parámetro de identidad individual. Mediante el uso de estas marcas se pueden evitar algunos de los inconvenientes derivados del marcaje artificial y otros problemas pueden ser cuantificados debido a la posibilidad de que existan recapturas (Gunnlaugsson y Sigurjónsson, 1990).

Las marcas naturales en delfines se han estudiado desde 1939 (Gunter, 1942), sin embargo no fue sino hasta 1955, que se comenzó a identificar a los delfines por medio

de las marcas y formas de sus aletas dorsales (Caldwell, 1955). Irvine y Wells (1972) implementaron el uso de la técnica de fotoidentificación para pequeños cetáceos, y en 1977, Würsig y Würsig realizaron un estudio empleando la fotoidentificación (Hansen, 1983), ésta técnica se basa en fotografías y presenta la incomparable ventaja de que los animales no son perturbados en gran medida (Würsig y Würsig, 1977). De igual manera, Bigg *et al.* (1986) sugirieron el uso de las heridas y cicatrices en las aletas dorsales de los delfines como medio de marcaje natural. Se ha demostrado que en las poblaciones de tursiones, generalmente más del 50% de los delfines pueden ser individualizados mediante estas marcas (Würsig y Würsig, 1977; Würsig y Jefferson, 1990); sin embargo, es obvio que las aletas cambian con el tiempo y que la tasa de cambio no es la misma en todos los animales, ya que algunas aletas son relativamente estables y otras pueden presentar muchas marcas nuevas en menos de un año (Dos Santos y Lacerda, 1987); sin embargo, algunos individuos han presentado consistencia en los patrones de sus aletas a lo largo de 10 años (Würsig y Harris, 1990 en Weller, 1991). Se ha propuesto que los machos presentan cicatrices y heridas más frecuentemente en comparación con las hembras (Gunter, 1942; Tolley *et al.*, 1995; Weller, 1998). Bruce-Allen y Geraci (1985) reportaron que las heridas en los tursiones sanan en la misma forma que en los mamíferos terrestres, además se sabe que es posible determinar los patrones de cambio en las aletas cuando se tienen varias recapturas del mismo individuo en intervalos de tiempo variables. Las técnicas de marcaje se han revisado ampliamente con anterioridad (Hammond *et al.*, 1990) y se ha convenido en que la fotoidentificación representa una gran cantidad de ventajas para el estudio de la dinámica poblacional en cetáceos.

1.2.2. Comportamiento

Muchos de los trabajos desarrollados sobre comportamiento de animales en vida libre se han basado en los métodos propuestos por Altmann (1974). Estos trabajos incluyen métodos de muestreo que van desde observaciones oportunistas, hasta descripciones detalladas y sistemáticas. Su valor estriba en que los métodos de estos trabajos puedan ser repetidos total o parcialmente, de forma que puedan realizarse comparaciones sobre los resultados obtenidos (Tepper, 1996). Además, describir y analizar el comportamiento de los animales en vida libre, es útil para confirmar o rebatir

algunas de las interpretaciones que se hayan realizado respecto a la ecología de las especies. Conocer sobre el comportamiento de una especie, también permite evaluar la influencia de las variables ambientales o antropogénicas sobre la ecología de los animales bajo estudio.

Los patrones de comportamiento fueron descritos por Altmann (1974), y fueron definidos como actividades que pueden durar entre 20 y 30 segundos o quizás hasta minutos. Un patrón de comportamiento se compone de un conjunto de categorías, y estas últimas son aquellas actividades que duran sólo unos cuantos segundos. Johnson (1999) indicó que el usar categorías para definir patrones de comportamiento, ofrece un criterio simple y no ambiguo para que los investigadores experimentados hagan juicios acerca de las actividades de los animales, y puedan aproximarse en forma más exacta al comportamiento del objeto de estudio. Además, mediante el uso de estos conceptos, se puede establecer cierta confiabilidad entre varios observadores entrenados. Sin embargo, la autora indicó que esta técnica tiende a simplificar los criterios necesarios para juzgar los patrones de comportamiento durante las observaciones en el campo. Aunado a esto, cuando un investigador observa la actividad de un delfín durante las horas del día, está comúnmente restringido a los fragmentos de comportamiento que ocurren cerca de, o en la superficie del agua.

A pesar de las limitaciones anteriores, una gran cantidad de estudios en los que se involucra la conducta de los tursiones, han utilizado categorías y patrones de comportamiento mediante el muestreo descrito por Altmann (1974) como *ad libitum*, el cual se basa en el registro de las actividades observadas durante el periodo de contacto directo con el objeto de estudio. Algunos reportes de comportamiento de cetáceos han reconocido y definido categorías y patrones de conducta durante observaciones oportunistas sin construir formalmente un etograma (Weaver, 1987); Norris y Prescott (1961), Hanson (1990), Hanson y Defran (1993) y Weller (1998) son sólo algunos de los trabajos que han empleado este método. No obstante, Altmann (1974) indicó que el uso del muestreo *ad libitum* puede introducir algún tipo de sesgo debido al observador, y que este tipo de muestreo no es recomendable para calcular las tasas de comportamiento de los animales.

2. ANTECEDENTES

2.1. Tursiones en las costas de California y Baja California

Particularmente en la costa noroccidental de Baja California se han desarrollado pocos estudios sobre la ecología poblacional del tursión. Estos escasos trabajos se han efectuado mediante observaciones desde tierra y recorridos en lancha, e incluyen únicamente las costas de Ensenada y las aguas adyacentes al sur de la Bahía de San Quintín.

El primer reporte científico sobre la presencia del género *Tursiops* en las costas de Baja California fue elaborado por Andrews (1911), quien describió lo que parecía ser una nueva especie (*T. nuanuu*). Posteriormente, en 1923 Huey (1964) registró la distribución de *T. gilli* en ambas costas de la península. Tiempo después Norris y Prescott (1961) volvieron a las costas de Baja California a realizar un estudio de hábitos alimentarios sobre esta misma especie, y en 1970, Hansen (1983) utilizó la información existente sobre avistamientos de *Tursiops* en Baja California, al calcular una aproximación de la distribución de tursiones para las costas de San Diego (California, E.U.A.).

Durante los años ochenta, Espinosa (1986) y Sandoval (1987) estudiaron algunos aspectos de la biología poblacional y los movimientos de tursiones costeros en Ensenada. Años más tarde, Caldwell (1992) realizó un estudio de fotoidentificación en San Quintín, y comparó los individuos costeros identificados en esta zona, con los encontrados con anterioridad en las costas del sur de California (E.U.A.). Con base en este trabajo, Weller (1998) concluyó que no existen diferencias entre la morfología de las aletas de los tursiones en el sur de California y San Quintín. De la misma manera, Caldwell *et al.* (1993) reportaron que los delfines *T. truncatus* en San Quintín, poseen características poblacionales similares a los delfines en San Diego. No obstante, se ha concluido que por alguna razón desconocida hasta ahora, tanto los delfines encontrados en la costa sur de California, como los fotografiados en San Quintín, parecen no mezclarse entre sí. Los estudios realizados por Defran *et al.* (1999) en las

costas del sur de California durante los años subsecuentes, parecen confirmar estos hallazgos.

2.2. Planteamiento del problema

Hansen (1983) propuso que existe una mezcla entre los tursiones identificados en San Diego (California, E.U.A.) y Ensenada (Baja California, México); posteriormente, Espinosa (1986) y Sandoval (1987) confirmaron la existencia de un traslapo entre los individuos identificados en dichas costas. En ambos estudios, Espinosa (1986) y Sandoval (1987) recomendaron una ampliación en los límites geográficos de muestreo.

Caldwell (1992) realizó una comparación entre los individuos costeros identificados en San Diego (n=439) y Orange County (n=133) en la costa sur de California (E.U.A.), con los identificados en Ensenada (n=68) y San Quintín (n=105) en las costas de Baja California. Los resultados de este trabajo indicaron que entre el 88% y 92% de los tursiones de San Diego, Orange County y Ensenada podían encontrarse en cualquiera de estas tres localidades. Debido a esto, se determinó que los delfines encontrados en estos lugares fueran llamados "población de la Cuenca del Sur de California" (CSC, Fig. 1). Sin embargo, Caldwell (1992) también encontró que sólo uno de los delfines de San Quintín (0.9%) había sido identificado con anterioridad y únicamente en las costas de San Diego. Lo anterior indicó la posibilidad de que existiera un límite sur para la distribución de la población CSC. Caldwell *et al.* (1993) ubicaron el límite de la distribución de los delfines de la población de la CSC en algún lugar entre Ensenada y San Quintín. Debido a esto, Caldwell (1992) y Defran *et al.* (1999) han denominado a los delfines encontrados en San Quintín como la "población de Baja California (BC)".

Shane (1980) indicó que un límite entre dos poblaciones de tursiones costeros podría deberse a una barrera geográfica (canales profundos a comparación de bahías amplias y someras), o simplemente a un componente social que separa a ambas poblaciones; sin embargo, estas hipótesis no han sido probadas aún. Caldwell *et al.* (1993) determinaron que los delfines *T. truncatus* en San Quintín poseen un grado de

residencia a corto plazo⁴ similar al reportado en las costas de San Diego, por lo cual determinaron que los delfines avistados en San Quintín, pertenecen a una población (BC) abierta y diferente a la población de la CSC. A pesar de que las evidencias apoyan la teoría de separación entre ambas poblaciones de tursiones (CSC y BC), Weller (1998) reconoció que la similitud en la forma de sus aletas dorsales, bien podría reflejar solamente un cambio morfológico adaptativo debido a condiciones ambientales similares, aunque podría ser que ambas pertenecieran a la misma población reproductiva.

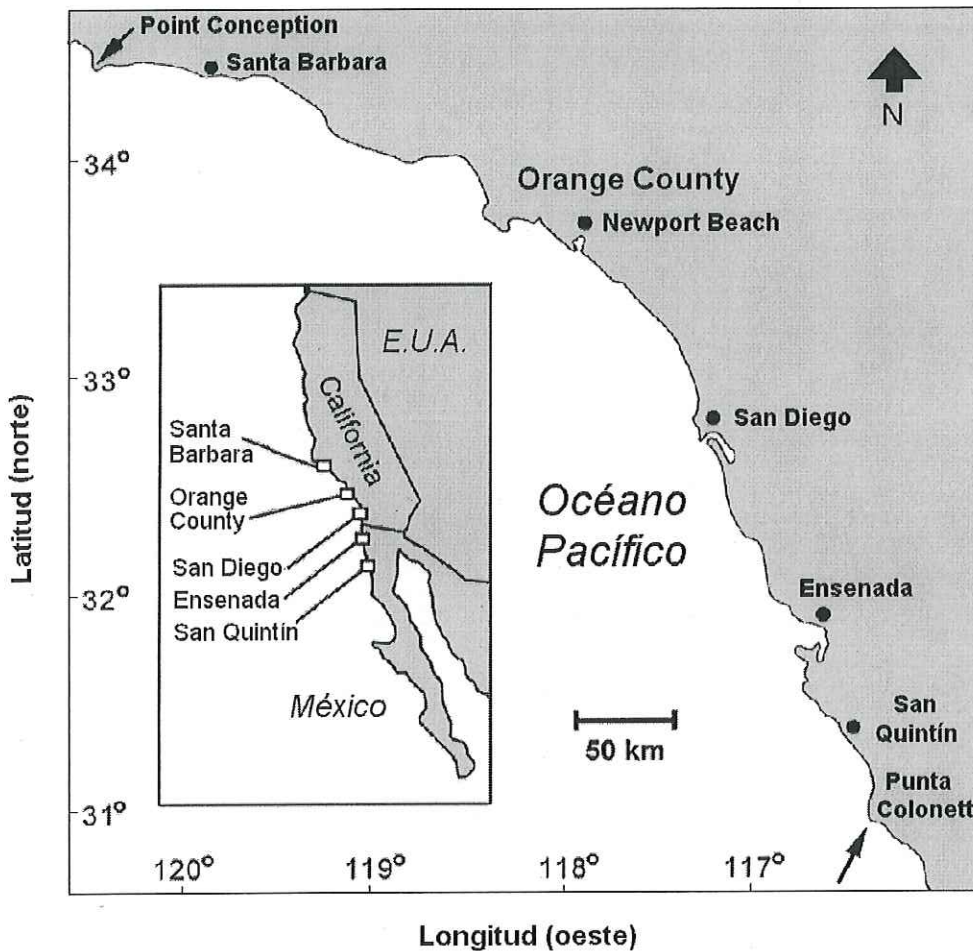


Figura 1. Cuenca Sur de California. La cuenca abarca 732 km desde Punta Concepción (34°33' N, 120°28' W) en el norte, hasta Punta Colonett (30°57' N, 116°20' W) (Modificado de Defran *et al.*, 1999).

⁴ El intervalo de duración es medido en horas o días.

La supuesta separación entre las poblaciones de tursiones a lo largo de las costas del sur California y el noroeste de Baja California, resulta particularmente importante en el caso de los tursiones identificados en San Quintín. Esto se debe a tres factores principalmente: la abundancia, la distribución y finalmente la residencia de los tursiones. El reducido grado de mezcla detectado en los delfines BC con los tursiones CSC podría obedecer a que la población de San Quintín es mucho menor, lo cual disminuiría la probabilidad de identificar un tursión de San Quintín en cualquier lugar de la CSC, debido a su escasa presencia en las manadas de esa población. Por otro lado, la proposición de un límite norte en el desplazamiento de los tursiones de San Quintín, no necesariamente implica un límite sur, por lo cual la población SQ podría distribuirse ampliamente hacia el sur (como lo hace la población CSC desde Orange County). Sin embargo, si la distribución de los tursiones de San Quintín no es tan amplia, sería elemental el evaluar la permanencia de los delfines de la población SQ en cada sitio, y los factores que propician la duración de su estancia en el área de estudio. El obtener esta información contribuiría en forma sustancial a la sustentación o rectificación de la hipótesis de separación entre las dos poblaciones de tursiones.

2.3. Justificación

Debido a que México comparte algunas de sus riquezas naturales con los países en sus fronteras, los estudios realizados mediante cooperación internacional son un factor clave para el mejor entendimiento y aprovechamiento de los aspectos particulares de cada recurso animal, especialmente en los casos en que presentan migraciones. No debe suponerse que los animales que habitan en los mares y océanos adyacentes pertenecen a otras poblaciones, por lo cual, la definición de unidades de manejo debe basarse en el conocimiento de la variación morfológica y la ecología de la especie y sobre todo, se deben tomar en consideración las divisiones poblacionales predecibles mediante el conocimiento de los patrones de variación geográfica y el entendimiento de la definición de los hábitat y sistemas marinos presentes (Perrin, 1984). Únicamente de esta forma se podrán establecer los mecanismos de conservación, manejo y aprovechamiento de estos recursos en una manera racional y equitativa (Mercado, 1984).

En México todas las especies de mamíferos marinos están sujetas a protección a través del Código Penal para el Distrito Federal en Materia de Fuero Común y para toda la República en Materia Federal Relacionados con Medio Ambiente (Título XXV, Capítulo Único, Art. 420). Sin embargo, hasta principios de este año, el tursión no figuraba en el listado de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 o de forma específica en el listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, Sánchez *et al.*, 2000). La NOM-059-ECOL-1994, determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y establece especificaciones para su protección (Poder Ejecutivo-Secretaría de Desarrollo Social, 1994).

Dowling y Brown (1993 en Cortez *et al.*, 2000) han expuesto que la extracción intensiva de animales en relativamente pocas áreas, puede tener un impacto sobre otras poblaciones, y específicamente en el potencial evolutivo de la especie; lo anterior debido a una reducción en la variabilidad genética, la cual es favorecida por el intercambio de individuos entre diferentes poblaciones. Debido a la extracción de tursiones de aguas mexicanas, a pesar del escaso o nulo conocimiento sobre la ecología de muchas de sus poblaciones a nivel nacional, la sociedad mexicana realizó una propuesta ante el Instituto Nacional de Ecología, y fue la colocación de la especie *T. truncatus* al amparo de la NOM-059-ECOL-1994 y bajo la categoría de "sujeta a protección especial". Esta propuesta fue aprobada recientemente mediante la publicación de la NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002).

Por estas razones, es importante ampliar los estudios sobre las poblaciones de *Tursiops truncatus*, para implementar programas adecuados de conservación, que incluyan el aprovechamiento racional de este recurso (Heckel, 1992). La información a partir de la cual se desarrolle el manejo apropiado de algún recurso animal vivo, debe incluir los aspectos biológicos más básicos de la especie en cuestión (fisiología, reproducción, distribución, abundancia e interacciones con otras especies y con el

hombre). La adecuada identificación de los hábitat clave en la distribución de una población forma una parte importante del entendimiento de su ecología y es crucial para la conservación y manejo de cualquier población de animales en su medio natural (Polacheck, 1987; Day, 1998; Karczmarski *et al.*, 2000). Por esta razón, la investigación científica juega un papel muy importante en la administración ambiental moderna de México, ya que actualmente deben realizarse estudios de factibilidad y manifiestos de impacto ambiental, además de requerir los permisos correspondientes antes de explotar cualquier recurso natural (H. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 1996).

3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Caldwell *et al.* (1993) propusieron que entre Ensenada y San Quintín existe una frontera que limita a la población de la CSC. Además afirmaron que los delfines avistados en San Quintín provienen de una población abierta (población BC), con una amplia distribución y cuyo límite sur es desconocido. Por otra parte, se ha planteado que debido al aporte de alimentos desde las lagunas y estuarios hacia las aguas adyacentes (el cual es influenciado por las mareas), los tursiones presentan una distribución marcada hacia estas zonas (Gaskin, 1982; Ballance, 1987), y que sus movimientos se pueden relacionar con los cambios de la marea (Würsig y Würsig, 1979a). De igual manera, se ha propuesto que el tipo de sustrato en el fondo condiciona la presencia de ciertas especies de peces (Hanson y Defran, 1993), y que esto influye en la distribución y los movimientos de los tursiones.

Por lo tanto, los tursiones avistados en las aguas adyacentes al sur de Bahía San Quintín, presentan una distribución local que tiende hacia los lugares preferidos para sus actividades alimentarias. Dichas actividades se ubican directamente en la zona adyacente a la Bahía de San Quintín, y se relacionan con las fuertes corrientes de marea originadas en la boca y el tipo de sustrato en el fondo. Asimismo, los tursiones identificados en el área de estudio solamente presentan una fidelidad al sitio a corto plazo, ya que provienen de una población abierta con una distribución extensa.

4. OBJETIVOS

4.1. General

Establecer la distribución y movimientos de *T. truncatus* en las aguas adyacentes al sur de Bahía San Quintín, B.C. mediante técnicas de fotoidentificación.

4.2. Particulares

- a) Describir la distribución espacial de *T. truncatus* a lo largo del área de estudio y relacionarla con el sustrato del fondo.
- b) Determinar los lugares en los cuales *T. truncatus* es observado con mayor frecuencia, así como sus características ambientales.
- c) Establecer los movimientos a corto plazo⁵ de los delfines *T. truncatus* presentes en el área de estudio, que se relacionan con las corrientes de marea.
- d) Analizar los movimientos a mediano plazo⁶ de los delfines *T. truncatus* presentes en el área de estudio mediante los datos de fotoidentificación obtenidos durante el presente estudio.
- e) Comparar las recapturas de individuos identificados durante el presente estudio y el realizado por Caldwell (1992) en 1990 en la misma área, para describir los movimientos a largo plazo⁷ de los delfines *T. truncatus*.
- f) Continuar el catálogo de fotoidentificación de tursiones en San Quintín iniciado por el CBL y contar con uno propio para investigaciones futuras en México.

⁵ El intervalo de duración se mide en horas o días.

⁶ Movimientos cuyo intervalo de duración se mide semanas o meses.

⁷ Son aquellos movimientos cuyo intervalo de duración se mide en años.

5. ÁREA DE ESTUDIO

5.1. Aspectos generales y localización geográfica

La Bahía de San Quintín se localiza a poco más de 200 km al sur de Ensenada, sobre la costa occidental de la península de Baja California en México (Fig. 2). Esta zona se caracteriza por su gran producción agrícola, ya que en el valle se cultivan principalmente tomate, papa y chile en una superficie de aproximadamente 8,000 Ha. (Gutiérrez *et al.*, 1984).

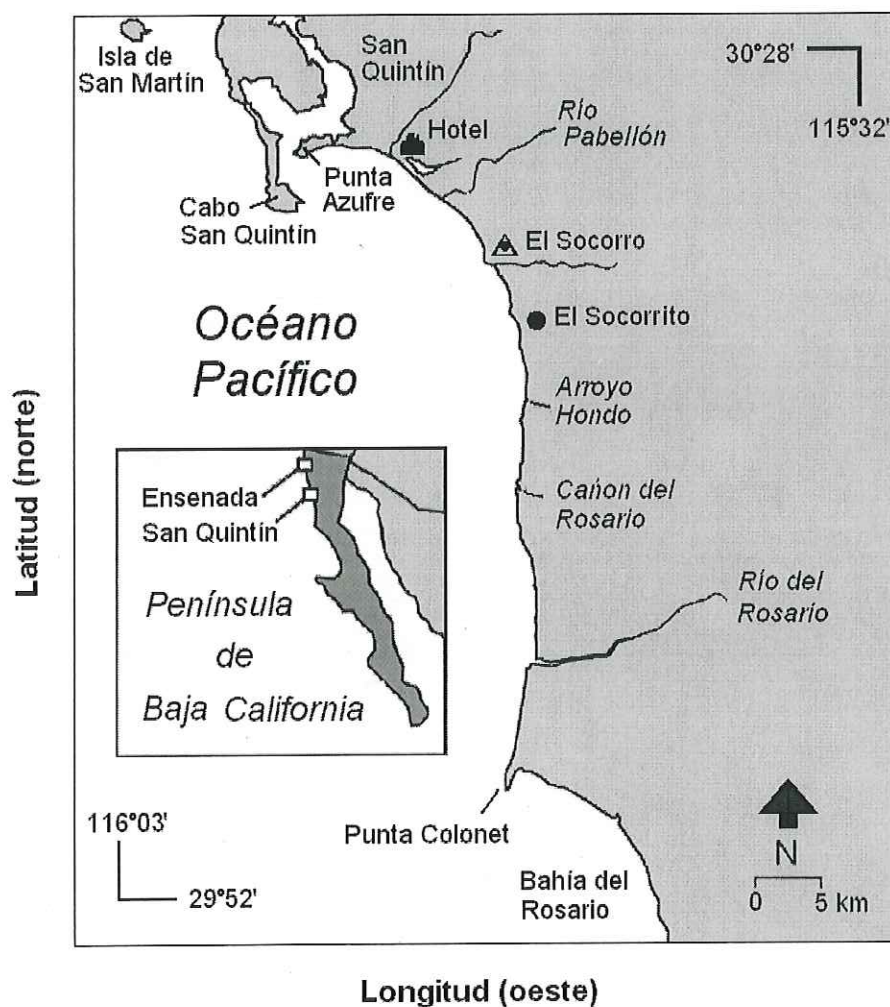


Figura 2.- Área de estudio. Costa adyacente al sur de Bahía San Quintín. Las localidades geográficas distintivas se encuentran marcadas en el mapa. (Modificado de Defran *et al.*, 1999).

La región de San Quintín es pobre en recursos hídricos, las corrientes fluviales son pocas y los volúmenes de escurrimientos a través de ellos son pequeños y muy ocasionales. La mayoría de los ríos y arroyos de la zona no existen como tales, salvo breves períodos de años en los que las temporadas de lluvias son abundantes. Debido a que la bahía no recibe el aporte de ningún río (Calderón, 1992), y en virtud de que en los últimos diez años ha recibido baja precipitación pluvial (entre 5 y 10 cm por año) (Castro, 1982), la Bahía de San Quintín se considera como un antiestuario (Chávez-de-Nishikawa y Álvarez-Borrego, 1974; Galindo y Flores, 1982). Sin embargo, diversos estudios realizados dentro de la bahía demostraron que esta laguna costera cuenta con las condiciones favorables para el establecimiento de maricultivos. De esta forma, en 1976 se estableció en el interior de la bahía, el primer cultivo de ostión japonés (*Crassostrea gigas*) en México (Tinoco, 1996). Se han desarrollado diversas actividades de cultivos marinos en esta bahía que evidencian las condiciones favorables para su transformación en un centro de producción de alimentos marinos; por este motivo el estudio de las condiciones hidrodinámicas de esta laguna costera se ha intensificado (Plascencia, 1980; Del Valle y Cabrera, 1981a, 1981b). En contraste, la costa adyacente al sur de Bahía San Quintín ha sido poco estudiada, por lo cual existe escasa literatura al respecto.

5.2. Tipo de clima

De acuerdo a la Clasificación de Köppen (1948, modificado para México por García, 1981), el clima que predomina en San Quintín es el denominado seco mediterráneo (BSks). Este tipo de clima presenta temperaturas templadas la mayor parte del año, con un régimen de lluvias invernal. Se caracteriza por ser un clima fresco la mayor parte del año debido a la influencia marina, sin embargo, el verano tiende a ser cálido (Dirección General de Ecología del Estado de Baja California, 1995). La temperatura media anual en esta zona oscila entre 12 y 18°C con temperaturas mínimas en los meses de diciembre a enero (hasta 2°C) y máximas durante el mes de agosto (hasta de 40°C). Durante la primavera y principios de verano la región es dominada por frecuentes vientos del noroeste, que se presentan en ráfagas diurnas con intensidades de 7.5 ± 2.5 m/s (Del Valle y Cabrera, 1981b; Tinoco, 1996).

Los últimos nueve años de registros meteorológicos de la estación No. 50 "Santa María del Mar" (30°24'06"N, 115°53'18" W), mostraron que los meses más cálidos son agosto y septiembre (20.6 °C), mientras que los mínimos de temperatura se presentan en enero y febrero (13 °C). Adicionalmente, de los registros anteriores observó que la precipitación más alta se presenta durante los meses de enero a marzo (68 mm), y que entre los meses de mayo y agosto, la precipitación en la zona es prácticamente nula (0.15 mm). Aunque no es muy común, en algunos años se han registrado fuertes aguaceros entre los meses diciembre y marzo (Dirección General de Ecología del Estado de Baja California, 1995).

Por otra parte, la evaporación registrada por dicha estación meteorológica (No. 50) presenta valores mínimos entre diciembre y febrero (127 mm) y se observa que los máximos se ubican entre agosto y octubre (248 mm). Cabe destacar que en esta zona, también existen periodos de años secos. La sequía más larga que se conoce en esta región, tuvo una duración de casi 22 años (desde 1956 hasta 1977), y causó grandes pérdidas a la ganadería. La última sequía se presentó durante 1983 y permaneció hasta 1990 (SAHOPE, 1997).

5.3. Configuración costera

La Bahía de San Quintín, se localiza sobre la llanura costera que recibe el nombre de Planicie de Santa María. Esta planicie a su vez se localiza al oeste del batolito peninsular, el cual forma la cadena montañosa más importante de Baja California. La geología regional corresponde a una época postbatolítica con unidades de roca pertenecientes al Cuaternario. Toda la región es más joven que el Pleistoceno, con formaciones volcánicas de épocas recientes. De acuerdo con Gorsline y Stewart (1962 en Nishikawa, 1979), las características geomorfológicas y fisiográficas locales se formaron en respuesta a los cambios del nivel del mar derivados de la última glaciación, así como de los procesos de vulcanismo y transporte de sedimentos a lo largo de la costa. La zona cercana a la boca de Bahía San Quintín, presenta sedimento arenoso, y los fragmentos de roca y grava constituyen una fracción sin importancia en estos sedimentos (Nishikawa, 1979; Torres, 1986).

5.4 Oceanografía

La zona más influenciada por el oleaje es la parte externa de la bahía; en general, el oleaje (al igual que el viento) proviene del noroeste, por lo que la energía del oleaje está dirigida hacia el sureste con pocas variaciones estacionales (Nishikawa, 1979).

El sistema de brisas marinas influye sobre el oleaje en forma marcada, de tal manera que la mayor fuerza de las olas ocurre por las tardes debido a las ondas cortas inducidas localmente por el viento. De acuerdo con Wright *et al.* (1973 en Nishikawa, 1979) el oleaje más fuerte en aguas profundas proviene del Noroeste (300°), con periodos de alrededor de cinco a seis segundos y alturas mayores a un metro. En un periodo anual, las olas tienen alturas mayores de 0.6 m con periodos que exceden de los tres segundos; asimismo, más del 10% del tiempo, la altura y el periodo de las olas son mayores que 1.5 m y cinco segundos respectivamente (Nishikawa, 1979). Cabe destacar que hacia el sur de Cabo San Quintín (Fig. 2) la fuerza del oleaje tiende a incrementarse conforme la playa se hace más expuesta.

Las mareas que se presentan en la región son básicamente de dos tipos: astronómica (con una marcada desigualdad diurna) y meteorológica (que generalmente tiene una sensible influencia sobre las primeras). La marea meteorológica es originada en su mayor parte por el esfuerzo de viento sobre la superficie dentro de la bahía de San Quintín, y es más ó menos notoria dependiendo de la dirección e intensidad del viento (Plascencia, 1980; Del Valle y Cabrera, 1981a, 1981b).

En un promedio anual, el intervalo de mareas se encuentra alrededor de 2.22 m, con un intervalo medio de mareas equinocciales de 3.18 m. En esta región las ondas de marea se propagan a lo largo de la costa hacia el Norte (Nishikawa, 1979; Martori, 1989 en Pro Esteros, 1991).

La circulación predominante dentro de la Bahía de San Quintín se da por los cambios en la marea astronómica (Plascencia, 1980). Cerca de la boca, las velocidades de las corrientes de flujo (marea en ascenso) se aproximan a los 80 cm/seg (casi 3 km/hr) y durante el reflujo (marea en descenso) la distribución de velocidades es similar (Del Valle y Cabrera, 1981a). Durante los tiempos de velocidad

máxima de las corrientes de flujo y refluo se forma turbulencia en la boca de la bahía (Del Valle y Cabrera, 1981b); la evacuación del agua en esta zona es muy rápida debido a la descarga y a la entrada de agua nueva con cada ciclo de marea (Juárez-Villareal, 1982 en Torres, 1986).

La temperatura del agua en la costa local fluctúa generalmente entre 18°C y 20°C durante el verano, mientras que en invierno el intervalo se encuentra entre los 12°C y 15°C (Galindo y Flores, 1982). Los mínimos de temperatura superficial del agua en un año normal, se registran en invierno; sin embargo, éstos son más marcados en primavera y verano debido a la penetración de aguas de surgencia con temperaturas de hasta 13°C (Álvarez-Borrego *et al.*, 1975, en Torres, 1986). Durante los eventos de surgencia se han reportado periodos de intensificación que van desde una semana hasta 10 días, donde las temperaturas en la boca de la bahía descienden a menos de 12 °C (Lara-Lara *et al.*, 1980, en Torres, 1986).

La Bahía de San Quintín presenta un contenido moderadamente alto de nutrientes, cuyos valores son generalmente mayores que en la zona de surgencias adyacente. Esto favorece una alta producción orgánica primaria (Nishikawa, 1979). Según Álvarez-Borrego y Chee-Barragán (1976), San Quintín (al igual que otras lagunas costeras similares) es productora de nutrientes inorgánicos. Los autores señalan a las abundantes praderas de pastos marinos como la zona de producción de nutrientes. Estas plantas halófitas actúan como trampa para el material en suspensión (séston) que es acarreado por las corrientes de mareas y depositado entre sus raíces y talos, por ser zonas de menor energía dinámica. Según los autores, es en estos lugares donde el detrito orgánico es biooxidado por las bacterias y remineralizado, para producir los nutrientes inorgánicos

5.5. Flora y fauna acuática

La información existente sobre la flora de Bahía San Quintín cubre estudios detallados sobre la biología de los pastos marinos (*Zostera marina*) y marismas (*Spartina foliosa*, *Salicornia virginica* y *Monothochloe littoralis*). Sin embargo, los estudios florísticos en la costa expuesta y adyacente a San Quintín no son comunes.

En la parte externa de la bahía se han realizado algunos estudios a gran escala para seguir los cambios estacionales en la distribución y cobertura de los mantos de algas (*Macrocystis pyrifera*) (Hernández-Carmona *et al.*, 1989a, 1989b, 1991).

En cuanto a la fauna de la región existen reportes minuciosos sobre grupos específicos, tales como poliquetos, anfípodos, isópodos y moluscos (Nishikawa, 1979; Calderón, 1982, 1984); sin embargo, estos estudios están referidos de manera exclusiva al interior de la bahía. Hasta hace unos años, no se contaba con información consistente sobre otro tipo de organismos, y en el mejor de los casos se mencionaba de manera casual la presencia de algunas especies de crustáceos (decápodos), elasmobranquios y quelonios; algunos ejemplos de esto son los estudios realizados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (Torres, 1986).

Escobar y Arenillas (1987) desarrollaron un estudio sobre la distribución de la ictiofauna en la costa oeste del continente americano. No obstante, debido a la gran escala de este estudio, la resolución en las pequeñas localidades es muy baja y no se tenía un estudio a detalle en la región de San Quintín. Rosales-Casián (1996) realizó un estudio al respecto en la Bahía de San Quintín y su costa adyacente (< 10 m de profundidad). Él encontró que las familias de peces mejor representadas en esta localidad son *Embiotocidae* (10 especies) y *Sciaenidae* (8 especies), y que el género *Sebastes* presentó la mayor cantidad de especies (n=5). También encontró una mayor abundancia de peces dentro de la bahía, lo cual resaltó la importancia de este ambiente para la alimentación, crecimiento y protección de muchas especies de peces, especialmente en la etapa juvenil. Sin embargo, la diversidad de los peces encontrados fuera de la bahía fue ligeramente mayor, según el autor, esto se debe al amplio espectro de características físicas en este entorno.

La región de San Quintín probablemente también presenta una amplia variedad de mamíferos marinos, la mayoría en la costa adyacente y expuesta. Entre ellos se encuentran el lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*), la foca de puerto (*Phoca vitulina richardsii*) y el tursión (*Tursiops truncatus*). En la costa adyacente al sur de San Quintín únicamente se ha realizado un estudio formal sobre algunos aspectos biológicos del tursión (Caldwell, 1992; Caldwell *et al.*, 1993). Por otra

parte, se sabe que San Quintín forma parte del corredor migratorio de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), y que durante algunas épocas del año es posible encontrar en esta zona ejemplares de ballena azul (*Balaenoptera musculus*). Adicionalmente, los pescadores locales indican que a lo largo del año se pueden observar otras especies de cetáceos, tales como el delfín de costados blancos del Pacífico (*Lagenorhynchus obliquidens*) e incluso orcas (*Orcinus orca*).

En San Quintín también se han calculado cerca de 100 especies de aves tanto residentes como migratorias (patos, gansos, gaviotas y garzas); la mayoría de ellas se localizan en el interior de la bahía. Además de ser una zona de descanso para las aves migratorias, San Quintín también ofrece una zona de anidación para éstas y otras especies de fauna (Leyva-Aguilera, 1993).

5.6. Disturbios ambientales

Calderón (1992) sugirió que la Bahía de San Quintín está constituida por una comunidad biótica en o cercana al equilibrio, con una buena capacidad de resistencia a disturbios. Sin embargo, Ward *et al.* (1991 en Rosales-Casián, 1996) argumentaron que la presión por actividades humanas en esta región va en aumento.

Se ha encontrado que la zona directamente relacionada con las instalaciones de cultivo de moluscos y la desembocadura de los ríos y arroyos presentan un alto grado de contaminación orgánica (Villarreal, 1995). El estudio realizado por Vera-González *et al.* (1998) determinó que durante las mareas bajas se detectan los niveles más altos de coliformes fecales en la bahía; adicionalmente la ocurrencia de mareas vivas origina una remoción de sedimento, lo que a su vez propicia una resuspensión de cualquier material contaminante que haya sedimentado; este tipo de mareas ocurre durante el mes de noviembre.

Flores-Báez, *et al.* (1987) encontraron una mayor concentración de DDT en la zona directamente relacionada con el valle agrícola de San Quintín, y argumentaron que esto podría ocasionar una distinta disponibilidad biológica del contaminante relativa a otras zonas. Además, se ha encontrado una diferencia significativa entre las concentraciones de este contaminante a lo largo del tiempo y entre las distintas

localidades. Dentro de la bahía, Gutiérrez *et al.* (1984) registraron que los máximos valores de compuestos organoclorados en los moluscos, se encontraban durante agosto y septiembre, y que la concentración de DDT en las especies contaminadas fue hasta cinco veces mayor a la medida en otras especies al sur de California (E.U.A.). Sin embargo, Calderón (1992) sugirió que la Bahía de San Quintín es todavía un sitio saludable, ya que Gutiérrez *et al.* (1984) reportaron que, aún cuando generalmente estos compuestos (DDT y BPC's) son más dañinos en temperaturas de verano que en invierno, los ostiones (*Crassostrea gigas*) contaminados pueden perder hasta el 95% del DDT acumulado después de 3 meses de exposición en aguas no contaminadas.

Por otra parte, aunque el tráfico de embarcaciones en la zona es mínimo y consiste principalmente de pescadores de langosta y ocasionalmente de lanchas palangreras y tiburonerías (Caldwell, 1992), no se tiene un estudio del potencial pesquero de esta área (Castro, 1982).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Navegaciones

Las navegaciones realizadas por Caldwell (1992) durante 1990 en la costa adyacente al sur de San Quintín, se tomaron como muestreos prospectivos en el área de estudio. De acuerdo con esto, se realizaron recorridos similares en la costa localizada al sur de la Bahía de San Quintín, con una periodicidad mensual y a lo largo de un año. Las fechas de los muestreos dependieron de las condiciones meteorológicas presentes, y la localización de los transectos se estableció de acuerdo con las restricciones logísticas del área de estudio (seguridad de la tripulación y características ambientales del área). Por ello, debido a la poca profundidad y las fuertes corrientes de marea originadas cerca de la bahía, los primeros 5.5 km a partir de la boca de la Bahía de San Quintín no fueron incluidos en los transectos del muestreo. La mayoría de las navegaciones iniciaron en la playa de El Socorro (donde zarpaba la embarcación) y se navegó hacia el norte hasta encontrar el inicio del área de estudio (Fig. 3).

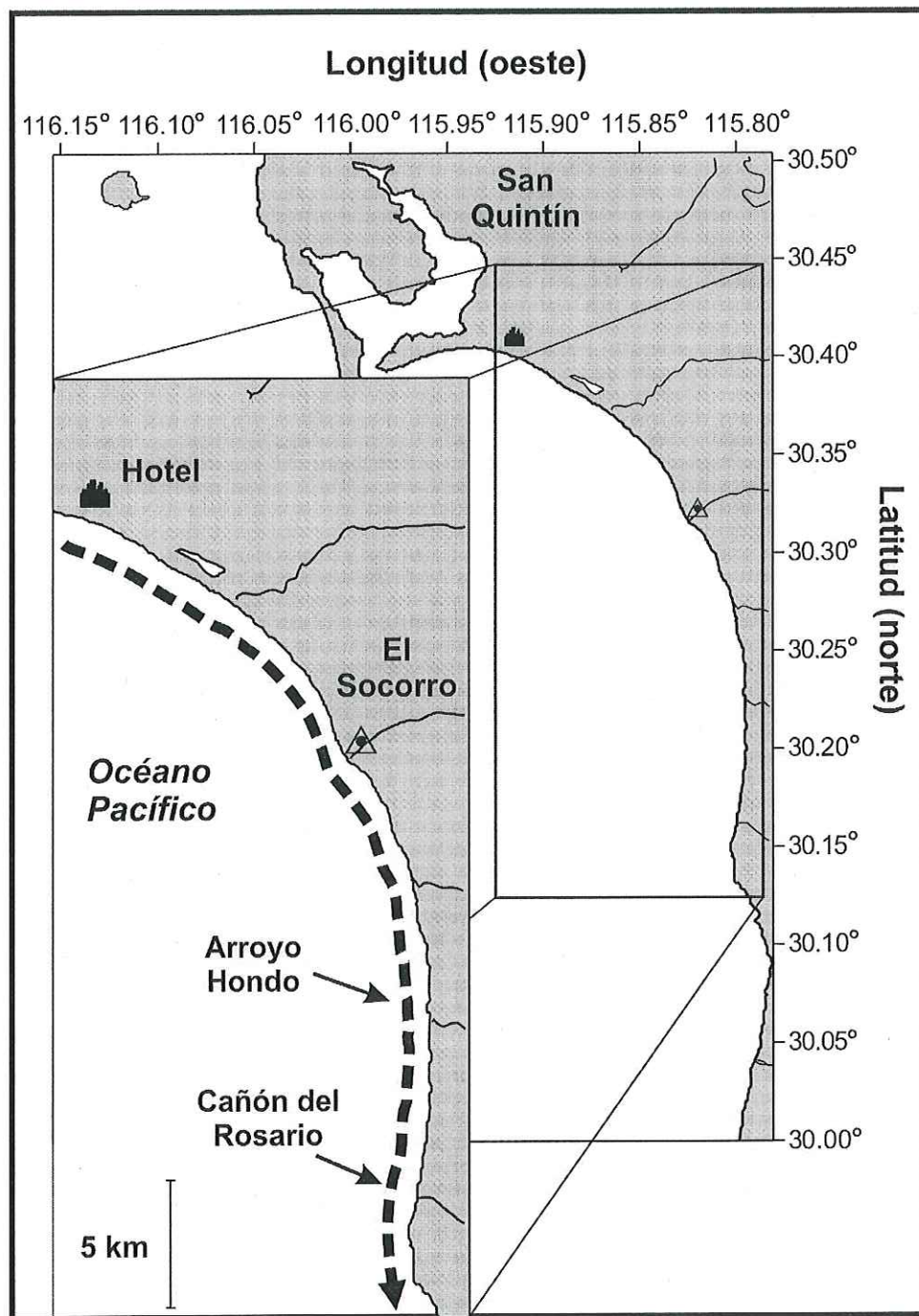


Figura 3.- Recorrido de muestreo. Las localidades geográficas distintivas se encuentran marcadas en el mapa y fueron usadas como referencia durante las navegaciones.

Los muestreos siempre comenzaron cuando la embarcación alcanzaba la posición perpendicular a la playa frente al Hotel La Pinta (30°23'24" N, 115°54'43.92" W), 15 km al norte de El Socorro, y entre 0.5 y 1 km fuera de la costa. La distancia a la costa dependió principalmente del oleaje presente. Se navegó hacia el sur en forma paralela a la costa hasta avistar una manada de delfines (Caldwell, 1992), completar el área de estudio (ubicada aproximadamente 26 km al sur del hotel, en la mayoría de los casos frente al Cañón del Rosario, 30°9'38.82" N, 115°48'18.06" W), o hasta donde las condiciones meteorológicas lo permitieran. En cada ocasión se utilizó una de dos lanchas de 18 ó 22 pies de eslora, con motor fuera de borda de 45 HP.

Durante las navegaciones se hicieron intentos por identificar a todos los miembros de las manadas de delfines (Würsig y Würsig, 1977), por lo que se dedicó el mayor tiempo posible a la fotoidentificación de las aletas dorsales de *Tursiops* (Karczmarski *et al.*, 2000). Con el fin de asegurar que todos los delfines presentes en el área fueran avistados, contados y fotografiados, la velocidad de muestreo fue normalmente baja (entre 8-18 km/hr) (Au y Perryman, 1982; Williams *et al.*, 1993; Wilson *et al.* 1997; Day, 1998).

6.2. Equipo fotográfico

Las sesiones de fotoidentificación se llevaron a cabo con la ayuda de 3 cámaras automáticas "reflex" (Cannon AE-1, Minolta Maxxum T-7000 y Nikon N-2020) con lentes normales (50 mm), zoom (70-200 y 70-300 mm) y telefoto (300 mm). Debido a las condiciones de trabajo (la velocidad a la que nadan, emergen y se sumergen los delfines, el oleaje y el movimiento de la lancha) y el tipo de película usada (rollos blanco y negro Kodak Tri X Pan, ASA 400), la abertura del diafragma se adecuaba a las condiciones de luz mediante el exposímetro (varía para cada cámara) y se utilizó una velocidad de obturador de 1/1000 s (Defran *et. al.*, 1990; Würsig y Jefferson, 1990). Los rollos se etiquetaron con códigos compuestos por un número progresivo, fecha y lugar en el que fueron tomados, según el método de Schultz *et al.* (1985 en Espinosa, 1986). Éstos fueron colocados junto con el equipo fotográfico y un geoposicionador por satélite (Global Positioning System = GPS) dentro de un maletín a prueba de agua.

6.3. Obtención de datos de campo

La información que concierne a cada salida de campo fue anotada en los formatos generales de navegación (apéndice A) y los datos de cada avistamiento se registraron en formatos especiales para este propósito (apéndice B). Dichos formatos se basaron en los utilizados por el CBL durante las observaciones de tursiones en las costas de San Diego. Adicionalmente se utilizó una audio grabadora de mano para realizar cualquier otra anotación u observación.

Existieron categorías de datos que se basaron en la experiencia de la tripulación, tales como el estado del mar en la escala Beaufort (apéndice C) y la distancia máxima de visibilidad; en contraste hubo tipos de datos, como la localización geográfica, la velocidad de navegación y la temperatura superficial del agua, los cuales fueron obtenidos con instrumentos precisos. Con el objeto de que los datos obtenidos por la tripulación fueran confiables, se requirió que al menos un miembro de la tripulación fuera considerado como "experimentado" mediante los criterios del CBL; esto es, que hubiera cumplido con al menos 50 horas de recorridos en el mar y 16.6 horas de observación directa sobre delfines (Tepper, 1996).

Se consideró que el avistamiento de una manada de tursiones comenzaba, cuando se identificaba la especie *Tursiops truncatus*; enseguida se registraron los datos pertinentes en los formatos especiales para avistamientos (apéndice B). La lancha se mantuvo a distancia de la manada mientras los grupos eran contados y se realizaban las anotaciones sobre el tamaño⁸ y composición de estos grupos (número de crías⁹, jóvenes¹⁰ y adultos presentes).

⁸ Conjunto de delfines de la misma especie que se encuentran en relación cercana a una distancia entre sí menor a 100 m (Irvine *et al.*, 1981; Weller, 1991), observados durante un avistamiento (Hansen, 1983). Se obtuvo con el promedio del número total de delfines calculado por cada observador.

⁹ Delfín cuyo tamaño es aproximadamente 1/3 de la longitud de un adulto, presenta nado errático, periodos de apnea más cortos de lo normal y asociación frecuente con un delfín particular considerado como adulto (Espinosa, 1986; Weigle, 1990; Wells y Scott, 1990; Weller, 1991, 1998; Caldwell, 1992; Heckel, 1992; Barco *et al.*, 1999).

¹⁰ El "joven del año", tiene una longitud total considerablemente más corta (2/3) que la del adulto promedio, pero presenta algunas de las características de una cría (Leatherwood, 1979; Dos Santos y Lacerda, 1987; Mead y Potter, 1990; Wells y Scott, 1990; Weller, 1991; Rossbach y Herzog, 1999).

Una vez hechas las observaciones anteriores, la lancha se conducía lentamente hacia la manada para proceder con la sesión fotográfica de las aletas dorsales. Adicionalmente se anotó el código y la cantidad total de rollos tomados por cada miembro de la tripulación y algunos comentarios u observaciones. El esfuerzo fotográfico concluía cuando se calculaba que se habían tomado más de 4 fotografías claras de cada delfín (Würsig y Würsig, 1977; Ballance, 1987; Würsig y Jefferson, 1990). Al final de cada avistamiento se registró la hora y la posición geográfica, y se revisaban los cálculos de tamaño y composición de grupos, así como los datos de comportamiento y el número de rollos tomados con cada cámara. El recorrido de muestreo continuaba hasta que se encontraba otra manada de tursiones, se completaba el final del área de estudio o las condiciones meteorológicas lo impedían. Todos los datos fueron recolectados en condiciones del mar menores a Beaufort 3 (apéndice C) de acuerdo con los criterios de Barco *et al.* (1999).

6.3.1 Observaciones de comportamiento

Las observaciones de comportamiento se realizaron mediante el método de registro *ad libitum* (Altmann, 1974). Se usaron cinco patrones de comportamiento, los cuales fueron designados como alimentación, desplazamiento, descanso, socialización y evasión (Shane, 1980; Au y Perryman, 1982; Hewitt, 1985; Weaver, 1987; Weigle, 1990; Ballance, 1992). La denominación de estos patrones de comportamiento varía con cada estudio, sin embargo, existe cierta consistencia entre las categorías empíricas utilizadas para definir dichos patrones (Hanson, 1990). Cada patrón de comportamiento se registró mediante la observación de una secuencia o conjunto de categorías durante más de 10 minutos. De acuerdo a lo anterior, los patrones de comportamiento de los delfines se definen como se muestra a continuación:

El comportamiento de alimentación se clasifica mediante algunos rasgos conspicuos (categorías de comportamiento), tales como cambios radicales en la velocidad y dirección de nado de los delfines, al igual que buceos repetidos y prolongados (Leatherwood, 1975; Allen y Read, 2000). Adicionalmente, algunos rasgos que no se basan exclusivamente en los delfines son usados para caracterizar este comportamiento; por ejemplo, las parvadas de más de 10 aves costeras, volando en

círculos y buceando sobre un área determinada, además de la observación de peces que saltan fuera del agua en presencia de los delfines, también se usan como indicadores de que una manada de delfines está alimentándose en ese lugar (Au y Perryman, 1982, 1985; Shane *et al.*, 1986). Se ha convenido que éste es uno de los métodos más confiables para localizar un grupo de delfines y clasificar su comportamiento bajo el patrón de alimentación (Ballance, 1992; Ballance *et al.*, 1997).

El patrón de desplazamiento se caracteriza por el movimiento direccional uniforme de un grupo. Los animales que presentan este patrón de comportamiento se mueven como unidad, se sumergen a bajas profundidades y emergen en sincronía a una velocidad que varía entre 5.5 y 9 kilómetros por hora (Shane, 1980; Sandoval, 1987; Ballance, 1992; Hanson y Defran, 1993; Day, 1998; Weller, 1998).

El comportamiento de descanso en los delfines se define principalmente por bajos niveles de actividad durante el tiempo de observación. En este patrón de comportamiento se detectan movimientos lentos sin dirección predominante. Un animal en descanso roza suavemente la superficie del agua en posición dorsal, y su cabeza y aleta dorsal emergen del agua en forma simultánea, sus movimientos son imperceptibles o muy lentos, y permanece en la superficie del agua por periodos prolongados (Ballance, 1992; Hanson y Defran, 1993; Day, 1998).

El patrón de socialización se caracteriza especialmente por los altos niveles de actividad que se registran durante estos lapsos de tiempo. Los animales en socialización se sumergen juntos en un grupo cerrado y generalmente permanecen en la superficie por varios minutos. Durante este tiempo, los animales pueden moverse en varias direcciones y exhibir contacto corporal prolongado en conjunto con altos niveles de actividad. El contacto corporal comúnmente toma la forma de golpes con las aletas pectorales o la aleta caudal. Durante la socialización, la actividad sexual puede ser común (Hanson, 1990; Shane, 1990; Ballance, 1992; Hanson y Defran, 1993).

Finalmente, el comportamiento de evasión se clasificó de acuerdo con lo establecido por Au y Perryman (1982). La evasión se presenta cuando los delfines se alejan rápidamente al contacto con la lancha, de modo que los intentos por acercarse a

la manada, resultan en que los delfines cambien su velocidad y ubicación continuamente. El aumento de la velocidad de nado de los delfines (Hewitt, 1985), así como el cambio repentino de rumbo hacia una u otra dirección (Weigle, 1990), se conjuntan con la propensión de los tursiones a retirarse de la zona, y con la tendencia de dispersarse y permanecer sumergidos durante periodos prolongados.

Durante las salidas de campo, los patrones de comportamiento fueron registrados de manera oportunista, cada vez que se presentaban durante el tiempo de observación de los tursiones. En el registro de estos datos, los eventos discretos como saltos, golpes con la aleta caudal o rasgos acústicos, no fueron cuantificados, por lo que la información obtenida representa las actividades del grupo como unidad. En este caso, un grupo fue definido como el número máximo de delfines presentes en asociación cercana, y que exhibieran el mismo patrón de comportamiento. Por este motivo y con el fin de registrar el patrón de comportamiento, se requirió que al menos un delfín por cada 5 presentes en un grupo (20% del total de animales) se encontraran realizando la misma actividad (Shane, 1990; Tepper, 1996; Hanson y Defran, 1993). De igual forma, para identificar correctamente el patrón de comportamiento, se requirió que el tiempo de observación directa sobre un grupo fuera mayor a 10 minutos (Ballance, 1987; Weller, 1998).

Debido a la naturaleza del método de registro utilizado (*ad libitum*), se obtuvieron muestreos de presencia o ausencia de cada patrón de comportamiento durante el periodo de observación en cada una de las manadas. Con el objeto de evaluar la posible influencia de la embarcación de investigación sobre la distribución y los movimientos de las manadas (Au y Perryman, 1982; Hewitt, 1985; Weigle, 1990), se mencionaron los casos en los que, cuando menos en algún momento durante las observaciones, se hubiese presentado evasión por parte de los delfines con respecto a la lancha de fotoidentificación.

La presencia de los patrones de comportamiento de alimentación en el área de estudio también fue analizada, lo anterior con el objeto de identificar las áreas potenciales para el desarrollo de dicha actividad.

6.4. Datos de registros históricos

Debido a que fue necesario recabar información sobre otro tipo de variables difíciles de medir durante las navegaciones, ésta fue obtenida mediante la consulta de datos históricos en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), y el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

Para obtener los valores específicos requeridos fue necesario calcular interpolaciones, ya que los datos históricos generalmente son promedios diarios, semanales o mensuales; por este motivo se implementó el uso de rutinas programadas en Matlab® 5.2. La interpretación de los datos obtenidos de estos cálculos fue tomada con reserva, ya que éstos pueden variar de acuerdo al modelo numérico y el sistema de referencia geográfica con los cuales fueron generados. En todos los casos se respetaron las configuraciones predeterminadas de los equipos y paquetes de computación utilizados.

6.5. Procedimientos fotográficos

El análisis fotográfico fue realizado en la Universidad Estatal de San Diego. Los rollos utilizados en el campo fueron revelados mediante el proceso estándar para rollos ISO/ASA 400 blanco y negro (apéndice D). La fotoidentificación se llevó a cabo mediante el método detallado por Defran *et al.* (1990) en el taller de reconocimiento individual de la Comisión Ballenera Internacional (International Whaling Commission = IWC) (Hammond *et al.*, 1990, apéndice D). El catálogo fotográfico de individuos se desarrolló mediante la comparación de todas y cada una de las aletas dorsales de los delfines identificados en San Quintín durante el presente estudio y el realizado por Caldwell (1992) en la misma zona durante 1990.

6.5.1. Eficiencia de fotoidentificación

Adicionalmente se calculó el porcentaje de eficiencia de fotoidentificación. Este indicador es útil para determinar la existencia de posibles sesgos en el uso de la técnica de fotoidentificación a lo largo del muestreo. Se obtuvo al dividir el número total

de cuadros útiles (en los que aparecía una aleta dorsal clara y perpendicular al observador) en todos y cada uno de los negativos, entre el total de cuadros de todos los rollos tomados en un avistamiento en particular.

6.6. Análisis de datos

6.6.1. Tamaño y composición de los grupos

Se contaron los individuos presentes en cada manada, y se calculó el número de animales por grupo de acuerdo a lo observado en el campo. Para obtener una inferencia más aproximada a la realidad, se corrigió el tamaño de los grupos mediante los datos de fotoidentificación, ya que en algunas ocasiones los registros fotográficos obtuvieron uno o dos individuos más, que el número de animales calculados por la tripulación (Rossbach y Herzing, 1999). Para éste análisis se usaron únicamente las agrupaciones de tursiones con tamaño conocido y constante; éste criterio de agrupación no restringía el intercambio de individuos entre los subgrupos, sin embargo las manadas debían conservar su tamaño original para poder ser analizadas. Los grupos fueron analizados por temporada del año (Weigle, 1990; Weller, 1991; Marini *et al.*, 1996; Wood, 1998) con el objeto de descifrar alguna tendencia.

Adicionalmente se analizó el efecto de la presencia de crías sobre el tamaño de los grupos (Weller, 1991, 1998). Se revisó el sesgo producido por la presencia de más de una cría en los grupos pequeños, al aumentar el número de individuos por grupo, ya que estos animales generalmente se asocian con un delfín adulto en particular (Chirighin, 1987; Wilson *et al.* 1997; Rossbach y Herzing, 1999). Se usó una prueba no paramétrica (Wilcoxon) para comparar el tamaño de los grupos con y sin crías (Di Sciara *et al.*, 1993).

El sexo de los animales no fue determinado salvo en los casos en que una cría se encontrara asociada consistentemente con un adulto, el cual presentaba menos cicatrices y marcas en la aleta dorsal, por lo cual se supuso que este delfín era una hembra (Wilson *et al.* 1997; Weller, 1998; Rossbach y Herzing, 1999).

6.6.2. Balance de esfuerzo

El esfuerzo de campo fue calculado como la distancia (en kilómetros) recorrida durante el tiempo de búsqueda de tursiones en cada navegación (Au y Perryman, 1985; Reilly y Fiedler, 1994). Las fechas de muestreo fueron agrupadas en cuatro estaciones del año según Hersh *et al.* (1990), de acuerdo con los máximos y mínimos de temperatura y el régimen de lluvia local. Por tal motivo la primavera incluyó los meses de abril a junio, el verano consistió en los meses de julio a septiembre, en el otoño se consideraron los meses de octubre a diciembre, y finalmente el periodo de invierno correspondió a los meses de enero a marzo.

La importancia de un balance de esfuerzo estriba en la necesidad de disminuir o corregir los sesgos ocasionados por muestreos excesivos, o por la falta de observaciones en ciertos sitios o durante algunas temporadas del año. Debido a la diferencia en el número de navegaciones realizadas en cada temporada del año, y ya que algunos recorridos tuvieron mayor extensión, fue necesario determinar si hubo una diferencia en el esfuerzo aplicado durante cada una de estas temporadas y en cada una de las zonas. Adicionalmente, debido a que en algunas de las navegaciones se duplicó el esfuerzo sobre un área durante el mismo mes (o existieron zonas que fueron poco visitadas), fue necesario estandarizar el número de manadas encontradas de acuerdo con la distancia y el área cubierta en cada mes de muestreo. Por esta razón, las navegaciones fueron divididas en dos categorías, completas y parciales (Weller, 1991), las cuales tuvieron la característica de ser extendidas o no (Wilson *et al.* 1997). Los muestreos completos tuvieron hasta 26 km de extensión, siempre comenzaron en el Hotel y terminaron en el Cañón del Rosario o el Arroyo Hondo (Fig. 3, pág. 32). Las navegaciones parciales no cumplieron con los requisitos anteriores. Por otra parte, un muestreo extendido implicó que la navegación cubriera un área fuera de la delimitada por el muestreo completo.

Las navegaciones que duplicaron el esfuerzo de búsqueda sobre una distancia mayor a la distancia normal de visibilidad (1.5 km) durante el mismo mes, fueron descartadas. Esto con el propósito de evitar un sesgo en el número de avistamientos, ocasionado por la duplicación de esfuerzo en ciertas zonas del área de estudio durante

un mismo mes de muestreo. Por lo tanto, los muestreos que duplicaran el esfuerzo sobre un área menor a 1.5 km ($< 5.7\%$ de la longitud total de los transectos) se complementaron dentro del mismo mes (Hanson y Defran, 1993). Adicionalmente se utilizó un criterio para evitar el sesgo ocasionado por utilizar los datos obtenidos en los casos en que algunas zonas hubieran resultado poco muestreadas. Este criterio establecía que la zona que hubiera sido visitada en menos del 85% de las ocasiones sería descartada. Cabe mencionar que dichos criterios se aplicaron principalmente en los análisis de distribución y uso de área (Barco *et al.*, 1999), y de igual forma se usaron para poder establecer diferencias entre los datos generados en diferentes estaciones del año.

6.6.3. Elaboración de mapas

Los mapas que marcan la posición de la línea de costa fueron obtenidos de Internet, mediante el programa "Coastline Extractor" de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) de los Estados Unidos, y trabajados mediante los programas Matlab® 5.2, Autocad® 12, Surfer® 7 y Corel® 10. Debido a la ausencia de datos batimétricos con la resolución y escala requerida para esta tesis, fue necesaria la digitalización de una carta náutica elaborada por la Agencia de Mapas de Defensa, Centro Hidrográfico y Topográfico (Defense Mapping Agency Hydrographic/ Topographic Center) de Washington, D.C. (E.U.A.). Este proceso se llevó a cabo mediante una tableta digitalizadora proporcionada por el Centro de Cómputo Universitario Unidad Ensenada (CECUUE).

6.6.4. División del área de estudio

Debido a la escasa información sobre la composición de los rasgos ambientales en la costa adyacente al sur de Bahía San Quintín, fue necesaria la evaluación de los sustratos presentes mediante los rasgos biológicos, físicos y geográficos en cada zona. La composición del sustrato de fondo en el área de estudio fue dividida en 5 categorías (Hanson, 1990; Weller, 1991; Hanson y Defran, 1993; Tepper, 1996; Ward, 1998). Mediante las entrevistas a los pescadores locales, la bibliografía y las cartas náuticas disponibles para el área, los sustratos fueron:

1. Arenoso.
2. Gravas o cantos rodados.
3. Sustrato donde se desarrollaban mantos de algas.
4. Bajos o arrecifes rocosos.
5. Desconocido.

La orientación (norte-sur) de la costa permitió que ésta fuera dividida en seis zonas de igual tamaño (Williams *et al.*, 1993) a lo largo del litoral (Fig. 4). La equivalencia en el tamaño de las zonas se efectuó con el objeto de disminuir el sesgo ocasionado por una alta probabilidad de registrar avistamientos de delfines, en una zona de mayor extensión en comparación con las demás. Cada una de estas zonas tuvo una longitud aproximada de 5.5 kilómetros, y dicha distancia fue medida a partir de la boca de la bahía de San Quintín. Lo anterior con base en que, en el Golfo de California, Ballance (1992) estableció que se observa una mayor concentración de avistamientos de tursiones en los primeros 5.5 km alrededor de las bocas de estuarios o desembocaduras de ríos, en relación con las zonas más alejadas.

Cabe mencionar que en la mayoría de los casos, los límites entre las zonas en esta área de estudio coincidieron con características geográficas y ambientales distintivas (Hanson y Defran, 1993) tales como la desembocadura de ríos o arroyos, la ubicación de mantos de algas y cambios en la composición del sustrato.

Debido a que la composición del sustrato del fondo es variable, con el fin de detectar las colindancias entre los sustratos a una escala más fina, cada zona fue dividida en 6 secciones de 30 segundos de latitud. Las secciones fueron corregidas por la curvatura de la costa (Hanson y Defran, 1993), de modo que cada una de ellas midió aproximadamente 0.9 km de extensión (Fig. 4).

En forma similar, de acuerdo con la distancia a la costa se establecieron cuatro divisiones (Hanson y Defran, 1993; Day, 1998; Karczmarski *et al.*, 2000):

1. Región cercana a la costa (≤ 250 m de la costa).
2. Región intermedia (entre 250 y 500 m).
3. Región lejana de la costa (entre 500 y 1000 m).
4. Región oceánica (más de 1000 m).

4. Región oceánica (más de 1000 m).

La división entre cada una de las regiones fue tomada de la literatura y determinada con el objeto de realizar comparaciones con los estudios a este respecto. Se elaboró un gráfico con las divisiones del área de estudio (Fig. 4) y la información de la composición del fondo obtenida de las entrevistas a los pescadores locales, la bibliografía y las cartas náuticas del área. La posición geográfica de estos rasgos característicos fue obtenida mediante un GPS. De igual manera, para verificar la persistencia de estos rasgos ambientales durante el periodo de muestreo, los datos de composición del sustrato fueron revisados en forma sistemática y periódica durante cada navegación.

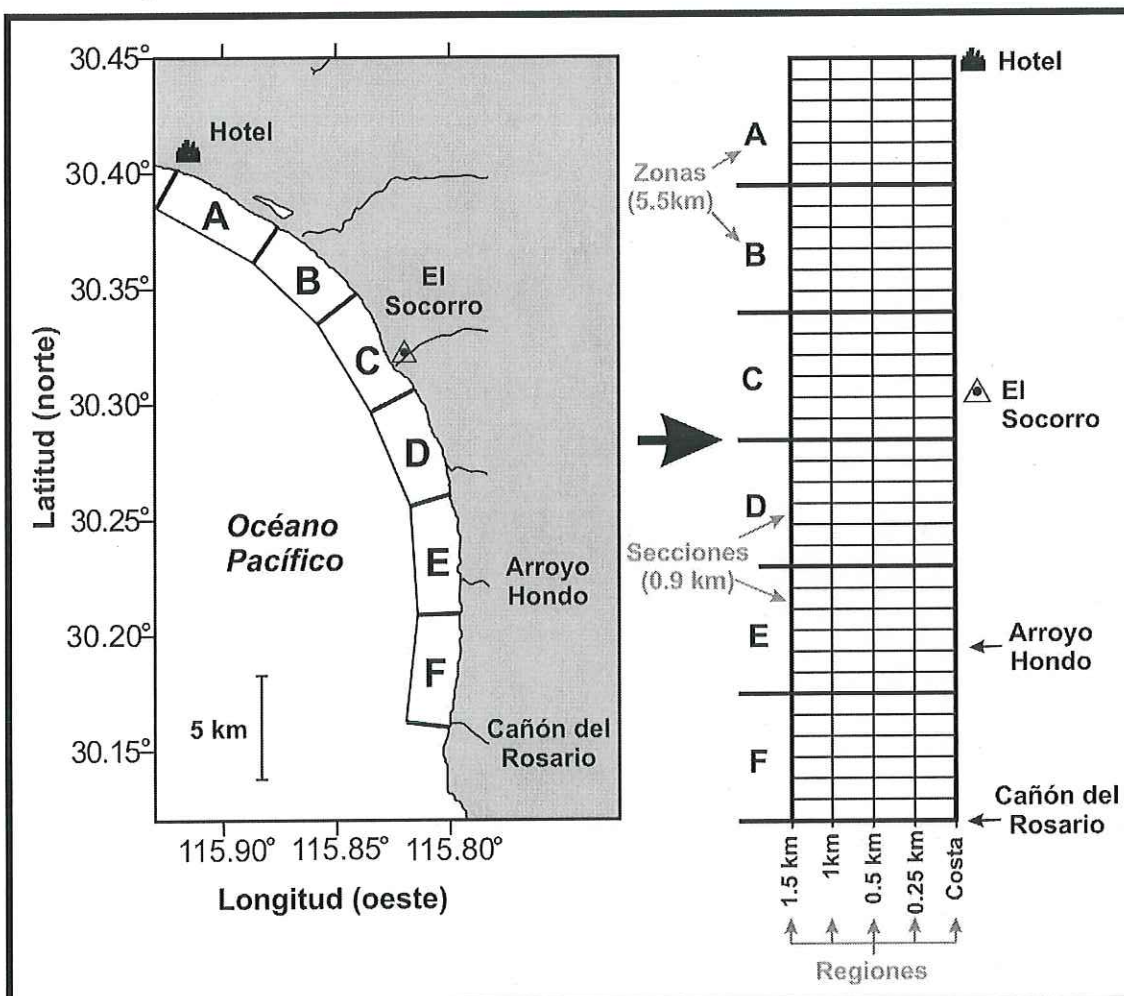


Fig. 4.- División del área de estudio para determinación del sustrato. Las localidades geográficas distintivas se encuentran marcadas en el mapa y en el borde derecho de la división. La segmentación por zonas indica una distancia de 5.5 kilómetros a partir del

6.6.5. Distribución espacial

Los datos de posición geográfica de cada manada fueron analizados con el objeto de obtener las frecuencias de los avistamientos, de acuerdo con el esfuerzo aplicado sobre cada zona del área de estudio. Para verificar la pérdida de información debida a la aplicación del balance de esfuerzo, las coordenadas geográficas de cada avistamiento en el área de estudio fueron graficadas antes y después de la aplicación de estos criterios. Adicionalmente se analizó si existía alguna diferencia en la cantidad de avistamientos en cada una de las zonas mediante una prueba de bondad de ajuste (Zar, 1996).

Los resultados de este análisis se basaron en la localización geográfica de cada grupo de delfines, en la posición más cercana donde fueron vistos por primera vez (Wilson *et al.* 1997). Lo anterior con el fin de reducir el sesgo potencial creado por la conducta evasiva de los delfines, a causa del encuentro repentino con la embarcación de fotoidentificación (Au y Perryman, 1982; Hewitt, 1985; Weigle, 1990).

Para evaluar la distribución de los tursiones, y con el objeto de verificar la existencia de agrupaciones de los avistamientos, se utilizó un método multivariado (Polacheck, 1987) no paramétrico (Marini *et al.*, 1996). Se escogió este método en virtud de que se supuso que la distribución de los avistamientos de tursiones no depende de un solo factor, además de que es poco posible que dichos factores presenten una tendencia que se asemeje a la distribución normal. El método empleado consistió en una prueba de similitud con escalamiento multidimensional, la cual fue seleccionada por ser una herramienta objetiva, que agrupa únicamente los datos que están relacionados mediante un índice de similitud (Rossmach y Herzing, 1999), en este caso las posiciones geográficas. Para ello, los avistamientos restantes de la aplicación de los criterios del balance de esfuerzo, fueron numerados en orden cronológico, y se elaboró una matriz que contenía las distancias entre las posiciones geográficas de cada avistamiento. Posteriormente, al realizar la prueba de escalamiento multidimensional (EM), estas distancias fueron usadas como medida de similitud. Para determinar el número de dimensiones a usar en el análisis EM se utilizó la gráfica de Cattell (Kruskal y Wish, 1978 en StatSoft, 1994). Esta gráfica se obtiene

mediante la tensión bruta obtenida de los datos bajo estudio, realizando la prueba EM cada vez con un mayor número de dimensiones; en otras palabras, la gráfica de Cattell indica la variabilidad explicada en cada combinación de dimensiones, en el entendido de que a medida que aumenta el número de dimensiones, la proporción de la variabilidad explicada por el modelo aumenta, y en contraste la interpretación del análisis EM se complica.

6.6.6. Uso de área

El coeficiente de uso de área (CUA), evalúa la preferencia de los tursiones hacia un área geográfica específica en relación con sus características ambientales particulares. El CUA se calcula con el tiempo que los delfines emplean en una zona, sección, o región particular en relación con el tiempo total de observación (Hanson y Defran, 1993). Sin embargo, debido al método empleado durante esta tesis (recorridos en lancha), no fue posible utilizar el factor tiempo como CUA, ya que la duración de los avistamientos era determinada por la necesidad de fotoidentificar a todos los delfines del grupo, por lo cual el tiempo de uso del área estaría determinado por la duración de cada avistamiento y no por el tiempo real de permanencia de los delfines en cualquiera de las divisiones del área de estudio.

Por este motivo el uso de área (UA) fue evaluado exclusivamente con la presencia de los delfines en un área determinada, cuyas características ambientales fueran consistentes a lo largo del avistamiento (ver apéndice G). Mediante este procedimiento se obtuvo la frecuencia con la que los tursiones permanecieron en cada división del área de estudio (zona, sección o región).

Para investigar la influencia creada por la presencia de la embarcación de investigación sobre la posición y los movimientos de los delfines, se calculó el tiempo de observación sobre cada manada (Ballance, 1992; Irvine *et al.*, 1981) y se determinó la distancia recorrida¹¹ por los delfines en cada avistamiento. En el caso en que el tiempo total de observación de una manada se aproximara a 30 minutos, se consideró

¹¹ Es la distancia neta navegada por los delfines. Se obtuvo mediante el GPS, con los puntos de inicio y fin de cada avistamiento.

que los tursiones se habían habituado a la presencia de la lancha (Weaver, 1987; Ballance, 1992; Irvine *et al.*, 1981). Esto fue confirmado mediante la recolecta de los datos de comportamiento, es decir, que los delfines no hubieran presentado evasión en forma persistente a lo largo del avistamiento. Los registros de comportamiento también fueron utilizados para verificar la consistencia de alguna actividad particular en relación con alguna de las divisiones del área (zona, sección o región).

De igual manera, se consideró que los delfines que recorrieron una distancia menor a tres veces la unidad geográfica más pequeña (3 secciones de 0.9 km ó aprox. 2.7 km), habían permanecido relativamente en la misma área (Ballance, 1992; Karczmarski *et al.*, 2000).

Para el análisis de uso de área, se respetaron los mismos criterios del balance de esfuerzo utilizados en el análisis de distribución. Se emplearon pruebas de bondad de ajuste (Zar, 1996) para evaluar el UA, en cada zona, sección y región (Ward, 1998). Esto se logró al comparar las frecuencias reales de los avistamientos en cada división del área de estudio, contra la hipótesis de que no habría diferencia en dichas frecuencias (Williams *et al.*, 1993).

6.6.7. Distribución temporal

Con el fin de realizar las comparaciones de los desplazamientos, la escala temporal fue dividida en movimientos a corto, mediano y largo plazo, los cuales se describen a continuación.

6.6.7.1. Movimientos a corto plazo

Los movimientos de periodos cortos provinieron de los datos particulares de cada avistamiento; estos movimientos fueron relacionados con la marea. De acuerdo con lo observado en el campo, la orientación norte-sur de la costa permitió que los movimientos fueran clasificados en tres categorías (Würsig y Würsig, 1979a; Hanson, 1990; Day, 1998):

1. Movimientos hacia el norte.
2. Movimientos hacia el sur.
3. Movimientos variados.

Adicionalmente, se calculó el movimiento corregido¹² con el objeto de corroborar la validez de las observaciones de campo (Würsig y Würsig, 1979a). Los movimientos que hubieran sido registrados como variados fueron descartados de los análisis, y se obtuvieron las frecuencias de los movimientos restantes según el estado de la marea. Las tablas de marea fueron corregidas debido a que no toman en cuenta el horario de verano (Hanson, 1990; Tepper, 1996), y los estados de marea fueron divididos en cuatro categorías:

1. Marea alta (una hora antes y después de la marea alta).
2. Marea baja (una hora antes y después de la marea baja).
3. Marea en ascenso (el periodo entre una marea baja y una alta).
4. Marea en descenso (el periodo entre una marea alta y una baja).

Los movimientos fueron clasificados de acuerdo con el tipo de corriente generada por cada estado de la marea. De esta manera se tuvieron movimientos con corrientes de flujo (con marea en ascenso), reflujo (con marea en descenso) y movimientos sin corrientes (durante las mareas altas o bajas). Debido al bajo número de observaciones en cada una de estas categorías, no se utilizó una prueba estadística; sin embargo, se realizó una descripción general de la orientación del movimiento de los delfines en relación con las mareas.

Debido a que los muestreos realizados en la zona más cercana a la boca de la bahía (Fig. 3) no coincidieron con todos los estados de la marea (alta, baja, subiendo y bajando), se decidió utilizar indiscriminadamente los datos que no hubieran presentado movimientos variados.

¹² Dirección del movimiento de los delfines con respecto al norte geográfico (en coordenadas polares). Este movimiento representa la resultante del desplazamiento de los grupos de delfines (Au y Perryman, 1982). Los movimientos que no hubieran sido clasificados como variados, fueron agrupados en relación con la orientación de la costa (Würsig y Würsig, 1979a).

Debido al uso de esta información, la distancia de los avistamientos con respecto a la boca de la Bahía de San Quintín no fue tomada en consideración, de forma que se corrieron dos riesgos:

1. Alguna tendencia real se vería disminuida y no se encontraría la dependencia esperada.
2. La dependencia encontrada entre un estado particular de la marea y los movimientos hacia cierta dirección o lugar, se vería amplificada.

Por ese motivo, se elaboró un cuadro comparativo con las frecuencias obtenidas para cada tipo de corriente en relación con los movimientos de los delfines.

Se investigó la influencia creada sobre los movimientos de los delfines debido a la presencia de la embarcación de fotoidentificación. Para ello, en cada caso se utilizó el tiempo de observación sobre la manada, se determinó la velocidad mínima de nado¹³ y la distancia recorrida por los delfines¹¹. Se utilizaron los criterios para determinar la influencia de la lancha sobre la conducta de los delfines, propuestos por Ballance (1992) e Irvine *et al.* (1981), este efecto fue confirmado mediante la comparación de la velocidad de nado y los datos de comportamiento.

6.6.7.2. Movimientos a mediano plazo

Se analizó el número de manadas encontradas durante cada temporada del año, esto con el fin de identificar alguna posible tendencia. Para este propósito se utilizaron los datos derivados del balance de esfuerzo (Au y Perryman, 1985; Reilly y Fiedler, 1994). De igual forma, el número de delfines presentes en cada uno de los meses fue estandarizado por la distancia recorrida durante la navegación o navegaciones correspondientes a ese mes (Au y Perryman, 1985; Reilly y Fiedler, 1994).

¹³ Se calculó a partir de la distancia en línea recta recorrida por los delfines, dividida por el tiempo total de observación de la manada (Mate *et al.*, 1995).

Los movimientos a mediano plazo también fueron obtenidos mediante las recapturas¹⁴ de individuos en diferentes días, meses y temporadas del año. Todos y cada uno de los individuos identificados mediante sus aletas dorsales fueron comparados, y con ellos se elaboró un cuadro individual de recapturas (Würsig 1979; Dos Santos y Lacerda, 1987; Würsig y Jefferson, 1990; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Weller, 1998). De igual manera se elaboró una curva de nuevos individuos identificados (Shane, 1980, 1987; Ballance, 1987; Weller, 1991; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Williams *et al.*, 1993), con el fin de verificar la cantidad acumulada de animales individualizados durante los muestreos. Se trató de evitar al máximo el aumento artificial del catálogo, al descartar las fotografías que no fueran completamente claras en la forma, resolución, definición y posición de aletas dorsales de los delfines (Defran *et al.*, 1990).

Para determinar la fidelidad al sitio de los tursiones, se utilizaron los delfines con mayor número de recapturas en meses diferentes y se aplicaron los criterios propuestos por Ballance (1987) y modificados por Schramm (1993):

1. El número de veces que un delfín fue visto, considerándose residentes aquellos tursiones que se observaron más de una vez, con diferentes grados.
2. El tiempo (en días) entre el primer y el último avistamiento de un mismo delfín, teniendo mayor grado de residencia el que presentó un mayor número de días entre el primer y el último avistamiento, siempre y cuando se tratara de otro mes; es decir, se eliminaron aquellos avistamientos en que la siguiente y última recaptura de un mismo delfín se realizó en el mismo mes que la primera captura.
3. El número promedio de días entre los avistamientos de cada delfín en particular, reconociéndose con mayor grado de residencia aquellos que presentaron los menores promedios.

¹⁴ Es el proceso de reconocer a un individuo previamente identificado en el área de estudio, mediante la forma de su aleta dorsal y las marcas presentes en ella (Weller, 1991).

De igual forma se utilizó la tasa de recapturas para cada individuo (Barlow, 1990; Caldwell *et al.*, 1993; Defran *et al.*, 1999); esta calculó mediante el cociente del número de recapturas (de cada individuo), entre el número de visitas al área de estudio (después del balance de esfuerzo). Se usó este valor para determinar la probabilidad de avistar un delfín particular, en un número determinado de ocasiones.

Finalmente, se revisó el número de crías presentes durante cada estación del año, lo anterior con el objeto de identificar alguna temporada reproductiva, ya que el porcentaje de crías es considerado por algunos autores como una estimación de la tasa reproductiva (Leatherwood, 1979; Espinosa, 1986). Para ello, también se utilizaron los datos derivados del balance de esfuerzo.

6.6.7.3. Movimientos a largo plazo

Los movimientos a largo plazo fueron obtenidos corroborando la presencia de los individuos en años diferentes. Para este efecto, todos y cada uno de los individuos identificados en este trabajo fueron comparados con los encontrados durante 1990 en la misma zona de estudio ($n=105$; Caldwell, 1992). Los datos de estos últimos fueron obtenidos directamente del catálogo de aletas dorsales del CBL.

6.6.8. Abundancia relativa

Se calculó la abundancia relativa de delfines por kilómetro cuadrado en cada uno de los muestreos. Para ello se utilizaron los datos de todos los muestreos, debido a que la abundancia relativa realiza un balance de esfuerzo implícito. Se utilizó un ancho de banda de 800 m según lo establecido por Leatherwood (1979) y Barco *et al.* (1999). Las diferencias en la abundancia relativa de delfines para cada temporada del año (Shane, 1980) fueron analizadas mediante pruebas estadísticas no paramétricas (Kruskall-Wallis); lo anterior con el fin de establecer un patrón en el número de delfines encontrados por temporada del año.

7. RESULTADOS

7.1. Esfuerzo

7.1.1. Navegaciones

A lo largo de un año, la costa adyacente al sur de Bahía San Quintín fue inspeccionada en 12 ocasiones, las cuales acumularon un total de 31.7 horas de recorridos. La distancia recorrida acumulada durante dichas navegaciones fue de 276.76 kilómetros. Durante las navegaciones se observaron en varias ocasiones desde medusas, peces, cangrejos, y aves costeras, hasta mamíferos marinos como la foca de puerto (*Phoca vitulina richardsii*), delfines de costados blancos del Pacífico (*Lagenorhynchus obliquidens*), lobos marinos (*Zalophus californianus californianus*) y una ballena gris (*Eschrichtius robustus*). La tasa de encuentro de tursiones¹⁵ fue de 83.33%; en otras palabras, del total de salidas de campo (n=12), únicamente en 2 de ellas no se encontraron ejemplares de la especie *T. truncatus*. Durante los recorridos, un total de 12.9 horas fueron empleadas en la observación directa de 22 manadas de tursiones, las cuales contaron para un total de 234 delfines avistados (Tabla I).

Tabla I.- Manadas y delfines avistados y fotoidentificados por mes de muestreo.

Mes	Manadas	Delfines observ.	Jóvenes	Crías	Delfines fotoid.	Dist. recorr. (km)	Área cubierta (km ²)	Abund. (del/km ²)	Tiempo de observ. (hrs)
Jul.	6	66	0	9	46	45.9	36.72	1.80	0.88
Ago.	6	66	0	3	60	42.5	34.00	1.94	2.16
Sep.	3	48	1	2	33	26.9	21.52	2.23	2.57
Oct.	1	6	0	2	2	27.7	22.16	0.27	0.92
Nov.	1	15	1	0	8	15.6	12.48	1.20	1
Ene.	0	-----	-----	-----	-----	27.3	21.84	0.00	-----
Feb.	2	13	2	2	7	25.9	20.72	0.63	0.32
Mar.	2	17	0	3	13	12.0	9.60	1.78	0.93
May.	1	3	3	1	0	25.7	20.56	0.15	0.95
Jun.	0	-----	-----	-----	-----	27.3	21.84	0.00	-----
Total	22	234	7	22	169*	276.8	221.44	1.00**	12.91

* Capturas y recapturas de los 124 individuos diferentes identificados en este estudio.

** Promedio de la abundancia relativa de todos los meses.

¹⁵ Es el número de recorridos en los que se encontró a la especie, dividido por el total de recorridos (Polacheck, 1987; Hansen y Defran, 1990).

7.1.2. Balance de esfuerzo

Al analizar la distancia cubierta durante cada navegación, se obtuvo que siete recorridos fueron completos, tres parciales y dos fueron parciales-extendidos (Fig. 5). Cabe mencionar que las navegaciones parciales se debieron a causas ajenas al equipo de trabajo (mal tiempo y otros problemas logísticos), mientras que los muestreos parciales-extendidos se realizaron con el propósito de completar el área de estudio. Debido al uso de los criterios de disminución de sesgos por duplicación de esfuerzo y zonas poco visitadas (ver 6.6.2. Balance de esfuerzo), los datos obtenidos en la navegación del 11 de julio no se utilizaron para los análisis que se derivaron del balance de esfuerzo (distribución, uso de área y comparaciones interanuales), y las dos navegaciones efectuadas durante agosto se consideraron como el muestreo completo-extendido de un mes (Fig. 6).

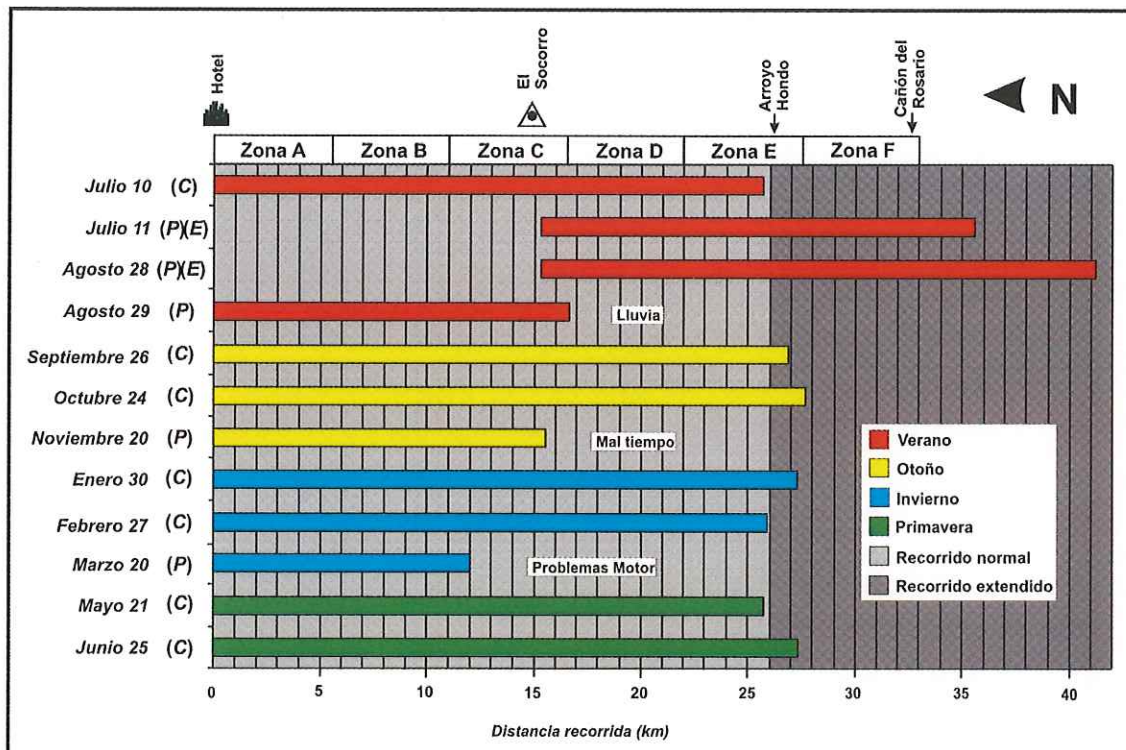


Figura 5.- Distancia cubierta. Distancia recorrida durante las navegaciones en las aguas adyacentes al sur de Bahía San Quintín. Las localidades geográficas distintivas se encuentran marcadas en el borde superior; la región oscura indica los muestreos extendidos. (C) = Completo; (P) = Parcial; (E) = Extendido.

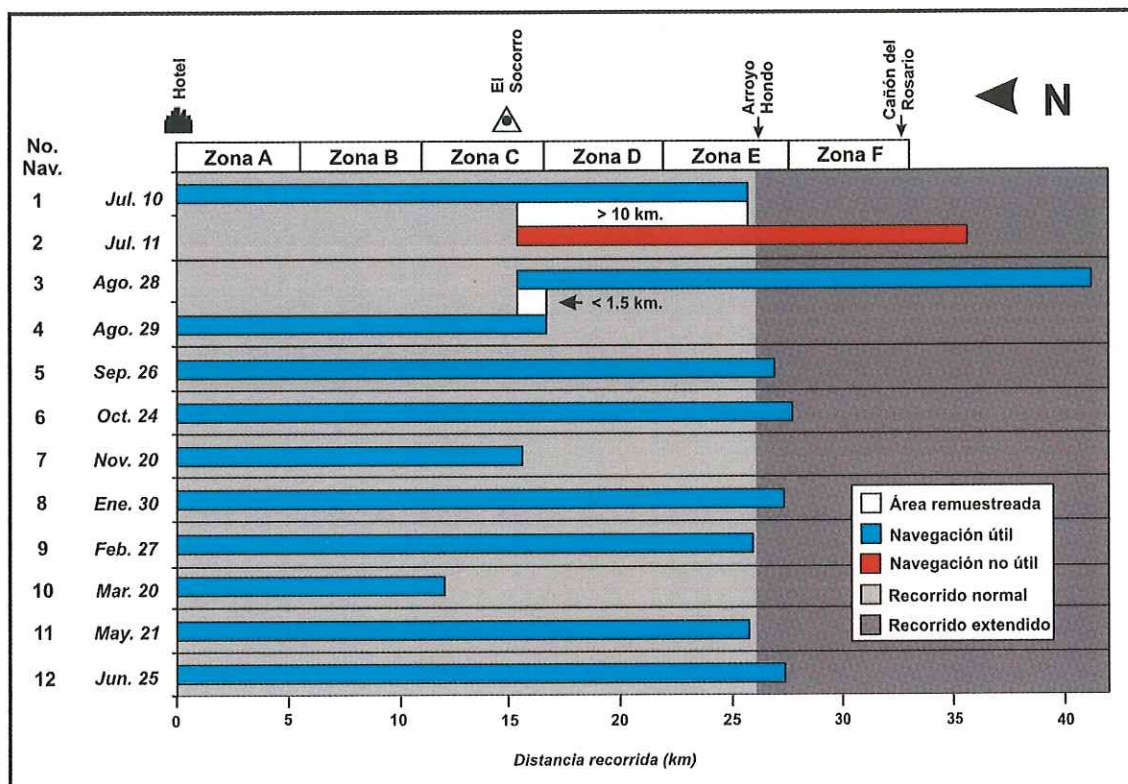


Fig. 6.- Distancia cubierta corregida. El color blanco indica la distancia corregida por el balance de esfuerzo. La barra roja indica el muestreo no útil para los análisis de distribución y uso de área. El área oscura muestra el área de muestreos extendidos.

La distancia resultante del balance de esfuerzo fue menor a la distancia recorrida originalmente (Tabla II). Se encontró una diferencia significativa en el esfuerzo corregido de las zonas A – F (Prueba de Friedman para 3 ó más muestras dependientes, $M=98.00$, $p<0.05$, $k= 5$, $n=12$); no obstante, se observa que el esfuerzo entre las zonas A – E es similar, en consecuencia la zona F fue descartada.

Tabla II.- Comparación de esfuerzo por zonas. El esfuerzo corregido fue menor que el esfuerzo normal. Se encontró una diferencia significativa entre las zonas (Friedman, $M=98.00$, $p<0.05$, $k= 5$, $n=12$); no obstante, el esfuerzo fue homogéneo entre dichas zonas al descartar la zona F.

Zona	Esfuerzo normal (km)	Esfuerzo corregido (km)
A	55	55
B	55	55
C	51.442	50.467
D	49.5	44
E	43.295	37.795
F	11	5.5
Total	265.237*	247.762*

* No se consideró la distancia recorrida fuera de las zonas A - F.

Por otra parte, al agrupar el esfuerzo (corregido) en el área de estudio por temporada del año (Tabla III), no se encontró una diferencia significativa (Kruskal-Wallis, $H=2.12$, $p>0.05$, g.l.=3, $n=11$). Debido a lo anterior, se determinó que las tendencias reflejadas en los datos analizados no manifiestan una aplicación desequilibrada de esfuerzo en los muestreos, ya que este fue homogéneo.

Tabla III.- Esfuerzo por navegación en cada temporada del año. Los números entre paréntesis indican el número de navegaciones en cada temporada, los datos de la tabla representan la distancia (km) recorrida en cada navegación. No se encontró una diferencia significativa en el esfuerzo aplicado por temporada del año (Kruskal-Wallis, $H=2.12$, $p>0.05$, g.l.=3, $n=11$).

Navegaciones Esfuerzo por temporada	(1)	(2)	(3)	Total (km)
Verano (km)*	16.648	17.642	25.648	59.938
Otoño (km)*	15.394	27.615	26.606	69.615
Invierno (km)*	11.968	25.901	27.292	65.161
Primavera (km)*	27.337	25.711	---	53.048

* No se consideró la distancia recorrida fuera de las zonas A - F.

7.1.3. Esfuerzo fotográfico

A lo largo de un año se tomaron un total de 2,297 fotografías de tursiones, de las cuales sólo 946 fueron utilizadas; debido a lo anterior, se obtuvo que el porcentaje de eficiencia en la fotoidentificación se encontró entre 29% y 55%. Se analizó el efecto que pudo ocasionar el que la tripulación y el número de cámaras fotográficas no fueran constantes durante las navegaciones según Wilson, *et al.*, (1997, Tabla IV); sin embargo, no se obtuvo una diferencia significativa en el muestreo fotográfico considerando cualquier combinación entre las tres cámaras utilizadas (Kruskal-Wallis, $H=2.223$, $p>0.05$, g.l.= 2, $n=22$).

Tabla IV.- Efecto del número de cámaras en la eficiencia de la fotoidentificación. Los datos representan el porcentaje de fotografías útiles con respecto al total de cada avistamiento. No hubo diferencia en el muestreo fotográfico considerando cualquier combinación entre las tres cámaras utilizadas (Kruskal-Wallis, $H=2.223$, $p>0.05$, g.l.= 2, $n=22$).

Número de cámaras	Valor de eficiencia de fotoidentificación por manada avistada											
Una	55	56	39	31	22	60	56	29	47	48	56	15
Dos	54	58	51	17	39	4	29	---	---	---	---	---
Tres	38	31	16	---	---	---	---	---	---	---	---	---

El tiempo empleado durante las sesiones de fotoidentificación varió para cada manada avistada. El promedio de tiempo en cada avistamiento fue de 35 ($\pm$ 19) minutos, y ninguno duró más de 94 ó menos de 11 minutos. Este tiempo a menudo dependía del número de delfines presentes, el comportamiento de la manada, el número de cámaras utilizadas y el estado del mar.

Del número total de delfines avistados considerados como adultos ($n=205$), el porcentaje de individualización¹⁶ fue de aproximadamente 82.43%, es decir, 36 de estos delfines no pudieron ser identificados.

El tiempo empleado en el revelado y el análisis de los 83 rollos utilizados durante las navegaciones, fue de aproximadamente 106 horas. Adicionalmente, más de 65 horas fueron utilizadas para la comparación entre las aletas dorsales de los 124 individuos diferentes identificados durante este estudio, y los 105 individuos identificados por Caldwell (1992) en 1990.

7.2. Tamaño y composición de los grupos

El tamaño de los grupos fue calculado entre 2 y 36 individuos ($n=22$), con una mediana de 8 ± 6 (Intervalo de confianza al 95%) y una moda de 6 delfines (Fig. 7); cabe destacar que en ninguna ocasión se encontró un delfín solitario. El 91% de estos grupos tuvieron menos de 16 delfines y sólo dos grupos tuvieron más de 25 (26 y 36). El tamaño de los grupos por temporada del año (Fig. 8) no mostró diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $H=3.28$, $p>0.05$, g.l.= 2, $n=20$).

Por otro lado, el número de delfines en cada grupo mostró una discrepancia con respecto a la presencia de crías en ellos (Wilcoxon, $T=4.55$, $p<0.05$, $n=20$), ya que los grupos tendieron ser más grandes cuando al menos una cría se encontraba en el grupo (Tabla V). Los avistamientos realizados durante el otoño ($n=2$ manadas) presentaron un tamaño de grupo variado (ver método), por lo cual no fueron incluidos en el presente análisis.

¹⁶ Se obtuvo del número de aletas dorsales identificadas en todos los grupos de delfines avistados, dividido por el total de delfines observados en todos los grupos (Weigle, 1990).

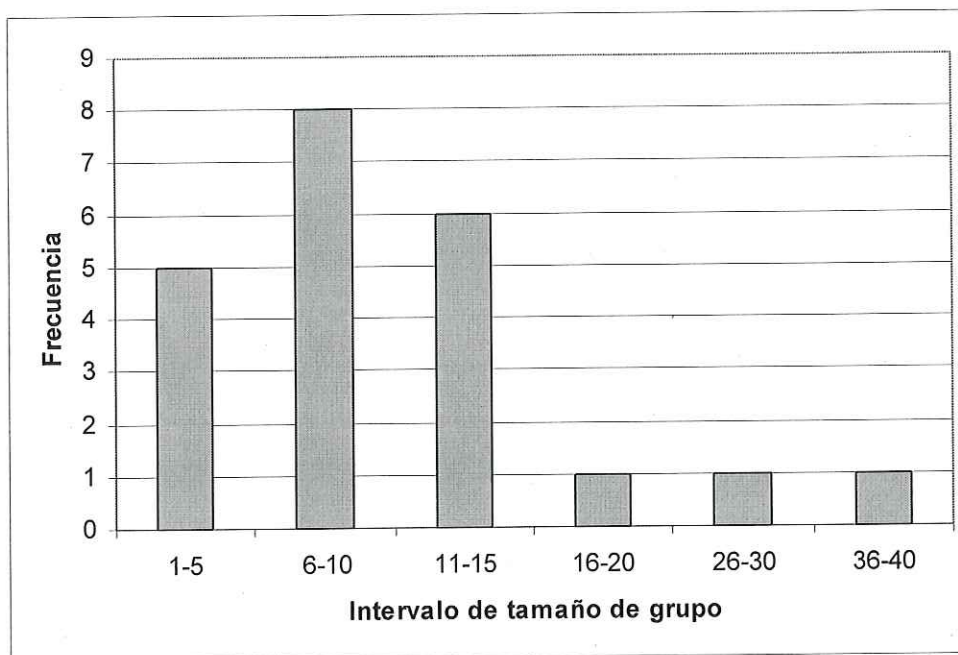


Fig. 7.- Tamaño de grupo. Histograma de frecuencias para el tamaño de grupo ($n=22$ manadas) de los delfines avistados en San Quintín, B.C. (junio, 1999 – julio, 2000). La barra más grande muestra el intervalo que contiene a la mediana (8) y a la moda (6).

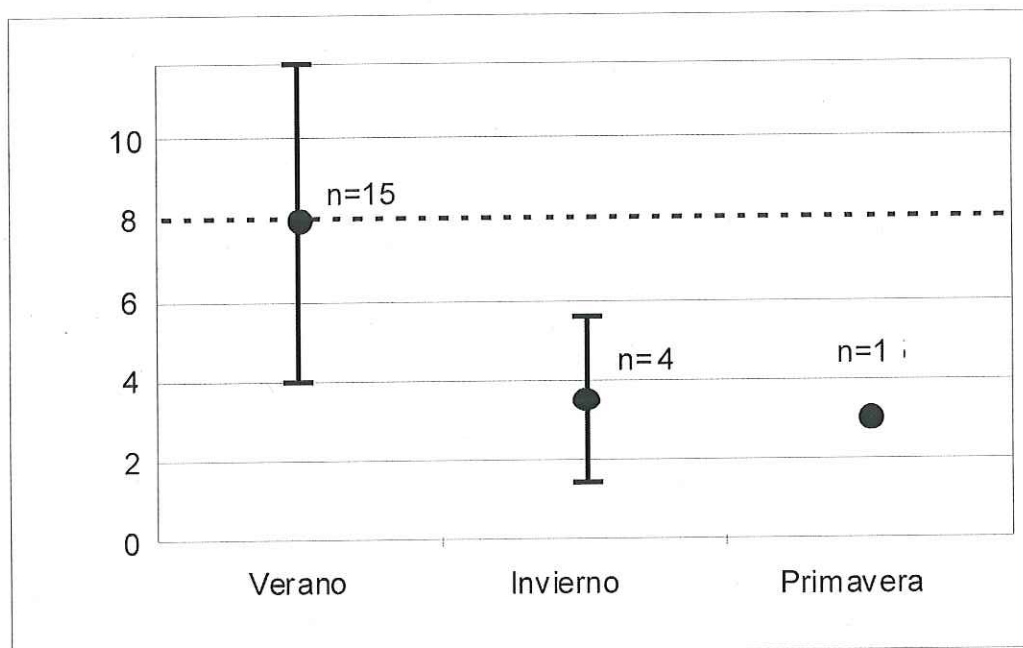


Fig. 8.- Tamaño de grupo por temporada del año. No se encontró una diferencia significativa en el tamaño de grupo por temporada del año (Kruskal-Wallis, $H=3.28$, $p>0.05$, g.l.= 2, $n=20$). La línea vertical muestra el intervalo de confianza; la línea punteada muestra la mediana de todos los grupos.

Tabla V.- Comparación del tamaño de grupo con y sin crías. El número delfines por grupo se encuentra indicado en cada cuadro, y el número de crías se encuentra entre paréntesis. Los grupos con crías fueron significativamente más grandes (Wilcoxon, $T=4.55$, $p<0.05$, $n=20$).

Tamaño de los grupos con cría	14 ₍₂₎	15 ₍₂₎	16 ₍₂₎	14 ₍₂₎	10 ₍₁₎	26 ₍₂₎	36 ₍₁₎	6 ₍₁₎	7 ₍₂₎	6 ₍₂₎	14 ₍₃₎	3 ₍₁₎
Tamaño de los grupos sin cría	2	6	14	4	11	5	8	4	---	---	---	---

De los tursiones avistados ($n=234$), el 9% fueron crías y casi el 2% fueron jóvenes. El sexo de los individuos no fue definido, salvo en dos ocasiones en que una cría se encontró asociada consistentemente con un adulto, el cual presentaba menos marcas en la aleta dorsal, por lo cual se supuso que el delfín adulto era una hembra.

7.3. Abundancia relativa

La abundancia relativa de tursiones a lo largo del estudio promedió 1.00 animales por km^2 . A pesar de que se observa una mayor abundancia relativa en verano (1.99 delfines por km^2), con respecto al otoño (0.74 delfines por km^2), invierno (0.80 delfines por km^2) y primavera (0.07 delfines por km^2), la diferencia no fue significativa (Kruskal-Wallis, $H=6.600$, $p>0.05$, g.l.=3, $n=12$) (Fig. 9).

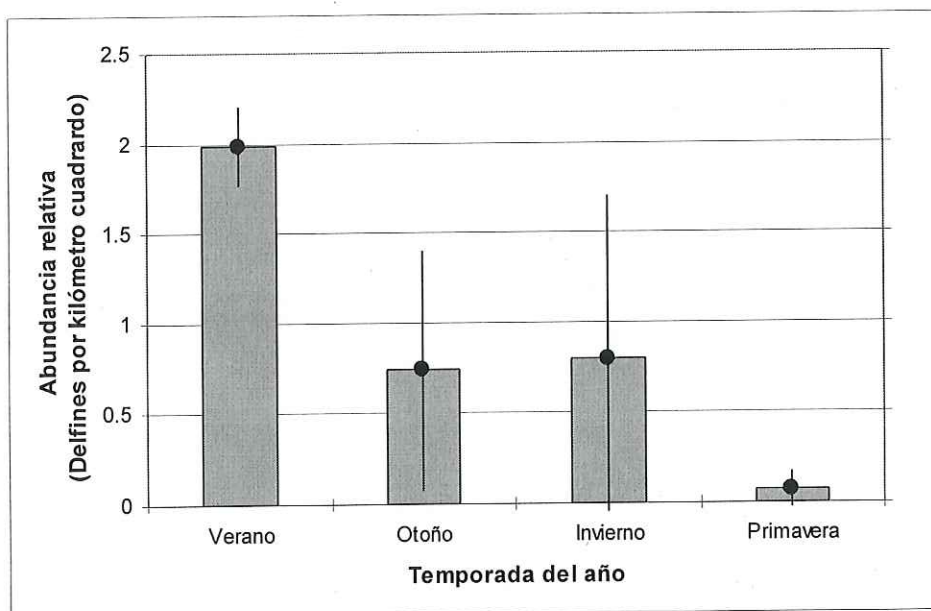


Fig. 9.- Abundancia relativa de tursiones. Las barras indican el promedio de delfines por km^2 en cada temporada. Las líneas denotan el intervalo de confianza. No hubo diferencia por temporada del año (Kruskal-Wallis, $H=6.600$, $p>0.05$, g.l.=3, $n=12$ navegaciones).

7.4. Distribución espacial

7.4.1. División del área de estudio

Los datos obtenidos de la composición del sustrato en cada zona y región se muestran en la figura 10. Cabe mencionar que no existieron variaciones importantes en esta información a lo largo del muestreo; por ello se determinó que los datos obtenidos coinciden en gran medida con lo observado en el campo durante las navegaciones.

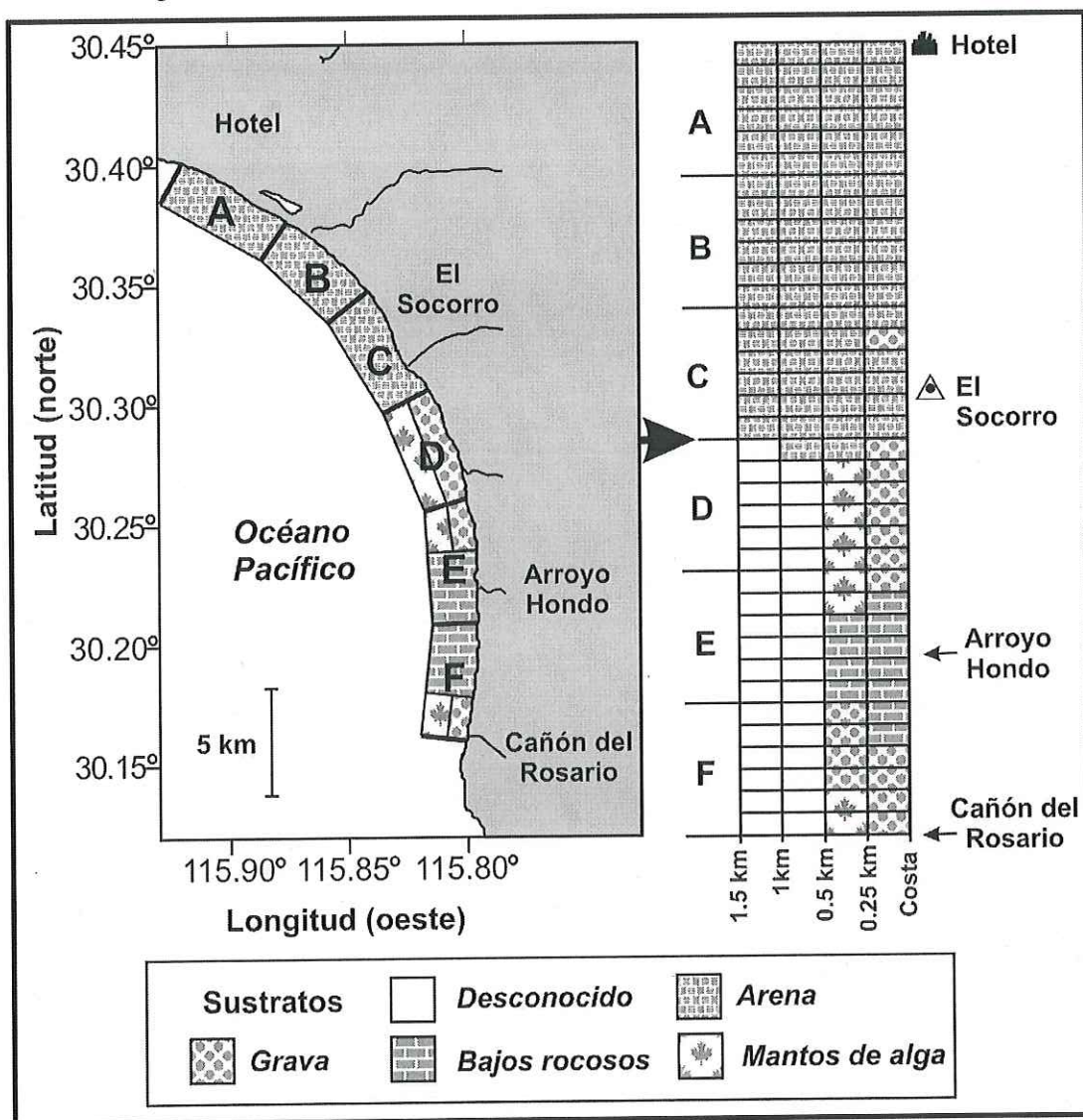


Fig. 10.- Composición del sustrato. Representación esquemática del tipo de sustrato en la costa adyacente al sur de Bahía San Quintín. Las localidades geográficas distintivas se encuentran marcadas en el mapa (izquierda) e indicadas en el margen derecho del esquema específico (derecha) como referencia.

A lo largo del año, las zonas A, B y C estuvieron cubiertas generalmente por sustrato arenoso, mientras que la zona D presentó una composición mixta entre gravas y cantos rodados, en conjunto con mantos extensos de algas pardas (*Macrocystis pyrifera*). En la zona E, la región comprendida entre la costa y los primeros 500 metros hacia el océano se encontró compuesta casi en su totalidad por bajos rocosos, con excepción del límite de transición en la frontera con la zona D (al norte), el cual incluyó algunos parches de *M. pyrifera*. Por otra parte, en la zona F, la misma región (< a 500 m de la costa) estuvo compuesta por una combinación de sustratos (rocoso, gravas y mantos de alga), sin embargo, los fragmentos de roca encontrados en este lugar (los cuales formaron parte de las gravas) fueron generalmente de mayor tamaño en comparación con las zonas analizadas más al norte (C y D).

Particularmente en la zona C se presentó una sección donde la isóbata de los cinco metros se aproxima de manera marcada a la costa (Fig. 11); en ese lugar se detectó una sección de aproximadamente 900 metros de extensión, sobre la cual se registró la presencia consistente de gravas y cantos rodados (Fig. 10). En esta zona (entre 250 y 500m de la costa) también se registró un pequeño manto de *M. pyrifera*, el cual se caracterizó por presentarse de manera intermitente, y especialmente durante los meses de verano e invierno; no obstante, debido a su baja persistencia, este rasgo ambiental fue registrado como parte del sustrato arenoso.

Cabe destacar que en esta misma sección de la zona C, también se detectó la presencia de corrientes de retorno; éstas fueron comunes a lo largo de los muestreos y tuvieron una influencia de hasta 500 metros mar adentro y de hasta 100 metros de ancho. Las corrientes de retorno se identificaron mediante diversas características tales como el color más oscuro del agua (debido al acarreo de sedimentos hacia mar adentro), y una discontinuidad en la zona de rompiente de las olas adyacentes (debido a la disminución relativa en la incidencia del oleaje).

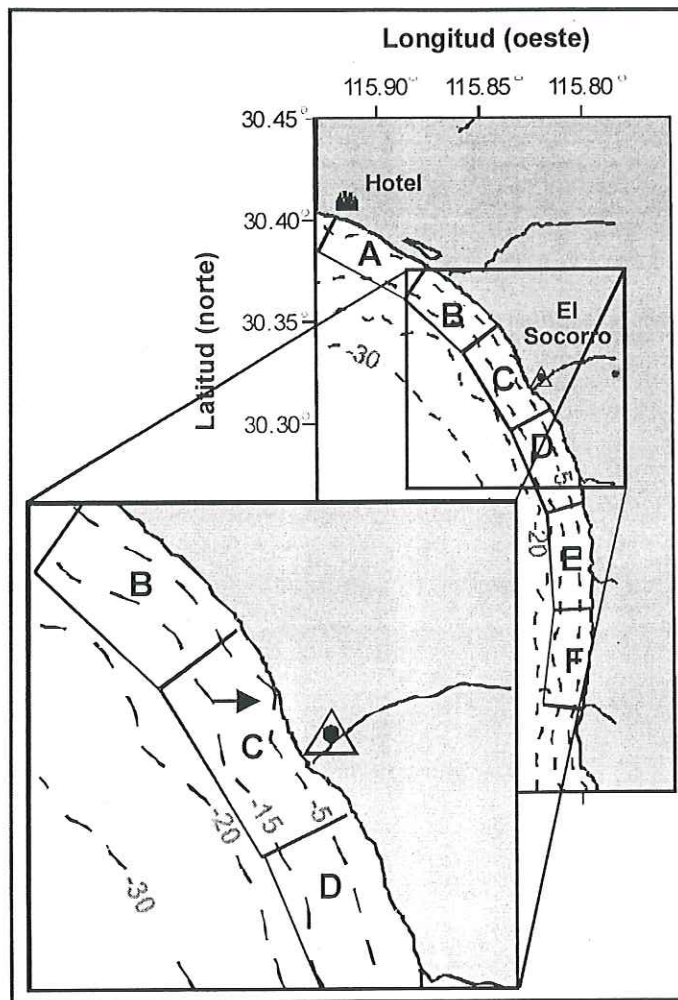


Figura 11.- Acercamiento de la zona C. Las líneas discontinuas representan los contornos de profundidad a 5, 15, 20 y 30 m; la flecha indica el punto donde la isóbata se aproxima a la costa, y el lugar donde se detectaron tanto las corrientes de retorno, como los cantos rodados, y de igual manera (un poco más alejado de la costa) el manto de algas.

7.4.2. Distribución espacial

Al comparar la distribución de las avistamientos antes ($n=22$) y después ($n=16$) del balance de esfuerzo, se observó la misma tendencia de agrupación en todas las zonas con excepción de la zona F (Bondad de ajuste, $\chi^2=7.815$, $p>0.05$, g.l.=5, $n_1=22$, $n_2=16$). Cabe destacar que después del balance de esfuerzo el tamaño de muestra se redujo de 22 a 16 avistamientos. La zona A presentó siete avistamientos, la zona B ninguno, la zona C tuvo cinco avistamientos, y las zonas D y E tuvieron uno y tres avistamientos, respectivamente (Fig. 12).

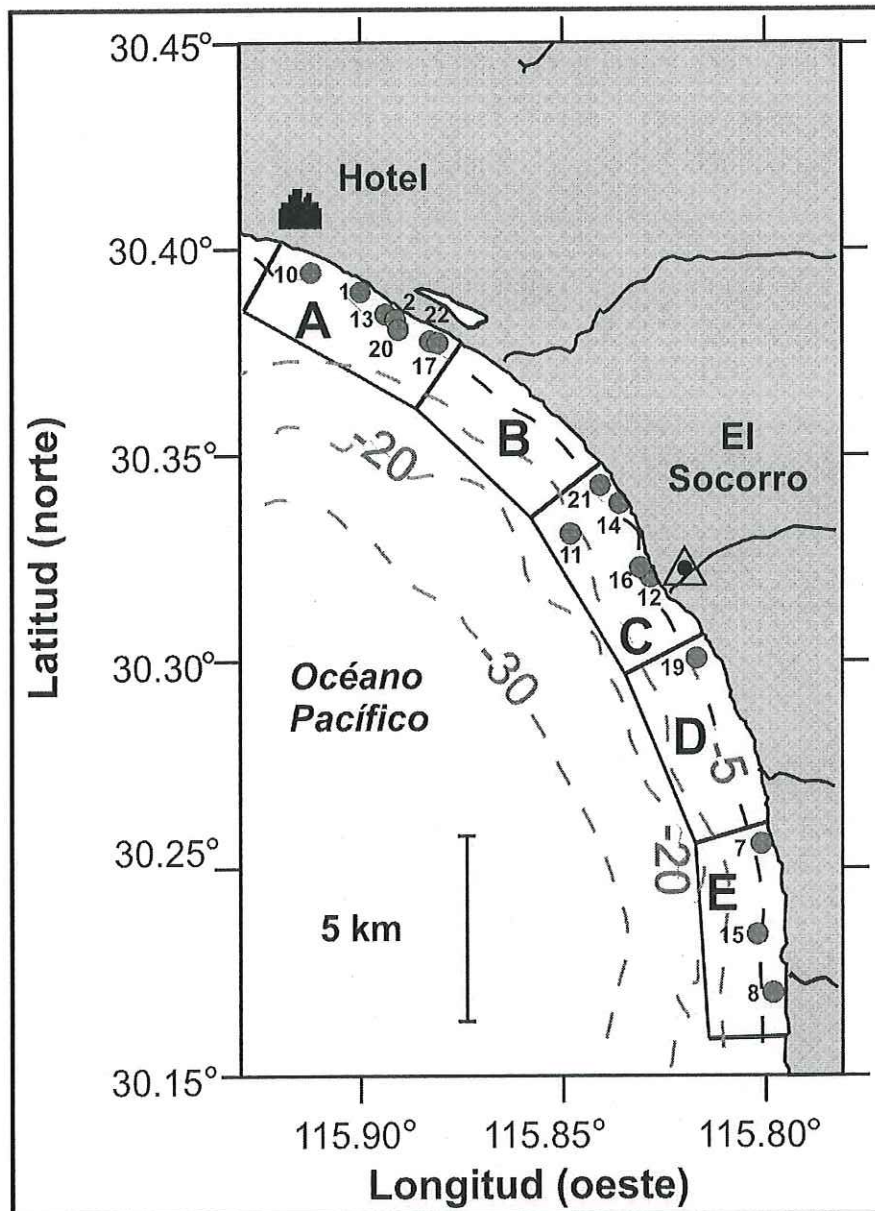


Fig. 12.- Distribución espacial de las manadas. Las líneas discontinuas representan los contornos de profundidad a 5, 15, 20 y 30 m; en los puntos se señala el número de avistamiento en orden cronológico.

Del análisis de las posiciones geográficas de cada avistamiento, se obtuvo que el 99% de las manadas de tursiones en el área de estudio, se encontraron en aguas poco profundas (< 7 metros) y cercanas a la costa (< 1 kilómetro). Únicamente un grupo fue encontrado a más de 1 km de la costa (1.5 km), lo cual coincidió con una profundidad de aproximadamente 16 metros.

Con el objeto de verificar si las agrupaciones de avistamientos por división geográfica según el sustrato (*a priori*), coincidiría con una agrupación estadística (*a posteriori*) se realizó el análisis de escalamiento multidimensional (EM). Primeramente, se desarrolló la gráfica de Cattell, y mediante ésta fue posible identificar el número de dimensiones a usar durante el análisis de escalamiento multidimensional (EM).

Según Kruskal y Wish (1978 en StatSoft, 1994), el número de dimensiones se obtiene de la gráfica en forma visual; para ello debe ubicarse el punto de inflexión que represente la menor tensión bruta y número de dimensiones posible, siempre y cuando el área bajo la curva entre el valor de tensión bruta más alto y el punto elegido, sea mayor al área restante.

La gráfica de Cattell mostró que se obtendrían mejores resultados con el uso de dos dimensiones (Fig. 13). Dado que las distancias entre los puntos (avistamientos) también están representadas en dos dimensiones (Tabla VI), se consideró que la interpretación de la similitud con EM es congruente con la realidad.

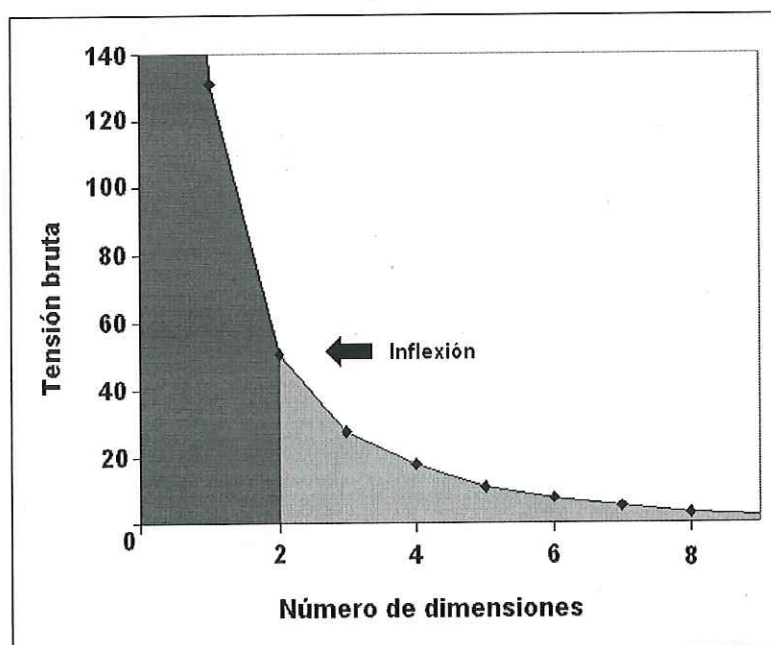


Fig. 13.- Gráfica de Cattell. De acuerdo con el juego de datos utilizado, el punto de inflexión indica el número de dimensiones sugeridas por el modelo de Cattell. El área oscura representa la superficie de mayor tamaño.

Al realizar la prueba de EM sujeta a la restricción bidimensional, los datos (Tabla VI) se agruparon de acuerdo a la similitud en sus posiciones geográficas (Fig. 14).

Tabla VI.- Índice de similitud. Los avistamientos (AV) están numerados en orden cronológico; los valores representan la distancia (km) entre cada combinación de puntos.

Fecha (AV)	(1)	(2)	(7)	(8)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(19)	(20)	(21)
Jul. 10,1999 (1)	---														
Jul. 10,1999 (2)	1.1	---													
Ago. 28,1999 (7)	17.6	16.5	---												
Ago. 28,1999 (8)	21.2	20.2	4.0	---											
Ago. 29,1999 (10)	1.3	2.4	18.7	22.2	---										
Ago. 29,1999 (11)	8.2	7.1	9.5	13.2	9.3	---									
Ago. 29,1999 (12)	10.3	9.2	7.6	11.5	11.5	2.2	---								
Sep. 26,1999 (13)	0.9	0.3	16.8	20.4	2.1	7.3	9.4	---							
Sep. 26,1999 (14)	8.4	7.2	9.7	13.6	9.6	1.4	2.1	7.5	---						
Sep. 26,1999 (15)	19.6	18.6	2.4	1.6	20.7	11.6	9.9	18.8	12.0	---					
Oct. 24,1999 (16)	9.9	8.8	7.9	11.8	11.1	1.9	0.3	9.1	1.8	10.2	---				
Nov. 20,1999 (17)	2.3	1.2	15.5	19.2	3.6	6.0	8.0	1.5	6.1	17.6	7.7	---			
Feb. 27,2000 (19)	12.7	11.6	5.2	9.1	13.8	4.5	2.5	11.8	4.6	7.5	2.8	7.3	---		
Mar. 20,2000 (20)	1.4	0.3	16.2	19.9	2.6	6.8	8.9	0.5	5.2	18.3	8.6	4.9	11.3	---	
Mar. 20,2000 (21)	7.7	6.6	10.4	14.2	8.9	1.5	2.7	6.8	0.7	12.6	2.4	3.9	5.2	6.3	---
May. 21,2000 (22)	2.1	1.0	15.6	19.3	3.4	6.1	8.2	1.3	6.2	17.7	7.9	4.5	10.6	0.8	5.6

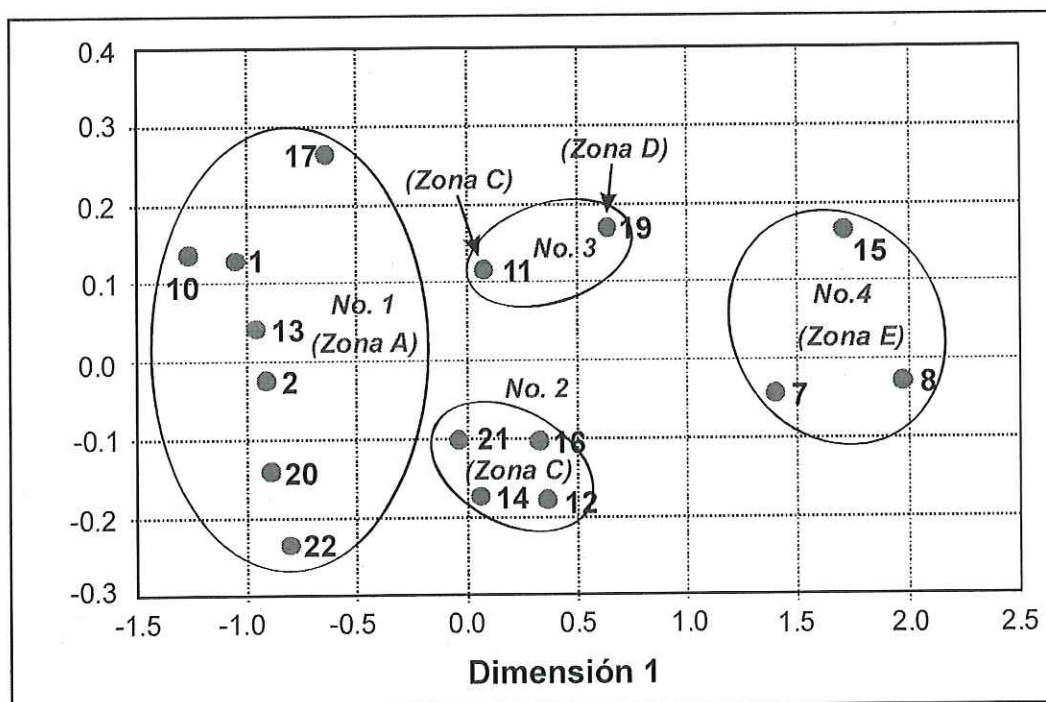


Fig. 14.- Análisis de escalamiento multidimensional (EM). La distancia (km) entre los puntos de la tabla VI fue usada como índice de similitud. Las elipses muestran los conjuntos (Nos. 1, 2, 3 y 4) obtenidos por el EM mediante el índice de similitud.

En la tabla VII, se puede observar una buena concordancia entre el agrupamiento de los avistamientos *a priori* (por zonas según el sustrato, Fig. 12) y *a posteriori* (por análisis estadístico de E.M., Fig. 14).

Tabla VII.- Comparación *a priori* y *a posteriori* de la distribución de avistamientos. Los números representan las manadas avistadas en orden cronológico. Las zonas C y D intercambian el avistamiento 11 en ambos métodos. La zona B no se presenta debido a que no contuvo avistamiento alguno.

Método	Zona	A	C	D	E
Posición geográfica		1, 2, 10, 13, 17, 20, 22	11, 12, 14, 16, 21	19	7, 8, 15
Escalamiento multidimensional (EM)		1, 2, 10, 13, 17, 20, 22	12, 14, 16, 21	11, 19	7, 8, 15

7.5. Uso de área

En cuanto al uso de área, una vez balanceado el esfuerzo (se utilizaron 16 avistamientos), el uso de las zonas (Fig. 15) resultó significativamente diferente (Bondad de ajuste, $\chi^2=188$, $p<0.05$, g.l.=4, $n=167$) (Tabla VII).

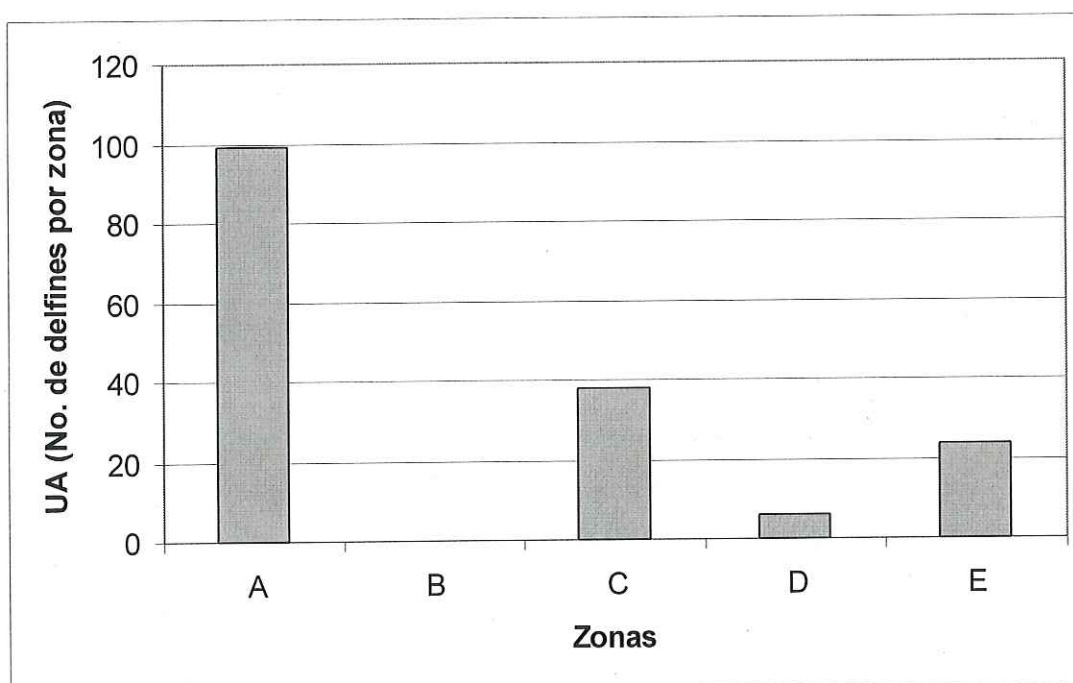


Fig. 15.- Uso de zonas. Las barras representan el número de delfines presentes en cada una de las zonas. Se encontró una diferencia significativa entre dichas zonas (Bondad de ajuste, $\chi^2=188$, $p<0.05$, g.l.=4, $n=167$).

Tabla VIII.- Bondad de ajuste para el uso de zonas. La cantidad de animales que visitaron cada una de las zonas resultó significativamente diferente (Bondad de ajuste, $\chi^2=188$, $p<0.05$, g.l.=4, $n=167$).

Zonas	A	B	C	D	E
Frec. Obs.	99	0	38	6	24
Frec. Esp.	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4

Para analizar el uso de los sustratos, se emplearon catorce de los avistamientos derivados del balance de esfuerzo (n=16), ya que cumplieron con las características necesarias (ver apéndice G) para ser relacionados con un solo tipo de sustrato. De esta forma se evitó la falacia estadística de combinación de datos (pooling fallacy). Se observó que los sustratos arenosos fueron visitados por los delfines en más ocasiones. Por otra parte, el UA en los demás sustratos fue similar, aunque cabe resaltar que el valor mínimo fue obtenido para los bajos rocosos y el sustrato desconocido (Fig 16). La prueba (Tabla IX) mostró una diferencia significativa en el UA de estos 14 avistamientos en relación con cada uno de los sustratos (Bondad de ajuste, $\chi^2=457$, $p<0.05$, g.l.=4, n=155).

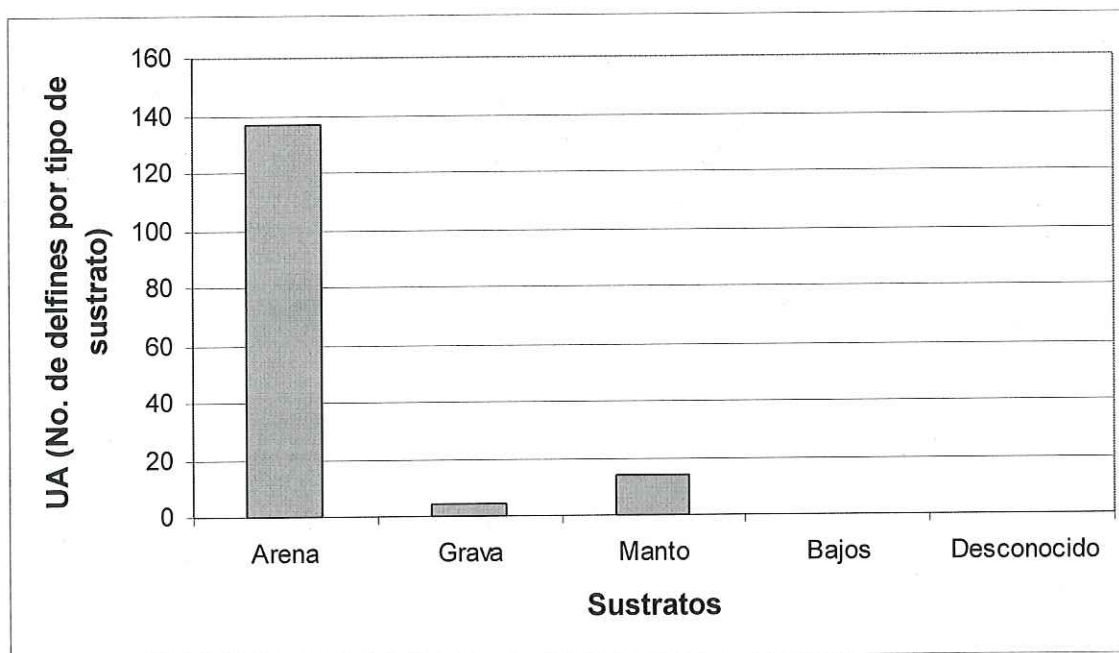


Fig. 16.- Uso de sustratos. Las barras representan la frecuencia con la que los delfines se encontraron en cada tipo de sustrato (Bondad de ajuste, $\chi^2=457$, $p<0.05$, g.l.=4, n=155).

Tabla IX.- Bondad de ajuste para el uso de sustratos. La cantidad de animales en cada tipo de sustrato fue significativamente diferente (Bondad de ajuste, $\chi^2=457$, $p<0.05$, g.l.=4, n=155).

Zonas	Arena	Grava	Manto	Bajos	Desconocido
Frec. Obs.	137	4	14	0	0
Frec. Esp.	31	31	31	31	31

Por otro lado, doce de los avistamientos derivados del balance de esfuerzo (n=16) cumplieron con las condiciones necesarias para ser relacionados consistentemente con una región (que en este trabajo fue distancia a la costa). Se observó un incremento en la frecuencia con la que los delfines visitaron la región intermedia, la cual comprende entre 250 y 500 m fuera de la costa (Fig. 17). El UA calculado de estos 12 avistamientos con respecto a la distancia de la costa (Tabla X), fue significativamente diferente entre las regiones (Bondad de ajuste, $\chi^2=148$, $p<0.05$, g.l.=3, n=104); sin embargo, no se observó una diferencia real entre las 3 regiones restantes. Cabe resaltar que el valor mínimo de UA lo obtuvo la región oceánica, la cual comprende distancias mayores a 1000 metros de la costa (Fig. 17).

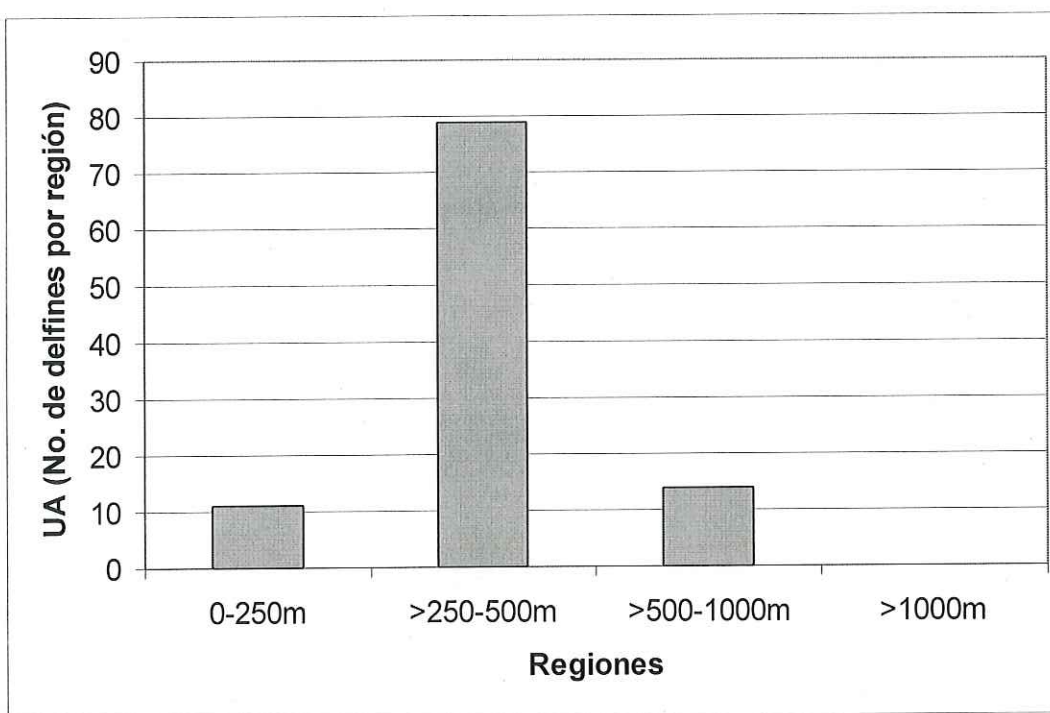


Fig. 17.- Uso de regiones. Las barras representan la frecuencia con la que los delfines visitaron cada región; se encontró una preferencia por la región entre 250 y 500 m de la costa (Bondad de ajuste, $\chi^2=148$, $p<0.05$, g.l.=3, n=104).

Tabla X.- Bondad de ajuste para el uso de regiones. La cantidad de animales en cada región fue significativamente diferente (Bondad de ajuste, $\chi^2=148$, $p<0.05$, g.l.=4, n=104).

Región	0-250m	>250-500m	>500-1000m	>1000m
Frec. Obs.	11	79	14	0
Frec. Esp.	26	26	26	26

Aproximadamente el 81% de los avistamientos de tursiones utilizados en estos análisis duraron más de 25 minutos, y ninguno duró menos de 11 min. El 75% de estas manadas de delfines no se movieron más de 2.8 km de su posición original; es decir, muchos de ellos permanecieron en la misma zona o región durante todo el periodo de observación.

7.5.1. Observaciones de comportamiento

Durante los avistamientos, el 50% de los registros de comportamiento obtenidos tuvieron como máximo dos patrones de comportamiento combinados; por otra parte el 22.7% de estos avistamientos presentaron hasta tres patrones; y aproximadamente 27.3% contenían un solo patrón de conducta (Tabla XI). De igual manera, se observó que los desplazamientos se encontraban como dato único o combinados con hasta dos patrones de comportamiento durante un solo avistamiento. En ninguna ocasión se encontraron combinados los patrones evasión y alimentación, o descanso y evasión; y sólo en dos ocasiones (9%) no se identificó otro comportamiento que el de evasión.

Tabla XI.- Registro de comportamiento. Los números indican los avistamientos en orden cronológico. Las zonas sombreadas indican la presencia de cada patrón: AL = alimentación, DE = Desplazamiento, DS = descanso, SO = social, EV = evasión.

Patrón	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
AL																						
DE																						
DS																						
SO																						
EV																						

En el 40.90% de los casos se determinó que los delfines se alimentaron durante algún momento. Las coordenadas geográficas de los avistamientos que presentaron patrones de alimentación fueron graficadas en un mapa del área de estudio (Fig. 18). Se observaron tres posibles zonas (A, C y E) en las cuales se desarrollaban las actividades de alimentación, en donde se puede apreciar una mayor tendencia de alimentación en la parte norte del área de estudio, particularmente en la zona A.

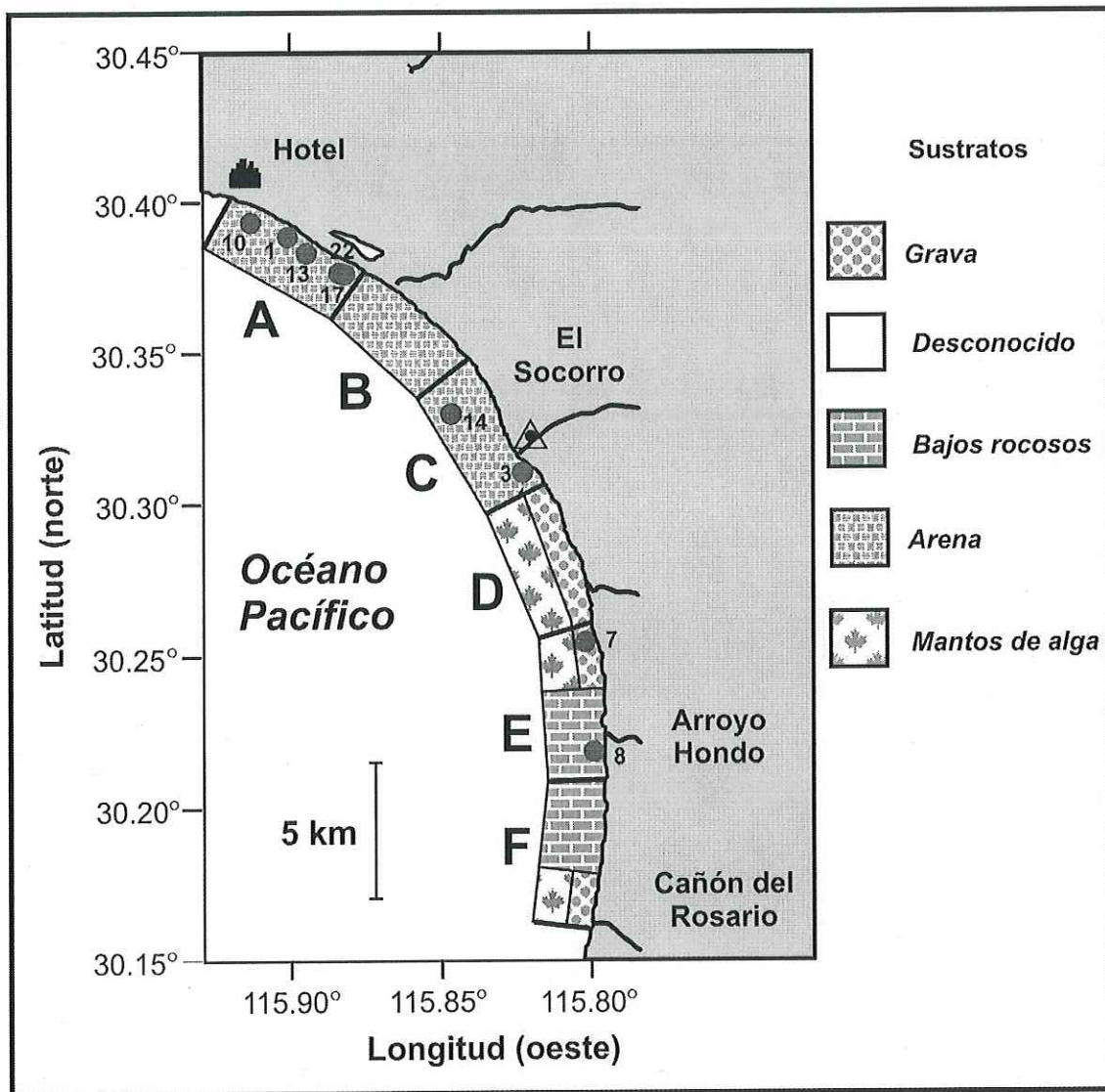


Fig. 18.- Posibles áreas de alimentación. Representación esquemática de las posibles áreas de alimentación de acuerdo con la composición del sustrato. Cada punto contiene el número de avistamiento correspondiente (n=9).

Por otra parte, del total de manadas avistadas (n=22), el 31.81% registró evasión por parte de los delfines cuando menos durante los primeros minutos de observación; sin embargo, la mayor parte de las manadas (77.27%) presentaron desplazamientos en algún momento durante éste periodo. Por otra parte, en el 36.36% de los avistamientos, las manadas presentaron algún indicio de actividad social. El patrón de comportamiento menos frecuente fue el descanso, ya que esta actividad fue registrada únicamente en el 13.63% de las ocasiones.

Cabe destacar que en el 50% de los avistamientos utilizados en los análisis de uso de área se registró al principio algún grado de evasión hacia la lancha de investigación; sin embargo, los delfines parecían habituarse a la presencia de la lancha, ya que posteriormente, en el 94% de los casos, fueron registrados datos de desplazamiento y comportamiento social. En los casos en que no hubo evasión, los delfines presentaron patrones de alimentación e incluso descanso; la única excepción fue el avistamiento realizado el 24 de octubre, en el que no fue posible identificar otro comportamiento que el de evasión. No obstante, en este último caso los delfines únicamente se movieron 0.72 km de su posición original.

7.6. Distribución temporal

7.6.1. Corto plazo

Las observaciones de los movimientos de los delfines con la marea fueron obtenidas de los movimientos corregidos y las diferencias en el estado de la marea (Tabla XII).

Tabla XII.- Frecuencia del tipo de movimiento de las manadas. Los datos se agruparon según el tipo de movimiento corregido de las manadas y el estado de la marea.

Movimiento \ Corriente			
	Flujo	Reflujo	Sin Corriente
Norte	1	6	0
Sur	3	1	1

Debido al bajo número de observaciones, no fue posible realizar una prueba estadística para detectar la dependencia entre los movimientos de los delfines hacia el norte o el sur, con respecto al tipo de corriente; no obstante, se observó una frecuencia relativamente alta de los movimientos al norte en contra de las corrientes de reflujo, en comparación con los otros tipos de desplazamiento (Fig. 19).

De los avistamientos usados en este análisis, el 75% del comportamiento de alimentación fue realizado durante las mareas en descenso y el resto durante las mareas en ascenso, el 80% del comportamiento social fue observado durante las

corrientes de reflujo y el resto durante el flujo, el 100% del comportamiento de descanso fue observado a favor de la corriente, y por último el 55.6%, el 33.3% y el 11.1% de los desplazamientos se observaron en periodos en contra, a favor y sin corrientes, respectivamente.

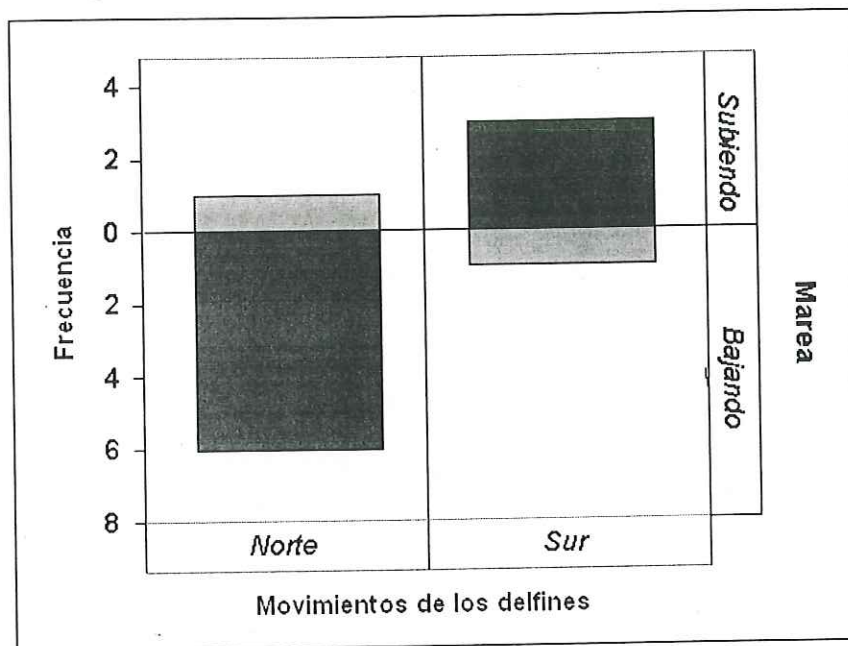


Fig. 19.- Histograma para los movimientos en relación con la marea. Los movimientos sin corrientes ($n=1$) no se muestran en la figura.

El tiempo promedio de observación para las manadas utilizadas en este análisis ($n=12$) fue de 40.16 minutos. En el 67% de estos avistamientos, la distancia neta recorrida por los delfines no fue mayor a 2.8 km, y únicamente 4 manadas de tursiones se movieron más de 4 km de su posición original.

Por otra parte, en cuanto a la velocidad de los desplazamientos de los delfines, el promedio de la velocidad mínima de nado fue de 5.1 km/hr, y en el 83% de los avistamientos, esta velocidad fue mayor a 3 km/hr. Únicamente en una ocasión los delfines se movieron a más de 6.5 km/hr (13.7 km/hr). Estos valores se obtuvieron de la distancia neta recorrida por los delfines y el tiempo de observación en cada avistamiento.

Cabe destacar que, durante el muestreo del 21 de mayo del año 2000, tres delfines que presentaban desplazamientos hacia el sur en forma consistente y paralela a la costa, cambiaron repentinamente de rumbo, se alejaron 500 metros hacia mar adentro, y posteriormente regresaron a la costa para continuar su recorrido; en el punto donde los delfines alteraron su rumbo, se identificó la presencia de una corriente de retorno.

7.6.2. Mediano plazo

7.6.2.1. Patrones estacionales

Después del balance de esfuerzo, se observó que aproximadamente el 77% de los delfines fueron vistos en verano, 9% en otoño, 13% en invierno y 1% en primavera. Se encontró una diferencia en la cantidad de animales por temporada del año (Bondad de ajuste, $\chi^2=201$, $p<0.05$, g.l.=3, $n=167$). En otras palabras, la probabilidad de avistar un número determinado de delfines fue diferente a lo largo del muestreo (Tabla XIII).

Tabla XIII.- Bondad de ajuste para el número de delfines por época del año. Se encontró diferencia en la cantidad de delfines presentes en el área de estudio en cada temporada del año (Bondad de ajuste, $\chi^2=201$, $p<0.05$, g.l.=3, $n=167$).

Temporada	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Frec. Obs.	120	21	23	3
Frec. Esp.	41.75	41.75	41.75	41.75

Por otra parte, el número de manadas avistadas en el área de estudio presentó valores similares, ya que el 68% se concentraron en los meses de verano (julio a septiembre), 9% fueron encontradas en otoño (octubre a diciembre), 18% en invierno (enero a marzo) y el resto (5%) en primavera (abril a junio, tabla I).

En cuanto a la presencia de crías en las manadas se encontró que casi el 64% de estas se presentaron durante el verano; sin embargo, la presencia o la proporción de crías en las manadas (Tabla XIV), no fue significativamente diferente por temporada del año (Kruskal-Wallis, $H=0.4395$, $p>0.05$, g.l.=3, $n=22$).

Tabla XIV.- Presencia de crías en las manadas. No hubo diferencia en la proporción de crías por manada en cada temporada del año (Kruskal-Wallis, $\chi^2=0.4395$, $p>0.05$, g.l.=3, $n=22$).

Temporada	Manadas	Crías	Proporción de crías por manada
Verano	15	14	0.88
Otoño	2	2	1.00
Invierno	4	5	1.25
Primavera	1	1	1.00

7.6.2.2. Fotoidentificación 1999-2000

A lo largo de un año de navegaciones, de los 205 delfines adultos observados se fotoidentificaron 169; de estos últimos, 124 eran individuos diferentes, por lo cual se deduce que hubo entonces un total de 45 recapturas.

El resultado más notable de la fotoidentificación indicó que ninguno de los 124 tursiones individualizados en el área de estudio, fue recapturado en más de tres ocasiones. Del total de individuos ($n=124$), el 72% fueron avistados en una sola ocasión, 22% fueron identificados dos veces y sólo un 9% fue recapturado hasta en 3 ocasiones. Cabe mencionar que el 52% y el 70% de los individuos identificados en dos y tres ocasiones respectivamente, fueron avistados en días consecutivos durante el mismo mes de muestreo. Adicionalmente, aún cuando muchos delfines fueron avistados en las mismas fechas, ninguno de los 124 individuos, coincidió en el mismo grupo con otro delfín en más de dos ocasiones (Tabla XV).

Al analizar las manadas de tursiones avistadas de acuerdo con el esfuerzo aplicado sobre el área de estudio (ver balance de esfuerzo), la muestra se redujo a 109 individuos. De ellos, el 91.9% fueron avistados únicamente durante una estación del año, el 2.4% fue avistado durante dos estaciones consecutivas, y el 5.6% fue avistado en dos estaciones no consecutivas. De igual forma, se determinó que el 75% de estos tursiones fueron vistos exclusivamente durante el verano, 5.6% fueron identificados sólo en otoño, 8.9% de ellos fue fotografiado únicamente en invierno, y ninguno pudo ser identificado durante primavera (Fig. 20).

Tabla XV.- Cuadro de recapturas de los 124 delfines individualizados en este estudio. Los cuadros en gris indican avistamientos en dos días consecutivos.

Individuo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Feb	Mar
902							
903							
912							
914							
916							
918							
922							
923							
924							
925							
926							
937							
938							
939							
942							
943							
944							
947							
958							
900							
904							
905							
907							
908							
909							
913							
920							
928							
929							
930							
931							
932							
933							
940							
945							
950							
956							
957							
959							
963							
964							
965							

Individuo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Feb	Mar
969							
970							
971							
972							
975							
976							
977							
978							
979							
980							
981							
982							
983							
984							
985							
986							
901							
946							
955							
966							
961							
987							
988							
989							
990							
991							
992							
993							
994							
995							
997							
998							
999							
1000							
1001							
1002							
1003							
1004							
1005							
1006							
1007							
996							

Individuo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Feb	Mar
935							
954							
1008							
1009							
1010							
1011							
1012							
1014							
1015							
1016							
1017							
1018							
962							
1019							
1020							
1021							
1022							
1023							
906							
917							
936							
919							
941							
949							
953							
967							
960							
921							
951							
968							
927							
948							
911							
915							
910							
974							
973							
934							
952							
1013							

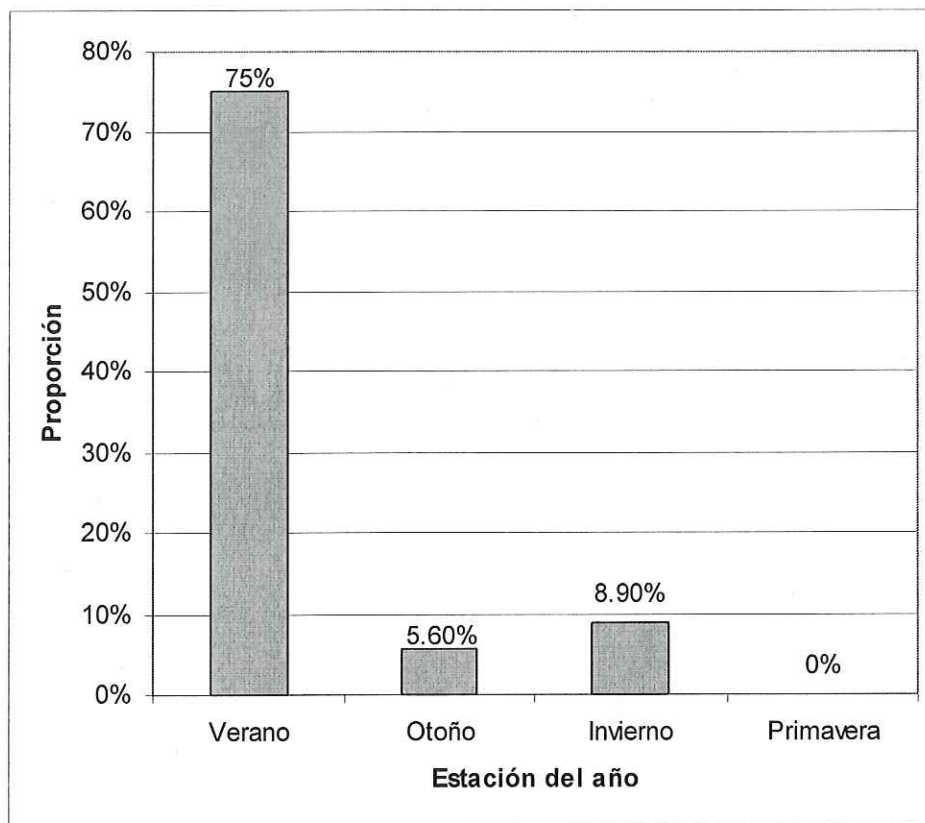


Fig. 20.- Proporción estacional de tursiones identificados en sólo una época del año. El porcentaje indica los animales que fueron vistos exclusivamente en el periodo señalado (n=109) de acuerdo con el esfuerzo aplicado (balance de esfuerzo).

La curva acumulativa de individuos identificados por primera vez en cada muestreo, mostró que el incremento fue casi constante durante el año de estudio (Fig. 21). Adicionalmente, la tasa de descubrimiento de delfines nuevos nunca fue menor de 46% ($\bar{x}=75\%$); dicho en otras palabras, más de la mitad de los delfines fueron fotografiados por primera vez en cada navegación. Sin embargo, se observa una reducción en el número de identificaciones durante los últimos meses de muestreo, debido a un bajo número de avistamientos (Tabla XVI), y no a un esfuerzo desequilibrado (ver balance de esfuerzo).

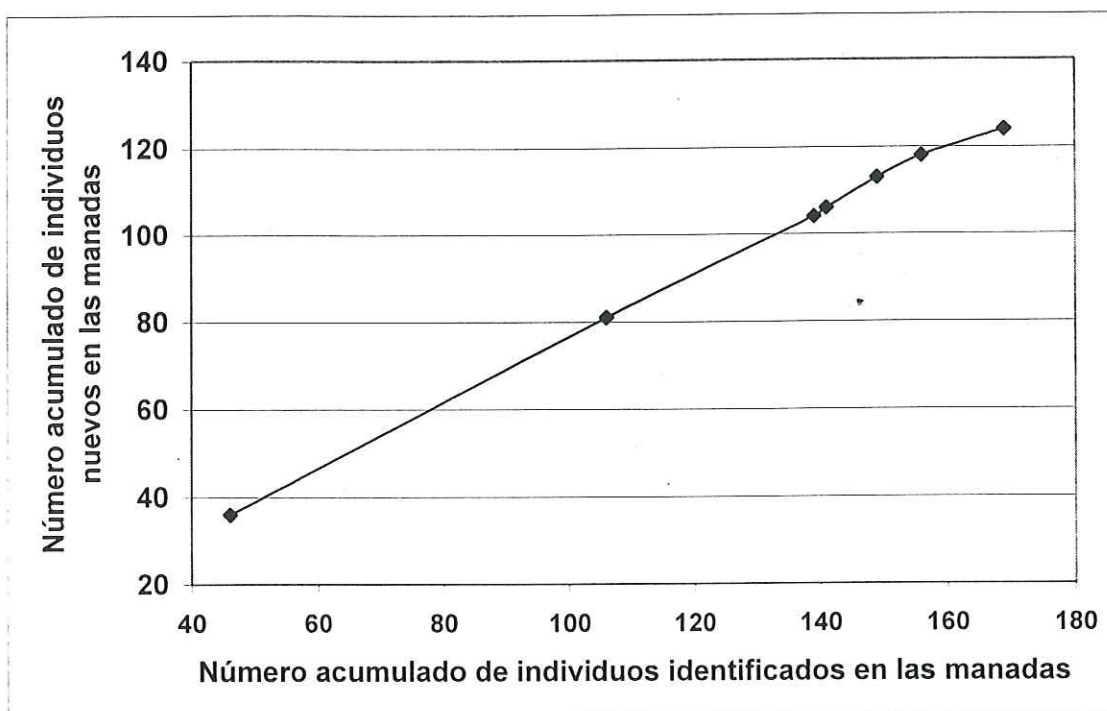


Fig. 21.- Curva de captura acumulativa de individuos nuevos. El número de individuos nuevos fue virtualmente constante durante todo el muestreo.

Tabla XVI.- Tasa de descubrimiento de individuos nuevos. Cabe señalar la reducción en el número de individuos identificados durante los últimos meses de muestreo.

Mes	No. manadas	No. delfines observados	No. individuos fotografiados	No. individuos nuevos	Tasa de descubrimiento
Julio, 1999	6	66	46	36	78.3
Agosto, 1999	6	66	60	45	75
Septiembre, 1999	3	48	33	23	69.7
Octubre, 1999	1	6	2	2	100
Noviembre, 1999	1	15	8	7	87.5
Enero, 2000	0	-----	-----	-----	-----
Febrero, 2000	2	13	7	5	71.4
Marzo, 2000	2	17	13	6	46.2
Mayo, 2000	1	3	0	-----	-----
Junio, 2000	0	-----	-----	-----	-----
Total	22	234	169	124	Promedio = 75%

Por otra parte, debido al bajo número de recapturas, y con el objeto de establecer la existencia de algún patrón discernible en la fidelidad al sitio de los tursiones, los individuos presentes cuando menos en dos meses diferentes durante el periodo de estudio fueron analizados mediante los criterios de Ballance (1987), modificados por Schramm (1993). Una vez balanceado el esfuerzo, de los 109 animales diferentes que fueron identificados durante el año de muestreo, únicamente 17 (15.6%) individuos se identificaron en más de dos ocasiones en meses diferentes (Tabla XVII). Ninguno de estos animales fue recapturado en más de 3 ocasiones.

El promedio de los días entre la primera y la última captura de estos 17 animales fue de 116 días (3.8 meses), y el periodo promedio entre la primera y segunda recaptura fue de 74 días (2.5 meses).

Al reorganizar la información por temporada del año, se determinó que en general, estos 17 delfines presentaron fidelidad al sitio a corto plazo y se obtuvo un patrón recurrente en las recapturas de estos animales.

Tabla XVII.- Individuos identificados en más de una ocasión durante diferentes meses.
Los avistamientos agrupados por temporada del año se encuentran del lado derecho.

Individuo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Feb	Mar		Verano	Otoño	Invierno
906											
911											
967											
953											
948											
927											
960											
921											
910											
915											
951											
968											
973											
974											
934											
952											
1013											

El 41.17% de ellos fueron vistos únicamente durante los meses de verano, la misma proporción de estos delfines fueron identificados en verano y recapturados en invierno, 5.89% fueron vistos durante verano y otoño y aproximadamente el 11.77% fueron capturados durante otoño e invierno. Estos 17 delfines exhibieron la tendencia de regresar al sitio durante los meses de verano (88.23%) e invierno (52.94%), y sólo algunos permanecieron en el área durante dos temporadas consecutivas (17.64%).

7.6.3. Largo plazo (fotoidentificación 1990 vs. 1999-2000)

Del total de individuos en el presente estudio (n=124) el 4% de ellos (n=9) habían sido identificados por Caldwell (1992) en 1990 en la misma área de estudio (n=105). El individuo #953 fue observado durante dos días consecutivos en junio de 1990 y recapturado en agosto y septiembre de 1999 (en una ocasión durante cada mes). El individuo #927 fue identificado en dos ocasiones consecutivas durante junio de 1990, y nueve años más tarde fue avistado en tres ocasiones durante agosto (dos días consecutivos) y septiembre. El tursión #920 fue avistado en una ocasión el 16 de junio de 1990, y en el presente estudio, este delfín fue identificado en dos días consecutivos durante el mes de julio de 1999. El delfín #958 fue visto en una ocasión el mismo 16 de junio de 1990, y en el presente trabajo fue avistado en una ocasión durante el mes de julio de 1999. El delfín #942 fue avistado en una ocasión durante junio de 1990, y recapturado nueve años después en una ocasión durante el mes de julio. El delfín #979 fue identificado en dos días consecutivos durante el mes de junio de 1990 y recapturado una vez durante agosto de 1999. El individuo #972 fue observado una vez durante agosto de 1990 y reavistado en una ocasión durante el mismo mes nueve años más tarde. El tursión #1022 fue avistado una vez en junio de 1990 y reavistado en el mes de marzo diez años más tarde. Por último el tursión #967 fue capturado una ocasión el 9 de agosto de 1990 y recapturado en el presente estudio durante agosto y septiembre de 1999.

Cabe destacar que en 1990 algunos de estos animales fueron vistos juntos en la misma manada, sin embargo en el presente estudio, aún cuando estos delfines fueron vistos el mismo día, en ninguna ocasión coincidieron juntos en la misma manada.

o

8. DISCUSIÓN

8.1. Esfuerzo

8.1.1. Navegaciones

Las 12 navegaciones en el área de estudio (276.6 km recorridos en un total de 31.7 hrs) permitieron un total de 12.9 horas de observación sobre 234 tursiones agrupados en 22 manadas. Cabe destacar que en 1990, Caldwell (1992) realizó ocho visitas al área de estudio durante los meses de abril, junio y agosto; en estos muestreos la autora encontró un total de 200 tursiones distribuidos en 14 manadas.

A pesar de las diferencias en el esfuerzo aplicado, ambos estudios mostraron resultados similares. Caldwell (1992) obtuvo una tasa de encuentro (TE) del 100%, mayor a la observada durante el presente trabajo (83.33%). Sin embargo, el estudio realizado diez años antes se concentró principalmente en dos estaciones del año (primavera y verano), durante las cuales se realizaron muestreos intensivos (hasta cuatro días por mes, principalmente en primavera), mientras que este estudio abarcó todas las estaciones del año.

Otros estudios con tursiones costeros en la costa nororiental del Pacífico, han obtenido diferentes TE durante periodos de tiempo variables; dichos estudios comprenden hasta seis años de observaciones, y presentan valores desde 36% hasta 91% para la TE (Weaver, 1987; Acevedo, 1989; Hansen y Defran, 1990; Weller, 1991; Tepper, 1996). En localidades específicas que presentan muestreos intensivos como San Diego, la variabilidad de éste indicador (55% – 91%), hace suponer que los resultados obtenidos de la cantidad limitada de recorridos en San Quintín, en 1990 (TE=100%, Caldwell, 1992) y en el presente trabajo (TE=83%, 1999-2000), no difieren en gran medida con lo observado en otras costas, más aún si existe variabilidad interanual.

Los resultados combinados de Caldwell (1992) y el presente estudio indicarían que la probabilidad de encontrar tursiones en el área de estudio es relativamente alta ($TE\bar{x}=91.66\%$, $n=20$ navegaciones); sin embargo, una TE de 83.33% se considera

más adecuada debido a que el muestreo en el presente trabajo fue más homogéneo (aproximadamente cada mes), mejor distribuido (4 vs. 2 estaciones del año) y de mayor cobertura, que el realizado por Caldwell (1992) diez años antes.

La confiabilidad en la TE obtenida, se sustenta en que la probabilidad de no avistar animales presentes en el área de estudio fue muy baja debido a las siguientes razones:

1. En todas los recorridos de muestreo, la velocidad del viento fue menor a 20 km/hr ($< \text{Beaufort } 3$), y la visibilidad nunca fue menor a 1.5 km; debido a esto, no existieron barreras visuales durante los recorridos.
2. La lancha de investigación nunca llevó a bordo menos de tres observadores (dos investigadores más el conductor), por lo cual a lo largo de cada recorrido, se cubrieron todos los ángulos posibles de observación.
3. En lo que respecta al entrenamiento de la tripulación, en cada recorrido hubo al menos un investigador "experimentado" (ver obtención de datos de campo, pág. 34); no obstante, Holt y Cologne (1987 en Cortez *et al.*, 2000) no reportaron diferencias significativas en el número de animales avistados por equipos de observadores experimentados y sin experiencia.
4. Las navegaciones generalmente no duraron más de tres horas, por lo cual, no hubo una disminución de avistamientos a causa de fatiga en los observadores.
5. La velocidad de navegación utilizada durante las salidas de campo ($< 18 \text{ km/hr}$) permitió una inspección detallada del área de estudio, con lo cual se redujo aún más la posibilidad de no observar a los delfines que en efecto estuvieran presentes en el área.

Una TE de 83.33% puede implicar que la costa al sur de San Quintín representa un ambiente adecuado a las necesidades ecológicas de los tursiones durante un ciclo anual. No obstante, se sospecha sobre la posibilidad de un incremento en la TE por lo menos durante los meses de verano; lo anterior debido al aparente incremento en el

número de manadas (Tabla XIII) y en la abundancia relativa de tursiones (Fig. 9) durante esta época del año.

8.1.2. Balance de esfuerzo

Los criterios para la disminución de sesgos por muestreos repetidos y zonas poco visitadas, tuvieron un efecto en la reducción del esfuerzo en cada una de las zonas (Tabla II); debido a lo anterior se eliminó un recorrido completo, y dos navegaciones fueron complementadas durante el mismo mes (Fig. 6). Por otra parte, la prueba estadística aplicada no indicó diferencias en el esfuerzo de muestreo a lo largo del año (Tabla III); cabe destacar que al considerar un esfuerzo homogéneo en la escala espacial y temporal, se concede validez a los resultados derivados de los análisis de distribución y uso de áreas, con las restricciones inherentes al tamaño de la muestra obtenida después del balance de esfuerzo ($n=16$).

El trabajo de Caldwell (1992) no se basó exclusivamente en el área de San Quintín, por lo cual su estudio presenta un registro de esfuerzo basado en el número de navegaciones y no en la distancia, el área, o el tiempo navegado; debido a esto, no fue posible realizar una comparación directa en cuanto al balance de esfuerzo. Sin embargo, se identificó que los recorridos de 1990 comprendieron principalmente tres de las zonas al sur del área de estudio, de seis muestreadas en el presente trabajo (zonas D, E y F, Fig. 10). Debe recordarse que tanto el área de cobertura, como la distribución y frecuencia de las navegaciones realizadas durante 1990, fueron superadas durante el presente estudio; sin embargo los datos obtenidos durante 1990 ofrecen la posibilidad de comparaciones valiosas en cuanto a la distribución y los movimientos de los delfines en el área de San Quintín, por lo cual dichos datos no fueron excluidos del todo.

El balance de esfuerzo fue elemental para los análisis de distribución y uso de área, así como para aquellos en los se incluyeron comparaciones en la escala temporal. Esto es debido a que los sesgos potenciales más importantes fueron identificados y minimizados mediante éste procedimiento.

8.1.3. Esfuerzo fotográfico

La eficiencia en la fotoidentificación (porcentaje de fotografías útiles con respecto a las tomadas) no fue diferente durante todo el estudio, a pesar de que el equipo de investigación y el número y tipo de cámaras utilizadas en las navegaciones no fue constante (Tabla IV). Debido a lo anterior, se considera que la heterogeneidad del equipo de investigación no contribuyó a la disminución de la utilidad de las fotografías durante los muestreos de campo. Las variaciones obtenidas en la eficiencia de fotoidentificación a lo largo del presente trabajo, se debieron principalmente a las características inherentes al ambiente y a la especie estudiada, más que al diseño del muestreo, el equipo fotográfico o la tripulación. Por ejemplo, aún cuando todos los datos fueron recolectados bajo condiciones del mar menores a Beaufort 3, los cambios repentinos en el estado del tiempo (vientos, brisas y lluvias) limitaron la duración de las observaciones, y por lo tanto la capacidad de obtener un buen registro fotográfico. Adicionalmente, la embarcación de fotoidentificación fue conducida únicamente por dos pilotos durante todo el año de muestreo, por lo cual, la habilidad para maniobrar la lancha en posición y velocidad adecuadas para fotografiar de manera correcta a los delfines (Schramm, 1993) permaneció relativamente constante. El porcentaje de eficiencia en la fotoidentificación de este trabajo (entre 29 y 55%) fue similar al obtenido en otros estudios (Caldwell, 1992; Schramm, 1993).

Por otra parte, el porcentaje de individualización (número de animales identificados con respecto al total) obtenido durante el presente trabajo fue alto (82.43%). Adicionalmente, se considera que el catálogo de aletas dorsales de los tursiones avistados en San Quintín, contiene el número máximo de aletas reconocibles de las fotografías; esto es debido a que todas las personas que trabajaron en la comparación de los negativos de las aletas dorsales, contaban con experiencia en técnicas de fotoidentificación. Por esta razón, se considera que no existió un aumento en el número de individuos debido a aletas poco distintivas.

El porcentaje de individualización obtenido del presente estudio es alto porque se ha reportado que generalmente varía entre 20 y 60% (Acevedo, 1989; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Cortez *et al.*, 2000); en San Quintín, Caldwell (1992) tuvo un

porcentaje de individualización del 86.1%; debido a esto, se hace evidente que el esfuerzo fotográfico realizado en el presente trabajo y en el de 1990 fue cuando menos suficiente, y por lo tanto son totalmente comparables.

A pesar del alto porcentaje de individualización obtenido, se consideraron varias explicaciones al hecho de que algunos delfines escaparan al registro fotográfico de aletas dorsales, y se propone que esto se debió principalmente a cuatro factores:

- 1) Algunos delfines no presentaron marcas distintivas en sus aletas dorsales y estos individuos generalmente fueron hembras, jóvenes o crías (Hansen y Defran, 1990).
- 2) Las condiciones del mar limitaron la capacidad de obtener registros fotográficos de buena calidad (Morton, 2000).
- 3) El incremento en el número de delfines observados en cada grupo disminuye la probabilidad de obtener fotografías claras de todos los miembros de la manada.
- 4) La probabilidad de obtener registros fotográficos de cada miembro de la manada, se encuentra influenciada por el hecho de que algunos delfines evitan el contacto con la lancha; estos últimos generalmente son madres con crías y delfines jóvenes.

Karczmarski y Cockcroft (1998) reportaron que se puede obtener un mayor porcentaje de individualización mediante el uso de otro método. Este involucra prácticamente toda la anatomía del delfín, mediante un arreglo matricial de sus características morfológicas. No obstante, la fotoidentificación ha sido una de las formas más utilizadas en la aproximación a la biología de las poblaciones de cetáceos en vida libre (Bigg *et al.*, 1986, Hammond, *et al.*, 1990), y esta técnica de captura y recaptura, ha probado su eficiencia y bajo costo en una gran variedad de mamíferos marinos (Gunnlaugsson y Sigurjónsson, 1990; Wells y Scott, 1990). Adicionalmente, mediante la fotoidentificación ha sido posible definir los límites poblacionales, estimar la abundancia, tasa reproductiva, la distribución y algunos aspectos de la organización

social de los delfines (Würsig y Würsig, 1977; Würsig, 1978, 1979a; Weller, 1991; Scott *et al.*, 1996). Debido a las razones anteriores, y ya que el registro fotográfico de 1990 se basó únicamente en las aletas dorsales (Caldwell, 1992; Caldwell *et al.*, 1993), se optó por utilizar el mismo formato (Williams *et al.*, 1993) con el propósito de que el método de individualización empleado permitiera realizar comparaciones entre ambos catálogos.

8.2. Tamaño y composición de los grupos

El tamaño de los grupos de tursiones en San Quintín fue variable (entre 2 y 36 individuos); la mayor parte de las manadas tuvieron menos de 16 animales, y se obtuvo una mediana de 8 delfines por grupo (Fig.7). Aunque se observó un mayor tamaño de los grupos en verano, la diferencia no fue significativa con respecto a invierno y primavera (Fig. 8). Por otro lado se encontró que la presencia de crías en los grupos se relaciona con un aumento en el número de animales (Tabla V). Adicionalmente, se identificó que las crías representaron el 9% del total de tursiones y que los jóvenes contaron para casi un 2%.

En diferentes partes del mundo, los ecosistemas marinos con costas abiertas muestran que el tamaño promedio de los grupos de tursiones costeros, generalmente es mayor a 15 animales. Por ejemplo, en San Diego el tamaño promedio de los grupos de tursiones ha sido reportado entre 11 y 38.8 animales (Hansen, 1983; Weaver, 1987; Hansen, 1990; Hanson, 1990; Tepper, 1996; Ward, 1998); sin embargo, los trabajos más recientes consideran la aproximación de 19.8 delfines por grupo (Weller, 1991), como la más válida para estas costas. En las aguas costeras de Natal y Transkei (Sudáfrica), Ross *et al.* (1989) reportaron una media de 24 animales por grupo; en las costas del Atlántico estadounidense se ha reportado una media de 15 delfines por grupo (Baylock, 1988; Kenney, 1990); adicionalmente, en Argentina Würsig (1978) también determinó el tamaño promedio de las manadas costeras de tursiones en 15 animales; y en el Golfo de California, se reporta una media de entre 10 y 15 animales por grupo (Ballance, 1987; Acevedo, 1989; Silber *et al.*, 1994). Cabe resaltar que los trabajos mencionados anteriormente, coinciden en que los avistamientos de manadas de tursiones costeros con más de 25 animales son poco comunes.

En contraste con lo anterior, los sistemas semicerrados, someros y poco expuestos al oleaje, presentan valores más bajos para las manadas de tursiones costeros. Por ejemplo, los resultados obtenidos en Florida y Texas tienen intervalos de entre 3 y 12 animales por grupo (Caldwell y Caldwell, 1972; Leatherwood, 1979, 1982; Wells *et al.*, 1980; Irvine *et al.*, 1981; Scott *et al.*, 1990; Shane, 1990; Weller, 1998); por otra parte, Álvarez *et al.* (1991) y Heckel (1992), obtuvieron un tamaño promedio de 8.2 y 4.2 delfines por grupo en la laguna de Mecoacán (Tabasco) y Tamiahua (Veracruz), respectivamente; en el archipiélago de Sabana-Camagüey (Cuba), Cortez *et al.* (2000) encontraron que los grupos de tursiones generalmente fueron menores de 7 animales.

Se ha planteado que el tamaño de los grupos de delfines varía de acuerdo con la fisiografía del lugar y las actividades de los grupos (Shane, 1982 en Hansen, 1983). De igual manera, Würsig (1979) argumentó que es posible que el tamaño de los grupos y subgrupos, represente el balance óptimo en el número de animales necesarios para la defensa contra depredadores, la alimentación eficiente, las interacciones sociales y reproductivas, y la sobrevivencia de las crías.

Se ha discutido sobre el tamaño de las manadas de estos animales en relación con la capacidad de carga del sistema; por ejemplo, se ha establecido que este valor parece estar directamente relacionado con la disponibilidad de presas y con la presión ejercida por los depredadores (Ballance, 1987); Au *et al.* (1979) supusieron que el tamaño de las manadas y los grupos de delfines, también refleja una tendencia a reunirse en zonas productivas, las cuales son clave dentro de su hábitat; por su parte, Hanson y Defran (1993) establecieron que los efectos estacionales del ambiente pueden ser interpretados en relación con la ecología de las presas de estos cetáceos, y en consecuencia, con el tamaño y la composición de los grupos.

En virtud de lo anterior, si el tamaño de los grupos refleja la tendencia a agregarse en zonas productivas, las áreas clave dentro de la distribución de estos cetáceos pueden ser encontradas mediante el análisis de este valor (Au *et al.*, 1979).

La mediana de 8 delfines por grupo encontrada en los tursiones de San Quintín, coincide con lo reportado por Caldwell (1992) en la misma área durante 1990. Este tamaño de grupo es menor que el valor más bajo reportado para las costas con sistemas abiertos (10 delfines por grupo; Silber *et al.*, 1994); sin embargo coincide con lo obtenido en las costas de Ensenada en Baja California (Espinosa, 1986; Sandoval 1987).

Aún cuando existen contradicciones para muchas de las poblaciones de *Tursiops* en el mundo, los datos sugieren que las manadas de tursiones en San Quintín presentan un tamaño intermedio entre un sistema semicerrado y uno abierto. Es posible que esto se deba en parte, a la capacidad de carga de la zona, bajo el supuesto de que la disponibilidad de alimento, la abundancia de los depredadores y la influencia de la bahía, podrían ejercer una presión significativa sobre el número de tursiones en los grupos.

Rodman (1988, en Weller, 1991) explicó que una premisa central en los modelos de alimentación, es que los grupos de depredadores se ajustan a la dispersión y abundancia de los recursos alimentarios disponibles; en otras palabras, si el grupo depredador (*Tursiops truncatus*) excede la capacidad del recurso, los depredadores tendrán más posibilidades si se dividen en grupos pequeños para alimentarse; en contraste, si la especie en cuestión es la presa, los animales reducen la probabilidad de ser atrapados si se agregan en grupos grandes, simplemente por incrementar el número de animales disponibles para el depredador (Hamilton, 1971 en Ballance, 1987).

En relación con lo anterior, Rosales-Casián (1996) encontró que fuera de la bahía de San Quintín, la diversidad de peces juega un papel más importante que la abundancia, debido posiblemente a la gran variedad de sustratos y microhábitats a lo largo de la costa expuesta. Adicionalmente, aún cuando San Quintín es una zona importante para la pesca del tiburón a nivel regional, Rosales-Casián (1996) no detectó la presencia de los depredadores más comunes de *Tursiops* en la costa somera (<10m). Por este motivo, es posible que la tendencia de los tursiones a agregarse

como estrategia de alimentación, o como mecanismo de defensa contra depredadores, no sea tan marcada en esta zona, por lo cual predominan los grupos pequeños.

Caldwell (1992) propuso otra explicación con respecto al reducido tamaño de los grupos de tursiones en San Quintín, la cual se basa en la fisiografía de la zona y en los hábitos costeros de los delfines. La isóbata de los 30 m en el área San Diego se extiende hasta 2 km fuera de la costa; en contraste el área de San Quintín presenta una extensión de más de 7.2 km para esta profundidad. Debido a que los tursiones costeros habitan zonas poco profundas (Caldwell, 1955; Leatherwood, 1975; Würsig y Würsig, 1979a, 1979b; Sandoval, 1987; Baylock, 1988; Ross *et al.*, 1989; Cockroft *et al.*, 1990; Van Waerebeek *et al.*, 1990; Wiley *et al.*, 1994; Defran *et al.*, 1999), lo anterior se traduce en que San Quintín provee un área más extensa para el desarrollo de las actividades de los grupos de delfines costeros. No obstante, algunos estudios afirman que los grupos de tursiones tienden a disminuir su tamaño en regiones someras (Irvine *et al.*, 1981; Espinosa, 1986; Acevedo, 1989; Shane, 1990; Weller, 1998; Cortez, *et al.* 2000). Lo anterior parece contribuir al hecho de que el tamaño de los grupos de delfines en la costa adyacente al Sur de San Quintín, sea menor en relación con otras costas del Pacífico.

En cuanto a las variaciones estacionales en el tamaño de los grupos, se han observado diferencias en diversos estudios de tursiones costeros, tanto en sistemas semi-cerrados como abiertos (Würsig, 1979; Hansen, 1983; Sandoval, 1987; Weller, 1991, 1998; Heckel, 1992). Se ha reportado que esta variación se debe a la relación entre el tamaño de los grupos y la cantidad de alimento disponible; sin embargo, en otras costas no ha sido posible determinar diferencias en el tamaño de los grupos a lo largo del año (Baylock, 1988; Caldwell, 1992), y se ha planteado que en estos lugares se conservan las condiciones necesarias para favorecer la estabilidad de los grupos de tursiones, o de otra forma, las condiciones presentes limitan la cantidad de animales en el medio.

Para explicar el hecho de que en el área de estudio no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el tamaño de los grupos por temporada del año, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones (apéndice G):

1. Debido a los criterios adoptados en esta tesis para el análisis de los datos (ver método), los meses de otoño no fueron incluidos ($n=2$ manadas), y se tiene únicamente una observación durante primavera (Fig. 8).
2. Los grupos de delfines en el área de estudio pueden presentar una gran variabilidad. Debido al reducido tamaño de muestra ($n=20$ manadas) y la sensibilidad y tipo de prueba utilizada (Kruskal-Wallis), esto podría causar que la tendencia verdadera no fuera detectada por una disminución de la potencia de la prueba.
3. Si en efecto existe una diferencia real en el número de animales agregados a una manada con respecto al tiempo, estos valores pueden ser muy similares al promedio anual, y por lo tanto es posible que se requiera de un tamaño de muestra mucho mayor, para que la prueba usada sea capaz de identificar el contraste.

Por otro lado, se encontró un aumento significativo en el tamaño de grupo debido a la presencia de crías; estos resultados han sido comunes en algunas poblaciones de tursiones costeros (Würsig, 1979; Scott *et al.*, 1990; Weller, 1991, 1998; Cortez *et al.*, 2000). Parece ser que el incremento en el número de animales en los grupos que presentan crías, obedece a un instinto natural de protección, dirigido principalmente hacia la conservación de la especie. Asimismo, algunos autores argumentan sobre el posible papel social del tamaño de los grupos, los cuales establecen lazos estrechos entre los individuos agregados, e incluso forman grupos de aprendizaje (Axelrod y Hamilton, 1981; Scott *et al.*, 1990; Nowak, 1995; Bearzi, *et al.*, 1997; Cortez *et al.*, 2000). Lo anterior implica la existencia de micro-núcleos sociales en las poblaciones (Irvine *et al.*, 1981; Weller, 1991, 1998), y dichas agregaciones pueden ser estables a lo largo del tiempo, o pueden desarrollarse entre procesos flexibles de intercambio dinámico entre grupos.

En lo que respecta al número de crías, es posible que este valor represente la tasa de reproducción de la especie (Leatherwood, 1979). Leatherwood y Reeves (1983) determinaron que una proporción de crías entre 6.3 y 6.9% en una población, puede

considerarse un porcentaje bajo en comparación con otras áreas de estudio, ya que se ha reportado que las crías generalmente componen entre hasta el 14.29% de las poblaciones de tursiones (Irvine *et al.*, 1981; Hansen, 1983, 1990; Espinosa, 1986; Sandoval, 1987; Baylock, 1988; Weigle, 1990; Caldwell, 1992; Weller, 1998; Cortez *et al.*, 2000). Por otra parte, en cuanto a los delfines jóvenes, en algunas poblaciones se ha detectado que estos componen entre el 2% y el 3% del total de tursiones (Leatherwood, 1979; Heckel, 1992).

De lo anterior se obtiene que durante el presente estudio, los porcentajes encontrados para la presencia de crías (9%) y jóvenes (casi 2%) de *Tursiops truncatus*, son consistentes con los reportados para esta especie en muchos otros lugares (apéndice G).

Cabe mencionar que el número de crías encontradas en los grupos de tursiones de San Quintín, se encuentra dentro de los valores más altos reportados para las observaciones de poblaciones de esta especie. Adicionalmente, al comparar los datos de 1990 con los del presente trabajo (10% vs. 9%), es factible la suposición de que la tasa reproductiva de los tursiones que frecuentan las costas de San Quintín, haya permanecido constante a lo largo de 10 años.

Debido a la consistencia en los resultados obtenidos en cuanto al tamaño y la composición de los grupos de tursiones en San Quintín después de 10 años, se puede suponer que los delfines que habitan estas costas, no han presentado una modificación sustancial en su estructura poblacional, ya que presentan una alta proporción de crías, y que por lo tanto, el grado de modificación en ésta estructura podría considerarse hasta la fecha como insignificante. Esto podría tener relación con la hipótesis de que los tursiones de San Quintín conforman una población abierta, con una amplia distribución y una gran cantidad de animales (Caldwell *et al.*, 1993); no obstante, es necesario realizar estudios más detallados para confirmar dicha hipótesis.

8.3. Abundancia relativa

La abundancia relativa de tursiones en el área de estudio promedió un animal por kilómetro cuadrado durante el año de muestreo. Aunque se observó una mayor

abundancia relativa durante el verano que en las demás estaciones del año, la diferencia no fue estadísticamente significativa. Este resultado posiblemente se debe a que la potencia de la prueba fue afectada por el bajo número de avistamientos (error tipo I). En diversos estudios se ha observado que este valor comúnmente se encuentra entre cero y tres delfines por kilómetro cuadrado (Leatherwood, 1979; Shane, 1980; Ross *et al.*, 1989; Weigle, 1990; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Barco *et al.*, 1999); no obstante, se observa que las costas con sistemas semi-cerrados presentan los valores más altos. Cabe destacar que los valores encontrados en este trabajo, se encuentran en el intervalo reportado para la especie, y coinciden en gran medida con lo reportado en otras costas con sistemas abiertos. Se han reportado diferencias estacionales en este valor, y se han relacionado con la variación en la productividad de las zonas. Debido a las variaciones estacionales de las características oceanográficas en San Quintín (variaciones en la temperatura del agua, concentración de nutrientes y alimento relacionadas con las surgencias), es posible que exista un aumento en la cantidad de animales durante el verano.

En lo que respecta al tamaño de la población, de los resultados de la presente tesis, en conjunto con el estudio realizado por Caldwell (1992) se obtuvo que la presencia de *Tursiops truncatus* es frecuente en estas costas, y que tanto la cantidad de delfines identificados en cada estudio ($n=124$ vs. $n=105$), como la alta tasa de animales nuevos por navegación ($>46\%$), sugiere que las costas de San Quintín son visitadas por una cantidad mayor a sólo los tursiones encontrados en ambos trabajos ($n=220$).

Además, el 70% de los animales identificados en ambos trabajos, fueron vistos en una sola ocasión, y en contraste únicamente 4% del total ($n=9$) fueron fotografiados en la misma zona diez años después. Schramm (1993) indicó que al hacer aproximaciones sobre el tamaño de las poblaciones, también se deben tomar en cuenta las crías, los jóvenes que no presentaron marcas y los adultos no identificados, por lo cual es posible que el tamaño de la población se incremente aún más; sin embargo, generalmente las crías no son incluidas en las estimaciones de abundancia, debido a la falta de independencia en los avistamientos de las crías con respecto a sus madres (Wells y Scott, 1990).

Aún es necesario realizar estudios detallados para estimar de manera correcta y precisa el tamaño de la población de delfines en San Quintín, ya que debido al bajo número de navegaciones, no fue posible utilizar algún modelo para la estimación de la abundancia. Las deducciones anteriores están sujetas a una interpretación considerable, ya que no toman en cuenta la mortandad de delfines a lo largo del tiempo; además, el número de animales propuesto ($n=220$) sólo toma en cuenta a los delfines individualizados. No obstante, en los estudios a corto y mediano plazo, la posibilidad de recapturar animales se incrementa, ya que se reduce la probabilidad (en función del tiempo) de que los delfines emigren o mueran (Balance, 1990; Defran y Weller, 1999 en Cortez *et al.*, 2000), y al obtener un bajo número de recapturas, y una presencia constante de animales nuevos, se deduce que la población es grande. Las deducciones anteriores también se fundamentan en la longevidad de la especie, y en el hecho de que, en ambos trabajos (Caldwell, 1992; presente tesis), se identificó a la gran mayoría de los animales.

Estas consideraciones refuerzan la hipótesis de una población abierta; además, los datos conjugados sugieren que existe un incremento en el número de animales presentes en el área de estudio a mediano plazo (a lo largo del año), debido a que existen altos niveles de inmigración y emigración en el área de estudio, y sobre todo durante los meses de verano.

8.4. Distribución espacial

El área de estudio representó un hábitat costero de baja profundidad, el cual es típico a lo largo de las costas de California y Baja California (Tepper, 1996). Durante el año de muestreo, la composición del sustrato en el área de estudio no varió en forma importante (Fig. 10); debido a ello, la división del área de estudio por el tipo de sustrato fue útil en la interpretación de los agrupamientos de las manadas de tursiones. El 99% de estas manadas se encontraron cerca de la costa ($< 1\text{km}$) y a una profundidad menor a 7 m. Tanto en el análisis de las posiciones geográficas (Fig. 12), como en el análisis de escalamiento multidimensional (EM, Fig. 14) se observó la presencia de cuatro agrupaciones de avistamientos; dichas agrupaciones coincidieron con la división por tipo de sustrato (Fig. 10).

Mediante la comparación de las gráficas obtenidas, se obtuvo que el 93.75% de los avistamientos ($n=15$) coincidieron tanto en análisis *a priori* (división por sustrato), como en el *a posteriori* (análisis EM); el único avistamiento que no correspondió con la comparación de ambos métodos fue el número once (Tabla VII), y se trata de la primera manada avistada el 29 de agosto de 1999. El que los grupos estadísticos fueran similares a la realidad en la mayoría de los casos, hace suponer que la concentración de avistamientos es consistente y real, y que el criterio de división por zonas de 5.5 km (Ballance, 1992), se encuentra fundamentado. De lo anterior se deriva que, a pesar de la poca continuidad en la escala temporal (Polacheck, 1987), derivada del tiempo entre cada navegación, la consistencia en los conjuntos de avistamientos sugiere que los tursiones presentan una distribución discreta, y que ésta se concentra preferentemente en las zonas A y C.

Aún cuando Evans (1974) y Wilson *et al.* (1997) afirmaron que sería poco concluyente predecir los patrones de distribución de tursiones costeros, basados en una cantidad limitada de observaciones, se han realizado una gran cantidad de trabajos que demuestran lo contrario (Shane, 1980; Irvine *et al.*, 1981; Hansen, 1983; Espinosa, 1986; Ballance, 1987, 1992; Acevedo, 1989; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Silber *et al.*, 1994).

Debido a que se encontró una diferencia estadística en la frecuencia con la que los delfines visitan cada una de las zonas (Fig. 15), se sospecha sobre la posibilidad de un incremento en el número de avistamientos conforme se reduce la distancia hacia la boca de la bahía. Los trabajos sobre la distribución de cetáceos muestran la posibilidad de determinar al menos los lugares con mayor presencia de las especies a lo largo del tiempo, y en la mayoría de los casos, se ha establecido que las características ambientales ejercen influencia sobre la distribución y los movimientos de los cetáceos en todo tipo de ambientes (Au y Perryman, 1985; Polacheck, 1987; Schramm, 1993; Reilly y Fiedler, 1994; Cortez *et al.*, 2000). Se ha sugerido que las altas frecuencias de avistamientos en ciertos lugares, pueden reflejar las "áreas preferidas" de los delfines en una región delimitada (Ross *et al.*, 1989; Cockcroft *et al.*, 1990), y que esto puede deberse en parte, a la concentración de alimentos en áreas de gran productividad (Hui, 1985). Se ha observado que las áreas más comunes de concentración de

avistamientos de tursiones, se presentan en las bocas de esteros y lagunas, así como en las desembocaduras de ríos y arroyos, mantos de algas y constricciones en la costa (Hansen, 1983, 1990; Espinosa, 1986; Acevedo, 1989; Álvarez *et al.*, 1991; Ballance, 1992; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Wilson *et al.*, 1997), como sucedió en este trabajo, donde la mayor cantidad de avistamientos están más cerca de la boca de Bahía San Quintín.

Sin embargo, aunque algunos trabajos no han encontrado una influencia en forma directa (presión sobre el individuo), se ha sugerido que la ecología de muchas de las presas del tursión, se encuentra íntimamente ligada a los factores ambientales; por esta razón, se cree que la distribución de los tursiones a lo largo de las costas tiende más a ser discreta que continua (Gaskin, 1982; Polacheck, 1987; Acevedo, 1989; Reilly, 1990; Heckel, 1992; Hanson y Defran, 1993; Schramm, 1993; Day, 1998; Barco *et al.*, 1999).

Cabe destacar que los resultados obtenidos de este análisis, manifiestan únicamente las tendencias observadas durante el periodo de muestreo; adicionalmente, debe recordarse que no se revisaron los datos obtenidos de los recorridos fuera del área de estudio, por lo cual no existe razón alguna para pensar que los tursiones que visitan las costas de San Quintín, no extienden su distribución al norte o al sur.

Los estudios realizados en las costas del Pacífico, han demostrado que es poco probable que los tursiones de San Quintín extiendan su distribución hacia el norte, ya que sólo el 0.9% ($n=1$) de estos delfines han sido vistos en las costas de Ensenada, San Diego, Orange County y Santa Bárbara (Caldwell *et al.*, 1993; Defran *et al.*, 1999). Por tal motivo, es posible que los tursiones de San Quintín se distribuyan ampliamente hacia el sur, ya que tanto Caldwell (1992) como el presente trabajo determinaron que posiblemente se trata de una población abierta.

Burt (1949) aseguró que una especie que ocupa áreas extensas y hábitats diversos, es menos propensa a desaparecer, y dada la presencia mundial del tursión, y la amplia distribución de las poblaciones de esta especie en las costas del Pacífico

(Defran *et al.*, 1999), es posible que los tursiones que visitan las costas de San Quintín, no se limiten a un ámbito hogareño restringido (apéndice G).

Defran *et al.* (*op. cit.*) sugirieron que las grandes distancias recorridas por los delfines en las costas del Pacífico, se deben a la búsqueda de sus presas preferidas. Dichas presas se encuentran distribuidas en forma discreta a lo largo de la costa, por lo cual los movimientos de los delfines siguen el modelo de Pavlov "permanecer si se gana" y "cambiar si hay pérdida" (win-stay → lose-shift). Este modelo ha sido sugerido con anterioridad en muchos estudios de evolución de la conducta cooperativa, así como en trabajos sobre comportamiento animal, e incluso en psicología (Axelrod y Hamilton, 1981; Nowak, 1995). Por este motivo, es posible que la escasez del alimento contribuya en gran medida a la baja fidelidad al sitio encontrada en los delfines de las costas del Pacífico, los cuales se reubican para aprovechar áreas más favorables a sus necesidades ecológicas.

En lo que respecta a las posiciones de los avistamientos en relación con la distancia de la costa y la profundidad del área, los datos obtenidos indicaron que los tursiones observados en San Quintín pertenecen al ecotipo costero. Cabe destacar que ambos factores (distancia y profundidad) se ven determinados en gran medida por los periodos de marea; a este respecto, es necesario aclarar que los datos de la posición de la costa fueron obtenidos de una carta náutica (esferoide Clark, 1866) cuya referencia fue el nivel medio del mar; por esta razón, la posición geográfica de los avistamientos se encuentra referida a un promedio.

Es posible que tanto la profundidad como la distancia a la costa hayan sido más variables en la parte norte del área de estudio, debido principalmente a la baja pendiente generada por el sustrato arenoso; no obstante, el intervalo de marea en esta zona tiene un promedio 2.22 m, por lo cual se tendrían profundidades de entre 5 y 9 m. Adicionalmente, se observó que en la parte norte del área de estudio, el avance y retroceso de la línea de costa con cada ciclo de marea generalmente fue menor a 10 m, por lo cual la distancia a la costa no cambió de forma importante.

8.5. Uso de área

Los tursiones presentaron un mayor uso de área en la parte norte (Fig. 15), particularmente sobre el sustrato arenoso (Fig. 16); adicionalmente se observó que estos delfines se distribuyeron comúnmente en la franja entre 250 y 500 m de la costa (Fig. 17).

Ballance (1992) indicó que los hábitats se encuentran compuestos por un mosaico de parches que difieren entre ellos física y biológicamente, y que algunos de estos parches ofrecen mayor protección de los elementos naturales o de la depredación, así como mayor cantidad de comida. Por otra parte, se ha establecido que una gran cantidad de factores físicos y biológicos pueden ejercer influencia sobre la distribución espacial y temporal de los peces costeros. En respuesta a dichos factores, los peces realizan cambios espaciales, y estos últimos se relacionan generalmente con la alimentación y la evasión de depredadores (Ward, 1998). Por este motivo, la relación entre la distribución de los tursiones con respecto a sus actividades alimentarias ha sido propuesta ampliamente (Gaskin, 1982; Ballance, 1987; Polacheck, 1987; Reilly, 1990; Hanson y Defran, 1993; Schramm, 1993; Barco *et al.*, 1999).

Aún cuando los tursiones han sido clasificados como consumidores oportunistas (Norris y Prescott, 1961; Caldwell y Caldwell, 1972; Wells *et al.*, 1980; Leatherwood y Reeves, 1983; Shane *et al.*, 1986; Ballance, 1987), se ha reportado que 21 de las 25 especies conocidas como presas más frecuentes del tursión, se encuentran sobre sistemas rocosos y mantos de algas (Hanson, 1983; Hanson y Defran, 1993; Ward, 1998). Esto se debe a que los peces se refugian en estos lugares, y por tal motivo, la mayoría de los estudios de tursiones en las costas del Pacífico reportan un mayor uso de áreas donde se encuentran mantos de algas o rocas (Lear y Bryden, 1980 en Espinosa, 1986; Hanson, 1990; Hanson y Defran, 1993; Tepper, 1996).

En el presente trabajo, la mayor concentración de avistamientos de tursiones ocurrió en la parte norte del área de estudio, lo cual coincidió particularmente con el sustrato arenoso acarreado por las corrientes y los vientos de la zona (Nishikawa, 1979). Esta característica contradice lo reportado en los estudios mencionados, ya que

dadas las consideraciones anteriores, es más factible la suposición de que los delfines se distribuyan y alimenten frecuentemente sobre zonas rocosas.

No obstante, algunos estudios sustentan el uso frecuente de las zonas arenosas y la actividad alimentaria sobre este tipo de fondo (Leatherwood, 1975, 1979; Saayman y Tyler, 1979; Espinosa, 1986; Ballance, 1987; Acevedo, 1989; Rossbach y Herzing, 1999). Tepper (1996) argumentó que esto se debe a la posibilidad de que la estructura de los fondos rocosos y los mantos de algas, evite que los delfines se alimenten en esos lugares por largos periodos de tiempo; lo anterior en virtud de que los mantos son de estructura densa, y los delfines podrían no maniobrar fácilmente entre ellos mientras se alimentan; en contraste no hay obstáculos en áreas arenosas, por lo cual los delfines pueden ser más capaces de capturar su alimento en un ambiente libre (Würsig y Würsig, 1979a). Aunado a lo anterior, los sustratos rocosos proveen de refugio a los peces, por lo cual es posible que los tursiones sean más capaces de capturar su alimento, si las presas no pueden esconderse sobre la arena.

Simonaitis (1991) explicó que si ciertos tipos de hábitat proveen a los delfines de una gran abundancia de alimentos, el tiempo de búsqueda de presas se reduce y los animales pueden maximizar la eficiencia de alimentación y extender el tiempo en dichas áreas. Es factible que esto suceda en San Quintín, ya que se ha encontrado que los mayores valores de productividad se encuentran cerca de la boca de la Bahía (en la parte norte del área de estudio, zona A, Fig. 12) en un ambiente con sustrato arenoso (Castro, 1982; Rosales-Casián, 1996).

Los resultados anteriores también resaltan la preferencia de los tursiones a frecuentar áreas semiprotegidas. Esto se debe a que las zonas que obtuvieron los mayores valores de frecuencia de avistamientos (en la parte norte del área de estudio) presentan baja intensidad de oleaje, pendientes suaves y poca profundidad.

Las consideraciones anteriores concuerdan con una mayor presencia de tursiones particularmente en las zonas A y C; sin embargo, un punto importante está dado por la ausencia de avistamientos en la zona B (Fig. 12). A este respecto, cabe destacar que las zonas B y C contienen los lugares donde se varan las lanchas de la flotilla pesquera

local (en El Pabellón y El Socorro, respectivamente); no obstante, los pescadores hacen uso más frecuente de la zona B, ya que en ella se observaron hasta 25 lanchas varadas, en comparación con las cinco encontradas comúnmente en la zona C.

La densidad de embarcaciones en el área fue escasa, aunque según Allen y Read (2000), esta puede ser altamente dinámica en pequeñas escalas. Es posible que los delfines se encuentren habituados al nivel de tráfico de las pocas embarcaciones en El Socorro (zona C), o de otra forma, al ser un área de gran magnitud, la zona C provea a los tursiones de lugares donde no se ven afectados por el tráfico de las lanchas. No obstante, la costa de El Pabellón presenta un mayor tráfico de embarcaciones, y esto parece influir en el tránsito de los delfines por la zona B (Fig. 12).

Durante las fechas en las que se realizaron las navegaciones, las actividades pesqueras fueron normales, y la mayoría de ellas estaban restringidas exclusivamente a las horas previas a los muestreos de tursiones (de 4 A.M. a 8 A.M.) y lejos del área de estudio (>3 km de la costa). Esto significa que en los momentos en que los delfines se encontraban en El Pabellón y El Socorro (zonas B y C, respectivamente), la mayoría de las embarcaciones pesqueras ya habían cesado sus actividades y se encontraban varadas en la playa; por este motivo, con excepción de la lancha de investigación, los delfines podían permanecer en dichas zonas sin ser molestados. Lo anterior implica que debido a la baja densidad de embarcaciones, y a su restringido horario de trabajo, es posible que el tráfico de las embarcaciones locales no represente una influencia directa en la distribución de los delfines en el área de estudio, con excepción de la zona de El Pabellón (zona B).

Se ha sugerido que los tursiones se encuentran frecuentemente en áreas donde los factores físicos se combinan para incrementar la disponibilidad de comida y ofrecer protección (Scott *et al.*, 1990; Ward, 1998; Barco *et al.*, 1999); y que las zonas comprendidas entre aquellas que presentan un mayor número de avistamientos, representan zonas de paso (Caldwell, 1955; Ross *et al.*, 1989). Esta teoría parece factible, ya que aún cuando la zona B fue una de las más navegadas (Tabla II), todas las otras zonas, con excepción de la B, contuvieron al menos un avistamiento.

En cuanto a la propensión de los delfines a realizar sus actividades en la región entre 0 y 500 m de la costa, esta tendencia ha sido reportada con anterioridad (Sandoval, 1987; Hanson y Defran, 1993; Tepper, 1996; Ward, 1998). Sin embargo, en las costas de San Diego se ha observado que los delfines pasan más tiempo en la región cercana (0 - 250 m) y lejana a la costa (500 - 1000 m). Estas diferencias se atribuyen tanto a las características del entorno, como a la ecología de sus presas; es decir, en San Quintín la región cercana a la costa (0 - 250 m) que es más somera que en San Diego, generalmente incluye la zona de rompiente de las olas. Dado el alto nivel de energía en ese ambiente, y el consecuente acarreo de sedimento, la proliferación de flora y fauna es prácticamente nula. Después de la zona de rompiente (en la región intermedia y lejana a la costa), la disminución en la energía del oleaje, y la circulación del agua por las corrientes litorales propicia un ambiente más adecuado para el desarrollo de animales (principalmente bentónicos) y mantos de alga.

Lo anterior sugiere un uso más productivo de la región intermedia (250 a 500 m), debido posiblemente a una mayor abundancia de recursos alimentarios. Existe la posibilidad de que los animales se hayan visto influenciados por la lancha de investigación, y por lo tanto su distribución y permanencia en cada región se hubiera visto alterada, de forma que los tursiones se ubicaran a una profundidad que les proporciona mayor protección, al aumentar sus posibilidades de evasión o escape.

Se ha establecido que el encuentro repentino con la lancha de fotoidentificación puede afectar de alguna manera los movimientos de estos cetáceos (ver apéndice G); esto significa que tanto los datos obtenidos para la distribución, como para el uso del área, se encuentran de alguna manera influenciados por la presencia de la lancha. Esta posibilidad se vio reducida mediante el periodo de habituación a la lancha de investigación (Ballance, 1992; Irvine *et al.*, 1981); esto se confirmó debido a que a pesar de que la mitad de los avistamientos presentaron evasión al comienzo de las observaciones, la gran mayoría de las manadas (94%) volvieron a sus actividades normales y presentaron patrones de desplazamiento y de actividades sociales. A lo anterior se suma el hecho de que el 75% de las manadas utilizadas en estos análisis, no se movieron más de 2.8 kilómetros de su posición original, lo cual indica que

permanecieron en el área sobre la que fueron observados originalmente, durante todo el tiempo de observación.

Debe recordarse que los muestreos de este estudio no fueron continuos, ni exhaustivos; por lo tanto, los resultados obtenidos a este respecto deben tomarse como preliminares. Los datos ofrecen una primera aproximación a algunos de los procesos ecológicos de los tursiones que visitan las costas adyacentes a la Bahía de San Quintín. Es posible que tanto la distribución como el comportamiento de esta especie se relacione con las características específicas del ambiente a lo largo de la costa del área de estudio, así como a la influencia de las actividades humanas.

8.5.1. Observaciones de comportamiento

En los registros de comportamiento, el 31.81% de las manadas presentaron evasión, el 77.27% registraron desplazamientos, 40.90% se alimentaron, y el 36.36% presentaron actividad social. Adicionalmente, el patrón de comportamiento menos frecuente fue el descanso, con un 13.63% de las ocasiones. Dados los propósitos de éste estudio, se consideró que el patrón de alimentación, tendría el mayor peso durante la interpretación de los resultados (Allen y Read, 2000); por lo tanto, se observaron tres posibles zonas de alimentación, con una tendencia hacia la parte norte del área de estudio (Fig. 18).

En diversos estudios de comportamiento se ha reportado que entre el 36% y el 60% de las manadas de tursiones observadas presentan comportamiento alimentario (Leatherwood, 1979; Tepper, 1996; Allen y Read, 2000). A la luz de estos trabajos, el porcentaje encontrado para la frecuencia alimentaria en las manadas de tursiones de San Quintín (40.9%) podría considerarse normal.

Una suposición común en los estudios de comportamiento, es que las actividades alimentarias de los delfines se derivan de las variaciones en la distribución, abundancia y la diversidad de las presas; sin embargo, en muchos casos, las presas de los delfines no son visibles y la distribución y abundancia de éstas es difícil de cuantificar (Tepper, 1996). Adicionalmente, los ciclos diurnos que ejercen influencia sobre los patrones alimentarios de los cetáceos (Saayman *et al.*, 1973; Würsig y Würsig, 1979; Goodwin,

1985 en Mate, 1995; Shane, 1990; Day, 1998), podrían introducir algún sesgo, ya que en algunos casos, los tursiones tienden a alimentarse más durante la noche que en el día. Debido a las variaciones diurnas reportadas para muchas comunidades de cetáceos, es posible que la frecuencia de alimentación observada en San Quintín, no represente la totalidad de esta actividad a lo largo del día, sin embargo, si las observaciones realizadas no representan el 100% de la actividad alimentaria, bien podrían reflejar una porción importante de ella.

Johnson (1999) explicó que, debido a que algunas actividades son observadas en más de un patrón de comportamiento, podría ser difícil para el investigador hacer juicios claros sobre la conducta, si se basa principalmente en categorías de comportamiento; por ello, dichas categorías podrían no ser la forma disponible más completa para investigar la conducta de los tursiones. Por este motivo, el valor cualitativo de las frecuencias de comportamiento se consideró representativo únicamente en el caso en que se encontró la recurrencia de un patrón de conducta específico sobre un área geográfica determinada (en este caso el comportamiento alimentario). Debido a ello, se realizó únicamente una inferencia sobre lo que podría propiciar que el desarrollo de dicha actividad fuera consistente sobre el área. Sin embargo, esta interpretación debe ser tomada con reserva.

Es posible que el número de avistamientos realizados durante el presente trabajo, no sea suficiente para aproximarse con precisión a los valores reales de los patrones de comportamiento. Sin embargo, aún cuando los resultados de estos análisis están sujetos a una interpretación considerable, no pueden ser descartados de inmediato, ya que bien podrían reflejar aspectos importantes sobre el comportamiento de *Tursiops truncatus* en el área de estudio.

En relación con los resultados de los patrones de comportamiento (además de la alimentación), se ha sugerido que la comparación de la conducta de los animales en distintas áreas geográficas no es aplicable, ya que ésta puede estar influenciada por un número indeterminado de variables ecológicas y fisiológicas, y las respuestas conductuales pueden diferir considerablemente por la dependencia del hábitat en los animales bajo estudio (Cortez *et al.*, 2000); aunado a lo anterior, se encuentran las

diferencias metodológicas en la recolecta de los datos (Shane *et al.*, 1986; Shane, 1990; Wells y Scott, 1999). A pesar de esto, se observa una tendencia general en la frecuencia con la que algunas poblaciones de delfines presentan conductas específicas (Tabla XVIII); dicha tendencia sugiere un patrón que va de mayor a menor, y en el siguiente orden: Desplazamiento > Social ó Alimentación > Descanso

Tabla XVIII.- Comparación de comportamiento en varias comunidades de tursiones. Los resultados de las frecuencias obtenidas en las diferentes poblaciones se presentan únicamente como referencia, y no son comparables debido los métodos empleados. DE = Desplazamiento, AL = alimentación, SO = social, DS = descanso, EV = evasión.

Autor (es)	Localidad	Proporción de comportamiento				
		DE	AL	SO	DS	EV
Ballance (1984)	Golfo de California	17.3% *	19.2% *	3.1% *	4% *	N.D.
Shane <i>et al.</i> (1986)	Diversas	45% *	15% *	8% *	5% *	N.D.
Sandoval (1987)	Ensenada	75%	12%	18%	N.D.	N.D.
Acevedo (1989)	La Paz	27.5% *	21.1% *	N.D.	9.1% *	N.D.
Weigle (1990)	Florida	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	30%
Hanson y Defran (1993)	San Diego	63%	19%	12%	3% *	N.D.
Tepper (1996)	San Diego	64%	14%	19%	4% *	N.D.
Day (1998)	San Diego	72.8%	8.3%	9.9%	7.4%	N.D.
Cortez <i>et al.</i> (2000)	Cuba	54%	22%	16%	8%	32%
Presente trabajo	San Quintín	77.27%	40.9%	36.36%	13.63%	31.81%

* = Valores aproximados

N.D. = No disponible.

Por último, como puede observarse en la tabla XVIII, los estudios que realizaron el análisis del comportamiento evasivo, muestran que la proporción de los avistamientos que presentaron dicho patrón, es similar con respecto al valor obtenido en el presente trabajo.

8.6. Distribución temporal

8.6.1. Corto plazo

Los movimientos diarios de los delfines en relación con las corrientes de marea presentaron un patrón (Fig. 19); sin embargo éste no fue concluyente. Se considera que el tamaño de la muestra (n=12) no fue suficiente para identificar en forma positiva esta relación, ya que no se realizaron suficientes observaciones con movimientos consistentes, que coincidieran con todos los estados de la marea (Tabla XII). No

obstante, es posible que esta diferencia indique alguna relación entre el número de manadas presentes con cada estado de la marea (Hansen, 1990, 1993), ya que sólo en corrientes de reflujo, el 75% y el 80% de las manadas presentaron comportamientos de alimentación y socialización, respectivamente (Schramm, 1993; Tepper, 1996). Por otra parte, se destaca el hecho de que en una ocasión se identificó un posible comportamiento evasivo de los tursiones hacia las corrientes costeras en el área.

Se ha planteado que la naturaleza impredecible de los movimientos de los animales puede verse aumentada por un hábitat expuesto y abierto (Wood, 1998). Sin embargo, los patrones de movimiento de muchas especies, y quizás la mayoría de los cetáceos, parecen estar regulados por la variabilidad de los recursos alimentarios (Norris y Dohl, 1980b; Wells *et al.*, 1980, 1987; Würsig y Würsig, 1980; Defran *et al.*, 1999). Las lagunas y esteros generalmente contienen altas concentraciones de nutrientes, zooplancton y peces (Moyle y Cech, 1982 en Ballance, 1992), por lo cual la distribución de los tursiones costeros generalmente se orienta hacia estos cuerpos de agua. Los antiestuarios, son más comunes en las costas de Baja California, éstos reciben poco aporte de agua dulce durante el año, lo cual ocasiona que la salinidad del agua se vuelva progresivamente mayor conforme se incursiona tierra adentro (Nybakken, 1982 en Ballance, 1982). Tanto los estuarios como los antiestuarios son de vital importancia en el desarrollo de algunas especies de amplio espectro ecológico, porque presentan una trampa nutricia primordial, y además es en ellos donde se cosecha la mayor parte de los recursos vivos que el hombre obtiene del mar (Plascencia, 1980).

Debido a las razones anteriores, en una gran cantidad de estudios se ha sugerido que en estos cuerpos de agua existe una relación entre los movimientos de *Tursiops* y las corrientes generadas por las mareas (Leatherwood, 1979; Würsig y Würsig, 1979a; Shane, 1977, 1980, 1990; Leatherwood y Reeves, 1983; Lockyer y Morris, 1987a; Schramm, 1993); y se ha determinado que dichas corrientes ejercen influencia sobre las actividades alimentarias de los delfines (Espinosa, 1986; Ballance, 1987; Sandoval, 1987; Acevedo, 1989; Hanson, 1990; Heckel, 1992; Hanson y Defran, 1993; Schramm, *op. cit.*; Williams *et al.*, 1993).

En algunos otros estudios, no se han podido determinar dichas relaciones, aunque se ha discutido que en presencia de mareas altas, los tursiones exploran zonas someras que se encuentran fuera de su alcance en las mareas más bajas, y esto presenta cierta tendencia de movimientos de exploración, relacionados principalmente con la búsqueda de alimentos (Lockyer, 1978; Irvine *et al.*, 1981; Dos Santos y Lacerda, 1987; Heckel, 1992; Tepper, 1996; Harzen, 1998).

La gran mayoría de los estudios de movimientos de los delfines con la marea, reportan exclusivamente la entrada y salida de estos cetáceos desde el mar, hacia algún canal o cuerpo de agua insertado en la costa (Würsig y Würsig, 1979b); por esta razón, los resultados de estos estudios no son directamente comparables con los del presente trabajo, ya que a la fecha no existen reportes formales de *Tursiops* dentro de la Bahía de San Quintín. Sin embargo, es bien sabido que estos delfines entran y salen de la bahía en forma frecuente.

A pesar de los resultados obtenidos en el análisis de movimientos diarios, debido a que la distribución y el uso de área mostraron agrupaciones consistentes en la parte norte del área de estudio (donde se presentó alimentación), se hace evidente la posible relación de los movimientos con las corrientes de marea; esto debido a que la bahía exporta nutrientes hacia las zonas vecinas, y se sabe que esta zona presenta valores de productividad hasta tres veces más altos en comparación con otras áreas donde también ocurren surgencias (Lara-Lara, 1975).

Es posible que una cantidad mayor de observaciones pueda confirmar la hipótesis que relaciona los movimientos de los tursiones, con las corrientes en la boca de Bahía San Quintín. De ser así, se ampliaría la larga lista de estudios que involucran estrategias de alimentación con respecto a la productividad y abundancia de las zonas relacionadas con bocas de estuarios, lagunas y desembocaduras de ríos.

En cuanto a la distancia recorrida por estas manadas, (< 2.8 km en el 67% de los casos), esto indica que los movimientos de los tursiones fueron a pequeña escala o muy lentos. Lo anterior se refuerza con el hecho de que la velocidad mínima de nado promedió 5.1 km/hr. Con respecto a lo anterior, la velocidad de desplazamiento de los

tursiones se ha reportado entre 2 y 5 km/hr (Irvine *et al.*, 1981; Acevedo, 1989; Kenney, 1990), aunque en otras poblaciones se han obtenido valores desde 4.3 hasta 9.9 km/hr (Saayman *et al.*, 1972; Würsig y Würsig, 1979a; Shane, 1980; Ward, 1998; Wood, 1998). Williams (1992 en Wood, 1998) reportó que la velocidad de nado de los delfines entre estos intervalos, no parece provocar una demanda energética alta, por lo cual la mayor parte de las poblaciones de tursiones exhiben desplazamientos a velocidades similares.

Cabe destacar que en diversos estudios se han reportado variaciones en la velocidad de los delfines a lo largo del día (Würsig y Würsig, 1979a); y por otra parte, se ha observado que la velocidad máxima de desplazamiento para los tursiones se encuentra en 37 km/hr (Ward, 1998). La interpretación de los datos de velocidad mínima de nado debe tomarse con reserva, ya que dichos valores se obtuvieron únicamente con la recta formada por el punto de inicio y fin de cada avistamiento; adicionalmente, la mayoría de los cálculos relativos a esta variable, se basaron en observaciones de 30 minutos ó menos. Por este motivo, es posible que la velocidad mínima de nado se encuentre de alguna manera subestimada.

En cuanto a la conducta evasiva de los delfines en relación con las corrientes costeras de retorno, se han realizado diversas observaciones en donde la distribución y los movimientos de los tursiones, se relacionan con los patrones de corrientes locales. Ross *et al.* (1989) propusieron que los movimientos ocasionales de los tursiones hacia mar adentro se deben a condiciones costeras no favorables (por ejemplo un incremento en la turbidez del agua). Morris *et al.* (1985) encontraron que la dirección normal de nado de los tursiones se encontraba influenciada por la descarga de material terrígeno procedente de un río en las costas de la Bahía de St. Yves (Gran Bretaña). De igual forma, Sandoval (1987) identificó tres puntos en los que los delfines cambiaron su dirección de nado debido a la presencia de corrientes de retorno en las costas de Ensenada.

Se ha sugerido que los sistemas de ecolocalización de estos cetáceos pueden ser intervenidos por la absorción de los ecos, causada por la arena, el lodo y las rocas arrastradas en las costas (Busnel, 1973). En el presente trabajo, el comportamiento

evasivo de los delfines con respecto a la corriente de retorno, sugiere que tanto la distribución, como los movimientos de los tursiones, se relacionan con las variables ambientales que provocan condiciones costeras desfavorables; sin embargo, es necesario hacer estudios detallados al respecto.

8.6.2. Mediano plazo

8.6.2.1 Patrones estacionales

La mayoría de los delfines observados durante el año de estudio se concentraron en los meses de verano, por lo cual la probabilidad de avistar un número determinado de manadas fue estadísticamente diferente a lo largo del muestreo. Por otra parte, la cantidad de manadas avistadas por temporada del año presentó valores similares, aunque se observó una disminución de la presencia de *Turisops* durante otoño y primavera. Dos posibles explicaciones surgen a raíz de estos datos, ambas restringidas por el número de navegaciones:

1. La proporción de grupos y de animales es estable a lo largo del año, pero debido a la baja frecuencia de observaciones, los muestreos representan datos puntuales y estos podrían ser valores extremos.
2. La tendencia observada es correcta, pero no se obtuvo suficiente continuidad en la escala temporal debido al número de navegaciones.

Debido a las características oceanográficas del área de estudio, se considera que la segunda explicación es más adecuada a la realidad. En los hábitats de aguas subtropicales de Baja California, existen cambios estacionales en la estructura de la temperatura superficial, y éstos también se encuentran afectados por las surgencias (Au y Perryman, 1985). Las surgencias derivadas de los vientos con dirección al ecuador, acarrear agua más fría y rica en nutrientes desde debajo de la termoclina hacia la superficie (Reilly y Fiedler, 1994). Se ha sugerido que la zona adyacente a la Bahía de San Quintín, presenta eventos de surgencia periódicos, y se ha tratado de comprobar, la frecuencia de estos eventos (Lara, 1980); sin embargo, se considera que

éstos tienden a ser más intensos en verano que en invierno (Álvarez, 1976 en Adame, 1983).

Debido a la presencia de las surgencias, la zona de San Quintín es considerada de alta productividad, (Lara-Lara, 1975; Adame, 1983). Por otra parte, los datos de flora marina para el área de estudio, indican que los mantos de algas se presentan con mayor frecuencia durante el verano, mientras que en invierno y primavera no se tienen registros sobre éstos (Hernández-Carmona *et. al*, 1989a, 1989b, 1991). También se ha reportado que las variaciones en la presencia de dichos mantos, dependen de ciertas características locales y regionales, tales como el tipo de sustrato o la presencia de surgencias, y estas características a su vez, determinan la distribución y abundancia de muchas otras especies.

Ward (1998) advirtió que la mayoría de los peces marinos costeros del sur de California (incluidos los consumidos en forma frecuente por *Tursiops*), como los miembros de la familia *Embiotocidae* y *Siaenidae*, desovan en verano y primavera, ya que sus larvas se ven favorecidas por las enriquecidas aguas que resultan de las surgencias (Lara-Lara, 1975).

Por otra parte, Stevens (1984 en Wood, 1998) documentó los restos de algunos cetáceos en los estómagos de tiburones mako (*Isurus oxirinchus*) y azul (*Prionace glauca*). Se ha sugerido que la aparición de tiburones en aguas costeras durante algunas épocas del año, podría impulsar a los delfines aparecer o desaparecer durante estos periodos (Würsig y Würsig, 1979b; Scott *et al.*, 1990; Wood, 1998). Por otra parte, Furlong (2000) indicó que el tiburón azul es una especie que se encuentra en forma frecuente en las costas de San Quintín.

Los pescadores locales afirman que durante el invierno los tiburones se acercan más a la costa y son de mayor tamaño; por el contrario, durante el verano son de menor tamaño. Adicionalmente, ellos aseguran que en invierno se llegan a extraer hasta 40 tiburones diarios por lancha (4 lanchas por salida), la mayoría de ellos jóvenes. Sin embargo, debe recordarse que estas especies no fueron encontradas en las costas someras de San Quintín (Rosales-Casián, 1996).

Debido a las consideraciones anteriores, es posible que en efecto exista una diferencia en el número de animales y de manadas en un ciclo anual, y esto se ve reforzado con los resultados obtenidos en los análisis de fotoidentificación a mediano y largo plazo.

En cuanto a la presencia de crías en las manadas, casi el 64% se presentaron durante el verano; sin embargo, no se encontró una diferencia estadística en su presencia a lo largo del año. Esto puede indicar una tasa reproductiva constante (Leatherwood, 1979); no obstante, dadas las características del área de estudio, se sospecha sobre la posibilidad de un incremento en el número de crías durante el verano, el cual estaría determinado por una mayor productividad en la zona, y menor presencia de depredadores, así como condiciones meteorológicas y oceanográficas más favorables. Estas tendencias fueron reportadas por Espinosa (1986) y Sandoval (1987), quienes encontraron un aumento en la proporción de crías en las manadas de tursiones costeros de la Bahía de Todos Santos (Baja California), principalmente durante verano y primavera.

Las interpretaciones realizadas deben tomarse con reserva, ya que el número y la duración de los muestreos, únicamente permite realizar aproximaciones sobre las tendencias observadas durante el periodo de estudio. De igual manera, cabe destacar que cuando se detecta una presencia de delfines en el área durante temporadas diferentes, podría inferirse que estos animales presentan estacionalidad; no obstante, si los animales que frecuentan estos lugares no son los mismos, no es posible determinar un patrón, y mucho menos aplicarlo a la población en general.

8.6.2.2 Fotoidentificación 1999-2000

A lo largo de un año, se obtuvieron 165 aletas reconocibles, y 124 individuos diferentes; sin embargo ninguno de los tursiones fue recapturado más de tres veces en el área de estudio. La mayoría de los individuos recapturados fueron avistados en días consecutivos durante el mismo mes, y más de la mitad de los delfines en cada navegación fueron animales nuevos. Se encontró un posible patrón de recurrencia al

sitio con el 15.6% de los delfines ($n=17$), el cual coincidió con los meses de verano e invierno, y pocos permanecieron en el área durante dos temporadas consecutivas. Adicionalmente, ninguno de estos animales fue avistado en el mismo grupo con un delfín particular más de dos veces.

Se han realizado una gran cantidad de estudios sobre los movimientos de los tursiones a lo largo del año; algunos de ellos muestran poblaciones residentes todo el año, aunque una pequeña proporción de los individuos registrados tienden a aparecer y desaparecer durante ciertas épocas (Würsig, 1978; Shane, 1980; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Williams *et al.* 1993; Wood, 1998); incluso se ha reportado que algunos tursiones han permanecido en la misma zona por más de 20 años (Irvine *et al.*, 1981). Estos estudios han propuesto que la permanencia de los tursiones en dichas áreas, se relaciona principalmente con una estabilidad en la producción de recursos alimentarios a lo largo del tiempo.

En contraste, se han reportado lugares en los cuales la mayoría de los tursiones son avistados una sola vez, o desaparecen de la zona durante largos periodos de tiempo. Hogan (1975, en Espinosa, 1986) propuso que las causas posibles de esto son la migración, y la distribución discontinua de los recursos alimentarios a lo largo de las costas. El porcentaje de animales nuevos en cada tipo de costa es muy variable; dicha proporción varía entre el 30 y el 65% (Hansen, 1983; Ballance, 1987, 1992; Weigle, 1990; Hansen y Defran, 1993; Cortez *et al.*, 2000), y en muchos estudios no se ha encontrado una tendencia estacional de recurrencia al sitio durante ninguna época del año. Los estudios a este respecto han indicado que las áreas de estudio con mayor número de animales nuevos, generalmente representan áreas de paso para tursiones de zonas aledañas.

A la luz de estos trabajos, la baja proporción de animales recapturados en meses diferentes (15.6%), indica que las costas de San Quintín son visitadas por animales no residentes; de igual forma, el intervalo de tiempo entre la primera y última capturas ($\bar{x}=3.8$ meses) indica que estos delfines permanecen en el área por poco tiempo; sin embargo, el tiempo entre recapturas no debe ser tomado como criterio único para establecer la residencia (Ballance, 1987; Schramm, 1993).

El valor encontrado para las recapturas de los tursiones en San Quintín, refleja una tendencia de recurrencia al sitio en un periodo más corto del observado en otras poblaciones abiertas (Espinosa, 1985; Ballance, 1987; Weller, 1991), al igual que un periodo de permanencia breve. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que el intervalo de tiempo entre los muestreos de este trabajo (30 días), implica una baja continuidad en la escala temporal; en forma adicional, el uso de tursiones identificados en 3 ocasiones durante diferentes muestreos, no es una práctica común cuando se trata de establecer residencia, ya que generalmente se utilizan individuos con más de 10 recapturas (Ballance, 1987, 1992; Weller, 1991; Schramm, 1993; Rossbach y Herzing, 1999). Por estos motivos, es posible que la determinación de la fidelidad al sitio en los tursiones de San Quintín no sea concluyente.

No obstante, se deben considerar los resultados obtenidos por Caldwell (1992), quien encontró que sólo el 38% de los 105 delfines identificados en San Quintín durante 1990, fueron avistados entre 2 y 4 veces; sin embargo, el 77.5% de ellos fueron recapturados durante los dos días siguientes a su primer avistamiento; esto deja un total de nueve delfines (8.5% del total) fotografiados en meses de muestreo diferentes. Si se toma en cuenta que los muestreos de 1990 fueron más puntuales e intensivos (en comparación con el presente trabajo), se deduce que los pocos tursiones que regresan a la zona de San Quintín, lo hacen durante periodos cortos (días), ya que comúnmente son avistados en días consecutivos, y según lo obtenido en el presente trabajo, no vuelven a presentarse sino hasta después de varios meses de ausencia. Por lo tanto los movimientos a corto plazo determinados en este trabajo coinciden con lo reportado diez años atrás.

Cabe aclarar que los resultados obtenidos del presente análisis, se consideran representativos únicamente durante el periodo de muestreo (1999-2000). Esto es debido a que se ha reportado que hasta el 63% de los delfines identificados en las costas del Pacífico, son capturados y recapturados durante un solo año, y no vuelven a observarse en el área (Weller, 1998). En relación con este punto, se pueden observar los resultados obtenidos de los movimientos anuales de algunas poblaciones de tursiones no residentes (Tabla XIX). Es importante considerar la influencia del esfuerzo

aplicado, en relación con la proporción de animales detectados en un periodo de tiempo determinado

Tabla XIX.- Distribución comparativa de avistamientos de tursiones no residentes. Los números indican el porcentaje desglosado para cada estación del año, con respecto al total de individuos identificados durante el tiempo de estudio.

Autor		Weller (1998)	Presente trabajo	Caldwell (1992)
Área de estudio		San Diego	San Quintín	San Quintín
Porcentaje de individuos avistados durante:	Una estación del año	61%	91.9%	96.2%
	Tres estaciones consecutivas	13.7%	0%	N.A.
	Dos estaciones consecutivas	12.8	2.4%	3.8%
	Dos estaciones no consecutivas	7.1	5.6%	N.A.
	Todo el año	5.9	0%	N.A.
	Únicamente otoño	18%	5.6%	N.A.
	Únicamente verano	16.6	75%	34.3%
	Únicamente invierno	15.7	8.9	N.A.
	Únicamente primavera	10.2	0%	61.9%
	Número de Individuos	782	124	105
Número de navegaciones		45	12	8
Duración del estudio		4 años	1 año	3 meses

N.A.= No aplica.

Hanson (1990) estableció que existen diferentes patrones de distribución y estructuras sociales entre las poblaciones de tursiones genéticamente aisladas, y que esto puede ser el resultado de las diferencias en los recursos ecológicos usados por estas poblaciones. Tanto la residencia como la migración de las especies, representan grados variables de flujo genético, y en el tiempo geológico, esto podría traducirse en un incremento en el éxito de la especie, propiciado por una mejor adaptación a un solo lugar, o por el contrario, a condiciones ambientales diversas.

El bajo grado de residencia encontrado en una pequeña proporción de tursiones, es característico de hábitats con un sistema abierto (Ballance, 1987), e implica que estos delfines únicamente transitan dentro y fuera de la zona de estudio (Weigle, 1990, Morton, 2000). Los sistemas abiertos proveen a los animales de un mayor espacio y mayor diversidad de hábitat para realizar sus actividades, como en el área de San Quintín; sin embargo, el área muestreada en relación con la distribución de los delfines individualizados, tiene un papel muy importante en determinar el grado de asociación

entre ellos, y argumentar si todos provienen de la misma comunidad (Rossbach y Herzing, 1999). Por tal motivo, los estudios de tursiones costeros en el Pacífico han ampliado sus límites geográficos a lo largo del tiempo.

Wilson *et al.* (1997) sugieren que el hecho de que los delfines se encuentren más comúnmente durante cierta época del año, puede deberse a las variaciones espaciales en las condiciones locales, lo cual podría resultar en áreas más propicias para actividades reproductivas, de alimentación (Irvine *et al.*, 1981), o para evitar a los depredadores (Scott *et al.*, 1990). Además, se ha observado que algunas poblaciones de delfines costeros exhiben incrementos en actividades sociales y/o reproductivas durante alguna temporada del año (Hanson y Defran, 1993), y en algunas costas, los tursiones muestran un número mayor de crías y actividad reproductiva durante determinadas épocas del año (Gunter, 1942; Mearns, 1979 en Sandoval, 1987; Hanson, 1990; Scott *et al.*, 1990; Shane, 1990; Weller, 1998). Las consideraciones anteriores reflejan nuevamente una capacidad de carga limitada en el área de San Quintín, la cual se ve favorecida durante algunas épocas del año, principalmente durante el verano.

Por otra parte, en cuanto al hecho de que ningún tursión coincidiera en más de dos ocasiones en el mismo grupo con otro delfín particular, se propone lo siguiente:

1. Los miembros de la población podrían no estar presentes en la misma localidad en un tiempo determinado, y debido a la corta duración de los muestreos, en conjunto con la baja continuidad espacial, y el alto porcentaje de individuos nuevos, es muy posible que no se haya analizado a toda la población.
2. Existe un alto grado de intercambio de individuos entre grupos de tursiones costeros (Norris y Dohl, 1980a); además la composición de los grupos es generalmente dinámica, y los grupos se encuentran comprometidos en procesos fluidos de intercambio de individuos, los cuales ocurren en periodos de tiempo variables (Weller, 1991, 1998).

Sin embargo, en algunos casos los individuos pueden mantener asociaciones estables a largo plazo, y dichas asociaciones pueden tener repercusiones en el intercambio genético de una o varias poblaciones aledañas (Irvine y Wells, 1972; Würsig, 1978, Wells *et al.*, 1980; Gruber, 1981 en Balance, 1987; Wells *et al.*, 1987; Würsig y Harris, 1990 en Weller, 1991).

Ambos estudios, tanto el de Caldwell (1992), como la presente tesis, conforman estudios puntuales en la escala espacial y temporal; sin embargo, el complemento de ambos permite realizar comparaciones sobre la dinámica de los tursiones que frecuentan el área. Mediante los resultados de este trabajo no se pretende caracterizar la dinámica de la población a largo plazo; sin embargo, se considera que dichos datos reflejan las tendencias observadas durante el periodo de estudio.

8.6.3. Largo plazo

Sólo el 4% del total de individuos identificados durante el presente estudio habían sido identificados con anterioridad en la misma área (Caldwell, 1992). Durante 1999 y 2000, la mayoría de ellos fueron vistos durante el verano, y sólo uno en invierno; en contraste, la mayoría de los delfines identificados 10 años antes fueron avistados a finales de primavera y el resto durante el verano. Cabe destacar que en 1990, algunos de estos delfines fueron vistos en el mismo grupo, sin embargo durante el presente estudio, aunque algunos de ellos fueron vistos el mismo día, no coincidieron en la misma manada.

Como se mencionó anteriormente (ver abundancia relativa), el alto porcentaje de individuos nuevos en ambos trabajos (Caldwell, 1992; este estudio) sugiere que el área de estudio es visitada por una cantidad mayor a sólo los delfines identificados durante ambos muestreos, lo cual exhibe a los delfines de San Quintín como parte de una población abierta (Caldwell, *op. cit.*; Caldwell *et al.*, 1993). Por otro lado, hay que considerar que en ambos casos el esfuerzo fue bajo en comparación con otros estudios donde se ha analizado el grado de residencia de una población.

El hecho de que el mayor número de recapturas durante años diferentes, haya coincidido con los meses de verano, podría reflejar un esfuerzo desequilibrado, esto en

virtud de que los avistamientos realizados durante 1990, se concentraron principalmente en dos estaciones del año. En contraste, se debe considerar que el presente estudio cubrió de igual forma las cuatro estaciones del año. Por lo tanto, si los delfines se encontraran en el área de estudio durante un ciclo anual, tendrían la misma probabilidad de ser recapturados en cada temporada; no obstante, la mayoría de las recapturas a largo plazo ocurrió en verano.

Los resultados obtenidos de los movimientos a mediano y largo plazo, son consistentes al indicar una mayor tasa de recapturas durante el verano, y sugieren que efectivamente existe un incremento en el número de animales que visitan las costas durante esa temporada. Es posible que la frecuencia y duración de los muestreos, no haya sido suficiente para discernir la tendencia real, sin embargo, debe recordarse que durante cada navegación, casi la totalidad de los delfines presentes en el área fueron individualizados. De igual forma, las bajas tasas de reavistamiento, así como la alta movilidad y fluctuaciones continuas en la composición de los grupos, reflejan la independencia entre las muestras (Tepper, 1996), por lo cual, es posible que los datos obtenidos sean representativos.

Los estudios en sistemas semi-cerrados contradicen los hallazgos realizados en sistemas con costas abiertas. Por ejemplo, Scott *et al.* (1996) estudiaron una población de tursiones en las costas de Sarasota (Florida) durante 25 años (sistema semi-cerrado), y determinaron que de 106 delfines presentes en su área de estudio, una gran cantidad son residentes a largo plazo. Además, los autores encontraron que 9 de los 12 delfines marcados al inicio de su estudio (1970-1971) todavía se encontraban presentes en dicha población.

La interpretación que se realice sobre los resultados derivados del análisis de la estabilidad de una población, en diferentes áreas geográficas, se encuentra íntimamente ligada a la magnitud del área de estudio, al esfuerzo realizado, y al método empleado. Shane *et al.* (1986) indicaron que los límites del ámbito hogareño de los delfines, no necesariamente coinciden con los del área de estudio definidas por un investigador. De igual manera, las observaciones derivadas de un muestreo desequilibrado, escaso, o de corta duración, no permiten una aproximación objetiva a

la dinámica de la población bajo estudio. Particularmente en delfines, los estudios en los que se colecta información biológica durante poco tiempo, aportan una imagen simple de una compleja sociedad de seres, cuyas vidas suelen ser largas (Caldwell, 1992); además, los estudios a largo plazo proveen la oportunidad de analizar un espectro de variables más amplio en una investigación científica (Irvine *et al*, 1981). Otro de los aspectos más relevantes en los estudios a largo plazo es el dar seguimiento a los cambios de forma continua, para reforzar las interpretaciones que se hagan respecto a la información recopilada sobre la especie bajo estudio (Scott *et al*, 1996).

De lo anterior se deriva que los muestreos del presente estudio no fueron exhaustivos, por lo tanto, los resultados son preliminares acerca de la forma en que los tursiones se distribuyen y usan el área de estudio durante un ciclo anual. No obstante, la combinación de los resultados de ambos trabajos (Caldwell, 1992 y este estudio) sugiere la posibilidad de que las tendencias encontradas sean representativas, cuando menos en el tiempo de duración de cada estudio. Lo anterior se debe a que, a pesar de las diferencias en el esfuerzo, los delfines estudiados presentaron prácticamente las mismas tendencias, aún cuando no se trató de los mismos individuos. De esta manera es posible proponer que la dinámica poblacional de los tursiones que frecuentan las costas de San Quintín, no ha cambiado en comparación con las tendencias encontradas hace diez años.

En cuanto a la poca estabilidad de los grupos, los datos parecen indicar que los muestreos realizados en el área de estudio, registraron observaciones sobre una pequeña proporción de los animales que utilizan estas costas. No obstante, el hecho de que algunos animales hayan coincidido en un grupo durante 1990, y hayan sido observados diez años más tarde, en diferentes grupos, pero el mismo día, parece sugerir que algunos de estos animales se desplazan juntos; sin embargo, debido al alto grado de intercambio de individuos entre los grupos (Weller, 1991), no fue posible establecer una relación interindividual a largo plazo.

9. CONCLUSIONES

1. El tamaño de los grupos de tursiones (8 ± 6 animales) en la costa al sur de San Quintín, es menor en comparación con otras poblaciones que habitan en sistemas abiertos; y es posible que esto se deba a la capacidad de carga del sistema, y a la baja presencia de los depredadores.
2. No se encontraron diferencias en el tamaño de los grupos a entre temporadas del año; sin embargo, se observó un aumento significativo ($p < 0.05$) en el número de individuos de los grupos con crías.
3. Se encontraron dos áreas con mayor frecuencia de avistamientos de tursiones, y se detectó una relación entre las características ambientales de éstas áreas, con la distribución y el comportamiento de *Tursiops truncatus*.
4. Los tursiones avistados en el área de estudio pertenecen al ecotipo costero; éstos delfines prefirieron la región comprendida entre 250 y 500 m de la costa, una profundidad menor a 7 metros y un tipo de fondo arenoso.
5. No se encontró una relación entre los movimientos de los delfines y las mareas; no obstante, se encontró una relación entre las actividades alimentarias y la zona cercana a la boca de Bahía San Quintín.
6. Los tursiones son observados en el área de estudio en forma frecuente; sin embargo, utilizan la costa al sur de San Quintín durante periodos cortos.
7. La costa adyacente al sur de San Quintín representa una zona de tránsito. La gran mayoría de los tursiones son vistos en una sola ocasión, y los que regresan al sitio, lo hacen después de varios meses de ausencia, con una tendencia marcada hacia los meses de verano.
8. Los tursiones que frecuentan el área de estudio, se agregan en grupos con composición flexible; estos animales pertenecen a una población abierta y más grande.

9. El catálogo de fotoidentificación elaborado durante el presente estudio, contiene hasta la fecha, las fotografías de las aletas dorsales de 220 tursiones diferentes; sin embargo, es posible que la población sea mucho mayor.
10. La representatividad de los resultados obtenidos en el presente estudio es limitada debido al número de recorridos realizados; a pesar de este inconveniente, fue posible describir e interpretar algunos de los procesos en la ecología de los tursiones que frecuentan las costas al sur de San Quintín.

10. RECOMENDACIONES

1. Es necesario que los estudios posteriores sean continuos (3 días por cada muestreo), y con mayor frecuencia (al menos dos veces por mes). De esta forma se podrá dar seguimiento de un modo más preciso a los cambios que ocurran; en consecuencia, la confiabilidad de las pruebas estadísticas (y de las interpretaciones que de éstas se deriven) se verá aumentada.
2. Los estudios deben ser a mediano o largo plazo (2 años como mínimo), con el objeto de comparar, cuando menos en forma anual, los resultados obtenidos.
3. Las observaciones deberán tener mayor extensión geográfica, es decir, el área de estudio debe extenderse hacia el sur, ya que es posible que la población se distribuya hacia latitudes más bajas.
4. Los estudios posteriores deberán ser realizados por personal experimentado, de modo que los métodos se realicen de manera adecuada y los datos obtenidos sean confiables.
5. Debido a la escasa información sobre las poblaciones de *Tursiops* en Baja California, esta especie debe ser incluida en los Planes de Ordenamiento Ecológico del Estado, y deben crearse los programas y mecanismos correspondientes para su investigación, protección y aprovechamiento.
6. En relación con el punto anterior, es necesario estimar la abundancia absoluta de los tursiones en ésta y otras zonas a lo largo de la península.

11. REFERENCIAS

- Acevedo, A. 1989. Uso del área por el tursión (*Tursiops truncatus*) en la ensenada de La Paz, durante el verano de 1987. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur. México. 115 pp.
- Acevedo, A. 1991. Interactions between boats and bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*, in the entrance to Ensenada de La Paz, Mexico. **Aquat. Mamm.** 17(3):120-4.
- Allen, M.C. y A. Read. 2000. Habitat selection of foraging bottlenose dolphins in relation to boat density near Clearwater, Florida. **Mar. Mamm. Sci.** 16(4):815-24.
- Altman, J. 1974. Observational study of behavior sampling methods. **Behaviour** 49:227-67.
- Álvarez, F.C., A. Aguayo y P.S. Nolasco. 1991. Prospección de tursiones (*Tursiops truncatus*) en el área circundante a laguna de Mecoacán en el Estado de Tabasco. Laboratorio de Vertebrados, Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México. No publicado. 19 p.
- Álvarez-Borrego, S. y A. Chee-Barragán. 1976. Distribución superficial de fosfatos y silicatos en Bahía de San Quintín, B.C. **Ciencias Marinas**. 3(1):51-61.
- Andrews, R.C. 1911. Description of an apparently new porpoise of the genus *Tursiops*, with remarks upon a skull of *Tursiops gillii* Dall. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 30:233-237.
- Au, D.W. y W.L. Perryman. 1982. Movement and speed of dolphin schools responding to an approaching ship. **Fish. Bull.** 80(2):371-9.
- Au, D.W. y W.L. Perryman. 1985. Dolphin habitats in the eastern tropical Pacific. **Fish. Bull.** 83(4):623-43.
- Au, D.W., W.L. Perryman y W.F. Perrin. 1979. Dolphin distribution and the relationship to environmental features in the Eastern Tropical Pacific. **National Marine Fisheries Service/Southwest Fisheries Center**. Reporte Administrativo. **LJ-79-43**. 59 pp.
- Axelrod, R. y W.D. Hamilton. 1981. The evolution of cooperation. **Science**. 211(27):1390-211.
- Ballance, L.T. 1987. Ecology and behavior of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the Gulf of California, Mexico. Tesis de maestría. Facultad del departamento de Biología. Universidad Estatal de San José. San José, CA. E.U.A. 49 pp.
- Ballance, L.T. 1992. Habitat use patterns and ranges of bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. **Mar. Mamm. Sci.** 8(3):262-74.
- Ballance, L.T., R.L. Pitman y S.B. Reilly. 1997. Seabird community structure along a productivity gradient: Importance of competition and energetic constraint. **Ecology**. 78(5):1502-18.
- Barco, S.G., W.M. Swingle, W.A. McLellan, R.N. Harris. y D.A. Pabst. 1999. Local abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the nearshore waters of Virginia Beach, Virginia. **Mar. Mamm. Sci.** 15(2):394-408.

- Barlow, J. 1990. A birth – interval model for estimating cetacean reproductive rates from resighting data. **Rep. Int. Whal. Comm.** (edición especial) 12:155-60.
- Baylock, R.A. 1988. Distribution and abundance of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), in Virginia. **Fish. Bull.** 86(4):797-805.
- Bearzi, G., G. Notarbartolo-Di-Sciara y E. Politi. 1997. Social ecology of bottlenose dolphins in Kvarneric (northern Adriatic Sea.). **Mar. Mamm. Sci.** 13(4):650-68.
- Bigg, M.A., G.M. Ellis y K.C. Balcomb. 1986. The photographic identification of individual cetaceans. **Whalewatcher** 20(2):10-2.
- Bruce-Allen, L.J. y J.R. Geraci. 1985. Wound healing in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). **Can. Jour. Fish. Aqua. Sci.** 42:216-28
- Busnell, R.G. 1973. Symbiotic relationship between man and dolphins. Meeting of the Section of Psychology. Francia. 112-131p.
- Calderón A., L.E. 1992. Análisis de la infauna béntica de San Quintín, Baja California, con énfasis en su utilidad en la evaluación del impacto ambiental. *Ciencias Marinas*. 18(4): 27-46.
- Caldwell, D.K. 1955. Evidence of home range of an Atlantic bottlenose dolphin. **J. Mammal.** 36(2):304-5.
- Caldwell, M. 1992. A comparison of bottlenose dolphins identified in San Quintín and the Southern California Bight. Tesis de Maestría. Universidad Estatal de San Diego. San Diego, CA., E.U.A..58 pp.
- Caldwell, D.K. y F.B. Golley. 1965. Marine mammals from the coast of Georgia to Cape Hatteras, **J. Elisha Mitchell Sci. Soc.** 81:24-32.
- Caldwell, D.K y H. Fields. 1959. Surf-riding by Atlantic bottlenosed dolphins. **J. Mamm.** 40(3):454-55.
- Caldwell, D.K. y M.C. Caldwell. 1968. The dolphin observed. **Nat. Hist.** 77(8): 58-65.
- Caldwell, D.K., R.H. Defran y D.W. Weller. 1993. A comparison of bottlenose dolphins identified in San Quintín and Southern California Bight. Cetacean Behavior Laboratory. San Diego State University. San Diego, California, E.U. (Reporte interno) 12 pp.
- Carwardine, M. 1995. Whales, Dolphins and Porpoises. Ed. Dorling Kindersley Publishing, Inc. Nueva York, E.U. 256 pp.
- Castello, H., Y. Alaníz y C. Vega. 2000. Los delfines en México: Un informe crítico. Reporte de Conservación de Mamíferos Marinos de México, A.C. No publicado. México, D.F. 38 pp.
- Castro B., T. 1982. Densidad, diversidad y distribución de los grupos zooplanctónicos en relación con algunos nutrientes y productos de degradación de la clorofila a, en la Bahía San Quintín, Baja California. **Ciencias Marinas**. 8(1):1-19.

- Chávez-de-Nishikawa, A. y S. Álvarez-Borrego. 1974. Hidrología de la Bahía de San Quintín, Baja California en invierno y primavera. **Ciencias Marinas**. 1(2):31-62.
- Chirighin, L. 1987. Mother-calf spatial relationships and calf development in the captive bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). **Aqua. Mamm.** 13(1):5-15.
- Cockroft, V.G., A.C. De Kock, D.A. Lord y G.J.B. Ross. 1989. Organochlorines in bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* from the east coast of South Africa. **S. Afr. J. Mar. Sci.** 8:207-217.
- Cockroft, V.G., G.J.B. Ross y V.M. Peddemors. 1990. Bottlenose dolphin distribution in Natal's coastal waters. **S. Afr. J. Mar. Sci.** 9:1-10.
- Cortez A. M.A., H. Pérez C. Y Lio A.V. 2000. Abundancia y distribución de delfines tonina (*Tursiops truncatus*) en áreas adyacentes a Cayo Coco, Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. Informe Final (no publicado), Diciembre del 2000. Dolphin Discovery, La Habana, Cuba. 52 p.
- Day, J.R. 1998. Nocturnal movements and behavior patterns of Pacific coast bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Tesis de Maestría. Universidad Estatal de San Diego. San Diego, CA., E.U.A..128 pp.
- Defran, R.H. y D.W. Weller. 1999. Occurrence, distribution, site fidelity, and school size of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off San Diego, California. **Mar. Mamm. Sci.** 15(2):366-380.
- Defran, R.H., D.W. Weller, D.L Kelly y M.A. Espinosa .1999. Range characteristics of Pacific coast bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Southern California Bight. **Mar. Mamm. Sci.**15(2):381-393.
- Defran, R.H., G.M. Shultz y D.W. Weller. 1990. A technique for the photographic identification and cataloging of dorsal fins of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). **SC/A88/P4 Rep. Int. Whal. Commn.** 12:53-55
- Del Valle L.I. y H. R. Cabrera M. 1981a. Aplicación de un modelo numérico unidimensional a Bahía San Quintín, B.C. verano de 1977. **Ciencias Marinas**. 7(1):1-15.
- Del Valle L.I. y H. R. Cabrera M. 1981b. Análisis estadístico de condiciones hidrodinámicas en la Bahía de San Quintín, B.C. verano de 1977. **Ciencias Marinas**. 7(1):17-29.
- Departamento de la Armada (Corps of Engineers). 1977. Shore Protection Manual. Vol. I. 3ª. Edición. Oficina de Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos. Washington, D.C., E.U.A. 135 pp.
- Dirección General de Ecología del Estado de Baja California. 1995. Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California (1995-2000). Tomo C11, No. 42. Publicado el 8 de septiembre de 1995. Mexicali, Baja California, México.
- Di Sciara, G.N., M.C. Venturino, M. Zanardelli, G. Bearzi, F.J. Borsani y B. Cavalloni. 1993. Cetaceans in the central Mediterranean Sea: Distribution and sighting frequencies. **Boll. Zool.** 60(1):131-8.

- Dos Santos, M.E. y M. Lacerda. 1987. Preliminary observations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado estuary (Portugal). **Aqua. Mamm.** 13(2):65-80.
- Duffield, D.A., S.H. Ridgway, L.H. Cornell. 1983. Hematology distinguishes coastal and offshore forms of dolphins (*Tursiops*). **Can. J. Zool.** 61:930-3.
- Escobar F., R. y J.I. Arenillas C. 1987. Aspectos zoogeográficos de la ictiofauna en los mares adyacentes a la península de Baja California, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, México. 217 pp.
- Espinosa, M.A. 1986. Biología poblacional del delfín costero *Tursiops truncatus* en la costa noroccidental de Baja California, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, México. 54 pp.
- Essapian, F.S. 1953. The birth and growth of a porpoise. **Nat. Hist.** 62(9):292-99.
- Evans, W.E. 1971. Orientation behavior of delphinids: radio telemetric studies. **Ann. N.Y. Acad. Sci.** 188:142-160.
- Fitch, J.E. y R.L. Brownell. 1968. Fish otoliths in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. **J. Fish. Res. Bd. Can.** 25(12):2561-74.
- Flores-Báez, B.P., S.A. Sañudo-Whilhelmy, E.A. Gutiérrez-Galindo y M.S. Galindo-Bect. 1987. DDT en la almeja Pismo *Tivela stultorum* (Mawe) de San Quintín, Baja California. **Ciencias Marinas.** 13(2):19-24.
- Forney, K.A. y J. Barlow. 1998. Seasonal patterns in the abundance and distribution of California cetaceans, 1991-1992. **Mar. Mamm. Sci.** 14(3):460-89.
- Furlong E, E. 2000. Caracterización de la captura de tiburón azul (*Prionace glauca*, Linnaeus, 1758) descargado en Ensenada, Baja California. Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada, Baja California, México. 61 pp.
- Futch, C.R. 1966. Lisa, the Florida black mullet. Fla. State Board Conserv. Mar. Lab. Salt Water Fish. Leaflet. 6. 6 p.
- Galindo B., S. y B.P. Flores B. 1982. Hidrología comparativa en la boca de dos sistemas antiestuarinos de Baja California durante otoño e invierno. **Ciencias Marinas.** 8(1):97-108.
- Gao, A., K. Zhou y Y. Wang. 1995. Geographical variation in morphology of bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) in Chinese waters. **Aqua. Mamm.** 21(2):121-35.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, D.F. 71 pp.
- Gaskin, D.E. 1982. The ecology of whales and dolphins. Heineman Press, Londres. 257 pp.
- Gaskin, D.E., G.J.D. Smith y A.P. Watson. 1975. Preliminary study of movements of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Bay of Fundy using radiotelemetry. **Can. J. Zool.** 53: 1466-71.

- Goodwin, J.A., B.D. Durham, V.M. Peddemors y V.G. Cockroft. 1996. Genetic variation in the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* along the KwaZulu/Natal coast, South Africa. **S. Afr. Jour. Mar. Sci.** 17:225-32.
- Gunter, G. 1942. Contributions to the natural history of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* (Montague), on the Texas coast, with particular reference to food habits. **J. Mamm.** 23:267-76.
- Gunter, G. 1951. Consumption of shrimp by the bottle-nosed dolphin. **J. Mamm.** 32(4):465-6.
- Gunnlaugson, T. y J. Sigurjónsson. 1990. A note on the problem of false positives in the use of natural marking data for abundance estimation. **Rep. Int. Whal. Comm.** (edición especial) 12:143-5.
- Gutiérrez G., E.A., S.A. Sañudo W, y B.P. Flores B. 1983a. Variación espacial y temporal de pesticidas organoclorados en el mejillón *Mytulus californianus* (Conrad) de Baja California. Parte I. **Ciencias Marinas.** 9(1):7-18.
- Gutiérrez G., E.A., B.P. Flores B, y S.A. Sañudo W. 1983b. Variación espacial y temporal de bifenilos policlorados (Aroclor 1254) en el mejillón *Mytulus californianus* (Conrad) de Baja California. Parte II. **Ciencias Marinas.** 9(1):19-25.
- Gutiérrez G., E.A., G. Flores M., y J.A. López M.. 1984. DDT en el ostión *Crassostrea gigas* (Thunberg) cultivado en la Bahía San Quintín, Baja California. **Ciencias Marinas.** 10(3):17-30.
- H. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. 1996. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Ed. Delma. 3ª edición. México, D.F. 220 pp.
- Hamilton, P. V. y R. T. Nishimoto. 1977. Dolphin predation on mullet. **Flo. Sci.** 40(3):251-2.
- Hammond, P.S., S.A. Mizroch y G.P. Donovan (Eds.). 1990. Report of the workshop on individual recognition and the estimation of cetacean population parameters. **Rep. Int. Whal. Comm.** (edición especial 12). 3-17.
- Hansen, L.J. 1983. Population biology of the coastal bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) of Southern California. Tesis de Maestría. Universidad Estatal de California. Sacramento, CA., E.U.A. 104 p.p.
- Hansen, L.J. 1990. California coastal bottlenose dolphin. Págs. 403-420. **En:** S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds.). The Bottlenose Dolphin. Academic Press, San Diego, CA, E.U. 653 pp.
- Hansen, L.J. y R.H. Defran. 1990. A comparison of photo-identification studies of California coastal bottlenose dolphins. **Rep. Int. Whal. Comm.** (edición especial) 12: 101-4.
- Hanson, M.T. y R.H. Defran. 1993. The behaviour and feeding ecology of the Pacific coast bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. **Aqua. Mamm.** 19(3):127-142.
- Harrison, B.J., R.C. Boice y R.L. Brownell. 1969. Reproduction y wild and captive dolphins. **Nature.** 222:1143-7.

- Harzen, S. 1998. Habitat use by the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado estuary, Portugal. **Aqua. Mamm.** 24(3):117-28.
- Heckel, D.G. 1992. Fotoidentificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 164 pp.
- Hernández-Carmona, G., Y.E. Rodríguez-Montesinos, J.R. Torres-Villegas, I. Sánchez-Rodríguez y M.A. Vilchis. 1989. Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) en Baja California, México. I. Invierno 1985-1986. **Ciencias Marinas.** 15(2):1-27.
- Hernández-Carmona, G., Y.E. Rodríguez-Montesinos, J.R. Torres-Villegas, I. Sánchez-Rodríguez, M.A. Vilchis y O. García-de la Rosa. 1989. Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) en Baja California, México. II. Primavera 1986. **Ciencias Marinas.** 15(4):117-40.
- Hernández-Carmona, G., Y.E. Rodríguez-Montesinos, M.M. Casas-Valdéz, M.A. Vilchis y I. Sánchez-Rodríguez. 1991. Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) en Baja California, México. III. Verano 1986 y variación estacional. **Ciencias Marinas.** 17(4):121-45.
- Hersh, S.L. y D.A. Duffield. 1990. Distinction between Northwest Atlantic offshore and coastal bottlenose dolphins based on hemoglobin profile and morphometry. Págs. 129-39. **En:** S. Leatherwood y R. Reeves (Eds.). The Bottlenose Dolphin. Academic Press, San Diego, CA., E.U. 653 pp.
- Hersh, S.L., D.K. Odell y E.D. Asper. 1990. Bottlenose dolphin mortality patterns in the Indian/Banana River system of Florida. Págs. 155-64. **En:** S. Leatherwood y R. Reeves (Eds.). The Bottlenose Dolphin. Academic Press, San Diego, CA., E.U. 653 pp.
- Hershkovitz, P. 1966. Catalog of living whales. **Bull. U.S. Nat. Mus.** 246:1-259.
- Hewitt, R.P. 1985. Reaction of dolphins to a survey vessel: effects on census data. **Fish. Bull.** 83(2):187-93.
- Hoese, H.D. 1971. Dolphin feeding out of water in a salt marsh. **J. Mamm.** 52(1):222-3.
- Howard, C.J. 1996. Mis amigos los delfines. Ediciones Martínez Roca, S.A. España. 315 pp.
- Huey, L.M. 1964. The mammals of Baja California, Mexico. Transactions of the San Diego Society of Natural History. 13(7):85-168.
- Hui, C.A. 1979. Undersea topography and distribution of dolphins of the genus *Delphinus* in the southern California Bight. **J. Mamm.** 60(3):521-27.
- Hui, C.A. 1985. Undersea topography and the comparative distribution of two pelagic dolphins. **Fish. Bull.** 83(3):472-75.
- Irvine, B. y R.S. Wells. 1972. Results of attempts to tag Atlantic bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*). **Cetology.** 13:1-5.

- Irvine, A.B., M.D. Scott, R.S. Wells y J.H. Kaufmann. 1981. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. **Fish. Bull.** 79(4):671-688.
- Johnson, K.M. 1999. A multi-dimensional bahavioral analysis of Pacific coast bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. Propuesta de Tesis de Maestría. Universidad Estatal de San Diego. San Diego, CA., E.U.A..(No publicada) 51 p.
- Karczmarski, L., V.G. Cockcroft. y A. McLachlan. 2000. Habitat use and preferences of Indo-Pacific humpback dolphins *Sousa chinensis* in Algoa Bay, South Africa. **Mar. Mamm. Sci.** 16(1):65-79.
- Kasuya, T., y N. Oguro. 1972. A new tagging method of dolphins. **Sci. Rep. Whales Res. Inst.** 24:81-5.
- Kelly, D. 1983. Photo-Identification of bottlenose dolphins in Southern California. **Whalewatcher.** 17(2):6-8.
- Kenney, R.D. 1990. Bottlenose Dolphins off the Northeastern United States. Págs. 369-386. **En:** S. Leatherwood y R. Reeves (Eds.). The bottlenose dolphin. Academic Presss, San Diego, CA. E.U. 653 pp.
- Lara-Lara, J.R. 1975. Ciclo anual de clorofilas y producción orgánica primaria en Bahía de San Quintín, B.C. Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, México. 89 pp.
- Leatherwood, S. 1975. Some observations of feeding behavior of bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*) in the northern Gulf of Mexico and (*Tursiops* cf *T. gilli*) off southern California, Baja California, and Nayarit, México. **Mar. Fish. Rev.** 37(9):10-16.
- Leatherwood, J. S. 1979. Aerial survey of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, and the West Indian manatee, *Trichechus manatus*, in the Indian and Banana Rivers, Florida. **Fish. Bull.** 77:47-59.
- Leatherwood, J.S. 1982. Size of bottlenose dolphin population(s) in Indian River, Florida. **Rep. Int. Whal. Comm.** 32: 567-8.
- Leatherwood, J. S., J.W. Gilbert y D.G. Champman. 1978. An evaluation of some techniques for aerial censuses of bottlenosed dolphins. **J. Wildl. Mgmt.** 42:239-50.
- Leatherwood, S. y R.R. Reeves. 1983. Abundance of bottlenose dolphins in Corpus Christi Bay and coastal southern Texas. **Contributions in Mar. Sci.** 26:179-99.
- Leatherwood, S. y R.R. Reeves. 1990. The Bottlenose Dolphin. Accademic Press, Inc. San Diego, California, E.U. 653 pp.
- Leyva-Aguilera, J.C. 1993. Áreas costeras protegidas: una propuesta para educación ambiental en San Quintín, B.C. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. México. 86 pp.

- Lilly, J.C. 1963. Distress call of the bottlenose dolphin: Stimuli and evoked behavioral responses. **Science**. **18**(11):116-9.
- Lockyer, C. 1978. The history and behaviour of a solitary wild, but sociable, bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) on the west coast of England and Wales. **J. Nat. Hist.** **12**:513-28.
- Lockyer, C.H. y R.J. Morris. 1987. Observed growth rate in a wild juvenile *Tursiops truncatus*. **Aqua. Mamm.** **13**(1):27-30.
- Machlis, L., P.W.D. Dood y J.C. Fentress. 1985. The pooling fallacy: Problems arising when individuals contribute more than one observation to the data set. **Z. Tierpsychol.** **68**:201-14.
- Machorro, J.A. y G. Dehesa. 1984. Los delfines que cayeron de la gracia del mar. **Información Científica y Tecnológica**. **6**(98):46-47.
- Marini, L., C. Consiglio, A.M. Angradi, B. Catalano, A. Sanna y T. Valentini. 1996. Distribution, abundance and seasonality of cetaceans sighted during scheduled ferry crossings in the central Tyrrhenian Sea: 1989-1992. **Ital. Jour. Zool.** **63**(4):381-8.
- Mate, B.R. 1986. Tracking marine mammals by satellite: Identification of critical habitats. **Whalewatcher** **20**(2):8-9.
- Mate, B.R., K.A. Rossbach, S.L. Nieukirk, R.S. Wells, A.B. Irvine, M.D. Scott y A.J. Read. 1995. Satellite-monitored movements and drive behavior of a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Tampa Bay, Florida. **Mar. Mamm. Sci.** **11**(4):452-63.
- McBride, A.F. y H. Kritzler. 1951. Observations on pregnancy, parturition, and postnatal behavior in the bottlenose dolphin. **J. Mamm.** **32**(3):251-66.
- Mead, J.G y C.W. Potter. 1990. Natural history of bottlenose dolphins along the central Atlantic coast of the United States. Págs. 165-95. **En:** S. Leatherwood y R. Reeves (Eds.). *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, San Diego, CA., E.U. 653 pp.
- Mercado, R. 1984. Mamíferos marinos en aguas mexicanas. **Información Científica y Tecnológica**. **6**(98):27-28.
- Morris, R.J., M.J. McCartney, C. Lockyer y R. Hoborn. 1985. The particulate load of the Red River, St. Ives Bay: Its geochemical composition and the effect of its discharge plume on the behaviour of a resident wild dolphin. **Mar. Poll. Bull.** **16**(3):106-8.
- Morton, A. 2000. Occurrence, photo-identification and prey of Pacific white-sided dolphins (*Lagenorhynchus obliquidens*) in the Broughton Archipelago, Canada 1984-1998.
- Nishikawa, K. 1979. Monografía de Bahía San Quintín, Baja California. Estudio de impacto ambiental de una planta de harina de pescado en Bahía de San Quintín, B.C., Parte I. Ensenada, Baja California. México. No Publicado. 110 p.
- Nishiwaki, M., M. Nakajima y T. Tobayama. 1966. Preliminary experiments for dolphin marking. **Res. Inst.** **20**:101-7.

- Norris, K.S. y J.H. Prescott. 1961. Observations on Pacific cetaceans of California and Mexican Waters. Univ. Calif. Publ. Zool. 63(4):291-402.
- Norris, K.S. y T.P. Dohl. 1980a. Behavior of the Hawaiian spinner dolphin, *Stenella longirostris*. **Fish. Bull.** 77(4):821-49.
- Norris, K.S. y T.P. Dohl. 1980b. The structure and functions of cetacean schools. Págs. 211-61. **En:** L.M. Herman (Ed.). Cetacean Behavior: Mechanisms and functions. John Wiley & Sons, New York. 463 pp.
- Norris, K.S. y K.W. Pryor. 1970. A tagging method for small cetaceans. **J. Mammal.** 51(3), 609-10.
- Nowak, M.A., R.M. May y K. Sigmund. 1995. The arithmetics of mutual help. **Sci. Am.** 1995(junio):76-81.
- Odell, D.K. 1975. Status and aspects of the life history of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Florida. **J. Fish. Res. Bd. Can.** 32:1055-8.
- Orr, R.T. 1963. A northern record for the Pacific bottlenose dolphin. **J. Mamm.** 44(3):424.
- Peddemors, V.M. 1989. Minimum age at sexual maturation of a female south-east Atlantic bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*. **S. Afr. J. Mar. Sci.** 8:345-7.
- Periódico Oficial del Estado de Baja California. Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California. Tomo C11, No. 42. Publicado el 8 de septiembre de 1995. Mexicali, Baja California.
- Perrin, W.F. 1984. Patterns of geographical variation in small cetaceans. **Acta Zool. Fenn.** 172:137-40.
- Perrin, W.F., M.D. Scott, G.J. Walker, F.M. Ralston y D.W.K. Au. 1983. Distribution of four dolphins (*Stenella* spp. And *Delphinus delphis*) in the eastern tropical Pacific, with an annotated catalog of data sources. NOAA Memorandum Técnico (NMFS). 66 pp.
- Plascencia D., R.M. 1980. Análisis de temperatura, salinidad y determinación de circulación por gradientes de densidad en Bahía San Quintín, B.C. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, México. 123 pp.
- Poder Ejecutivo-Secretaría de Desarrollo Social. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 16 de mayo de 1994. México, D.F.
- Polacheck, T. 1987. Relative abundance and inter-specific relationship of cetacean schools in the eastern tropical Pacific. **Mar. Mamm. Sci.** 3(1):54-77.
- Pro Esteros, 1991. Estudio de la Bahía de San Quintín. Reporte de Proesteros, A.C. Ensenada, Baja California. México. No Publicado. 119 p.
- Pryor, K.W. 1973. Behavior and learning in porpoises and whales. **Naturwissenschaften.** 60:412-20.

- Sánchez, O., M.A. Pineda, H. Benítez, B. González y H. Berlanga. 2000. Guía de identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México protegidos por la CITES. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.
- Sandoval G., A. 1987. Movimientos y comportamiento del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en la Bahía de Todos Santos, B.C., México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada. 100 pp.
- Schramm, Y. 1993. Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), en el sur de la Laguna de Tamiahua, Ver. y aguas adyacentes (Cetacea: Delphinidae). Tesis de licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 174 pp.
- Scott, M.D., R.S. Wells y A.B. Irvine. 1996. Long-term studies of bottlenose dolphins in Florida. **IBI Reports** (6):73-81.
- Scott, M.D., R.S. Wells, A.B. Irvine y B. Mate. 1990. Tagging and marking studies on small cetaceans. Págs. 489-513. **En:** S. Leatherwood y R. Reeves (Eds.). The bottlenose dolphin. Academic Press, San Diego, CA. E.U. 653 pp.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Publicado el 6 de marzo de 2002. México, D.F.
- Sergeant, D.E., D.K. Caldwell y M.C. Caldwell. 1973. Age, growth and maturity of bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*) from north-east Florida. **J. Fish. Res. Board. Can.** 30:1009-11.
- Shane, S.H. 1980. Occurrence, movements, and distribution of bottlenose dolphin, *Tursiops aduncus*, in southern Texas. **Fish. Bull.** 78(3):593-601.
- Shane, S.H. 1990. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida. Págs. 245-66. **En:** S. Leatherwood y R. Reeves (Eds.). The bottlenose dolphin. Academic Press, San Diego, CA. E.U. 653 pp.
- Shane, S.H. y D.J. Schmidly. 1978. The population biology of the Atlantic Bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the Aransas pass area of Texas. U.S. Marine Mammal Commission, Washington, D.C., E.U. NTIS PB-283-392.
- Shane, S.H., R.S. Wells, y B. Würsig, 1986. Ecology behavior and social organization of the bottlenose dolphin: A review. **Mar. Mamm. Sci.** 2(1):34-63.
- Siebnaler, J.B. y D.K. Caldwell. 1956. Cooperation among adult dolphins. **Jour. Mamm.** 37(1):126-8.
- Silber, G.K., M.W. Newcomer, P.C. Silber, M. H. Perez-Cortes y G.M. Ellis. 1994. Cetaceans of the northern Gulf of California: Distribution, occurrence, and relative abundance. **Mar. Mamm. Sci.** 10(3):283-98.

- Simonaitis, M. K. 1991. Daily movement patterns and behavior of the Pacific coast bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Tesis de maestría. Universidad Estatal de San Diego, San Diego, CA, E.U.A.. 79 pp.
- Smith, A.W., N.A. Vedros, T.G. Akers y W.G. Gilmartin. 1978. Hazards of disease transfer from marine mammals to land mammals: Review and recent findings. **J. Am. Vet. Med. Assoc.** 173:1131.
- Spotte, S. y B. Babus. 1980. Does a pregnant dolphin (*Tursiops truncatus*) eat more?. **Cetology.** 39:1-7.
- StatSoft, 1994. Statistica for the Macintosh. StatSoft, Inc. Tulsa Oklahoma, E.U.A. pp
- SWFSC, 2000. Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) California/Oregon/Washington Offshore Stock. Reporte del Southwest Fisheries Center.
<http://swfsc.ucsd.edu/sars/Bott3.Sts.htm>.
- Tavolga, M.C. y F.S. Essapian. 1957. The behavior of the bottlenose dolphin (*Tursiops*
- Tepper, E.M. Feeding duration in the Pacific coast bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). 1996. Tesis de Maestría. Universidad Estatal de San Diego. San Diego, CA., E.U.A..81 pp.
- Tinoco O.,G.D.1996. Calidad sanitaria del agua y bacterias reductoras de sulfato en sedimentos de Bahía Falsa, San Quintín. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, México. 56 pp.
- Tolley, K.A., A.J. Read, R.S. Wells, K.W. Urian, M.D. Scott, A.B. Irvine y A.A. Hohn. 1995. Sexual dimorphism in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from Sarasota, Florida. **Jour. Mamm.** 76(4): 1190-8.
- Torres F.,V.H., 1986. Estudio de factibilidad para la creación de un distrito de acuacultura en área de Bahía San Quintín, Baja California, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, México.102 pp.
- True, F.W. 1885. The bottlenose dolphin, *Tursiops tursio*, as seen at Cape May, New Jersey. **Science** (Wash., D.S.) 5:338-9.
- Trujillo-Ortiz, Antonio. 1998. Apuntes de estadística avanzada. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. (no publicado) 219 p.
- Turner, J.P. y G.A.J. Worthy. 1998. Differentiating populations of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Gulf of Mexico using skull morphometrics. **Gulf Res. Rep.** 10. 83 pp.
- Urbán R.,J. y A. Aguayo L. 1982. Observaciones de cetáceos a bordo del B/O "El Puma" durante el viaje desde Seattle, Washington, Estados Unidos, hasta Mazatlán Sinaloa, México. No. Publicado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 12 pp.

- Van Waerebeek, K., J. Reyes, A.J. Read y J.S. McKinnon. 1990. Preliminary observations of Bottlenose dolphins from the Pacific coast of South America. Págs. 143- 54. **En:** S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds.). *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, Inc., San Diego, CA, E.U.A.. 653 pp.
- Vera-González R., T. Nassar-Prado y L. Martínez. 1998. Informe anual de calidad de agua y producto: Bahía San Quintín 1998. Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos. Ensenada, Baja California. México. 26 pp.
- Villarreal, G. 1995. Alteraciones en la estructura de la comunidad del macrobentos en Bahía Falsa, México, relacionados con el cultivo de *Crassostrea gigas*. **Ciencias Marinas** 21(4):373-86.
- Walker, W.A. 1981. Geographical variation in morphology and biology of bottlenose dolphins (*Tursiops*) in the eastern North Pacific. Southwest Fisheries Center. (Reporte administrativo) **LJ/103C**. La Jolla CA. 20 pp.
- Watkins, W.A. y W.E. Schevill. 1976. Underwater paint marking of porpoises. **Fish. Bull.** 74(3):687-9.
- Weaver, A.C. 1987. An ethogram of naturally occurring behavior of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Southern California waters. Tesis de Maestría. Universidad Estatal de San Diego. San Diego, CA., E.U.A..182 pp.
- Weigle, B.1990. Abundance, distribution and movements of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus* in lower Tampa Bay, Florida. **Rep. Int. Whal. Comm.** (edición especial)12: 195-201.
- Weihaupt, J.G. 1979. Exploración de los Océanos. Introducción a la Oceanografía. Editorial C.E.C.S.A. México, D.F. 640 pp.
- Weller,D.W. 1991. The social ecology of Pacific coast bottlenose dolphins. Tesis de Maestría. Universidad Estatal de San Diego. San Diego, CA., E.U.A.. 78 pp.
- Weller,D.W. 1998. Global and regional variation in the biology and behavior of bottlenose dolphins. Tesis de Doctorado. Universidad de Texas A&M. TX., E.U.A..142 pp.
- Wells, R.S., B. Irvine y M.D. Scott. 1980. The social ecology of inshore odontocetes. Págs. 263-317. **En:** L.M Herman (Ed.). *Cetacean Behavior: Mechanisms and functions*. John Wiley & Sons, New York.463 pp.
- Wells, R.S. y M.D. Scott. 1990. Estimating bottlenose dolphin population parameters from individual identification and capture-release techniques. **Rep. Int. Whal. Comm.** (edición especial) 12: 407-15.
- Wells, R. S y M. D. Scott. 1999. Bottlenose Dolphin *Tursiops truncatus*. Págs. 137-182 **En:** S. H. Ridgeway y R. J. Harrison (Eds.) *Handbook of Marine Mammals: Volumen VI, The second book of dolphins and porpoises*. Academic Press, San Diego, CA. E.U. 326 pp.

- Wells, R.S., M.D. Scott y A.B. Irvine. 1987. The social structure of free-ranging bottlenose dolphins. Págs. 247-305. **En:** H.H. Genoways (Ed.). Current mammalogy. Vol. 1. Plenum Press. Nueva York, N.Y., E.U. 519 pp.
- Wiley, D.N., F.W. Wenzel y S.B. Young. 1994. Extralimital residency of bottlenose dolphins in the western North Atlantic. **Mar. Mamm. Sci.** 10(2):223-6.
- Williams, J.A., S.M. Dawson y E. Slooten. 1993. The abundance and distribution of bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*) in Doubtful Sound, New Zealand. **Cana. Jour. Zool.** 71(10):2080-8.
- Wilson, B., P.M. Thompson y P.S. Hammond. 1997. Habitat use by bottlenose dolphins: Seasonal distribution and stratified movement patterns in the Moray Firth, Scotland. **Jour. Appl. Ecol.** 34(6):1365-74.
- Wolf, J.M., R.H. Defran y G.M. Shultz. 1987. Photographic surveys of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) along the Ventura-Santa Barbara coastline of southern California. Pág. 75. **En:** Proceedings of the 7th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Miami, Flo. E.U.A. (Resumen).
- Wood, C.J. 1998. Movements of bottlenose dolphins around the south-west coast of Britain. **Jour. Zool.** 246(2):155-64.
- Würsig, B. 1978. Occurrence and group organization of Atlantic bottlenose porpoises (*Tursiops truncatus*) in Argentina Bay. **Biol. Bull.** 154:348-359.
- Würsig, B. 1979. Dolphins. **Sci. Am.** 240(3):136-48.
- Würsig, B. y M. Würsig. 1977. The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). **Science.** 198:755-56.
- Würsig B. y M. Würsig. 1979a. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the south Atlantic. **Fish. Bull.** 77(4):399-412.
- Würsig B. y M. Würsig. 1979b. Day and night of the dolphin. **Nat. Hist.** 88(3):61-7.
- Würsig, B. y T.A. Jefferson. 1990. Methods of photo.-identification for small cetaceans. **Rep. Int. Whal. Commn.** (edición especial) 12:43-52.
- Würsig B. y M. Würsig. 1980. Behavior and ecology of the dusky dolphin *Lagenorhynchus obscurus* in the south Atlantic. **Fish. Bull.** 77(4):871-90.
- Zavala-González, A., J. Urbán-Ramírez y C. Esquivel-Macias. 1994. A note on artisanal fisheries interactions with small cetaceans in Mexico. **Rep. Int. Whal. Commn.** SC/46/SM24 (Edición especial) 15:235-7.
- Zar, J.H. 1996. Biostatistical Análisis. Prentice may, Upper Saddle River, New. Jersery, E.U.A. pp.

Apéndice A

Formato general para navegaciones

En este formato se incluyen exclusivamente los datos pertinentes a los recorridos en lancha.

Fecha:	Tripulación:		Lugar:
Hora de Inicio:	Hora Final	Total:	Vel. Navegación (km/h)

Estac. #	Hora	Beaufort	Oleaje	Visib	% Cob. Nubes	Prof.	Vel. Viento	Direcc. Viento	Temp. Mar (°C)	Temp. Aire (°C)	Claridad Agua
Otras Especies/ Embarcaciones/ Comentarios:											
Otras Especies/ Embarcaciones / Comentarios:											
Otras Especies/ Embarcaciones / Comentarios:											
Otras Especies/ Embarcaciones / Comentarios:											
Otras Especies/ Embarcaciones / Comentarios:											
Otras Especies/ Embarcaciones / Comentarios:											

Apéndice B

Formato de avistamientos

En este formato se anotan los datos referentes a cada una de las manadas avistadas durante los recorridos en lancha.

Fecha:	# Avistamiento:	Especies:
Hora:	Inicio:	Fin:
Localización:	Inicio:	Fin:
Conteo:	Adultos:	Jóvenes:
		Crías:
Dirección de Movimiento (grados):		
Distancia de la Lancha (m):		
Patrón de Comportamiento (DE=desplazamiento, AL=alimentación, SO=social, DS=descanso, EV=evasión):		
Subgrupos (# o variable):		
No. Beaufort:	Velocidad del Viento:	
Altura del Oleaje(m):	Dirección del Viento:	
Visibilidad (mi):	Temp. Superficial del Mar (°C):	
Cobertura de Nubes (%):	Temp. del Aire (°C):	
Profundidad (m):	Claridad del Agua (m):	
Otras Especies:	Embarcaciones en el Área:	
# Rollos (fotos):		
Comentarios:		

Apéndice C

Escala de Beaufort

El sistema Beaufort usa el estado del mar como criterio para determinar la velocidad del viento. Se utilizan las siguientes claves (Modificado de Weihaupt, 1979):

Velocidad del Viento			
No. Beaufort	Km/hr	Término marino	Efectos observados en el mar
0	<1	Calma	Mar llano, como un espejo
1	1-5	Aire ligero	Pequeñas ondulaciones, sin espuma
2	6-11	Brisa ligera	Olas pequeñas, sin espuma pero más acusadas
3	12-19	Brisa suave	Olas más grandes; crestas empiezan a romper; borregos de espuma aislados
4	20-28	Brisa moderada	Olas más largas; muchos borregos; marejada
5	29-38	Brisa fresca	Olas moderadas y más largas; muchos borregos; espuma en el aire
6	39-49	Brisa fuerte	Se forman olas mayores; borregos por doquier; más espuma en el aire
7	50-61	Borrasca	Mar amontonado; espuma de las crestas de las olas forma manchas blancas
8	62-74	Borrasca	Olas bastante altas y más largas; la espuma en las crestas de las olas comienza a ser llevada por el viento
9	75-88	Borrasca fuerte	Olas altas; el mar comienza a balancear; fajas marcadas de espuma; la espuma en el aire comienza a afectar la visibilidad
10	89-102	Borrasca muy fuerte	Olas muy altas con crestas que rompen; el mar fuerte aparece blanco por las fajas de espuma muy densas; balances fuertes y visibilidad reducida
11	103-117	Tormenta	Olas extraordinariamente altas; mar cubierto de manchas blancas de espuma; visibilidad escasa
12-17	118+	Huracán	Aire lleno de espuma, mar completamente blanco; visibilidad casi nula

· Apéndice D

Procedimientos de fotoidentificación

Revelado

En el interior de una bolsa fotográfica oscura se destapan los rollos y se enrollan en espirales de plástico, para después ser colocados en contenedores a prueba de luz. La solución reveladora se vierte dentro de cada contenedor y se deja durante 5 min., el contenedor se agita cada 30 segundos. Cumplido este plazo, el revelador se regresa a su botella (ya que los químicos pueden ser reutilizados hasta para 25 rollos) y se agrega agua en los contenedores, éstos se tapan para agitarlos cada 10 segundos durante un minuto. El agua se vacía y se derrama la solución fijadora dentro de los contenedores, se les coloca la tapa y se agitan cada minuto aproximadamente unas 7 veces. El fijador se devuelve a su botella y nuevamente se agrega agua en cada contenedor, esta vez en forma continua, durante 5 minutos. Terminado este proceso se extraen los rollos de los contenedores, y se enrollan en forma inversa, para luego dejarlos secar hasta que queden completamente planos.

Fotoidentificación

Una vez secos, los negativos se recortan en tiras de 5 cuadros, y se colocan dentro de hojas protectoras (con la etiqueta respectiva que corresponde al lugar, fecha y número de avistamiento) para almacenarse y revisarse posteriormente. La revisión consiste en descartar los cuadros no útiles para la fotoidentificación (fotos con aletas pequeñas o sin ellas, fuera de foco o con mal contraste), con la ayuda de una lupa 10 x 50 y una mesa de luz blanca. El número de cada negativo útil se anota en hojas especiales de resumen de datos de fotoidentificación (apéndice E), y los cuadros que han sido aprobados por el revisor son empatados uno por uno, para formar grupos de negativos de la misma aleta; esto se hace para cada uno de los rollos tomados durante un avistamiento.

Cada grupo de negativos se guarda en un sobre etiquetado con un número consecutivo de identificación temporal del individuo, la fecha del muestreo, el número del avistamiento y los cuadros de negativo usados de cada rollo. Al final se tendrán tantos

sobres como aletas identificables existan en la manada avistada. De cada uno de ellos se selecciona el mejor negativo y se inserta en un montador individual para diapositiva. Éstos son almacenados posteriormente en hojas protectoras, donde aguardan para ser trazados. El protocolo anterior debe ser revisado cuando menos por 3 personas entrenadas en el uso de la técnica de fotoidentificación.

El procedimiento de trazo consiste en proyectar cada negativo sobre una hoja de papel en cuyo centro se localiza un cuadro de 10 x 17 centímetros (apéndice E). La aleta se ajusta al tamaño del cuadro mediante el acercamiento o retroceso del proyector, y se traza su silueta sobre el papel por medio de un lápiz. Se revisan las líneas del trazo con el negativo para redefinir los bordes y asegurar que todas las muescas de la aleta sean visibles en la nueva silueta. Posteriormente, se calcula la razón dorsal (Würsig y Jefferson, 1990; Defran, *et. al*, 1990) de cada trazo, mediante el reconocimiento de las muescas, marcas y cicatrices. Esta razón dorsal (RD) se determina mediante el cociente de dos distancias; para ello es necesario identificar en la aleta las dos muescas de mayor tamaño, medir la distancia entre ellas (A = muesca más cercana a la punta; B = muesca más cercana a la base) y la distancia entre la punta de la aleta (P) y la marca o muesca más grande y próxima a la base (B). Únicamente las aletas con más de una marca se clasifican mediante la siguiente fórmula:

$$RD = \frac{A \rightarrow B}{B \rightarrow P}$$

Una vez hecho esto, se guardan los trazos en hojas protectoras y se almacenan en una carpeta de acuerdo con el número y la posición de las muescas que presentan, de manera que sean concentradas en cuatro catálogos:

1. Aletas con una sola muesca.
2. De 2 a 3 muescas.
3. Más de 4 muescas.
4. Muecas en la punta de la aleta.

Cada uno de estos catálogos a su vez se divide en intervalos de razones dorsales (por ejemplo, de 0.1 a 0.5, etc.). El último paso es la identificación de cada aleta en el catálogo de individuos. Esto se logra mediante la comparación de cada catálogo entre sí

mismo y con otros catálogos. De esta forma cada aleta se coteja con las otras aletas un total de $n - 1$ veces, donde n es el número de aletas diferentes en cada catálogo. Para este proceso se utilizan los trazos, ya que son más fáciles de manipular y observar.

Una vez que se encuentra un posible empate, se revisan los negativos de ambas aletas para comprobar la similitud en la forma de las aletas, así como la posición de las marcas y muescas. En el formato de trazo (apéndice F) se anota la fecha y el número temporal de identificación del individuo empatado, así como el número de avistamiento o manada y el lugar en donde se tomó la fotografía.

Cabe destacar que cada uno de los procedimientos descritos en la etapa de fotoidentificación debe ser revisado al menos por 3 personas entrenadas, de forma que se reduzca el error por criterios unilaterales y/o ambiguos. El caso en que los tres revisores coinciden en que efectivamente existe un empate entre dos aletas dorsales, es llamado recaptura. Finalmente a este animal le es asignado un número de identificación definitivo. En el caso en que la aleta dorsal analizada por los tres revisores no presente empate alguno, este animal es clasificado como un individuo nuevo, por lo cual le es asignado un número de identificación definitivo, y éste es consecutivo al del último animal individualizado en el catálogo. El término individualizado se refiere a la determinación de la identidad de un delfín particular, reconocido mediante la forma de su aleta dorsal y las marcas presentes en ella.

Apéndice E

Hoja de resumen de datos de fotoidentificación

Lugar: _____ Fecha: _____ Avistamiento: _____

Total de delfines:

Adultos:

Jóvenes:

#Crías:

No. Temporal de Identificación:	
Rollo	Cuadros útiles

No. Temporal de Identificación:	
Rollo	Cuadros útiles

No. Temporal de Identificación:	
Rollo	Cuadros útiles

No. Temporal de Identificación:	
Rollo	Cuadros útiles

No. Temporal de Identificación:	
Rollo	Cuadros útiles

No. Temporal de Identificación:	
Rollo	Cuadros útiles

No. Temporal de Identificación:	
Rollo	Cuadros útiles

No. Temporal de Identificación:	
Rollo	Cuadros útiles

Revisor 1:
Fecha:

Revisor 2:
Fecha:

Revisor 3:
Fecha:

No. Rollo	No. Rollo	No. Rollo	No. Rollo	No. Rollo	No. Rollo	No. Rollo
1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44
CU/TC	CU/TC	CU/TC	CU/TC	CU/TC	CU/TC	CU/TC

CU=Cuadros útiles TC=Total de cuadros

Apéndice F

Forma de trazo de aletas dorsales

Comentarios:

Catálogo

Id. Temporal

Fecha / Avistamiento

Área de Estudio

Distancia A → B

Distancia B → P

Id. CBL

Razón Dorsal:

A → B
B → P

Revisor 1:
Fecha:

Revisor 2:
Fecha:

Revisor 3:
Fecha:

Apéndice G

Identificación y disminución de sesgos

Los sesgos potenciales identificados fueron corregidos o minimizados (en lo posible) mediante los diversos criterios expuestos en el método. Adicionalmente, los siguientes párrafos tienen por objeto describir en detalle otros sesgos identificados durante la toma de los datos, los análisis estadísticos, y la interpretación de los resultados. Asimismo, en la mayoría de los casos se presenta la forma mediante la cual fueron reconocidos y reducidos.

Esfuerzo

Schramm (1993) reportó que el porcentaje de animales fotografiados contra los observados no representa el éxito de obtención de fotografías, ya que si se observara cierta cantidad de delfines y se fotoidentificara a todos, se obtendría el 100%, pero si en otra temporada se cuadruplicara la cantidad de delfines que cuando se obtuvo el 100% y se fotografiara sólo la mitad, se tendría un porcentaje del 50%, pero en realidad la cantidad de individuos sería mayor que cuando el porcentaje fue del 100%. Debido a que se identificó a la gran mayoría de los animales observados durante la presente tesis, se considera que el porcentaje de individualización sí es representativo del éxito en la cantidad de fotografías.

Tamaño de muestra

Debido al bajo número de avistamientos, en ocasiones fue necesario agrupar los datos para realizar las pruebas estadísticas. Debido a que aún el delfín más fotografiado tuvo una tasa baja de recapturas, no se debe suponer que la agrupación de estos datos representa una submuestra de los individuos avistados repetidamente y que por lo tanto las muestras son de alguna manera dependientes. Las observaciones representan un muestreo *quasi*-aleatorio de la población de delfines que frecuentan las costas de San Quintín. Por ello, el efecto de la dependencia estadística entre las observaciones ya agrupadas, se considera muy bajo y por lo tanto fue descartado (Hanson y Defran, 1993).

Tamaño de grupo

Por principio, el tamaño de los grupos está sesgado por los métodos de observación (Acevedo, 1989; Weller, 1991; Sandoval, 1987). Rossbach y Herzing (1999), establecieron que el concepto de manada generalmente incluye el número máximo de delfines avistados durante el tiempo total de observación. En los casos en que algunos delfines se alejan después de que nuevos delfines se aproximan a la lancha, se considera que ambos subgrupos se encontraban asociados, cuando en realidad podrían no estarlo. Por este motivo, los datos obtenidos de las ocasiones en que se observa una gran cantidad de delfines estarían de alguna forma sobreestimados. Esta posibilidad fue más factible durante los meses de verano, donde se tuvo el número máximo de delfines. De haber ocurrido esta situación, el tamaño real del grupo promedio sería menor al observado, y se corroboraría el tamaño de 8 delfines ó menos por cada grupo en las costas de San Quintín. Por estas razones se utilizó la definición de grupo de Irvine *et al.* (1981), además se usaron pruebas no paramétricas, con el objeto de disminuir la influencia de valores extremos. Es decir, el uso de rangos en lugar de promedios elimina los valores disparados al asignarles un lugar relativo con respecto al total de la muestra.

Para determinar correctamente el tamaño de los grupos, los jóvenes fueron considerados como adultos, ya que la longitud de los animales de esta categoría ($2/3$ de un adulto) representa una edad aproximada de entre 5 y 7 años (Sergeant *et al.*, 1973; Chirighin, 1987; Read *et al.*, 1993). Aún cuando la madurez sexual de esta especie no ha sido alcanzada a esta edad (Odell, 1975), las relaciones entre madre y cría en muchos casos duran hasta la edad adulta (Chirighin, 1987). Por este motivo, de haber considerado los delfines jóvenes como crías, el número de grupos con crías se vería sobreestimado en gran medida. Aún cuando en la literatura se pueden encontrar textos en los que se clasifican animales de hasta 6 años como crías (Wells y Scott, 1990), éstos por lo general se refieren a los animales en cautiverio, y se cree que la dependencia espacial entre la madre y su cría se va perdiendo con la edad y que esto puede ocurrir en mayor grado en los animales en estado silvestre (Chirighin, 1987).

Se ha observado que las crías son menos abundantes en sistemas semi-tropicales y protegidos. Sin embargo, debe considerarse que el criterio de definición de crías difiere en muchos estudios, y en la mayoría de los casos no se establece una diferencia entre jóvenes y crías (Leatherwood y Reeves, 1983; Hansen, 1983; Baylock, 1988; Caldwell, 1992; Weller, 1998), o se distingue entre crías y neonatos. Los neonatos son delfines menores a 1/3 de la longitud total de un adulto, presentan surcos fetales, coloración oscura, aleta dorsal flácida y nado errático con periodos de apnea más cortos de lo normal (Barco *et al.*, 1999; Defran *et al.*, 1999; Cortez *et al.*, 2000). Cabe destacar que durante el presente trabajo no se identificaron neonatos en ninguno de los grupos avistados, aunque sí se detectaron crías y jóvenes.

Las consideraciones anteriores hacen suponer que en una gran cantidad de estudios, los jóvenes más pequeños y los neonatos son incluidos dentro de la categoría de crías, por lo cual, la composición poblacional se encuentra de alguna forma alterada.

Distribución y abundancia relativa

Es posible que, aún cuando se observa la misma tendencia en la distribución de los avistamientos antes y después del balance de esfuerzo, es posible que el tamaño de muestra ($n=16$) no fuera suficiente para detectar algunas tendencias, ya que los datos se derivaron únicamente de un año de estudio. Los resultados recolectados de un año de salidas de campo representan una simple fotografía de lo que podría ser un sistema dinámico. De esta manera los resultados pueden o no caracterizar correctamente la dinámica poblacional de esta especie a largo plazo (Scott *et al.*, 1990; Weller, 1991, 1998).

Existen varios tipos de sesgo que pueden afectar los resultados de los estudios de distribución de esta naturaleza. Entre ellos, que el modo normal de búsqueda cesa siempre que se avista una manada de tursiones ya que estos deben ser fotografiados, por lo cual el tiempo invertido en búsqueda y observación es muy variable, sobre todo en las zonas de mayor concentración de grupos de delfines (Wilson *et al.*, 1997). Debido a esto es posible que la probabilidad de avistar a un grupo de delfines que

efectivamente se encuentre en ese momento más lejos (dentro del perímetro de observación) se vea disminuida. Este efecto trató de minimizarse mediante el uso de la distancia navegada como medida de esfuerzo y el uso de un balance de esfuerzo, además del agrupamiento de los datos por temporada y por año. Esto se basó en el supuesto de que, si los delfines en efecto presentaban una tendencia hacia cierta zona, podrían ser encontrados en muestreos subsecuentes a diferentes horas del día, estado de marea, condiciones meteorológicas y estado del mar (Harzen, 1998).

Las variaciones sistemáticas en el perímetro de observación a lo largo de los muestreos debidas a inconsistencias en la ruta navegada y a la presencia de bruma o niebla, también pudieron producir un sesgo en el esfuerzo de búsqueda (Wilson *et al.*, 1997). Es por esta razón que se fijaron puntos en tierra y se navegó (en lo posible) con una distancia a la costa no mayor a 1 km. Además, la distancia máxima de visibilidad era revisada constantemente y nunca fue menor a la distancia con respecto a la costa (1.5 km) de cualquier muestreo normal, esto garantizó homogeneidad en la habilidad visual de la tripulación a lo largo de todo el recorrido.

Los delfines a menudo viajaban en sentido opuesto al de los transectos, de forma que, al seguir al grupo para identificarlo, al menos un tramo de éste era remuestreado. La forma de reducir este efecto fue utilizar la posición más cercana a la del primer contacto con la manada, recomenzar el muestreo en la posición del avistamiento que hubiera tenido la distancia mayor con respecto al origen del transecto y además, aplicar el balance de esfuerzo. Por fortuna ninguna manada de tursiones fue avistada durante el recorrido de regreso a la última posición del transecto original, ya que hubiera caído en la zona de remuestreo y de haber sido así, no se hubiera contado para los análisis de distribución y uso de hábitat. Es por ello que los delfines avistados durante el recorrido desde El Socorro hacia el hotel (Fig. 3) antes de empezar los muestreos, fueron fotografiados, pero no se contaron para el análisis de distribución.

Otro posible sesgo fue reportado por Au y Perryman (1982) quienes encontraron que las manadas de delfines en progresión aparentaban ser un agregado de individuos relativamente dispersos e independientes o subgrupos de individuos que nadaban libremente en asociaciones de hasta 2 animales. Los autores afirman que esta

configuración de grupo fue típica en todos sus avistamientos a excepción de cuando alguna embarcación se encontraba a menos de 1.5 km de distancia, que era cuando se formaban grupos pequeños y concentrados tal como lo reporta la mayoría de los estudios al respecto. Esto indica que el comportamiento evasivo de los delfines puede tener gran influencia en los resultados de abundancia relativa por densidad de individuos, sobre todo en los estudios de transectos lineales desde lanchas. Es posible que este efecto, haya afectado en gran medida los resultados de abundancia relativa en el área de estudio (Fig. 21). Se trató de reducir este error mediante la revisión del perímetro visual de observación y la reducción de la velocidad de navegación, por lo cual se supuso que todos los delfines presentes en una zona determinada fueron vistos y contados (Weigle, 1990). Además, la agrupación de los datos por temporada del año y el uso de la distancia navegada como medida de esfuerzo pudieron proveer una estimación más exacta para este valor.

Uso de área

Los mismos tipos de sesgo reportados para la distribución y abundancia relativa (Au y Perryman, 1982; Weigle, 1990; Wilson *et al.*, 1997; Harzen, 1998) pudieron haber ocasionado que el UA se viera afectado si el esfuerzo en cada sección no era homogéneo o si las zonas no eran suficientemente seguras para que los delfines permanecieran en ellas sin ser afectados en gran medida por la embarcación de fotoidentificación. Se pensó que este primer efecto se reduciría mediante la aplicación de los mismos criterios del balance de esfuerzo usados en el análisis de distribución. Para el segundo efecto se revisaron los tiempos de contacto y observación de delfines (Irvine *et al.*, 1981; Ballance, 1992).

Es necesario mencionar que es posible que algunas zonas no se encontraran compuestas por el mismo tipo de sustrato durante todo el año, además las áreas que colindan con un sustrato arenoso, tienden a presentar más de un tipo de fondo. Por tales motivos, el UA fue contabilizado de acuerdo con el sustrato predominante durante cada avistamiento, siempre y cuando la proporción de mezcla fuera menor de 5:1 (16%), ya que de lo contrario el UA no podría ser asociado con un solo tipo de sustrato (Tepper, 1996). Este criterio se estableció al definir la resolución de la escala espacial,

ya que la división más grande (zona) se dividía a su vez en 6 secciones. El criterio anterior pretende evitar el contabilizar la presencia de los tursiones en zonas, sustratos o regiones diferentes durante un solo avistamiento, ya que esto vuelve a las muestras dependientes, y se cometería la falacia estadística de combinación de datos o "pooling fallacy" (Machlis *et al.*, 1985).

Es posible que el uso del número de delfines presentes como indicador del uso de área implique un sesgo derivado de la falacia estadística de combinación de datos. Esto es debido al supuesto de que un número determinado de delfines se encuentre asociado a un avistamiento en particular, por lo cual estos delfines son dependientes del avistamiento (o del grupo). Sin embargo, el alto grado de intercambio de individuos entre los grupos, hace suponer que los delfines no son dependientes del avistamiento (o del grupo), ya que los delfines en un avistamiento no fueron los mismos todo el tiempo. Por lo tanto se considera que la posibilidad de cometer la falacia estadística de combinación de datos se ve de alguna manera disminuida.

Comportamiento

Debido a que los criterios usados para definir el comportamiento, han evolucionado de los juicios realizados en el campo y los intentos descriptivos de estudios anteriores. Lo que generalmente se registra sobre el comportamiento de los individuos o grupos bajo estudio, son las categorías de comportamiento observadas más fácilmente y la atención del investigador se centra en ciertos tipos de comportamiento o ciertas clases de individuos (Lehner, 1996 en Johnson, 1999). Por este motivo, es posible que el método empleado para determinar el comportamiento de las manadas, se encuentre sesgado hacia los individuos más activos, o más relacionados entre sí. Por otra parte, en la presente tesis, las actividades sexuales fueron clasificadas dentro del patrón de comportamiento social, por este motivo, es posible que el comportamiento social se encuentre sobreestimado.

Distribución temporal a corto plazo

Para el análisis de los datos de este trabajo, se supuso que los delfines que viajan hacia el norte (en cualquier zona del área de estudio), se dirigían hacia la boca de la

bahía, o al interior de ella; sin embargo, esto no fue corroborado. De igual manera, no debe suponerse que las corrientes de reflujo (marea en descenso) influyen de igual forma en los movimientos de los tursiones que se encuentran cerca y lejos de la boca de la bahía (>20 km), ya que las corrientes de marea no alcanzan tales distancias (Del Valle y Cabrera, 1981a, 1981b).

El bajo tamaño de muestra se compensó al analizar todos los datos (n=12), mediante la suposición de que los movimientos de tursiones en los lugares más alejados de la boca de la bahía no eran afectados por las corrientes de marea. Esto garantizó que todos los estados de la marea encontrados, estuvieran relacionados con un movimiento en particular, por lo cual se obtuvo un valor mayor para los movimientos durante corrientes de reflujo.

Si existe relación entre los movimientos de los delfines con la marea, éstos pueden ser influenciados principalmente por dos factores, y es posible que hayan contribuido al resultado identificado durante la presente tesis:

1. Que la mayoría de los datos se obtuvieron en un estado particular de la marea (corriente de reflujo).
2. La posibilidad de que a lo largo del día, los tursiones presentaran un movimiento consistente que no estuviera relacionado con las corrientes de flujo y reflujo.

Con respecto al primer factor, se obtuvo que el número de observaciones realizadas durante las mareas en descenso fue casi el doble de las observaciones con marea en ascenso, y mucho mayor a las observaciones realizadas durante las mareas alta y baja. Es posible que la hora de inicio de los muestreos (entre 7 y 9 AM), así como la duración de los mismos (entre 2 y 3 hrs.) hayan coincidido ocasionalmente con la señal semidiurna de las mareas de San Quintín y esto se haya reflejado en los datos; por este motivo se obtuvieron más registros durante corrientes de reflujo que en cualquier otro tipo de corriente.

En lo que se refiere al segundo factor, Shane (1980) encontró una tendencia significativa en los movimientos de tursiones con respecto a la hora del día en el sureste de Texas (E.U.A.); estos animales se movían hacia el norte en la mañana, hacia cualquier dirección al medio día y hacia el sur por las tardes, lo cual implica un ciclo diurno en los movimientos de los tursiones. El sesgo ocasionado por una tendencia de los delfines a moverse en varias direcciones durante la mañana, pudo haberse minimizado mediante el uso de movimientos no variados, y la agrupación de los movimientos restantes en dos categorías (norte y sur); sin embargo, los datos de este trabajo muestran una diferencia entre los movimientos al norte y sur durante las horas de muestreo. Debido a la alta intensidad del oleaje durante las tardes, los muestreos se limitaron exclusivamente a las primeras horas de la mañana por lo cual la tendencia de los movimientos en un ciclo diurno no fue investigada, y no es posible determinar hasta qué punto este factor contribuye en la variación de los datos, aún con una muestra tan pequeña ($n=12$).

Distribución temporal a mediano plazo

Caldwell (1992) argumentó que la falta de esfuerzo aplicado durante los muestreos de 1990 en la porción norte del área de estudio, no disminuyó la posibilidad de encontrar recapturas de tursiones en San Quintín. En contraste, el 63% de las manadas encontradas durante el presente trabajo fueron vistas en la porción no navegada hace 10 años. Adicionalmente, el bajo esfuerzo que se aplicó durante el verano de 1990, pudo haber disminuido de alguna forma la posibilidad de encontrar recapturas, ya que en el presente trabajo se identificó que el máximo de tursiones se encontró precisamente durante esta temporada.