

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



“DISTRIBUCIÓN Y MOVIMIENTOS DEL TURSIÓN, *TURSIOPS TRUNCATUS*
(MONTAGU, 1821), EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, 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
OSCAR RICARDO GUZÓN ZATARAIN

Ensenada, Baja California, Noviembre del 2002

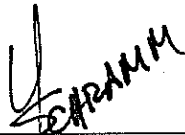
“DISTRIBUCIÓN Y MOVIMIENTOS DEL TURSIÓN, *Tursiops truncatus*,
(MONTAGU, 1821) EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA,
MÉXICO (CETACEA: DELPHINIDAE)”

T E S I S
QUE PRESENTA:
OSCAR RICARDO GUZÓN ZATARAIN

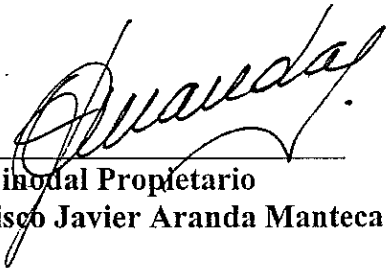
Aprobada por:



Presidenta del Jurado
Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski



Sinodal Propietario
Dra. Yolanda Schramm Urrutia



Sinodal Propietario
Dr. Francisco Javier Aranda Manteca

RESUMEN

El tursión (*Tursiops truncatus*) es una de las especies de cetáceos más estudiadas en el mundo; sin embargo, son pocos los estudios realizados sobre esta especie en la costa noroccidental de Baja California. La presente tesis informa sobre los resultados obtenidos a partir de 13 navegaciones en la Bahía de Todos Santos, Baja California, realizadas de julio de 1999 a junio del 2000 con el propósito de establecer la distribución y los movimientos de los tursiones en el área de estudio mediante fotoidentificación. Las navegaciones acumularon una distancia total recorrida de 300.099 km en 39.36 hrs. Se observó un total de 197 delfines en 12 manadas distintas durante 11.34 hrs de observación. Se logró individualizar a 86 delfines de 118 delfines fotoidentificados de los cuales el 80% fueron vistos en una sola ocasión. Las bajas tasas de recaptura indicaron una baja residencia en el área. Al comparar los individuos fotografiados durante el presente estudio con los fotografiados en el área de estudio durante 1985-1986 y los fotografiados en otras localidades de la Cuenca del Sur de California, se encontraron 10 y 27 empates respectivamente. Lo anterior confirma que la Bahía de Todos Santos representa solo una porción del ámbito hogareño para los tursiones de la Cuenca del Sur de California, aunque algunos individuos exhiben una recurrencia importante a largo plazo. Los tursiones se concentraron principalmente en dos zonas del área de estudio (A y B). La alta abundancia relativa de tursiones durante el verano, particularmente en la zona B, coincide con una alta abundancia y biomasa de sus principales presas. El tamaño de grupo para los tursiones varió entre 5 y 40 individuos con un promedio de 16.42 (D.E.=9.49; n=12). Del total de delfines observados, el 8.12% fueron crías. La mayor presencia de crías durante la primavera y el verano indican posibles máximos de reproducción probablemente relacionados a una mayor disponibilidad de alimento durante las temporadas correspondientes. El catálogo de fotoidentificación elaborado durante el presente estudio, en conjunto con el del Laboratorio de Comportamiento de Cetáceos de la Universidad Estatal de San Diego, contiene a la fecha 144 delfines individualizados y sus respectivas recapturas. La escasa información sobre poblaciones silvestres de *Tursiops truncatus* en Baja California refleja la importancia de realizar estudios posteriores a largo plazo enfocados a la identificación de "stocks" o unidades de manejo para esta especie.

ABSTRACT

The bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) is one of the most studied species of cetaceans in the world; although there are few studies of this species in the northwest coast of Baja California. The present thesis gives information on the results obtained from 13 surveys carried out in Todos Santos Bay, Baja California from July 1999 through June 2000 in order to establish the distribution and movements of bottlenose dolphins in the study area through photoidentification techniques. Surveys accumulated a total of 300.099 km and 39.36 hrs. 197 dolphins were observed in 12 separate schools during 11.34 hrs. of direct observation. 86 individual dolphins were recognized from a total of 118 photoidentified dolphins. Most of the individual dolphins (80%) were sighted only once. Low resighting rates provided little evidence of site fidelity. When comparing individuals photographed during this study with those photographed in the same study area during 1985-1986 and those photographed in other locations along the Southern California Bight, 10 and 27 matches were found, respectively. These results confirmed that Todos Santos Bay represents just a portion of the Southern California Bight dolphins' home range, although some individuals exhibit an important long-term recurrence to the study area. Bottlenose dolphins in Todos Santos Bay were distributed mainly in two zones of the study area (A and B). The high relative abundance of dolphins during summer, particularly in zone B, corresponds with high values of abundance and biomass of Pacific coast bottlenose dolphins' main prey species. Group size for bottlenose dolphins ranged between 5 and 40 animals with an average of 16.42 (S.D.=9.49; n=12). From a total of 197 dolphins observed, 8.12 % were calves. A greater presence of calves during spring and summer indicates possible mating peaks during these seasons. Up to date, the photoidentification catalog elaborated during this study, in collaboration with the Cetacean Behavior Laboratory at San Diego State University, contains a total of 144 individual dolphins and their respective recaptures. The lack of information on wild populations of bottlenose dolphins in Baja California reflects the importance of carrying out long term studies that focus on the identification of "stocks" or conservation and management units for this species.

DEDICATORIA

A la memoria de mi abuelo, Victor Guzón Gonzalez †

Por haberme heredado esa gran pasión por la vida y por el mar.....

Y mi querida Tía, Emma Guzón Jover †

En honor a su lucha por aferrarse a la vida y afrontar a la muerte con ese valor y ese coraje que solo ella podía tener. Por enseñarme que hay que sonreír siempre hasta el final, pues son esas sonrisas las que nos hacen inmortales.....

A mis padres Oscar y Olivia

Por todo su amor, paciencia, comprensión, amistad, apoyo e interés y sobre todo por ser lo mejor de mi vida.....

A mis hermanas Jocy y Oliveta

Por todo el tiempo que les debo y esa su infancia que se me fue, verlas crecer ha sido mi más grande tesoro.....



A los delfines.....

AGRADECIMIENTOS

Había pensado tantas veces que es lo que iba a escribir en esta sección; creo que desde mucho antes de empezar a escribir el proyecto; en veces llegue a pensar que esto sería lo más sencillo, sin embargo estoy aquí sentado tras esta pantalla desde aproximadamente las 10:00 pm con un dolor de espalda terrible y sin café!! (son las 5:00 am!) y me doy cuenta que es más difícil que todo lo demás.

Mi primera preocupación era ser formal en escribir esta sección, pero al parecer no me va muy bien. Recuerdo también que antes solía escribir en una libreta que llevaba siempre conmigo todo lo que me pasaba por la mente y que por cierto ya la perdí, la estuve buscando por que alguna vez escribí algo que podría ir muy bien aquí, lastimosamente ya no estará.

Y es que esto es difícil por que no es sino con la ayuda de muchísimas personas que he logrado completar esta meta tan importante en mi vida. Las influencias han sido muchas, motivaciones intercalándose con decepciones la mayor parte del tiempo. Sin embargo he tenido mucha suerte de encontrarme con personas muy especiales en el curso de mi vida que me han ayudado a mantenerme en el camino. Al principio fue difícil iniciar, estudiar ballenas y delfines no era algo que hubieran hecho muchos aquí y por lo tanto no había mucha tela de donde cortar mas que los libros de la biblioteca (creo que estudiaba mas de esos libros que para mis propias clases); hasta que con el tiempo fui a buscar yo solo la tela a otros lugares y me di cuenta que era posible. Y fueron esos pedacitos de tela los que me llevaron poco a poco hacia donde quería llegar y hacia donde todavía me falta por llegar.

Aunque fueron muchas las personas que me ayudaron de distintas formas, esta tesis no hubiera sido posible si no me hubiera topado alguna vez con mi amiga y madre académica, la Dr. Gisela Heckel a quien quiero agradecer con mucho cariño, gracias primero que nada por tu amistad y tu confianza (que vaya me costo trabajo ganarme!!), gracias por no haber tirado la toalla nunca y por haberme educado en tantos aspectos, por todo el tiempo que dedicaste a hacerme entender muchas cosas y por haberme mostrado que en el camino de la ciencia se necesita mucha disciplina (creo que aun estoy lejos de ese punto en especial, pero bueno.....creo que he empezado a andar) y sobre todo gracias por creer en mi. A la par, quiero agradecer a mi amiga la Dr. Yoli Schramm, gracias por subirme siempre los ánimos, gracias por todos los consejos, todas las platicas y por las varias veces que revisaste conmigo esta tesis. Al Dr. Francisco Aranda por su apoyo y atinados comentarios en la revisión de esta tesis. El M.C. Antonio Almanza me brindo su valiosa ayuda durante la primera etapa de este proyecto. De manera muy especial agradezco al Dr. R.H. Defran por haber sido un gran apoyo no solo académico sino también personal y moral, gracias por haberme abierto las puertas de tu casa siempre y por todo el conocimiento (Thanks R.H!!).

Adicionalmente quiero agradecer a Richard Sears y todos los miembros de su equipo en Mingan Island Cetacean Study, Inc. quienes me abrieron las puertas al fascinante mundo de la investigación con ballenas en las frías aguas del Golfo de St. Lawrence, gracias por todas sus enseñanzas!. De igual manera quiero agradecer a mis amigos de Expediciones Cielo Abierto en Puerto Vallarta, Jalisco, por brindarme la oportunidad de pasar tres meses geniales con las jorobadas, en especial a Isabel Cardenas, Hugo Brodziak y Sofia Gómez, gracias a todos!

A toda la gente de la HHH Facultad de Ciencias Marinas, en especial a todos los grandes profesores, a todas las secretarias allá en la dirección, en especial a Mary quien siempre estuvo dispuesta a ayudarme. Una parte muy especial durante mi formación han sido mis compañeros de la L generación de oceanólogos (Pinnípedos), que bueno ya están todos regados por todas partes, de cualquier modo gracias por ser parte de los mejores tiempos y en veces hasta de los peores. Y bueno en esta parte quiero hacer un paréntesis para agradecer con todo mi cariño y uno por uno a mis hermanos de siempre, que han sido como mi familia autonabrada aquí en Ensenada y mi apoyo en todo momento:

Pues empiezo por mi brother y colega Lalito Morteo, carnal muchísimas gracias por estar siempre dispuesto a ayudarme en todo, gracias por toda la friega de los mapas, el apoyo en campo (la pasamos chido no!), mil gracias por tu ayuda en los análisis estadísticos y por todas las horas de música y sobre todo tu amistad. Y gracias por haber compartido esta experiencia con los delfines.....ahí vamos!!

A mi gran amigo Nemer Narchi, brother gracias por el ingenio, la sabiduría, el entusiasmo, por haber estado conmigo en los mejores momentos y en los peores (hayy taaacooooos!!). Sobre todo gracias por formar parte de todo esto y por seguir ahí con esa originalidad que te distingue, creo que hemos formado carácter al fin. Por cierto, gracias por aquella carta que firmo mi amigo el asombroso hombre araña, esa va al cajón de los recuerdos.

Quiero agradecer también a mi otro super hermano Adrian Torales por todos estos 7 años de historias únicas, de muchos cambios de animo que nos han hecho madurar tanto y encontrarnos a nosotros mismos, sobre todo gracias por estar ahí para escucharme y por estar ahí para aconsejarte, tal vez ya no seas tan terco y tal vez yo ya no sea tan egocéntrico.....creo que ahí la llevamos carnal, solo espero que podamos seguir contando con historias así por mucho tiempo mas, y recuerda hacerme caso en los consejos que al parecer siempre tengo la razón contigo, gracias brother!

No podía faltar mi otro super brother y colega Eric Bravo, carnal gracias por haber sido mi apoyo en aquellos momentos tan difíciles (creo que te acuerdas.....) y por tu forma tan especial de demostrar que te importamos, gracias por todas esas tardes de café en el Kaffa y por todos los buenos tiempos!! espero sigamos teniendo experiencias que contar hoy siempre (Heart to heart, mind to mind, together to the sky!!!)

También me gustaría agradecer a mi buena amiga y colega, Ligeita del Toro que también ha sido parte de este clan desde hace mucho tiempo y es prácticamente nuestra hermana, gracias Ligeita por haber compartido conmigo tantos momentos tan chidos.

Gracias a mis amigos y hermanos de siempre con quienes crecí en Mazatlán: Toño Muñoz, Carlos Lopez (Canuto), Carlos Huaracha (Huarache), Alejandro Leal (Whopper), Tato Rico, y en especial a mi carnal Ponchito Fajer quien me siguió hasta acá y ha sido parte también de mis mejores momentos aquí en Ensenada. Así como al clan de los "Hot Spots": Jorge Noguez (chupas), gracias brother por haber compartido conmigo esa etapa tan chida en la casa de la playa y la super aventura en el chogüi hasta Monterey, California!, a los demás brothers Sierrita, Rasta, Los Quiques (Quintero, Castro y Collard) y en especial a mi carnal 100% ensenadense Josué (el Sonio) y mi brother Santiago Mejía, gracias por la confianza y por todas las horas de platica y motivaciones

Ya llevo muchas hojas y todavía no llevo a la familia!, así que quiero agradecer con todo mi corazón a todos los Guzón (Guzón-Andre, Valdez-Guzón, a las tías Mónica, Gladys, Cuchis y mis primas Carol y Lorena, a mi tío Enrique y mis primos Quique, Mayte y Jordi y al tío Juan por hacer de nuestro viaje a España una experiencia inolvidable). De manera muy especial quiero agradecer a mi yayo Victor por haber sido mi inspiración durante mi niñez cuando por las tardes me llevaba a la playa a ver ese mar que me heredo sin poseer. A la yaya Emma y al bisyayo Gregorio Jover por quien ahora se todo lo que significa el valor y luchar por nuestros ideales. Y con todo mi corazón a mi tía Emma quien ahora no esta conmigo para compartir este logro, aunque siempre la llevo en mi corazón donde quiera que voy.

Quiero darle las gracias a Suzette Valdes por ser una persona tan especial en mi vida, gracias por todos esos años de alegrías y tristezas, y por haber crecido conmigo, con esto te demuestro que nada ha sido en vano y tal vez no seria el mismo si no hubieses sido parte de mi, gracias.

Adicionalmente quiero agradecer a la familia Zatarain-Arias, a mis tías y primos y en especial a mi yayo Ricardo y mi yaya Lupita por todo su cariño y por todo su apoyo. Agradezco a la familia Sobarzo, quienes prácticamente me adoptaron cuando llegue aquí y de igual manera los adopte yo a ellos, muchísimas gracias por todo su cariño y por dejarme entrar en sus vidas, en especial a mi mama adoptiva Sonia, a Don Jesús, y a las tías!.

Finalmente, agradezco con todo mi corazón a mi padre Oscar Guzón por ser mi apoyo en todo momento y mi ejemplo a seguir, gracias papá por vivir este sueño conmigo y por darme todas las armas para ser feliz. A mi madre, gracias mamá por creer siempre en mi y por todos tus cariños y tus platicas tan sabias, gracias por todos los libros y los consejos, gracias por darme lo mejor que tengo, la vida. Y finalmente a mis hermanitas Jocy y Oliveta por darme el gran placer de verlas crecer aunque fuese desde

lejos, el tiempo no vuelve pero afortunadamente cada vez estamos mas cerca, gracias familia! no seria lo que soy sin ustedes.

Y bueno, después de toda este montón de palabras sentimentales creo que debo entrar en seriedad y agradecer a las instituciones y personas que hicieron posible esta investigación. Muchísimas gracias a todos los que participaron en las navegaciones, especialmente a los que se chutaron 4 horas en la lancha y no vieron delfines (sorry!), R.H. Defran, Lalo Morteo, Adrian Torales, Alfonso Medellín, Troy DeDecker, Kecia Kerr, Greg Campbell, Nicole Arano, Mauricio Navarro, Renata Arouca, Paulina Cetina, Ricardo Mendoza, Vero, Gisela Heckel, Yolanda Schramm, Cristina Villanueva, y en especial nuestros capitanes Miguel Angel, Abulones Cultivados S.A. de C.V. y Norberto Castro.

Esta investigación fue financiada en gran parte por la Universidad Estatal de San Diego (San Diego State University, SDSU), California, mediante una colaboración con el Laboratorio de Comportamiento de Cetáceos (Cetacean Behavior Laboratory, CBL). La realización de los muestreos y toma de datos fue posible mediante el Permiso de Pesca de Fomento No. 080699-231-03 de la Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (antes SEMARNAP ahora SAGARPA) y el oficio No. DOO 02.-2481 otorgado por el Instituto Nacional de Ecología (INE).

La Universidad Autónoma de Baja California y la Facultad de Ciencias Marinas, colaboraron a esta investigación al prestarnos sus embarcaciones durante las navegaciones.

Finalmente quiero expresar mi mas sincero agradecimiento a Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos de Ensenada, A.C., y a todos los miembros y amigos ahí inmiscuidos, gracias por haber marcado la pauta en mi formación académica y por todos los buenos tiempos y los que vendrán!

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Características de la especie	2
<i>Morfología externa</i>	2
<i>Sistemática</i>	4
<i>Nombres comunes</i>	6
ANTECEDENTES	7
Técnicas de investigación en cetáceos	7
Ámbito hogareño	10
Distribución y Movimientos	10
Investigaciones en las costas del sur de California y Baja California	13
Hábitos alimentarios	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
JUSTIFICACIÓN	18
HIPÓTESIS	19
OBJETIVOS	20
Objetivo General	20
Objetivos Particulares	20
ÁREA DE ESTUDIO	21
Localización y características	21
Clima	21
Corrientes	23
Oleaje	23
Tipos de costa	23
Surgencias en la Bahía de Todos Santos	25
Contaminación en la Bahía de Todos Santos	26
Estero de Punta Banda	27

MÉTODO	30
Navegaciones de Fotoidentificación	30
Análisis Fotográfico	35
<i>Revelado</i>	36
<i>Clasificación inicial e identificación</i>	36
<i>Trazo y determinación de la razón dorsal</i>	37
<i>Empate y catalogación</i>	39
ANÁLISIS DE LOS DATOS	42
Base de datos	42
División del área de estudio	42
Esfuerzo de muestreo	43
Fotoidentificación	45
<i>Registro Fotográfico (1999-2000)</i>	45
<i>Comparación de Registros Fotográficos</i>	46
Distribución	46
<i>Distribución espacial</i>	46
<i>Distribución temporal</i>	47
Tamaño de grupo	48
Presencia de crías	49
RESULTADOS	49
Esfuerzo	49
<i>Esfuerzo de navegación</i>	49
<i>Esfuerzo de fotoidentificación</i>	52
Fotoidentificación	53
<i>Delfines identificados en la Bahía de Todos Santos (1999-2000)</i>	53
<i>Recapturas para Bahía de Todos Santos (1985-1986 vs. 1999-2000)</i>	57
<i>Recapturas para la Bahía de Todos Santos y la Cuenca del Sur de California</i>	58
Distribución	60
<i>Distribución espacial</i>	60
<i>Distribución temporal</i>	63
Tamaño de grupo	70
Presencia de crías	72
DISCUSIONES	74
Esfuerzo	74

<i>Esfuerzo de navegación</i>	74
<i>Esfuerzo de fotoidentificación</i>	77
Fotoidentificación	78
<i>Delfines identificados en la Bahía de Todos Santos (1999-2000)</i>	78
<i>Recapturas para Bahía de Todos Santos (1985-1986 vs. 1999-2000)</i>	83
<i>Recapturas para Bahía de Todos Santos y la Cuenca del Sur de California</i>	86
Distribución	90
<i>Distribución espacial</i>	90
<i>Distribución temporal</i>	98
Tamaño de grupo	103
Presencia de crías	114
CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES	120
REFERENCIAS	121
APÉNDICES	138
Apéndice A: dieta de <i>Tursiops truncatus</i> en las costas del Pacífico.	139
Apéndice B: Escala Beaufort	140
Apéndice C: Comportamiento de <i>Tursiops truncatus</i> en las costas del Pacífico	141
PROGRESIÓN	143
ALIMENTACIÓN	144
SOCIALIZACIÓN	145
DESCANSO	149
JUEGO	150
Apéndice D: Hoja de registro (navegaciones)	151
Apéndice E: Hoja de registro (avistamiento)	152
Apéndice F: Tabla de recapturas	153

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1	Morfología externa del tursión, <i>Tursiops truncatus</i>3
FIGURA 2	Cuenca del Sur de California..... 15
FIGURA 3	Bahía de Todos Santos, Baja California, México22
FIGURA 4	Ruta de navegación.32
FIGURA 5	Trazo de la aleta y cálculo de la razón dorsal.....38
FIGURA 6	División del área de estudio por zonas.....44
FIGURA 7	Distribución del esfuerzo entre zonas y área de cobertura.....51
FIGURA 8	Curva de nuevos delfines identificados.....55
FIGURA 9	Frecuencias de avistamiento para delfines individualizados.....56
FIGURA 10	Distribución espacial de los avistamientos de <i>Tursiops truncatus</i>61
FIGURA 11	Abundancia relativa de <i>Tursiops truncatus</i> por zonas.....62
FIGURA 12	Distribucion temporal de los avistamientos de <i>Tursiops truncatus</i>64
FIGURA 13	Abundancia relativa por temporada del año.65
FIGURA 14	Proporción estacional de tursiones para una sola temporada del año.....69
FIGURA 15	Tamaño de grupo..70
FIGURA 16	Tamaño de grupo promedio por temporada del año71
FIGURA 17	Porcentaje de grupos con crías por temporada del año.....72
FIGURA 18	Abundancia relativa de crías por temporada del año.....73

LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA I Número de grupos y delfines observados.....	49
TABLA II Frecuencia de visita para cada zona en el área de estudio.....	50
TABLA III Esfuerzo de fotoidentificación y porcentaje de individualización.....	53
TABLA IV Tasa de descubrimiento.....	55
TABLA V Tasas de recaptura.....	56
TABLA VI Empates para Bahía de Todos Santos (1985-86 y 1999-00).....	57
TABLA VII Empates entre Bahía de Todos Santos y la Cuenca del Sur de California...58	
TABLA VIII Número de avistamientos para delfines individualizados.....	65
TABLA VIII (Continuación)	66
TABLA IX Presencia estacional de los tursiones fotoidentificados.....	67

INTRODUCCIÓN

El tursión, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), es una de las 70 especies asignadas al suborden taxonómico de los Odontocetos o “cetáceos con dientes”. Pertenece a la familia Delphinidae que se compone de 33 especies las cuales varían ampliamente en aspectos de su ecología y comportamiento (Leatherwood y Reeves, 1983; Carwardine *et al.*, 1998). Como familia, los delfínidos demuestran una considerable diversidad en morfología y comportamiento.

Debido a su gran adaptabilidad a condiciones de cautiverio y hábitos costeros, el tursión es sin duda, una de las especies de delfínidos más estudiadas en el mundo. En muchas lagunas, golfos, estuarios, bahías y costas expuestas, las poblaciones de tursiones pueden ser observarse y estudiarse casi en cualquier temporada del año (Leatherwood y Reeves, 1990).

Los primeros estudios sobre esta especie fueron realizados en condiciones de cautiverio, los cuales proporcionaron información sobre sus mecanismos sensoriales, sistemas de comunicación, energética, reproducción, anatomía, y varios otros aspectos sobre su biología general (Leatherwood y Reeves, 1990).

Hasta la década de los setenta la información existente sobre la historia natural de pequeños cetáceos en vida libre consistía principalmente de observaciones ocasionales (Norris y Prescott, 1961). Sin embargo, con el aumento en el interés por la especie y la aplicación de nuevas tecnologías, varios investigadores comenzaron estudios de campo utilizando nuevas técnicas para identificar individuos de poblaciones locales de

odontocetos (Würsig y Würsig, 1977; Shane, 1980; Irvine *et al.*, 1981; Balcomb *et al.*, 1982).

A partir de estas investigaciones una gran variedad de especies de pequeños cetáceos se ha estudiado utilizando marcas naturales, marcas artificiales y radiotelegrafía.

Características de la especie

Morfología externa

El tursión (*Tursiops truncatus*) (Fig.1), es un delfínido de tamaño mediano cuya coloración varía desde gris claro a gris oscuro con una ligera pigmentación ventral (Leatherwood *et al.* 1983; Wells y Scott 1999). En muchas áreas del Océano Índico y el Pacífico occidental tropical, incluyendo Shark Bay, Australia, tanto hembras como machos desarrollan manchas en la zona ventral al madurar (Ross y Cockcroft, 1990). Estas manchas aparentemente se incrementan tanto en cobertura como en densidad con la edad después de la maduración sexual; sin embargo, pueden existir variaciones en el nivel de manchas entre individuos (Ross y Cockcroft, 1990; Smolker *et al.* 1992).

El género *Tursiops* exhibe una gran variación en tamaño corporal de acuerdo a la región geográfica en la que se encuentre (Carwardine *et al.*, 1998). Algunos de los individuos que se han medido en algunas poblaciones como el Golfo de Spencer, sur de Australia y Shark Bay, se encuentran entre los 220-230 cm (Ross y Crockcroft, 1990).

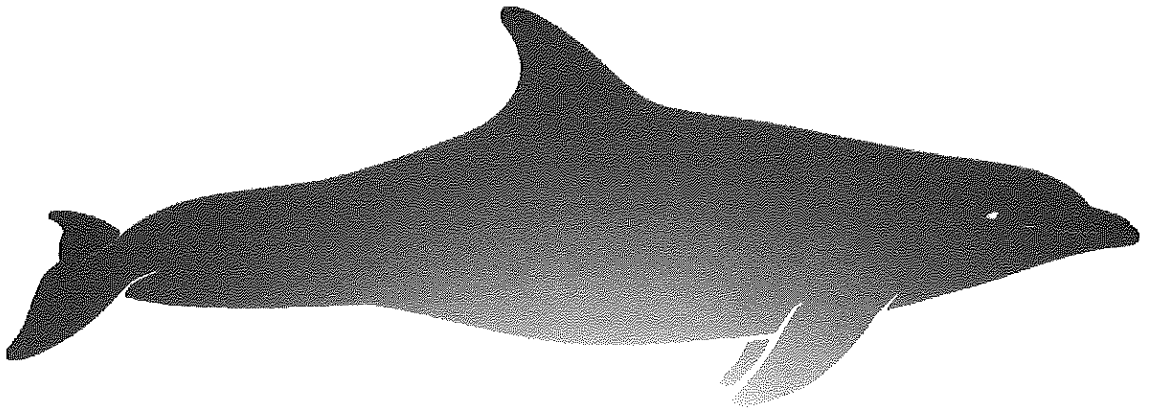


FIG. 1. Morfología externa del tursión, *Tursiops truncatus*.

Estos tursiones son pequeños comparados con los individuos más grandes en otras localidades en el Atlántico noreste que se encuentran entre los 350-410 cm (Fraser, 1974; Lockyer, 1985; citados por Connor *et al.*, 2000). En la Bahía de Sarasota, Florida, las hembras de *Tursiops* alcanzan su longitud asintótica cerca de los 250 cm (Read *et al.* 1993).

Otra característica distintiva del género *Tursiops* es su rostro corto (7-8 cm), ancho y redondeado, con la mandíbula que sobresale por delante de la maxila. Posee un número promedio de 19 a 26 dientes en cada lado de ambas mandíbulas (Nishiwaki, 1972). Presenta una aleta dorsal alta, ancha en la base y falcada hacia atrás, situada a la mitad del cuerpo. El pedúnculo caudal tiene una quilla moderada (Watson, 1981).

Sistemática

La primera descripción científica para esta especie fue la de Lacépede en 1804, a partir del esqueleto de un espécimen montado para exhibición en la escuela veterinaria de Maisons Alfort, cerca de Charenton en Paris, Francia. Lacépede lo nombró *Delphinus nesarnack* bajo el código de *nomen oblitum* (Watson, 1981).

En 1814, George Montagu realizó una descripción de un delfín varado en Duncannon Pool, casi 8 km hacia adentro del río Dart en Devonshire, Inglaterra. Montagu escribió un documento corto para la Wernerian Natural History Society, en el cual lo nombró *Delphinus truncatus* del latín *trunco*, que significa truncado, y hace referencia a su corto rostro. Posteriormente, en 1843, Gray creó un nuevo género para la especie, denominándolo *Tursio*, a partir del latín que significa marsopa. Posteriormente,

se descubrió que el nombre genérico ya había sido utilizado para otra especie, por lo tanto se le agregó el sufijo griego *ops*, que significa rostro; quedando el género como *Tursiops* y el epíteto específico como *truncatus* (Watson, 1981).

La sistemática actual del género *Tursiops* sigue estando poco definida. Existen dos argumentos que predominan; uno de ellos concierne a la existencia de varias especies o subespecies de *Tursiops*, mientras que otro defiende una sola especie, *T. truncatus*, la cual presenta varias razas geográficas que difieren en tamaño corporal, número de dientes y coloración (Mitchell, 1975; citado por Connor *et al.*, 2000). Sin embargo, análisis filogenéticos aplicados a muestras identificadas como provenientes de *T. truncatus* y la especie nominal *T. aduncus*, indican que éstas son especies separadas (Curry, 1997; Curry y Smith, 1997; LeDuc *et al.*, 1999; citado por Connor *et al.*, 2000).

Otro factor que parece complicar la sistemática del género *Tursiops*, es la presencia en muchas regiones de dos ecotipos de tursiones: la forma costera y la forma oceánica, las cuales han sido reconocidas y diferenciadas con base en su morfología externa, hematología, morfología craneal y fauna parásita (Pacífico noreste: Walker, 1981; sureste de los E.U.A.: Duffield *et al.*, 1983; Perú: Van Waerebeek *et al.*, 1990; noreste de los E.U.A.: Kenney, 1990). Ambos ecotipos presentan diferencias en su distribución latitudinal, como es el caso en el Atlántico noroeste, donde la forma costera se extiende sólo hasta el norte de New Jersey, EE.UU.; mientras que la forma oceánica continúa al norte hasta Nova Scotia (Gowans y Whitehead, 1995; citado por Connor *et al.*, 2000).

Hoelzel *et al.*, (1998) encontraron diferencias genéticas nucleares y mitocondriales entre poblaciones costeras y oceánicas en el Atlántico noroeste. Por su parte, Curry

(1997) mediante el análisis de secuencias de ADN mitocondrial, encontró que los tursiones costeros del Atlántico noroeste y el Golfo de México se encuentran aislados reproductivamente de las poblaciones de tursiones oceánicos muestreadas en todos los océanos.

Otro cuestionamiento sobre la sistemática del género reconocido como *Tursiops*, es sobre su origen. Una investigación molecular sobre la sistemática de la familia Delphinidae muestra evidencia que *Tursiops aduncus* se encuentra más cercanamente relacionado a varias especies del género *Stenella* y *Delphinus delphis* que a *Tursiops truncatus* (LeDuc y Curry, 1996; LeDuc *et al.*, 1999; citado por Connor *et al.*, 2000).

Nombres comunes

Existen diversas formas para nombrar a la especie *Tursiops truncatus*, dependiendo del país de que se trate (Ellis, 1989). En México se le conoce como *tursión* o *tonina*, la traducción literal del inglés “*delfin nariz de botella*” (bottlenose dolphin) es inadecuada. En Alemania se les conoce como *Grosser Tummler*; en Francia, *souffleur* o *grand dauphin*; en Groenlandia, *nezarnak*; en Japón, *hando iruka*; en Portugal, *peixe boto*; en Rusia, *bolshoi delfin*; y en Suecia, *oresvin* (Watson, 1981).

ANTECEDENTES

Técnicas de investigación en cetáceos

Las investigaciones diseñadas para examinar la ecología del comportamiento de poblaciones de cetáceos se han beneficiado significativamente mediante el reconocimiento de individuos (Weller, 1991).

Históricamente, se han utilizado tres métodos distintos para identificar individuos: 1) transmisores de radio y satélite adheridos directamente sobre el animal; 2) marcas visuales: tatuajes, marcas de congelamiento, y marcas de plástico (marcas de color y con código alfa-numérico similares a los utilizados para el marcaje de ganado); 3) marcas naturales: variaciones naturales distintivas en la apariencia de los individuos de una población. El uso de marcas naturales para identificar individuos es comúnmente combinado con técnicas de fotoidentificación (Scott *et al.*, 1990; Würsig y Jefferson, 1990).

Estas técnicas de marcaje han favorecido considerablemente nuestro entendimiento acerca de patrones de movimiento en cetáceos, ámbito hogareño, comportamiento y estructura social. Los avances en el uso de radio telemetría y fotoidentificación han ayudado a reducir considerablemente el uso de marcas visuales, las cuales son difíciles de utilizar y relativamente ineficientes (Weller, 1991).

La identificación individual se ha convertido en una práctica estándar para investigadores de campo en el estudio de distintas especies de cetáceos. Caldwell (1955) fue uno de los primeros investigadores en hacer uso de marcas naturales para reconocer repetidas veces a un tursión del Atlántico; sin embargo, el uso extensivo de marcas

naturales para determinar parámetros poblacionales en cetáceos no comenzó sino hasta los años setentas (Saayman y Tayler, 1973, 1979; Shane, 1977; Würsig y Würsig, 1977; Norris y Dohl, 1980; Balcomb *et al.*, 1982; Sears, 1987). Actualmente la fotoidentificación es una herramienta metodológica importante en el estudio de un gran número de especies de cetáceos y provee un registro permanente que puede ser documentado y verificado (Weller, 1991).

El tursión es particularmente adecuado para estudiarlo mediante la técnica de fotoidentificación. Numerosos estudios han aprovechado tres características inherentes de esta especie: 1) la presencia de marcas naturales distintivas comúnmente adquiridas por un gran porcentaje de individuos; 2) la factibilidad de observación de la especie en general; y 3) su distribución costera.

El borde posterior de la aleta dorsal de los tursiones está compuesto de una delgada capa de tejido conjuntivo. Esta frágil área frecuentemente presenta muescas adquiridas debido a interacciones con otros individuos de la misma especie, depredadores y humanos, dando como resultado un patrón reconocible de marcas, muescas y cicatrices. Tales patrones pueden considerarse análogos a las huellas digitales del humano y por tanto son únicas de cada individuo. Una vez adquiridos, estos patrones de muescas son por lo general permanentes con sutiles cambios a través del tiempo.

Würsig y Würsig (1977) determinaron que en las poblaciones de tursiones más del 50% de los individuos son identificables debido a marcas naturales, forma de la aleta dorsal, oscurecimiento del dorso o de la aleta, cicatrices y patrones de pigmentación. Posteriormente, Defran y Weller (1999) concluyeron que aproximadamente el 65% de

los delfines observados en San Diego, California, EE.UU. poseían marcas distintivas en sus aletas.

Wells *et al.* (1987) han logrado reconocer tursiones mediante marcas naturales en aguas de la Florida por más de 20 años. De igual manera, Würsig y Harris (1990) reportan que estos mismos patrones han sido consistentes por periodos de más de 12 años para tursiones estudiados en Argentina.

Por otra parte, Defran *et al.* (1990) propusieron diferentes técnicas para la catalogación e identificación fotográfica de aletas dorsales de *Tursiops truncatus* tomadas en las costas del sur de California.

Comparado con las demás especies de delfínidos, el comportamiento del tursión es altamente observable. Estos delfines se mueven generalmente a velocidades bajas (2.1-2.7 km/hora: Tanaka, 1987; 6.1 km/hora: Würsig y Würsig, 1979); requieren de respiraciones constantes y se habitúan rápidamente a la presencia de embarcaciones. Esta combinación de marcas naturales y factibilidad de observación han hecho al tursión objeto de estudio de las investigaciones más completas de fotoidentificación llevadas a cabo en cetáceos hasta la fecha (Weller, 1991).

Con respecto a los resultados que arrojan las investigaciones basadas en la fotoidentificación, se ha encontrado que es posible conocer varios aspectos sobre la biología poblacional de las especies estudiadas, tales como movimientos, abundancia, distribución y estructura social (Würsig y Würsig, 1977; Shane, 1977; Würsig, 1978; Würsig y Würsig, 1979; Shane, 1980; Irvine *et al.*, 1981; Ballance, 1987; Sears, 1987; Bigg *et al.*, 1990; Scott *et al.*, 1996; Defran *et al.*, 1999; Defran y Weller, 1999).

Ámbito hogareño

Tanto los mamíferos terrestres como los mamíferos marinos necesitan moverse dentro de sus respectivos ambientes para explorar y explotar sus recursos. Esto incluye buscar y asegurar el alimento, evitar depredadores y encontrar parejas potenciales. Los cetáceos exhiben una gran variedad de patrones de movimiento diurnos y estacionales relacionados a numerosas variables ecológicas (Ward, 1999).

Se ha encontrado que los tursiones costeros mantienen un ámbito hogareño o un área regularmente utilizada por un individuo o grupo en la realización de sus actividades diarias normales (Burt, 1943; Jewell, 1966).

Caldwell (1955) confirmó la existencia de un ámbito hogareño bien definido en las aguas de Florida, EE.UU., para un tursión reconocible debido a su aleta mutilada. Por su parte, Scott *et al.* (1996) determinaron un ámbito hogareño de 40 km a lo largo de la costa para la población de tursiones en la bahía de Sarasota, Florida, el cual se extiende desde Siesta Key en el sur hasta Terra Ciega Bay en el norte y aguas hasta 1 km mar adentro en el Golfo de México.

Distribución y Movimientos

El tursión presenta una amplia distribución a nivel mundial en aguas tropicales, subtropicales y templadas. Normalmente se le puede encontrar en lagunas costeras, estuarios y ríos, aunque también habita en aguas oceánicas (Leatherwood y Reeves, 1990).

La distribución y los movimientos del tursión se han estudiado en un gran número de áreas geográficas costeras. Con la acumulación de datos de distintas poblaciones de tursiones, se han definido diferentes patrones de distribución, los cuales parecen estar asociados a diferentes niveles de fidelidad geográfica y afiliación social (Hanson, 1990).

Los tursiones que habitan en aguas cercanas a Sarasota, Florida, presentan un grado relativamente alto de fidelidad geográfica y afiliación social entre individuos (Irvine *et al.*, 1981; Wells *et al.*, 1980). Las investigaciones a largo plazo realizadas con los delfines de Sarasota, Florida, han contribuido a un análisis detallado sobre clases de edad, sexo, reproducción y relación genética. La información obtenida indicó una sociedad de delfines altamente estructurada en la cual las hembras tienden a formar unidades de reproducción estables y muestran una alta fidelidad hacia áreas geográficas específicas. Los machos mantienen el intercambio genético y muestran fidelidad a una población y ámbito hogareño, aunque ocasionalmente se mezclan con miembros de poblaciones próximas (Irvine *et al.*, 1981; Leatherwood y Reeves, 1990).

Algunas poblaciones de tursiones exhiben una fidelidad geográfica estacional. Datos obtenidos de censos aéreos y patrones de varamientos durante la mortandad de tursiones (1987-1988) a lo largo de la costa este de los Estados Unidos mostraron evidencia de una migración norte-sur (Scott *et al.*, 1988). Se reportó que los tursiones del Atlántico pasaban los meses de verano desde Carolina del Norte hasta Nueva Jersey, migrando hacia el sur durante el otoño. En cambio, los tursiones pasaban el invierno entre Cape Hatteras y Florida central, con una migración hacia el norte durante la primavera.

Shane (1980) mediante observaciones desde tierra y fotoidentificación de tursiones en aguas adyacentes a Port Aransas, Texas, encontró que los delfines de esta población respondían a cambios estacionales moviéndose hacia adentro o hacia afuera del área de estudio en invierno o bien manteniéndose como residentes todo el año. Propuso que estas tres respuestas a cambios estacionales que exhibían los tursiones en el área de Port Aransas, Texas, podían deberse a los cambios de temperatura y a la disponibilidad de presas. Si la temperatura del agua y la disponibilidad de presas influía en la ocurrencia estacional de delfines en el área de estudio, entonces individuos de delfines o grupos sociales podrían tener diferentes preferencias de temperatura o alimento. Encontró también que existía una relación significativa entre los movimientos de los delfines y la marea en algunas secciones del área de estudio.

Shane *et al.* (1986) propusieron que algunos tursiones costeros en latitudes altas muestran una tendencia clara hacia la migración estacional, mientras que en aguas más templadas muestran movimientos estacionales localizados, los cuales pueden estar ampliamente relacionados con la alimentación o la necesidad de un lugar seguro para la reproducción. Otro factor importante que influye en la variabilidad de los movimientos de los tursiones es su carácter oportunista, es decir, que consumen diferentes tipos de alimento. Esto puede explicar por qué sus patrones de movimiento no son tan claros como los de otras especies de cetáceos.

Heckel (1992) y Schramm (1993) encontraron que los tursiones de una población en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, se distribuían principalmente en tres zonas del área de estudio, y que esta distribución espacial se mantenía durante todo el año. Estas zonas

de concentración aparentemente se relacionaban con disponibilidad de alimento. Sin embargo, la presencia de los tursiones disminuía sensiblemente en la temporada de nortes (noviembre a febrero) con respecto a la de lluvias (julio a octubre), aunque se observó que una parte de la población permanecía en el área durante todo el año.

Ballance (1987) mediante un estudio realizado en el Golfo de California, determinó que la abundancia de tursiones era mayor en áreas cercanas a las bocas de sistemas estuarinos. Así mismo encontró que los tursiones en el Golfo de California se mueven en áreas alejadas a los esteros, deteniéndose cerca de la boca de éstos para alimentarse. Esta correlación entre comportamiento y hábitat es una indicación de que los delfines se encuentran en tal abundancia cerca de áreas estuarinas debido al gran número de presas potenciales que estos sistemas soportan. Este mismo patrón parece también ocurrir en los tursiones de la costa este y oeste de Estados Unidos (Ballance, 1987).

Investigaciones en las costas del sur de California y Baja California

Norris y Prescott (1961) fueron los primeros en documentar la presencia de tursiones a lo largo de las costas del sur de California. Posteriormente, entre 1981 y 1983, Hansen (1990) utilizó técnicas de fotoidentificación, registros históricos de avistamientos, observaciones de comportamiento desde tierra y censos aéreos para determinar el ámbito hogareño, uso de hábitat y tamaño poblacional para los tursiones de la Cuenca del Sur de California (CSC)¹. En su estudio (1981-1983) logró identificar 123 individuos y propuso una estimación poblacional de 173-240 individuos. También, determinó que el área de

¹ La CSC se extiende desde los 31° 40' hasta los 34° 30' N y desde los 116° hasta los 120° 30' W.

San Diego, California, era utilizada permanentemente por algunos delfines y estacionalmente por otros. Propuso que los delfines preferían la zona localizada entre La Jolla y el sur de Carlsbad, debido a una mayor abundancia de alimento por la presencia de bocas de esteros y mantos de algas. Defran y Weller (1999) continuaron los estudios de fotoidentificación entre 1984 y 1989, y mediante la combinación de nuevos datos y los obtenidos previamente por Hansen, obtuvieron una nueva estimación poblacional de 234-285 individuos. Las bajas tasas de recaptura para delfines individuales, indicaban un bajo grado de residencia para el área. Estos autores propusieron que el área de San Diego representaba una pequeña porción de un ámbito hogareño mucho mayor utilizado por los delfines de esta población.

Con el fin de incorporar nuevas áreas de estudio hacia el norte y sur de San Diego para determinar el ámbito hogareño real de los tursiones en las costas del sur de California, Defran *et al.* (1999) llevaron a cabo recorridos de fotoidentificación en tres áreas de estudio dentro de la CSC: 1) Santa Barbara, California; 2) Orange County, California; 3) Ensenada, Baja California, México (Espinosa, 1986) (Fig. 2). Estos autores identificaron un total de 207 delfines los cuales exhibían movimientos a lo largo de la costa sin presentar evidencia de residencia en alguna región particular en toda la CSC y comprobaron que los delfines en el área se desplazaban desde San Diego, California, hasta Ensenada, Baja California, y que estos movimientos podían ser realizados en un periodo mínimo de tres semanas. Propusieron que estos patrones

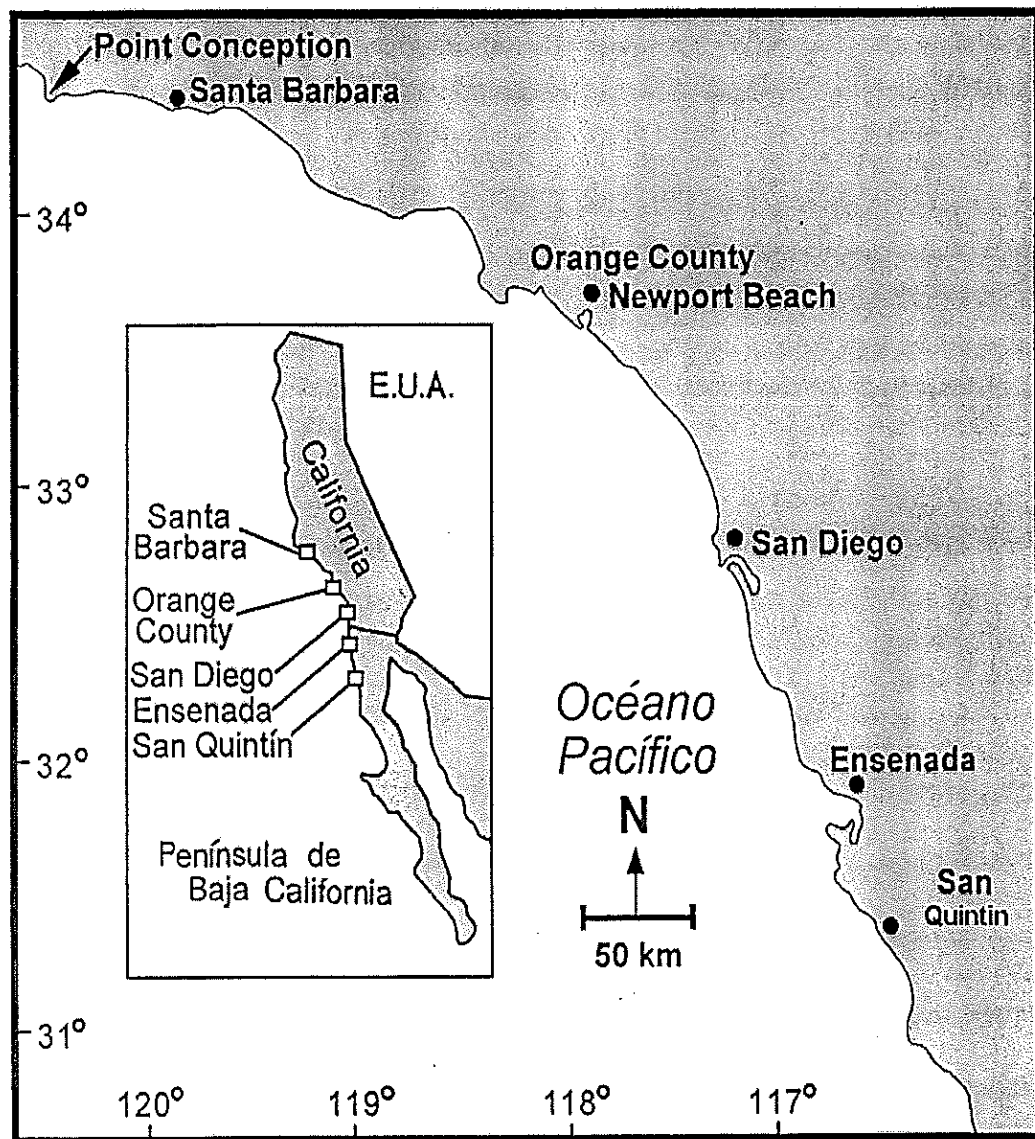


FIG. 2. Ubicación geográfica de la Cuenca del Sur de California (modificado de Defran *et al.* 1999).

dinámicos de movimiento podrían deberse a la distribución heterogénea que presentan las especies de peces presa de *Tursiops truncatus* a lo largo de la CSC.

Hábitos alimentarios

El tursión ha sido descrito como un depredador oportunista con una gran flexibilidad en su comportamiento (Shane *et al.*, 1986). Por lo tanto, consume diferentes tipos de presa según su disponibilidad. Mediante un análisis de contenido estomacal, se encontró que las principales presas de *Tursiops* para el Atlántico son los peces: *Mugil cephalus*, *Cynoscion arenarius* y *Bairdiella chrysoura* (Leatherwood y Reeves, 1990). Norris y Prescott (1961) y Walker (1981) identificaron 25 especies de peces en los contenidos estomacales de tursiones en las costas del Pacífico.

Posteriormente, Hanson y Defran (1993) presentaron una tabla (Apéndice A) con las proporciones de contenido estomacal asociadas a las especies de peces, mediante la combinación de las frecuencias de ocurrencia de cada especie presentada en los estudios de Norris y Prescott (1961) y Walker (1981). Estas proporciones de contenido estomacal se realizaron con el fin de calificar el valor de las especies de peces que son parte de la dieta de los tursiones en las costas del Pacífico (California). Las especies de las familias *Embiotocidae* y *Scianidae* conformaban el 75% de los peces identificados (Walker, 1981). La mayoría de las especies de peces incluidas fueron especies no migratorias y como resultado se encuentran en el ámbito costero de los tursiones todo el año (SCCWRP, 1973).

Los tursiones en las costas del Pacífico probablemente consumen también algunos invertebrados, particularmente el calamar (*Loligo opalescens*), los cuales son estacionalmente abundantes en aguas costeras del sur de California. Además, los tursiones en el área de San Diego, California, han sido observados alimentándose en la superficie de anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) (Hanson, 1990). Sin embargo, la anchoveta norteña no fue representada en los contenidos estomacales analizados por Norris y Prescott (1961) y Walker (1981). La mayoría de las especies de peces descritas son planctívoras y comunes en las aguas costeras en las que habitan los tursiones del Pacífico. Las preferencias de hábitat de los peces incluyen: fondos arenosos, fondos rocosos, mantos de algas, zonas de rompiente y áreas estuarinas. La mayoría de las especies habitan en profundidades medias y bentónicas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mayoría de las investigaciones realizadas con tursiones en distintas localidades indican que sus patrones de movimiento se encuentran fuertemente relacionados a la búsqueda de alimento (Shane, 1980; Hansen, 1983; Shane *et al.*, 1986; Ballance, 1987; Hanson, 1990; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Defran *et al.*, 1999). Por lo tanto, existen marcadas diferencias en los patrones de movimiento que presentan los tursiones de acuerdo a la localidad geográfica en que habitan.

Defran *et al.* (1999) comprobaron que los tursiones presentes en la CSC se desplazaban desde San Diego, California, hasta Ensenada, Baja California. Estos autores discutieron sobre las diferencias que existen entre la estructura del hábitat y distribución de las presas entre las costas de California y otras áreas de estudio más protegidas en el

Golfo de México, donde los tursiones presentan una fidelidad al sitio y una disminución en el tamaño de los grupos. Lo anterior resalta las diferencias que existen entre las distintas poblaciones de *T. truncatus* en diferentes localidades geográficas.

En cuanto a los tursiones que frecuentan la Bahía de Todos Santos, Baja California, aún se desconoce si presentan zonas de concentración relacionadas a la disponibilidad de alimento u otras variables como tipo de sustrato y si estas zonas de concentración prevalecen en el espacio y en el tiempo. También se desconoce si son los mismos individuos los que frecuentan la Bahía de Todos Santos estacionalmente y cuánto tiempo permanecen en el área.

JUSTIFICACIÓN

A pesar de que el tursión es una de las especies de cetáceos más estudiadas en el mundo, aún se desconocen muchos aspectos acerca de sus movimientos y su distribución. Este delfín es un depredador potencial de gran importancia como último eslabón en las cadenas tróficas. Por lo tanto, sus parámetros poblacionales pueden reflejar el estado de salud del ecosistema marino y los eslabones inferiores (Kelly, 1983; Leatherwood y Reeves, 1990). Debido a su hábitat costero el tursión se encuentra expuesto a la influencia de actividades humanas ya sean industriales, comerciales (interacciones con pesquerías) o recreativas, así como la contaminación que se deriva de éstas.

Se ha encontrado que en el área sur de California existe un alto grado de contaminación debido a la intensa actividad industrial; éstas arrojan diariamente al mar una gran cantidad de sustancias tóxicas tales como cadmio, arsénico, mercurio y plomo.

Es en estas costas donde se han encontrado organismos muertos con DDT (dicloro difenil tricloroetano) y PCB (policlorobifenilo) en el tejido graso, en cantidades altas comparadas con las antes encontradas en cetáceos y las más altas conocidas para cualquier población de animales silvestres (Hansen, 1983; Kelly, 1983).

Por otro lado, la contaminación del agua y las actividades acústicas asociadas al desarrollo petrolero pueden afectar a los delfines hasta incapacitarlos para ecolocalizar a sus presas o hacerlos susceptibles a la depredación (Leatherwood y Reeves, 1990).

Para poder estudiar una población de cualquier especie de cetáceo en vida libre es necesario reconocer a los individuos dentro de ésta (Defran *et al.*, 1990). La realización de este tipo de estudios es esencial para adquirir un entendimiento más amplio acerca de los patrones de movimiento, la abundancia y dinámica grupal de los delfines costeros en el área y de esta manera ayudar a establecer programas de manejo y conservación.

HIPÓTESIS

- La distribución de los tursiones en la Bahía de Todos Santos, Baja California, se encuentra fuertemente influenciada por la búsqueda de alimento, de manera que su distribución espacial puede estar concentrada en zonas altamente productivas dentro de la bahía. Los antecedentes indican que los tursiones en las costas del sur de California y Baja California, utilizan áreas cercanas a los sistemas estuarinos y mantos de algas para su alimentación debido al gran número de presas potenciales que estos sistemas soportan (Hansen, 1983; Ballance, 1987). Por lo tanto es posible que la distribución de los tursiones en la Bahía de Todos Santos, Baja California,

esté concentrada en áreas cercanas a la boca del Estero de Punta Banda y zonas con mantos de algas.

- En cuanto a la distribución temporal de *Tursiops truncatus* en la Bahía de Todos Santos, es probable que se vea afectada por la presencia estacional de sus principales presas en el área de estudio.

OBJETIVOS

Objetivo General

Establecer la distribución espacial y temporal de *Tursiops truncatus* en la Bahía de Todos Santos, Baja California, mediante técnicas de fotoidentificación durante navegaciones en lancha.

Objetivos Particulares

- Describir y analizar la distribución de los tursiones (*Tursiops truncatus*) en las costas de la Bahía de Todos Santos, Baja California.
- Comparar la distribución temporal de los tursiones en la Bahía de Todos Santos, Baja California, durante las cuatro estaciones de un año de estudio (julio 1999-junio 2000).
- Iniciar un catálogo de fotoidentificación de tursiones en la Bahía de Todos Santos, con base en el catálogo del Laboratorio de Comportamiento de Cetáceos de la Universidad Estatal de San Diego en 1985 (Defran *et al.*, 1999).

ÁREA DE ESTUDIO

Localización y características

La Bahía de Todos Santos, Baja California (Fig. 3), se encuentra en el extremo noroeste de México, entre los paralelos 31°43' y 31°54' N; y entre los meridianos 116°36' y 116°49' W. Está delimitada al norte por Punta San Miguel, y al sur por la península de Punta Banda y las Islas Todos Santos. Se caracteriza por tener una profundidad de entre 10 y 50 m, y presenta dos entradas bien definidas en su topografía submarina, dividida por dos pequeñas islas al oeste. La entrada del noroeste tiene 12 km de ancho y poco menos de 50 m de profundidad, mientras que la entrada por el suroeste tiene 6 km de ancho y 400 m de profundidad al final del cañón submarino localizado entre la península de Punta Banda y las Islas Todos Santos. La península de Punta Banda tiene una prolongación submarina de 3 km hasta la isobata de los 50 m, a partir de la cual la pendiente cambia bruscamente al borde del cañón, haciéndose muy pronunciada (Secretaría de Marina, 1974).

Clima

El clima característico de la zona es semiseco templado con una temperatura promedio anual de 11° a 21° centígrados, con presencia de veranos frescos y un régimen de lluvias de tipo invernal con nieblas frecuentes y a lo largo de toda la franja costera (Secretaría de Marina, 1974).

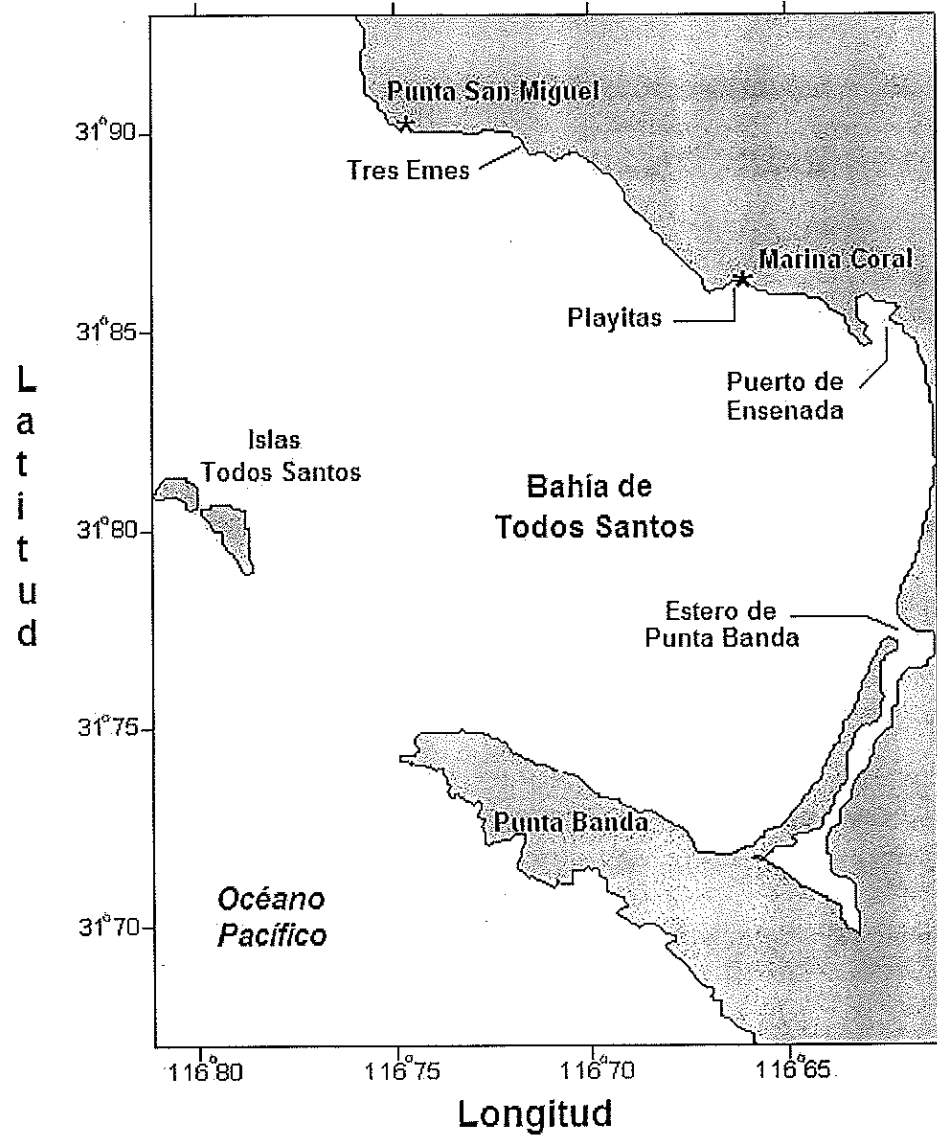


FIG. 3. Ubicación geográfica de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México.

Corrientes

En la Bahía de Todos Santos existen dos corrientes superficiales. En la parte norte el sentido de la corriente es predominantemente hacia el sureste paralelo a la costa; en la zona sur, el sentido es hacia la barra del Estero de Punta Banda ambos hacia el interior de la bahía (Aranda-Manteca, 1983).

Álvarez-Sánchez *et al.* (1988) encontraron que en promedio el ingreso de agua de las dos entradas a la bahía, generan dos corrientes paralelas a las costas sur y norte, que convergen adyacentes a la boca del Estero de Punta Banda. En la región sur se encontró una corriente subsuperficial a 10 m de profundidad con la misma dirección de la corriente superficial, hacia la barra del estero (Pérez-Carlos, 1983).

Oleaje

Las direcciones de aproximación del oleaje en la Bahía de Todos Santos son del noroeste, oeste-noroeste y oeste, con alturas que en condiciones normales oscilan entre 0.2 y 2.4 m, alcanzando máximos de 3.47 m y 3.97 m para tormentas con periodo de retorno de 50 años y 100 años respectivamente (Coria, 1991; citado por Guardado, 1997).

Tipos de costa

La morfología de la Bahía de Todos Santos se encuentra determinada por las circunstancias de vientos y oleaje que la afectan, formando en general tres tipos de costa (García Pamanes y Chee Barragan, 1976):

- a) *Costa abierta rocosa*: zonas intermareales rocosas que se extienden desde la Punta de San Miguel, que corresponde al límite norte de la bahía, hasta el rompeolas del puerto de Ensenada.
- b) *Costa abierta arenosa*: comprende la barra de arena que separa el estero de Punta Banda de la bahía y la porción que se extiende desde la boca del estero hasta la rada del puerto; estas dos áreas arenosas se pueden considerar como no protegidas.
- c) *Costa protegida rocosa*: se localiza desde la parte donde se une la barra de arena del estero, con Punta Banda; hasta un poco antes de la parte más extrema de esa punta, ya que la misma es costa abierta no protegida.

Aunque en general, dentro de la bahía, las zonas intermareales conforman estos tres tipos, se presentan fenómenos particulares que son importantes en la ecología de la misma. En la costa protegida rocosa (a), que en su mayoría presenta zonas intermareales de roca maciza, se pueden encontrar también pequeñas caletas formadas por cantos rodados y matatenas. En el caso de la zona arenosa (b), en la parte en que se une la barra de arena del estero con el macizo rocoso de Punta Banda, se encuentra una playa de cantos rodados que en verano, al depositarse arena, se convierte en playa arenosa, y en invierno, la arena es transportada fuera del lugar apareciendo de nuevo los cantos rodados. La costa abierta rocosa (c) de Punta San Miguel al rompeolas, presenta también fenómenos locales de evolución de playas, con cantos rodados en invierno y arena en verano, tal es el caso de las localidades de Playitas y Tres Emes (García Pamanes y Chee Barragan, 1976).

Surgencias en la Bahía de Todos Santos

Generalmente en las costas de Perú, oeste de Estados Unidos (California y Oregon) y el noroeste de África ocurren surgencias costeras, fenómenos de gran importancia ecológica que producen zonas de abundantes pesquerías (González-Morales y Gaxiola-Castro, 1991). Las surgencias costeras ocurren cuando el viento sopla sobre la superficie del mar y genera un estrés que causa que el agua superficial se mueva en la misma dirección del viento. El efecto de Coriolis pronto modifica la dirección del flujo, causando que la corriente gire a la derecha en el hemisferio norte y a la izquierda en el hemisferio sur. Cuando la situación persiste por un tiempo el movimiento neto del agua se encuentra en ángulo recto con respecto a la dirección del viento, efecto conocido como transporte de Ekman. Cuando la dirección del transporte de Ekman se aleja de la costa, el agua superficial se mueve hacia fuera de la costa y es reemplazada por agua más profunda que surge cerca de la costa. En situaciones cuando el agua más profunda es rica en nutrientes, estas surgencias estimulan la producción primaria (Mann y Lazier, 1996).

Algunos estudios hidrográficos han reportado condiciones de surgencia en la costa norte de Baja California durante primavera y verano (Bakun, 1975; Amador Buenrostro, 1976; Barton y Argote, 1980; Torres Moye y Acosta Ruíz, 1986). Los vientos en la costa de Baja California tienen una fuerte componente hacia el ecuador la mayor parte del año, con los valores promedio máximos durante mayo y junio (Bakun, 1975; Pavia y Reyes, 1983), lo que genera un surgimiento durante casi todo el año, el cual se intensifica en primavera y verano (Gómez Valdez, 1983). Esto proporciona una gran dinámica en el

área con escalas de variación de días, por lo que estos períodos son más importantes para estudiar la relación entre procesos físico-químicos y biológicos (González Morales y Gaxiola Castro, 1991).

Álvarez Borrego y Álvarez Borrego (1982) sugieren que los eventos de surgencia en la Bahía de Todos Santos se originan fuera de la península de Punta Banda y posteriormente son transportados por procesos advectivos locales hacia el interior de la bahía por el canal que se localiza al sur de las Islas Todos Santos. Frente a Punta San Miguel se ha reportado una gran cantidad de nutrientes y se considera como una zona de surgencias de corto plazo (Rivas Lozano, 1985; Millán Núñez y Rivas Lozano, 1988).

Contaminación en la Bahía de Todos Santos

La Bahía de Todos Santos esta sometida a descargas orgánicas de tipo industrial y urbano. Éstas se agrupan principalmente en tres zonas: la zona norte, representada por descargas urbanas del puerto pesquero de El Sauzal, la zona central, representada por las descargas urbanas del centro de Ensenada, Pesquera Peninsular y Galicia, el movimiento portuario dentro de la dársena del puerto y el sur de la ciudad donde se localiza la planta de tratamiento de aguas negras (CESPE) y el complejo industrial del arroyo El Gallo, los cuales fluyen a la zona costera mediante el mencionado arroyo; y finalmente, la zona de Punta Banda, donde se localiza el Ejido Chapultepec y el Valle de Maneadero, los cuales son atravesados por los arroyos San Antonio y San Carlos que desembocan al interior del Estero de Punta Banda (Segovia Zavala *et al.*, 1988).

Estero de Punta Banda

En el extremo sur de la Bahía de Todos Santos se encuentra el estero de Punta Banda, que es una laguna costera situada a $31^{\circ}51'$ de latitud norte, y $116^{\circ}38'$ de longitud oeste (Pritchard *et al.*, 1978) (Fig.3.).

La cuenca superficial del estero de Punta Banda está separada de las aguas de la Bahía de Todos Santos por una barra de arena de aproximadamente 7.5 km de longitud que se extiende en dirección NNE desde la base de una cadena de cerros que conforma la Península de Punta Banda; y tiene una abertura angosta en su extremo norte, que constituye la boca del estero (Pritchard *et al.*, 1978).

El estero tiene forma de "L", con un extremo corto, de aproximadamente 3 km, orientado en dirección SE, y un extremo largo de aproximadamente 7.5 km orientado en dirección NNE. A lo largo del extremo principal se extiende sólo un canal, que se torna abruptamente en dirección NW cerca de la boca, para comunicar con las aguas de la bahía (Pritchard *et al.*, 1978).

Las profundidades más grandes son del orden de 7.5 metros, con respecto a bajamar media inferior, y se encuentran cerca de la boca del estero. A lo largo del canal del extremo principal, las profundidades van decreciendo hacia el codo de la "L", desde 6 m hasta 1 m, pero en forma no uniforme, de manera que se encuentra por ejemplo, un pozo profundo de aproximadamente 5 m cerca del codo de la "L". En el extremo corto del estero, el canal se divide en varios brazos de dirección SE, con profundidades no mayores de 1 m con respecto a bajamar media inferior (Pritchard *et al.*, 1978).

El ancho promedio del estero es del orden de los 345 m en bajamar media inferior, aumentando hacia unos 1100 en pleamar media superior; evidenciando la existencia de extensas zonas de bajos que se cubren y descubren cíclicamente con la subida y bajada de las aguas de mareas (Pritchard *et al.*, 1978). Esto provee las condiciones para el desarrollo de dos tipos de macrovegetación dominante; el pasto marino, *Zostera marina*, que forma amplios y densos desarrollos ocupando la mayor parte del fondo lodoso del estero y flora de marisma de extenso desarrollo en los márgenes bajos y sujeta a inundaciones de marea (Millán *et al.*, 1981).

El área superficial total del estero es de $3.61 \times 10^6 \text{ m}^2$ en bajamar media inferior y $11.63 \times 10^6 \text{ m}^2$ en pleamar media superior. El volumen total del estero es de $5.28 \times 10^6 \text{ m}^3$ en bajamar media inferior y $17.18 \times 10^6 \text{ m}^3$ en pleamar media superior (Pritchard *et al.*, 1978).

La influencia de las condiciones hidrológicas del estero en la Bahía de Todos Santos es importante para la ecología de esta última. Las isotermas horizontales para diferentes niveles en la bahía, señalan una influencia, variable en extensión e intensidad, del Estero de Punta Banda, acentuándose en verano (Cabrera, 1974; citado por Celis Ceseña y Álvarez Borrego, 1975). Contreras (1973) concluyó que el área de influencia del estero sobre la Bahía de Todos Santos abarca la zona comprendida en un perímetro de hasta 6 km de la boca del estero hacia mar adentro.

La boca de entrada del estero es permanente, y se encuentra aproximadamente a 14 km de la zona de surgencias de Punta Banda, que está fuera de la Bahía de Todos Santos (Bakun, 1975). Datos de temperatura sugieren que el agua de surgencia de la zona de

Punta Banda es acarreada algunas veces, en primavera y verano, por corrientes costeras hasta la zona frente a la boca del estero, y luego a su interior por las corrientes de marea. Esta agua llega al estero modificada por procesos físicos y bioquímicos en la trayectoria (Álvarez Borrego y Álvarez Borrego, 1982).

Estudios realizados sobre la hidrografía del Estero de Punta Banda, muestran que en condiciones normales, la evaporación desde la superficie del estero excede a la precipitación y las descargas de agua dulce en conjunto (antiestuario). En consecuencia, la salinidad del estero aumenta desde la boca hacia la cabeza. Sólo durante períodos poco usuales de tormentas, que ocurren durante el invierno, es posible que el ingreso de agua dulce al estero exceda sus pérdidas por evaporación (Acosta Ruíz y Álvarez Borrego, 1974; Celis Ceseña y Álvarez Borrego, 1975).

Sánchez Hernández (1978) en un estudio con muestreos no simultáneos, cubriendo todo el estero en ocho horas una vez al mes, determinó que las concentraciones de fosfato y silicato fueron más altas en verano que en invierno en el extremo interno, los valores de la región de la boca al vértice de la "L" fueron similares todo el año; en verano se detectó un gradiente de estos nutrientes, con valores aumentando ligeramente de la boca al vértice de la "L" y luego abruptamente hacia el extremo interno; el nitrato no presentó gradientes claros en ningún mes y sus valores fueron similares todo el año.

El gradiente vertical de temperatura en la boca del estero cambia con las corrientes de marea. En general la temperatura disminuye con la profundidad. Con altas velocidades de corrientes de marea el gradiente a menudo se anula por turbulencia, y algunas veces se invierte por periodos muy cortos con agua más fría en la superficie. En

mareas muertas el agua de superficie es del orden de 4°C más caliente que la de fondo en verano. Generalmente no hay un gradiente vertical de salinidad; cuando existe, la salinidad es mayor en la superficie (Álvarez Borrego *et al.*, 1977). En una serie de tiempo de 26 horas, con muestras cada dos horas, en primavera, se observó que la concentración de clorofila a generalmente disminuye con la profundidad. En algunos casos el gradiente fue cero o se invirtió (Álvarez Borrego *et al.*, 1977).

MÉTODO

Con el propósito de cumplir apropiadamente los objetivos descritos en el presente estudio, se utilizaron técnicas para el estudio de cetáceos en vida libre como observaciones directas y fotoidentificación de tursiones en el mar.

Navegaciones de Fotoidentificación

Se realizaron navegaciones de fotoidentificación de tursiones desde lanchas en la Bahía de Todos Santos una vez al mes durante un año. Para las navegaciones se utilizaron pangas con motores fuera de borda de 40 a 70 HP. Estas navegaciones comprendían desde la Marina Coral hasta un poco antes de la parte más extrema de la península de Punta Banda, desde donde se cruzaba la bahía hacía Punta San Miguel, continuando el recorrido hasta volver a la Marina Coral (Fig. 4).

Debido a que el objeto de estudio fueron los tursiones costeros, los cuales realizan sus actividades diarias en áreas cercanas a la zona de rompiente y es en esta zona donde frecuentemente se observan en las costas del sur de California (Defran *et al.*, 1999;

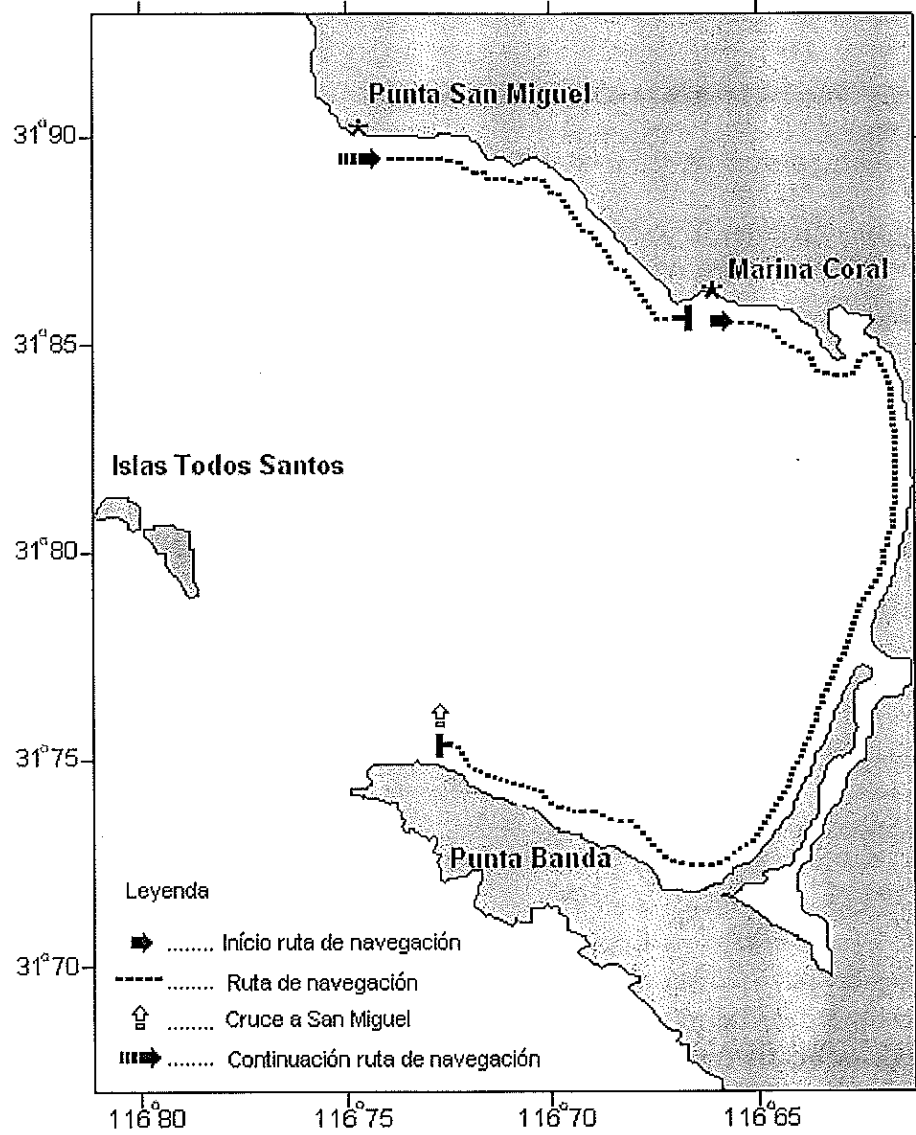


FIG. 4. Ruta de navegación para fotoidentificación de tursiones en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México.

Defran y Weller, 1999), las navegaciones de fotoidentificación fueron paralelas a la línea de costa, aproximadamente de 90 a 180 metros de la zona de rompiente.

No se realizaron navegaciones alrededor de las islas Todos Santos debido a que las condiciones del mar en esta área son poco navegables y por problemas logísticos. Todas las navegaciones se llevaron a cabo en días con estado del mar Beaufort ≤ 3 (ver Apéndice B) y con visibilidad mínima de 2 millas náuticas, para aumentar la probabilidad de encontrar y fotografiar a los delfines.

Al avistarse un grupo¹ de delfines, la lancha se mantuvo a una distancia de 50 a 100 metros de los animales mientras se tomaban los datos del avistamiento: tamaño de grupo, composición, comportamiento general, hora y posición (latitud y longitud, mediante un Sistema de Posicionamiento Global [GPS] Garmin mod. 12); los cuales se registraron en los formatos de registro. Se utilizaron dos tipos de formatos, uno para datos generales de navegación (Apéndice D) y otro para los datos del avistamiento (Apéndice E); ambos formatos fueron diseñados especialmente para este propósito por el Laboratorio de Comportamiento de Cetáceos (LCC) de la Universidad Estatal de San Diego.

El comportamiento general de los tursiones fue registrado durante los avistamientos para todos los grupos observados según el método *ad libitum* (Altmann, 1974). Se utilizaron ocho patrones de comportamiento de acuerdo a Weaver (1987) y Hanson (1990). Los patrones de comportamiento utilizados fueron: Progresión, Alimentación,

¹ Todos los delfines avistados en un radio de 100 m de la embarcación se definen como grupo (Irvine *et al.*, 1981; Defran *et al.*, 1999)

Socialización, Descanso, Juego, Montar la proa y Evasión; los cuales se encuentran detalladamente descritos e ilustrados junto con sus eventos asociados en el Apéndice C.

Con el fin de que los datos obtenidos durante los recorridos fueran confiables, se requirió que al menos un miembro de la tripulación fuera considerado como experimentado bajo los criterios del LCC. Estos determinan que el observador debe haber cumplido al menos 50 horas de recorridos en el mar y 16.6 horas de observación directa sobre delfines (Tepper, 1996).

Para determinar la presencia de crías en el grupo se tomaron en cuenta los siguientes criterios: 1) afiliación constante con un delfín adulto por lo menos dos veces su tamaño; 2) presencia de pliegues fetales; 3) conducta errática de nado, inmersión y respiración (Defran *et al.*, 1999). Se consideraron como jóvenes, aquellos individuos que suelen nadar junto a un adulto (posiblemente la madre) pero que ocasionalmente se alejan hasta 100m, para luego regresar junto al adulto y cuya talla es menor a la del adulto, pero mayor de la mitad de la longitud de este último (Heckel, 1992).

Después de registrar los datos del avistamiento, la lancha se aproximaba hacia los delfines manteniéndose a una distancia de 3 a 12 metros del grupo. Se tomaron fotografías de sus aletas dorsales con cámaras reflex de 35 mm (Minolta Maxxum T-7000, Canon AE-1, y Nikon N-2020) equipadas con motor automático y lentes normales (50 mm), zoom (70-210) y telefoto de 300 mm. La abertura del diafragma se ajustaba a las condiciones de luz haciendo uso del exposímetro con una velocidad de obturador de 1/1000 s (Defran *et al.*, 1990; Würsig y Jefferson, 1990).

Se utilizó película blanco y negro Kodak Tri-X 400 y película de diapositivas a color Kodakchrome 64. Los rollos utilizados se etiquetaron mediante un número progresivo, fecha y lugar en que fueron tomados. Todo el equipo fotográfico (cámaras, lentes y rollos) se transportaban en maletines a prueba de agua (Underwater Kinetics mod. Tundra 821, Sea & Sea Underwater Equipment).

Durante las navegaciones se tomaron al azar el mayor número posible de fotografías de las aletas dorsales de todos los delfines dentro de un grupo considerando tiempo y presupuesto (Würsig y Würsig, 1977).

El esfuerzo fotográfico concluía cuando se consideraba que se habían tomado más de 4 fotografías claras para cada delfin en el grupo (Würsig y Würsig, 1977, Ballance, 1987; Würsig y Jefferson, 1990). Al completar el esfuerzo fotográfico se daba por terminado el avistamiento y se registraba la hora, la posición y se revisaban las estimaciones de tamaño y composición de los grupos, así como los datos de comportamiento y el número de rollos tomados con cada una de las cámaras. La navegación continuaba hasta que otro grupo fuera observado o se completara la ruta de navegación.

Análisis Fotográfico

El análisis fotográfico se llevó a cabo en las instalaciones del LCC en San Diego, California. La identificación individual de los tursiones se realizó por medio de la técnica de fotoidentificación previamente descrita en los antecedentes. El método que se

utilizó para analizar las fotografías de las aletas dorsales fue el descrito por Defran *et al.* (1990).

Revelado

Los rollos tomados durante las navegaciones de fotoidentificación fueron revelados mediante el proceso estándar para rollos ISO/ASA 400 blanco y negro. Se utilizó una bolsa fotográfica oscura dentro de la cual se destaparon los rollos y se enrollaron en espirales de plástico que posteriormente se colocaron en contenedores a prueba de luz. La solución reveladora se vertió dentro de cada contenedor y se agitó cada 30 segundos durante 5 minutos. Posteriormente el revelador se regresó a su botella (los químicos pueden ser reutilizados hasta para 25 rollos) y se agregó agua en los contenedores para neutralizar la acción del revelador, éstos se agitaron cada 10 segundos durante 1 minuto. Al terminar el lavado, el agua se vació y se agregó la solución fijadora dentro de los contenedores, éstos se agitaron aproximadamente unas 7 veces cada minuto durante aproximadamente 5 minutos. Posteriormente se devolvió el fijador a su botella y se inició el proceso de lavado final agregando agua a los contenedores; estos se posicionaron debajo de la llave del agua y se dejó correr el agua durante 5 minutos. Después del lavado final, se sacaron los rollos de los contenedores, se enrollaron en forma inversa y se dejaron secar.

Clasificación inicial e identificación

Los negativos secos se cortaron en tiras de 5 cuadros y se colocaron dentro de hojas protectoras etiquetadas con el número de rollo, fecha, lugar y número de avistamiento.

La clasificación inicial consistió en descartar los cuadros no útiles para la identificación (aletas no distintivas o sin muescas, pequeñas, fuera de foco o con un mal contraste). Los negativos claros de aletas dorsales distintivas fueron utilizados para establecer un “especimen tipo” al cual se compararon todos los demás negativos. Subsecuentemente, sólo los empates³ de criterio no ambiguo con el “especimen tipo” fueron aceptados como recapturas y cada empate fue revisado al menos por tres personas experimentadas. Los negativos tomados de un grupo de delfines se clasificaron después en duplicados del mismo delfín con la mejor fotografía montada en un marco de diapositiva. A cada delfín se le asignó un número de identificación temporal y los negativos duplicados se archivaron por fecha en un catálogo adicional.

Trazo y determinación de la razón dorsal

Las diapositivas que contenían al “especimen tipo” fueron proyectadas y ampliadas para que se ajustaran a un marco de 10 x 17 cm dibujado en una hoja de papel y después se trazó el contorno de la aleta (Fig. 5). Se calculó una razón dorsal (RD) para las aletas que presentaron dos o más muescas. Las puntas inferiores de las dos muescas más grandes fueron marcadas como A (muesca más cercana a la punta de la aleta) y B (muesca más cercana a la base de la aleta). Si las muescas eran similares en tamaño, se designaron como A y B las muescas más separadas entre sí. Una vez determinadas las muescas, la aleta dorsal se codificó como la razón de la distancia entre A y B dividida entre la distancia de B a la punta de la aleta dorsal (P): $RD = A \rightarrow B / B \rightarrow P$

³ Empate: fotografía que muestra la aleta dorsal idéntica a la del espécimen tipo.

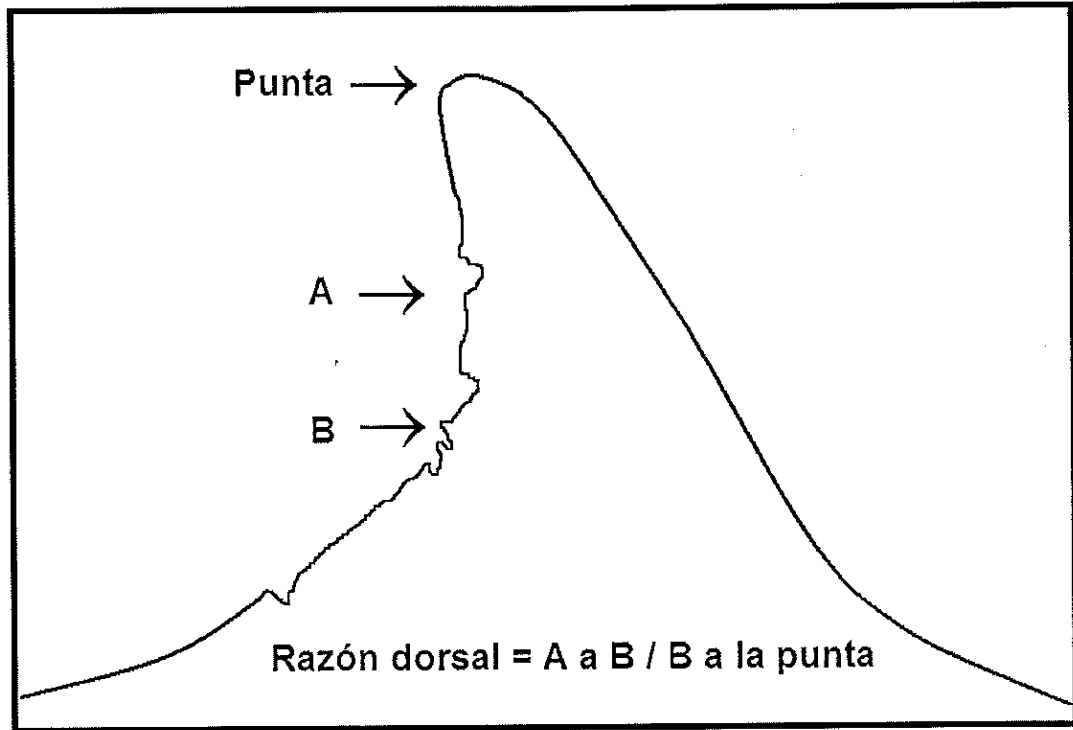


FIG. 5. Trazo de la aleta y cálculo de la razón dorsal (modificado de Defran *et al.*, 1990).

Debido a que esta razón es una medida relativa, la razón dorsal no es afectada por el tamaño de la aleta al ser fotografiada, ampliada, o hasta moderados casos en que la aleta no se encuentre en posición paralela al lente de la cámara. Una vez calculada, la razón dorsal se registró en la hoja de trazo.

Empate y catalogación

Todas las hojas de trazo se guardaron en los catálogos correspondientes según el número de muescas distintivas en la aleta dorsal:

1. Aleta dorsal con una muesca distintiva
2. Aleta dorsal con muesca en la punta
3. Aleta dorsal con dos o tres muescas
4. Aleta dorsal con cuatro o más muescas

Una vez que la aleta había sido trazada y guardada en su respectivo catálogo, se archivaba por número de identificación individual dentro del catálogo de diapositivas de aletas dorsales. Cuando el trazado de la aleta y el cálculo de la razón dorsal se habían realizado, se examinaban los catálogos apropiados para buscar trazos con razones dorsales similares (empate).

Si un trazo no podía empatarse con el catálogo apropiado, se revisaban todos los catálogos dos veces. El procedimiento está diseñado para asegurar que todas las aletas previamente capturadas, incluyendo aquéllas con nuevas muescas, sean recapturadas. En caso de no haberse encontrado un empate para el trazo, el delfín era considerado

“nuevo”, se le asignaba el siguiente número de identificación individual disponible y se registraba en la hoja de trazo.

Cuando un trazo era empatado, las diapositivas de ese delfín eran comparadas repetitivamente utilizando lupas de 8x, éstas debían empatar antes de que se confirmase una recaptura⁴. Si no se realizaba el empate, se le asignaba un nuevo número a la aleta. Los números de identificación individual fueron entonces registrados en la hoja de trazo, la cual se utilizó para actualizar el catálogo de trazos correspondiente.

Es importante mencionar que el proceso de catalogación y empate fue revisado por al menos 3 personas experimentadas, esto con el propósito de reducir el error por criterios ambiguos. Por lo tanto para poder considerar una recaptura o en su caso, un nuevo individuo, fue necesario el consentimiento de los tres revisores.

Las fotografías tomadas durante el periodo de estudio fueron reveladas y analizadas en el LCC y se compararon con otras tomadas en la Bahía de Todos Santos en 1985-1986 (Espinosa, 1986; Defran *et al.*, 1999) y con otras tomadas en distintas localidades a lo largo de la CSC (San Diego, Orange County y Santa Barbara) durante los periodos 1981-1989; 1990-1991 y 1996-1998 (Defran *et al.*, 1999; Defran y Weller, 1999), proporcionadas por el LCC.

Con el propósito de facilitar la comparación de los delfines individualizados durante el presente estudio con los fotoidentificados previamente por Espinosa (1986), Defran *et al.* (1999) y Defran y Weller (1999), se utilizaron números temporales de identificación asignados de acuerdo a los catálogos del LCC.

⁴ **Recaptura:** Proceso de reconocer a un individuo previamente identificado (capturado) en el área de estudio mediante la forma de su aleta dorsal y las marcas presentes en ella (Weller, 1991).

Sin embargo, para la creación del catálogo de fotoidentificación de *Tursiops truncatus* para la Bahía de Todos Santos realizado durante el presente estudio, se proporcionaron nuevos números de identificación de acuerdo a Heckel (1992).

Estos nuevos números de identificación individual se encuentran compuestos de la siguiente manera:

- Abreviación del nombre científico de la especie (Tt = *Tursiops truncatus*)
- Año en que se fotografió por primera vez (99, 00)
- Área de estudio (BTS = Bahía de Todos Santos)
- Número consecutivo (001, 002, 003, etc.); Ejemplo: Tt99BTS001

Adicionalmente, se obtuvo un porcentaje de eficiencia de fotoidentificación el cual permite determinar la existencia de posibles sesgos en el uso de la técnica de fotoidentificación, y por lo tanto su efectividad a lo largo del periodo de estudio. Éste se obtuvo mediante la división del número total de cuadros útiles, es decir, en los que se obtuvo una imagen perpendicular, clara y enfocada de una aleta dorsal; entre el número total de cuadros en los negativos de todos y cada uno de los rollos tomados durante el periodo de estudio, multiplicado por cien.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Base de datos

Los datos obtenidos en el campo fueron capturados en hojas de cálculo de Microsoft Excel 2000, desde donde se llevaron a cabo las consultas para análisis estadísticos y elaboración de mapas.

División del área de estudio

Tanto el hábitat marino como el hábitat terrestre se encuentran compuestos de un mosaico de ambientes heterogéneos. El hábitat costero suele variar de acuerdo a características como tipo de sustrato, vegetación, topografía del fondo, profundidad, claridad del agua, salinidad, temperatura y flujos de marea. Por lo tanto, es posible observar la manera en que diferentes organismos marinos utilizan partes de su hábitat (Ballance, 1987).

Existe evidencia de que las diferencias en el tipo de hábitat afectan la distribución, los movimientos, el comportamiento y el tamaño de grupo de las poblaciones de tursiones en distintas partes del mundo (Saayman y Tayler, 1979: África; Shane, 1987: Florida; Acevedo, 1991: Golfo de California; Ballance, 1992: Golfo de California; Hanson, 1990; Weller, 1991; Hanson y Defran, 1993; Tepper, 1996; Ward, 1999: California).

Con el fin de encontrar alguna relación entre la distribución espacial y abundancia relativa de los tursiones en la Bahía de Todos Santos y diferentes tipos de hábitat, el área de estudio fue dividida en 3 zonas (A,B,C), tomando como criterio principal, las

diferencias en los tipos de costa y la composición del sustrato del fondo con base en García Pámanes y Chee Barragán (1976). Al dividir el área de estudio de esta manera se tuvo como resultado zonas de diferentes tamaños (zona A: 8.315 km; zona B: 14.346 km; zona C: 6.158 km) (Fig. 6).

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se calculó a partir de la distancia (km) recorrida durante el tiempo de búsqueda y observación directa de tursiones en cada navegación (Au y Perryman, 1982; Reilly y Fiedler, 1994). Se agruparon las fechas de muestreo en cuatro estaciones del año; por lo tanto se consideraron los meses de marzo, abril y mayo como primavera; junio, julio y agosto como verano; septiembre, octubre y noviembre como otoño; y diciembre, enero y febrero como invierno.

Debido a que el área de estudio fue dividida en tres zonas, fue necesario determinar si existió una diferencia en el esfuerzo aplicado a cada una de ellas, ya que en algunas ocasiones las condiciones climáticas impidieron completar los recorridos. Debido a esto, las navegaciones fueron divididas en dos categorías, completas y parciales (Weller, 1991; Defran *et al.*, 1999). Las navegaciones completas cubrieron todas las zonas y tuvieron una extensión total de 28.819 km. Las navegaciones parciales no cumplieron con los requisitos anteriores.

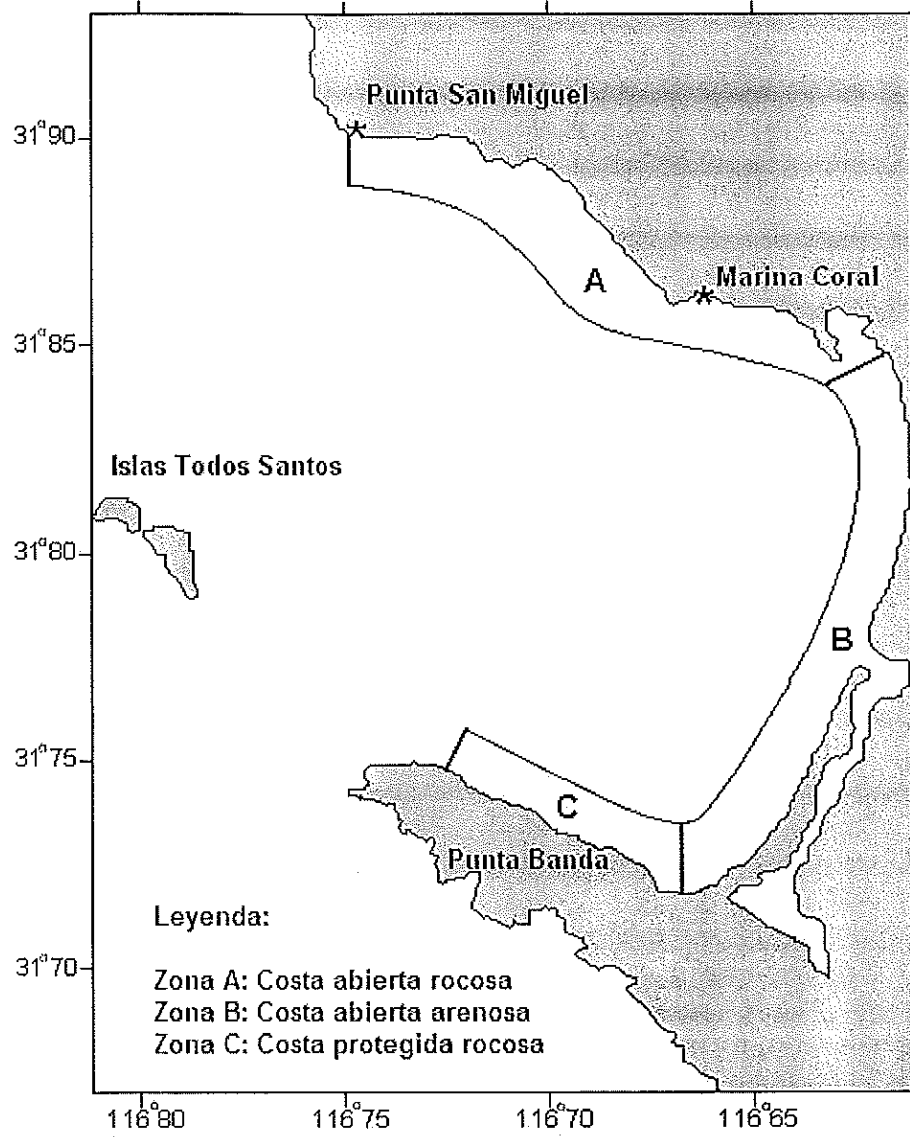


FIG. 6. División del área de estudio por zonas, de acuerdo al tipo de costa y tipo de sustrato (modificado de Garcia Pámanes y Chee Barragán, 1976)

Se utilizó un criterio que establecía que las navegaciones parciales que no hubiesen cubierto al menos el 75 % (porcentaje de cobertura) de la extensión total de cada una de las zonas serían descartadas para esa zona (Morteo, 2002). Cabe mencionar que este criterio se aplicó principalmente en los análisis de abundancia relativa, distribución espacial y temporal. Las navegaciones que cumplieron con el criterio descrito anteriormente fueron consideradas para obtener el número total de ocasiones en que fue visitada cada zona (frecuencia de visita). Posteriormente, se analizó si existía alguna diferencia significativa en la frecuencia de visita para cada zona mediante una prueba de bondad de ajuste.

Fotoidentificación

Registro Fotográfico (1999-2000)

Todos y cada uno de los individuos identificados mediante fotografías de sus aletas dorsales durante el periodo de estudio fueron comparados para elaborar un cuadro de delfines individualizados con sus respectivas recapturas (Würsig, 1979; Dos Santos y Lacerda, 1987; Würsig y Jefferson, 1990; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Weller, 1998). Para los delfines frecuentemente fotografiados, se calculó la “tasa de recapturas” para cada individuo (Barlow, 1990; Caldwell *et al.* 1993; Defran *et al.*, 1999), la cual refleja la frecuencia de avistamiento como una función del esfuerzo. La tasa de recapturas se deriva de dividir el número de avistamientos para un delfín individual entre el número de navegaciones (oportunidades) en las cuales por lo menos un delfín haya sido fotografiado (Defran *et al.*, 1999).

Adicionalmente se obtuvo una curva de nuevos delfines identificados (Shane, 1980, 1987; Ballance, 1987; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Williams *et al.*, 1993), el cual es un estimador de abundancia absoluta sugerido por Darling y Morowitz (1986), e indica la cantidad acumulada de animales individualizados durante las navegaciones.

Asimismo, se determinó la tasa de descubrimiento para los delfines identificados, es decir, el porcentaje de delfines que fueron fotografiados por primera vez durante cada navegación.

Comparación de Registros Fotográficos

Se corroboró la presencia de delfines individualizados en años diferentes en la Bahía de Todos Santos y la CSC. Esto se llevó a cabo mediante la comparación de todos y cada uno de los delfines individualizados durante el periodo de estudio, con los delfines identificados en la misma área de estudio durante el periodo 1985-86 (n= 68; Espinosa, 1986; Defran *et al.*, 1999) y los delfines identificados en otras localidades de la CSC (San Diego, Orange County y Santa Barbara; California) durante los periodos 1981-89, 1990-91 y 1996-98 (n= 373; Defran *et al.*, 1999; Defran y Weller, 1999).

Distribución

Distribución espacial

Para la determinación de la distribución espacial, la posición geográfica de cada grupo de delfines (avistamientos) fue señalada en un mapa del área de estudio (Heckel, 1992; Schramm, 1993) y se comparó la presencia de delfines en cada una de las zonas en que fue dividida el área de estudio.

La posición geográfica de cada grupo de delfines utilizados en el análisis de distribución espacial, se basaron en la posición más cercana a donde fueron vistos por primera vez (Wilson *et al.*, 1997). Lo anterior se hizo con el fin de disminuir el sesgo potencial creado por el comportamiento de evasión que pueden presentar los delfines a causa del encuentro repentino con la embarcación (Hewitt, 1985; Weigle, 1990).

Es importante mencionar que, debido a que la mayor parte del tiempo de observación directa de delfines durante los avistamientos fue aplicado a la fotoidentificación efectiva de todos los individuos dentro de las manadas, no fue posible llevar un registro sistemático del comportamiento de los tursiones. Lo anterior resultó en un limitado número de registros y por lo tanto se consideró poco factible la aplicación de pruebas estadísticas a los datos de comportamiento. No obstante, las observaciones de comportamiento *ad libitum* (Altmann, 1974), fueron útiles durante la discusión de los resultados obtenidos en el presente estudio.

Adicionalmente, se obtuvieron estimaciones de abundancia relativa para los tursiones en la Bahía de Todos Santos, considerando el número de delfines observados por kilómetro cuadrado. El área cubierta (km^2) fue determinada a partir de los kilómetros recorridos y considerando un ancho de banda de 600m (Leatherwood, 1979; Barco *et al.*, 1999). Se comparó la abundancia relativa de tursiones por zonas en el área de estudio (Shane, 1980).

Distribución temporal

Se trazó la posición geográfica de cada grupo de delfines en mapas del área de estudio, uno por cada estación del año, con el propósito de determinar las zonas que

presentaron mayor número de avistamientos, dependiendo del mes y la estación del año. Posteriormente se analizaron las diferencias en la abundancia relativa de tursiones por temporada del año (Shane, 1980), mediante pruebas estadísticas no paramétricas (Kruskal-Wallis, ANOVA).

Adicionalmente, se analizó la presencia estacional de los tursiones mediante las recapturas de individuos en diferentes meses y temporadas del año. Se realizó un cuadro en el cual se muestran las frecuencias de avistamiento para cada uno de los delfines presentes en determinada estación del año a partir de los delfines individualizados y se obtuvo el porcentaje de residencia en cada una de ellas.

Tamaño de grupo

Se determinó el número de individuos presentes en cada grupo de delfines con las estimaciones de campo. El número estimado de individuos observados en campo fue comparado con el número de individuos en el registro fotográfico de los avistamientos para obtener un tamaño de grupo más preciso, ya que en algunas ocasiones los registros fotográficos revelaron un mayor número de delfines que el número de delfines estimados en campo (Rossbach y Herzing, 1999). En la determinación del tamaño de grupo, los jóvenes fueron considerados como adultos (Sergeant *et al.*, 1973; Chirighin, 1987; Read *et al.*, 1993). El tamaño de los grupos se analizó por temporada del año (Marini *et al.*, 1996; Wood, 1998), con el propósito de observar si se presentaban cambios en esta variable en la escala temporal.

Presencia de crías

Con el fin de determinar si existen máximos de reproducción para *T. truncatus* en la Bahía de Todos Santos, se analizaron las diferencias en la proporción de crías dentro de los grupos, la proporción de grupos que contenían crías, y la abundancia relativa de crías para cada estación del año (Leatherwood y Reeves, 1979; Espinosa, 1986; Heckel, 1992).

RESULTADOS

Esfuerzo

Esfuerzo de navegación

Durante el periodo de estudio que comprendió desde julio de 1999 hasta junio del 2000, se realizaron en total 13 navegaciones en la Bahía de Todos Santos a una velocidad promedio de 14.73 km/hr (D.E.= 4.70) (una por mes, excepto diciembre de 1999, con dos navegaciones). Las navegaciones acumularon un total de 39.36 horas (2547 min.) y una distancia recorrida total de 300.099 km. Aunque las navegaciones fueron enfocadas a la búsqueda, observación y fotoidentificación de *Tursiops truncatus*, en varias ocasiones se observaron también otras especies de mamíferos marinos, como el delfín de costados blancos del Pacífico (*Lagenorhynchus obliquidens*), el delfín común (*Delphinus delphis*) y el lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*), así como distintas especies de aves costeras. La tasa de encuentro³ de tursiones fue de 61.53%; es decir, de 13 navegaciones realizadas, en 8 de ellas se

³ **Tasa de encuentro:** número de recorridos en los que se encontró a la especie en cuestión, dividido por el total de recorridos realizados (Polachek, 1987; Hansen y Defran, 1990).

encontraron individuos de la especie *T. truncatus*. Durante estas navegaciones, un total de 11.34 horas fueron empleadas en la observación directa y fotoidentificación de 12 grupos de tursiones, que acumularon un total de 197 delfines observados (Tabla I).

TABLA I. Número de grupos y delfines observados y fotoidentificados por navegación.

Navegación	Grupos	Delfines observados	Delfines fotoidentificados	Jóvenes	Crías	Tiempo de observación (hrs)
Julio '99	2	34	18	0	2	2.00
Agosto '99	1	40	25	0	3	1.68
Septiembre '99	1	10	7	0	1	0.22
Octubre '99	1	8	3	1	0	0.43
Noviembre '99	0	----	----	----	----	----
Diciembre '99	1	20	0	0	4	0.26
Diciembre '99	0	----	----	----	----	----
Enero '00	1	17	14	2	0	1.58
Febrero '00	0	----	----	----	----	----
Marzo '00	2	18	8	0	3	1.53
Abril '00	0	----	----	----	----	----
Mayo '00	2	24	17	3	1	2.26
Junio '00	1	26	26	3	2	1.38
TOTAL	13	197	118	9	16	11.34

Del total de recorridos realizados en la Bahía de Todos Santos (n=13); el 46.15% fueron recorridos completos (n=6), mientras que el 53.48% fueron recorridos parciales (n=7) (Fig. 7). Al analizar la frecuencia relativa de visita para cada una de las zonas en el área de estudio, las navegaciones de mayo y junio del 2000 no fueron consideradas para la zona A; así como la navegación de julio de 1999 no fue considerada para la zona B; lo anterior debido a que no cumplieron con el criterio descrito en la metodología, el cual requiere que cada una de las zonas haya sido recorrida en al menos un 75% de su extensión total en kilómetros para poder ser considerada como visitada (Morteo, 2002) (Fig. 7). Posterior a la eliminación de estas navegaciones, la frecuencia de visita para

cada una de las zonas (Tabla II), no presentó una diferencia significativa (Bondad de ajuste; $\chi^2 = 1.4$, $p > 0.05$, $g.l.=2$).

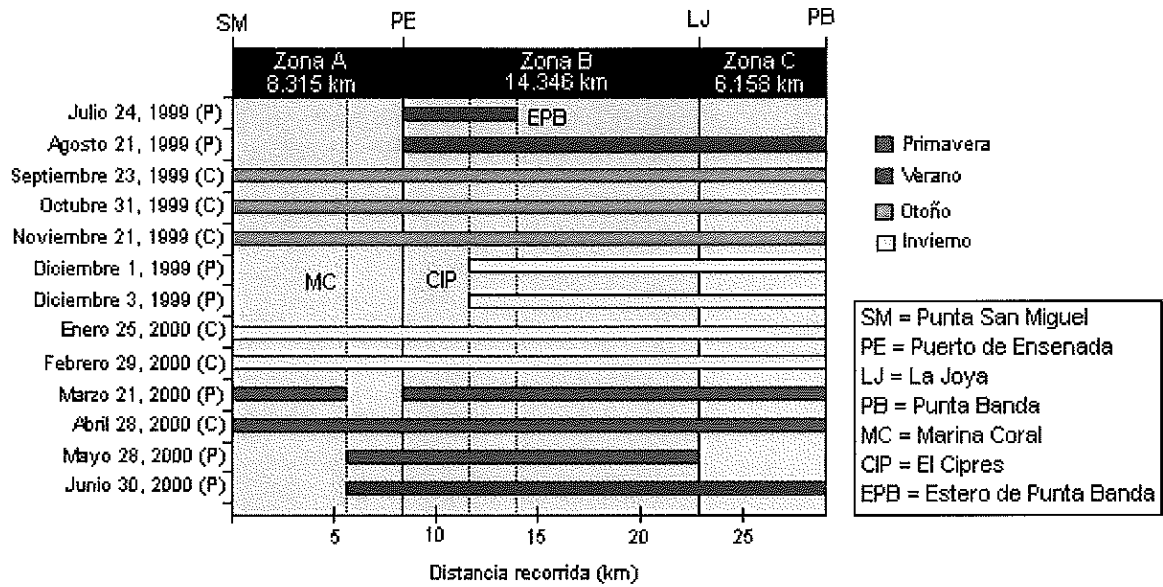


FIG. 7. Distribución del esfuerzo entre zonas y área de cobertura. Junto a la fecha de navegación se indica si ésta fue parcial (p) o completa (c).

TABLA II. Frecuencia de visita para cada zona en el área de estudio. No presentó una diferencia significativa (Bondad de ajuste; $\chi^2 = 1.4$, $p > 0.05$, $g.l.=2$), lo cual indica que el esfuerzo fue homogéneo entre zonas.

	ZONAS		
	A	B	C
Frecuencia de visita	7	12	11

El esfuerzo expresado en número de navegaciones en el área de estudio durante el periodo de estudio fue constante, con 3 navegaciones por cada temporada del año, excepto invierno con 4 navegaciones.

Esfuerzo de fotoidentificación

El esfuerzo total de fotoidentificación para el periodo de estudio fue de 11.34 horas (682 minutos), durante las cuales se logró tomar un total de 1819 fotografías, de las cuales 692 fueron consideradas como útiles para establecer un “especimen tipo” y sus subsecuentes recapturas. Lo anterior refleja una eficiencia de fotoidentificación de 38.04% durante el periodo de estudio.

Se emplearon aproximadamente 120 horas en el revelado y análisis de aproximadamente 55 rollos fotográficos utilizados durante las navegaciones. Posteriormente, 70 horas fueron invertidas en el proceso de comparación y empate de las fotografías de las aletas dorsales de 86 delfines individualizados durante el presente estudio y los 68 delfines individualizados por Espinosa (1986) y Defran *et al.* (1999) en la misma área de estudio durante el periodo 1985-1986.

La comparación y el empate de las fotografías de aletas dorsales de los 86 delfines individualizados en el presente estudio y los 373 delfines individualizados por Weller (1991), Defran *et al.* (1999) y Defran y Weller (1999) en otras localidades de la CSC, se realizó por personal experimentado del LCC. Se invirtieron 20 horas en la revisión y verificación de estos empates.

Fotoidentificación

Delfines identificados en la Bahía de Todos Santos (1999-2000)

A partir de un total de 197 delfines observados, se logró fotoidentificar un total de 118 delfines, obteniéndose así un porcentaje de identificación⁶ de 59.89%. Lo anterior indica que al menos 79 de los delfines observados no lograron ser identificados (Tabla III).

La duración promedio de las sesiones de fotoidentificación en el campo fue de 56.83 minutos (D.E.= 32.25; n=12). Aunque la duración de los avistamientos varió entre los 13 y los 101 minutos, el 75% (n=9) de las sesiones tuvo una duración mayor a los 26 minutos.

A partir de los 118 delfines fotoidentificados se obtuvieron 86 individuos diferentes, dado que algunos delfines fueron fotografiados en más de una navegación. Por lo tanto, se obtuvieron un total de 32 recapturas en el periodo de estudio (Apéndice F).

La curva de nuevos delfines identificados (Darling y Morowitz, 1986) muestra un incremento constante durante el periodo de estudio y no presenta ninguna tendencia hacia la asíntota (Fig. 8).

⁶ Número total de aletas dorsales identificadas en todos los grupos entre el total de delfines observados en todos los grupos (Weigle, 1990)

TABLA III. Esfuerzo de fotoidentificación aplicado durante el periodo de estudio y porcentaje de individualización, desglosado para cada estación del año.

	Navegación	Esfuerzo de fotoidentificación (hrs)	Delfines observados	Delfines fotoidentificados	Porcentaje de Individualización (%)
Verano	Jul. '99	2.00	34	18	52.94
	Ago. '99	1.68	40	25	62.50
	Jun. '00	1.38	26	26	100
Total		5.06	100	69	69.00
Otoño	Sept. '99	0.22	10	7	70.00
	Oct. '99	0.43	8	3	37.50
	Nov. '99	0.00	-----	-----	-----
Total		0.65	18	10	55.55
Invierno	Dic. '99	0.26	20	0	0.00
	Ene. '00	1.58	17	14	82.35
	Feb. '00	0.00	-----	-----	-----
Total		1.84	37	14	37.83
Primavera	Mar. '00	1.53	18	8	44.44
	Abr. '00	0.00	-----	-----	-----
	May. '00	2.26	24	17	70.83
Total		3.79	42	25	59.52
Gran Total		11.34	197	118	59.89

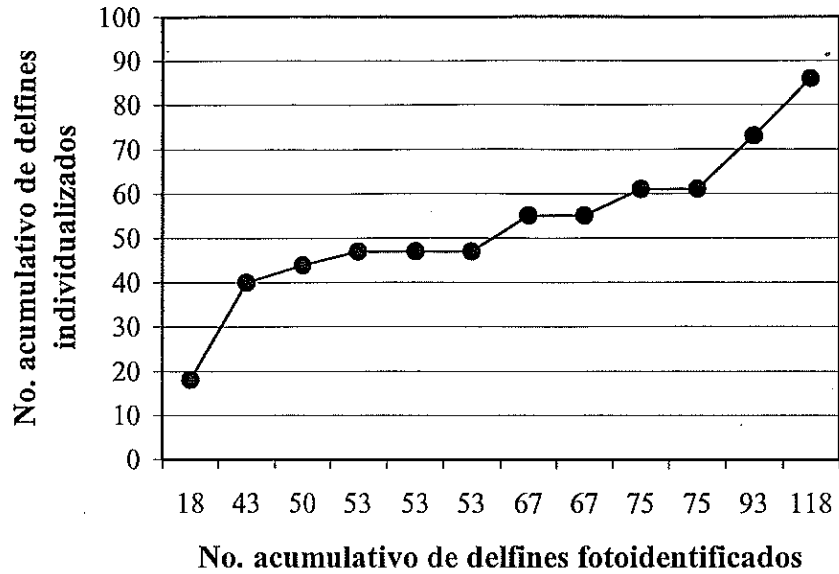


FIG. 8. Curva de nuevos delfines identificados.

Por otro lado, el porcentaje de nuevos delfines identificados (tasa de descubrimiento) no cayó por debajo del 50%, lo cual indica que al menos la mitad de los delfines fotografiados en cada navegación en la Bahía de Todos Santos fueron fotografiados por primera vez (Tabla IV).

El 80.2% (n= 69) del total de individuos diferenciados fueron fotografiados en sólo una ocasión, mientras que el 19.8% restante (n= 17) fueron fotografiados en dos o más ocasiones (Fig. 9). Para los delfines fotografiados en dos o más ocasiones, se obtuvieron las respectivas tasas de recaptura ⁷ (Tabla V).

⁷ Número de avistamientos para un delfin individual entre el número de navegaciones (oportunidades) en que al menos un delfin haya sido fotografiado (Defran *et al.*, 1999).

TABLA IV. Tasa de descubrimiento para el periodo de estudio (porcentaje de nuevos delfines identificados en cada navegación).

Mes	Grupos	Delfines Observados	Delfines Fotoid.	Delfines Nuevos	Tasa de Descubrimiento (%)
Jul-99	2	34	18	18	100
Ago-99	1	40	25	22	88
Sep-99	1	10	7	4	57
Oct-99	1	8	3	3	100
Nov-99	0	0	0	0	0
Dic-99	1	20	0	0	0
Ene-00	1	17	14	8	57
Feb-00	0	0	0	0	0
Mar-00	2	18	8	6	75
Abr-00	0	0	0	0	0
May-00	2	24	17	12	71
Jun-00	1	26	26	13	50
Total	12	197	118	86	----
Promedio					50

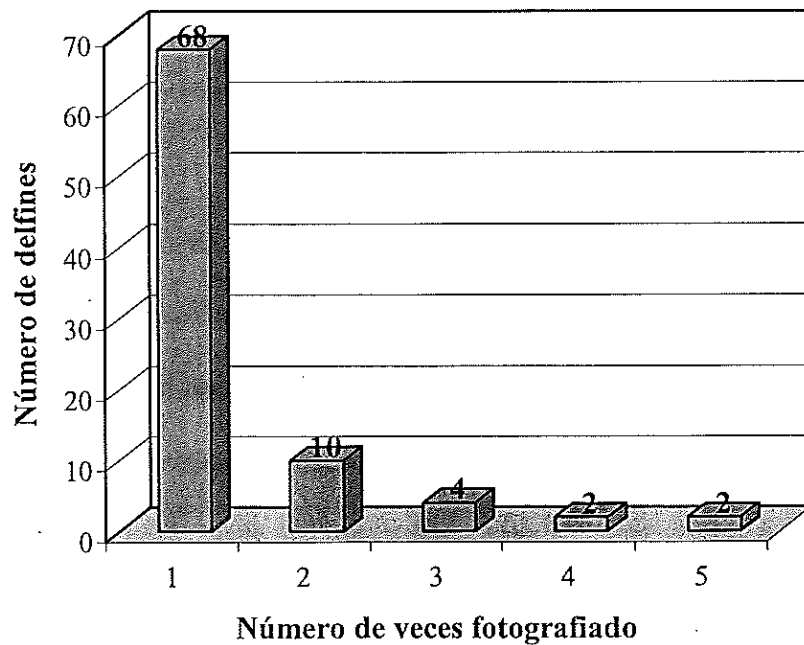


FIG. 9. Frecuencias de avistamiento para los delfines individualizados en la Bahía de Todos Santos durante el período de estudio.

TABLA V. Tasas de recaptura para 17 individuos fotografiados en dos o mas ocasiones.

Individuo	No. de veces fotografiado	Tasa de recaptura
Tt99BTS015	5	0.56
Tt99BTS013	5	0.56
Tt99BTS044	4	0.44
Tt99BTS003	4	0.44
Tt99BTS022	3	0.33
Tt99BTS045	3	0.33
Tt00BTS050	3	0.33
Tt00BTS061	3	0.33
Tt99BTS009	2	0.22
Tt99BTS014	2	0.22
Tt99BTS017	2	0.22
Tt99BTS011	2	0.22
Tt99BTS016	2	0.22
Tt99BTS026	2	0.22
Tt00BTS048	2	0.22
Tt00BTS062	2	0.22
Tt00BTS066	2	0.22
Tt99BTS046	2	0.22

Recapturas para Bahía de Todos Santos (1985-1986 vs. 1999-2000)

La base de datos existente para la Bahía de Todos Santos está compuesta por fotografías tomadas durante 11 navegaciones realizadas en la primavera y el verano de 1985 y 1986 respectivamente, durante las cuales se observó un total de 168 delfines, y se logró identificar a 68 individuos diferentes. (Espinosa, 1986; Defran *et al.*, 1999). Al comparar los 86 delfines individualizados durante el presente estudio con los 68 delfines individualizados durante 1985-1986 en la misma área de estudio, se encontraron un total de 10 empates (Tabla VI).

TABLA VI. Empates entre tursiones identificados en la Bahía de Todos Santos en 1985-86 y 1999-2000.

# Identificación Catálogo LCC (1985-1986)	# Identificación Catálogo ENS(1999-2000)
184	Tt99BTS003
84	Tt99BTS014
40	Tt99BTS017
6	Tt99BTS019
191	Tt99BTS026
229	Tt99BTS027
188	Tt99BTS034
185	Tt00BTS050
190	Tt00BTS064
199	Tt00BTS076

Adicionalmente, a partir de las tasas de recaptura se encontró que 4 de estos 10 delfines empatados, fueron avistados en dos o más ocasiones durante el presente estudio. El individuo Tt99BTS014 (#84 en el catálogo del LCC), que obtuvo la mayor cantidad de avistamientos (cuatro) durante el periodo 1985-1985, fue observado en dos ocasiones durante 1999-2000. En contraste, el individuo Tt99BTS003 (#184 en el catálogo del LCC), que obtuvo la mayor cantidad de avistamientos (cinco) durante el presente estudio, fue avistado sólo en una ocasión durante 1985-1986.

Recapturas para la Bahía de Todos Santos y la Cuenca del Sur de California

Las navegaciones realizadas durante los periodos 1981-89, 1990-91 y 1996-98 en diferentes áreas de estudio dentro de la CSC, confirmaron que los tursiones visitan con regularidad estas localidades geográficas (Weller, 1991; Defran y Weller, 1999; Defran *et al.*, 1999).

Al comparar los 86 delfines identificados en Ensenada (1999-2000), con los 373 delfines identificados en todas las distintas localidades en la Cuenca Sur de California, excepto los 68 delfines identificados en Bahía Todos Santos en 1985-1986, se encontraron un total de 27 empates (Tabla VII).

TABLA VII. Empates entre tursiones identificados en la Bahía de Todos Santos y la Cuenca del Sur de California.

# Identificación Catalogo LCC (CSC)	# Identificación Catalogo ENS (BTS, 1999-2000)
698	Tt99BTS004
48	Tt99BTS005
712	Tt99BTS008
617	Tt99BTS011
727	Tt99BTS013
265	Tt99BTS015
224	Tt99BTS018
3	Tt99BTS028
603	Tt99BTS030
200	Tt99BTS035
186	Tt99BTS036
22	Tt99BTS037
767	Tt99BTS038
187	Tt99BTS039
135	Tt99BTS040
706	Tt99BTS042
100	Tt99BTS043
130	Tt99BTS045
682	Tt99BTS046
770	Tt99BTS047
689	Tt00BTS049
426	Tt00BTS053
674	Tt00BTS062
207	Tt00BTS070
422	Tt00BTS072
798	Tt00BTS078
418	Tt00BTS081

Distribución

Distribución espacial

En la figura No. 10 se muestra la distribución espacial de los avistamientos a lo largo del periodo de estudio. Se puede apreciar que los avistamientos se presentaron solamente en dos zonas: la costa protegida rocosa que se extiende desde Punta San Miguel hasta el rompeolas del Puerto de Ensenada (Zona A) y la costa abierta arenosa que incluye la barra de arena que separa el Estero de Punta Bada de la bahía y la porción que se extiende desde la boca del estero hasta la rada del puerto de Ensenada (Zona B). La costa abierta rocosa (Zona C) presentó una ausencia total de avistamientos durante todo el periodo de estudio. La mayor concentración de avistamientos se presentó en la zona B (n=9, 75% del total), mientras que la zona A presentó sólo 3 avistamientos o el 25% restante.

Se determinó un índice anual de abundancia relativa de tursiones para la Bahía de Todos Santos de 1.10 delfines/km². Al comparar la abundancia relativa de tursiones por zonas, se encontró que la mayor abundancia de tursiones se presentó en la zona B (18.2 delfines/km²), seguida por la zona A, la cual presentó casi un 50% menos (8.02 delfines/km²)(Fig. 11). Sin embargo, no fue posible determinar si existió una diferencia significativa ya que los datos de abundancia relativa por zonas no cumplieron con los supuestos que requiere la prueba estadística.

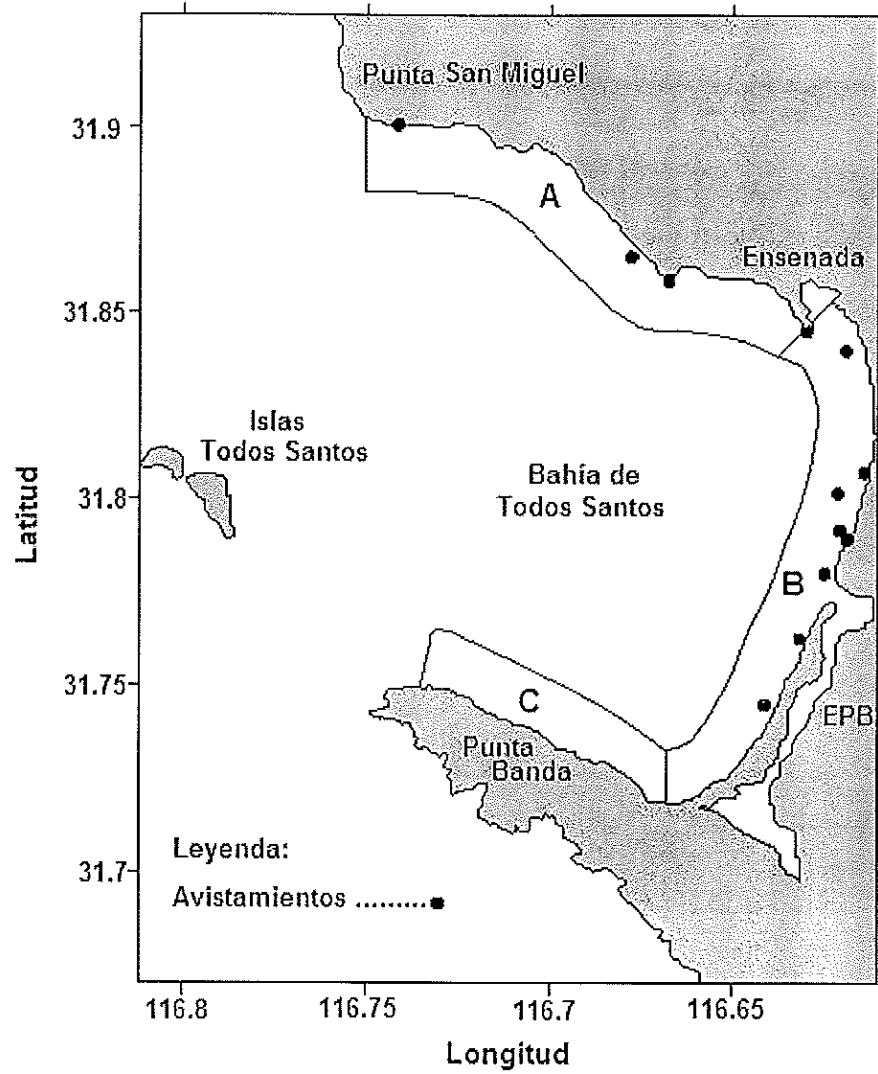


FIG. 10. Localización de los avistamientos de *Tursiops truncatus* en la Bahía de Todos Santos durante el período de estudio (julio 1999 -junio 2000).

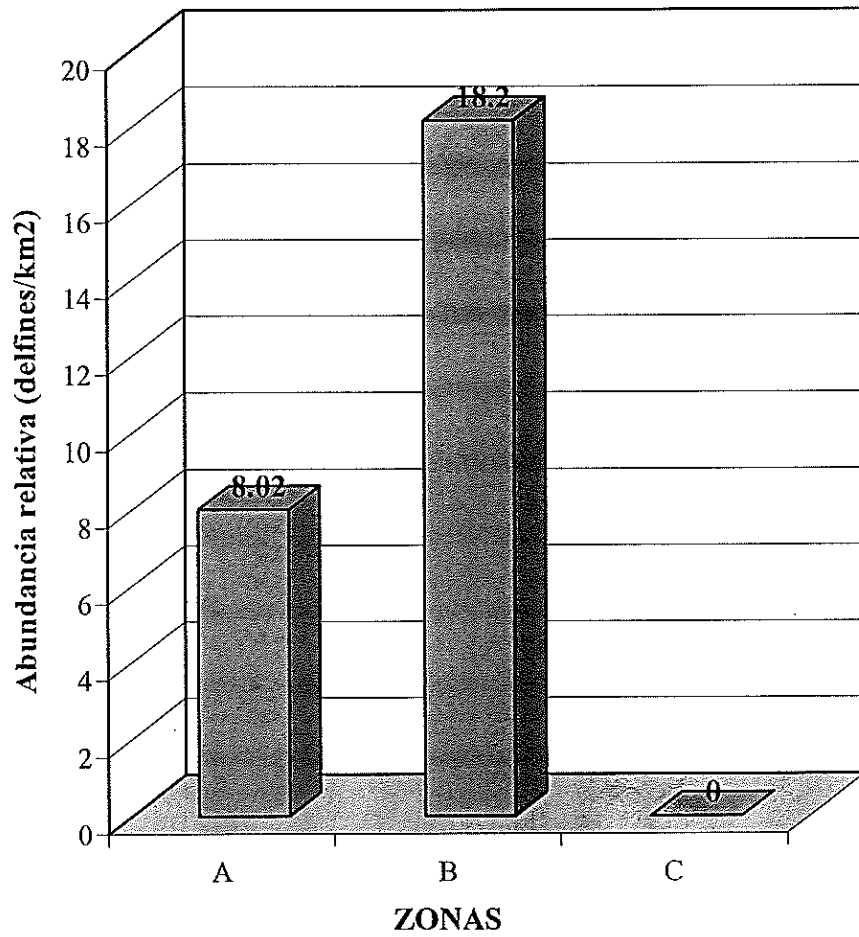


FIG. 11. Abundancia relativa de *Tursiops truncatus* por zonas en la Bahía de Todos Santos.

Distribución temporal

En la figura 12, se muestra la localización de los avistamientos de *Tursiops truncatus* en el área de estudio durante cada temporada del año. Durante la primavera los avistamientos se distribuyeron de manera similar en ambas zonas, el 50% (n=2) en la zona A y el otro 50% (n=2) en la zona B, próximos a la boca del Estero de Punta Banda. En el verano, el 100% de los avistamientos (n=4) se presentaron en la zona B, tres de estos avistamientos se localizaron en proximidad a la boca del estero.

Durante el otoño se obtuvieron solamente 2 avistamientos y se distribuyeron exclusivamente en la zona A. Para el invierno se obtuvieron de nuevo 2 avistamientos, los cuales se presentaron exclusivamente en la zona B; en este caso sólo uno de los avistamientos se localizó en proximidad a la boca del estero.

A partir de los índices de abundancia relativa se observaron algunas tendencias estacionales. Se observó una mayor abundancia relativa de tursiones durante el verano (1.62 delfines/km²) la cual disminuyó drásticamente en el otoño (0.34 delfines/km²), aumentó de nuevo a un nivel menor durante el invierno (0.96 delfines/km²) y volvió a aumentar en la primavera (1.16 delfines/km²). Sin embargo, la abundancia relativa por temporada del año no mostró diferencia significativa (Kruskal-Wallis, H=4.44, p>0.05, n=12) (Fig. 13). Cabe mencionar que los datos obtenidos de la navegación de julio de 1999 fueron excluidos del análisis estadístico por ser altamente variables.

Por otro lado, se determinó la presencia estacional de los tursiones en la Bahía de Todos Santos a partir de los avistamientos para cada individuo identificado por temporada del año (Tabla VIII).

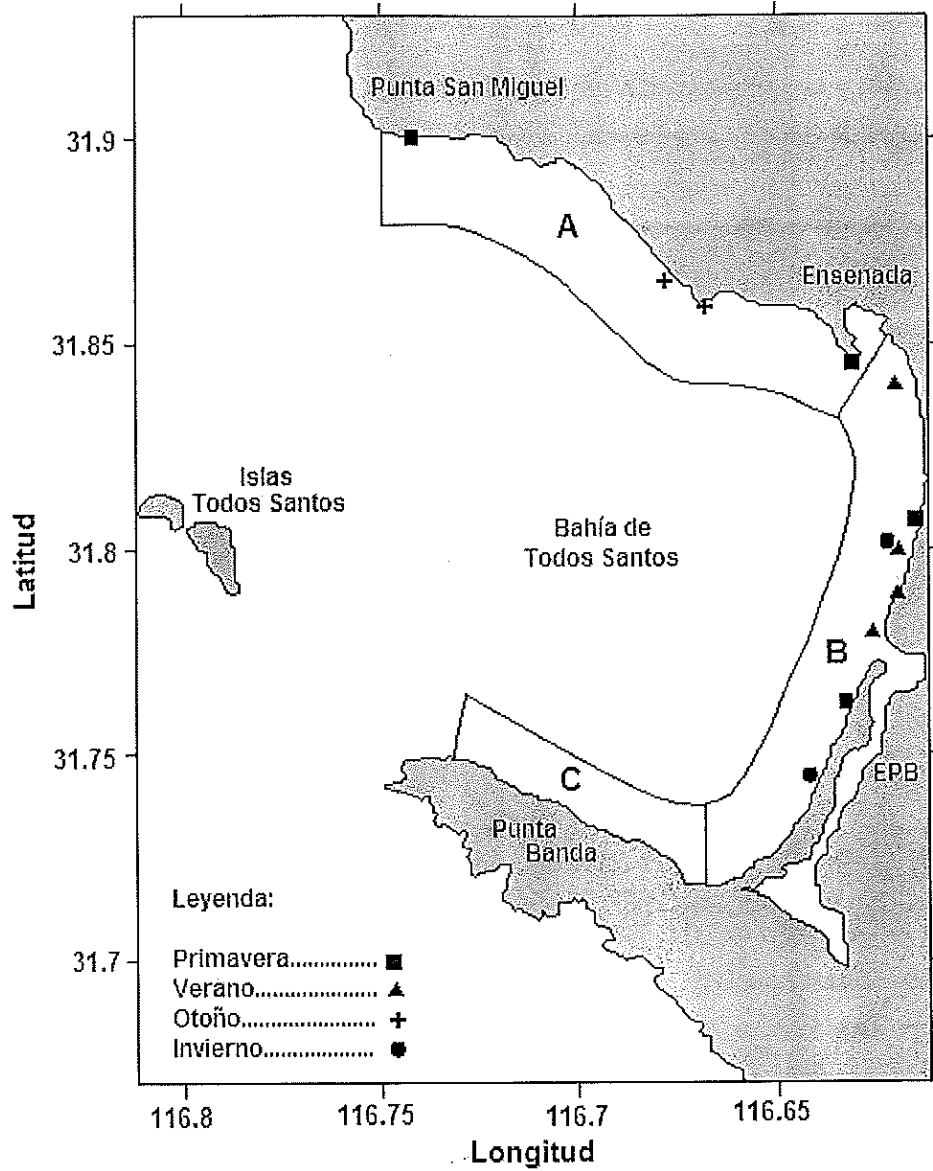


FIG. 12. Localización de los avistamientos de *Tursiops truncatus* en la Bahía de Todos Santos durante cada temporada del año.

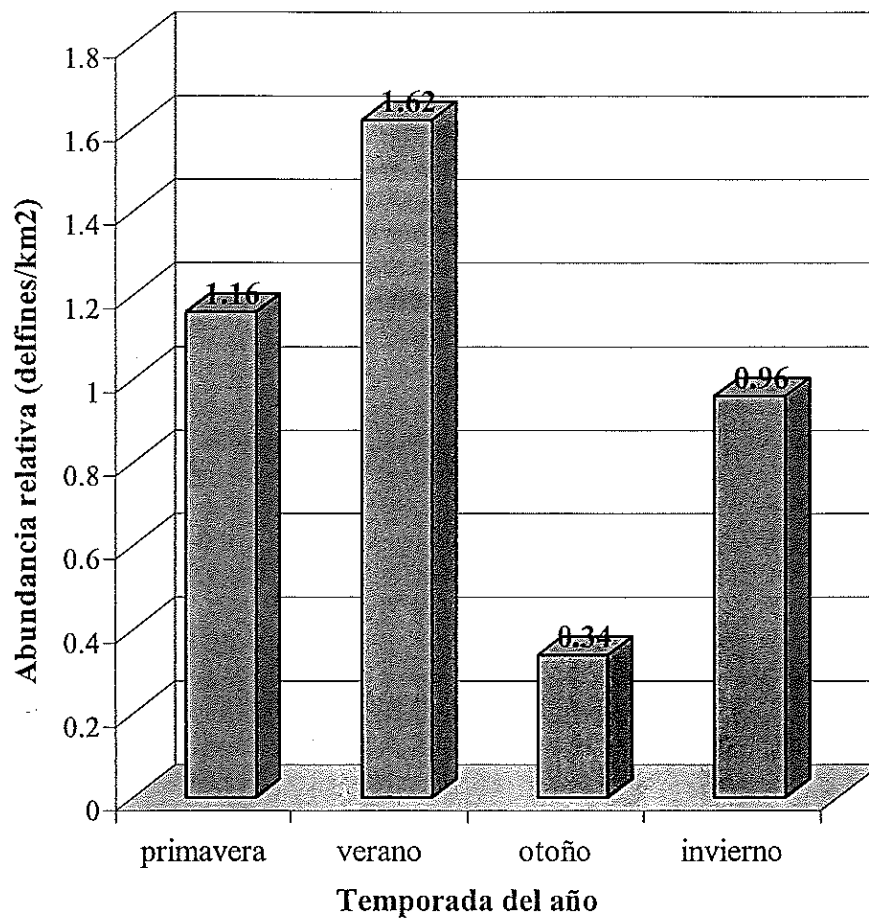


FIG. 13. Abundancia relativa de *Tursiops truncatus* en la Bahía de Todos Santos por temporada del año. No existió diferencia significativa (Kruskal-Wallis, $H=4.44$, $p>0.05$, $n=12$)

TABLA VIII. Número de avistamientos para delfines individualizados en la Bahía de Todos Santos por temporada del año.

Individuo	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Presencia estacional
Ti99BTS001	0	1	0	0	verano
Ti99BTS002	0	1	0	0	verano
Ti99BTS003	1	2	0	1	prim/ver/inv
Ti99BTS004	0	1	0	0	verano
Ti99BTS005	0	1	0	0	verano
Ti99BTS006	0	1	0	0	verano
Ti99BTS007	0	1	0	0	verano
Ti99BTS008	0	1	0	0	verano
Ti99BTS009	0	2	0	0	verano
Ti99BTS010	0	1	0	0	verano
Ti99BTS011	0	1	0	1	ver/inv
Ti99BTS012	0	1	0	0	verano
Ti99BTS013	1	2	1	1	todas las est.
Ti99BTS014	0	2	0	0	verano
Ti99BTS015	0	3	1	1	ver/oto/inv
Ti99BTS016	0	1	0	1	ver/inv
Ti99BTS017	0	2	0	0	verano
Ti99BTS018	0	1	0	0	verano
Ti99BTS019	0	1	0	0	verano
Ti99BTS020	0	1	0	0	verano
Ti99BTS021	0	1	0	0	verano
Ti99BTS022	0	2	1	0	ver/oto
Ti99BTS023	0	1	0	0	verano
Ti99BTS024	0	1	0	0	verano
Ti99BTS025	0	1	0	0	verano
Ti99BTS026	0	1	0	1	ver/inv
Ti99BTS027	0	1	0	0	verano
Ti99BTS028	0	1	0	0	verano
Ti99BTS029	0	1	0	0	verano
Ti99BTS030	0	1	0	0	verano
Ti99BTS031	0	1	0	0	verano
Ti99BTS032	0	1	0	0	verano
Ti99BTS033	0	1	0	0	verano
Ti99BTS034	0	1	0	0	verano
Ti99BTS035	0	1	0	0	verano
Ti99BTS036	0	1	0	0	verano
Ti99BTS037	0	1	0	0	verano
Ti99BTS038	0	1	0	0	verano
Ti99BTS039	0	1	0	0	verano
Ti99BTS040	0	1	0	0	verano
Ti99BTS041	0	0	1	0	otoño
Ti99BTS042	0	0	1	0	otoño
Ti99BTS043	0	0	1	0	otoño

TABLA VIII (Continuación). Número de avistamientos para delfines individualizados en la Bahía de Todos Santos por temporada del año.

Individuo	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Presencia estacional
Tt99BTS044	1	1	1	1	todas las est.
Tt99BTS045	1	1	1	0	prim/ver/oto
Tt99BTS046	1	0	1	0	prim/oto
Tt99BTS047	0	0	1	0	otoño
Tt00BTS048	0	1	0	1	ver/inv
Tt00BTS049	0	0	0	1	invierno
Tt00BTS050	1	1	0	1	prim/ver/inv
Tt00BTS051	0	0	0	1	invierno
Tt00BTS052	0	0	0	1	invierno
Tt00BTS053	0	0	0	1	invierno
Tt00BTS054	0	0	0	1	invierno
Tt00BTS055	0	0	0	1	invierno
Tt00BTS056	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS057	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS058	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS059	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS060	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS061	2	1	0	0	prim/ver
Tt00BTS062	1	1	0	0	prim/ver
Tt00BTS063	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS064	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS065	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS066	1	1	0	0	prim/ver
Tt00BTS067	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS068	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS069	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS070	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS071	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS072	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS073	1	0	0	0	primavera
Tt00BTS074	0	1	0	0	verano
Tt00BTS075	0	1	0	0	verano
Tt00BTS076	0	1	0	0	verano
Tt00BTS077	0	1	0	0	verano
Tt00BTS078	0	1	0	0	verano
Tt00BTS079	0	1	0	0	verano
Tt00BTS080	0	1	0	0	verano
Tt00BTS081	0	1	0	0	verano
Tt00BTS082	0	1	0	0	verano
Tt00BTS083	0	1	0	0	verano
Tt00BTS084	0	1	0	0	verano
Tt00BTS085	0	1	0	0	verano
Tt00BTS086	0	1	0	0	verano

A partir de la columna de “Presencia estacional” de la Tabla VIII se realizó una nueva tabla (Tabla IX), en la cual se ordenaron los individuos según su presencia en las diferentes estaciones del año con el fin de determinar el porcentaje de los delfines individualizados que se encontró en la Bahía de Todos Santos en determinada estación del año. Se determinó que 15 delfines diferentes (17.4%) se encontraron en el área de estudio durante la primavera, 46 (53.5%) durante el verano, 4 (4.6%) durante el otoño, 6 (7%) durante el invierno (Fig.14). Sin embargo, solamente 2 delfines diferentes (2.3%) se encontraron en el área de estudio durante todas las estaciones del año

TABLA IX. Presencia estacional de los tursiones fotoidentificados en la Bahía de Todos Santos.

Presencia estacional	Frec. absoluta	Frec. relativa (%)
Todas las estaciones	2	2.3
Primavera+Verano+Invierno	2	2.3
Verano+Otoño+Invierno	1	1.2
Primavera+Verano+Otoño	1	1.2
Primavera y Verano	3	3.5
Primavera y Otoño	1	1.2
Primavera e Invierno	0	0
Verano y Otoño	1	1.2
Verano e Invierno	4	4.6
Otoño e Invierno	0	0
Primavera	15	17.4
Verano	46	53.5
Otoño	4	4.6
Invierno	6	7
TOTAL	86	100

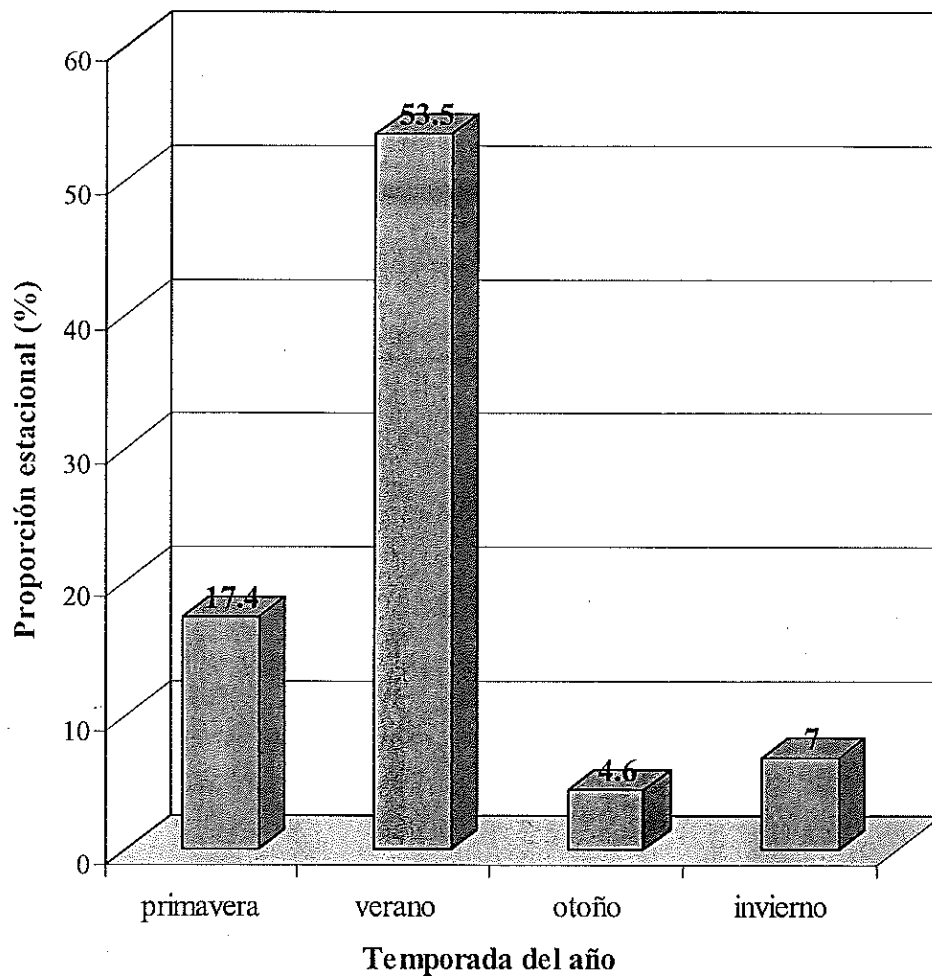


FIG. 14. Proporción estacional de tursiones en la Bahía de Todos Santos para una sola temporada del año.

Tamaño de grupo

El tamaño de grupo para los tursiones observados en la Bahía de Todos Santos durante el periodo de estudio, varió entre 5 y 40 individuos, con un valor promedio de 16.42 individuos (D.E.= 9.49; n=12), una mediana de 14 y una moda de 20. La distribución de frecuencias para el tamaño de grupo de tursiones en Bahía Todos Santos muestra que los grupos más frecuentemente encontrados fueron de 13-18 individuos (Fig. 15).

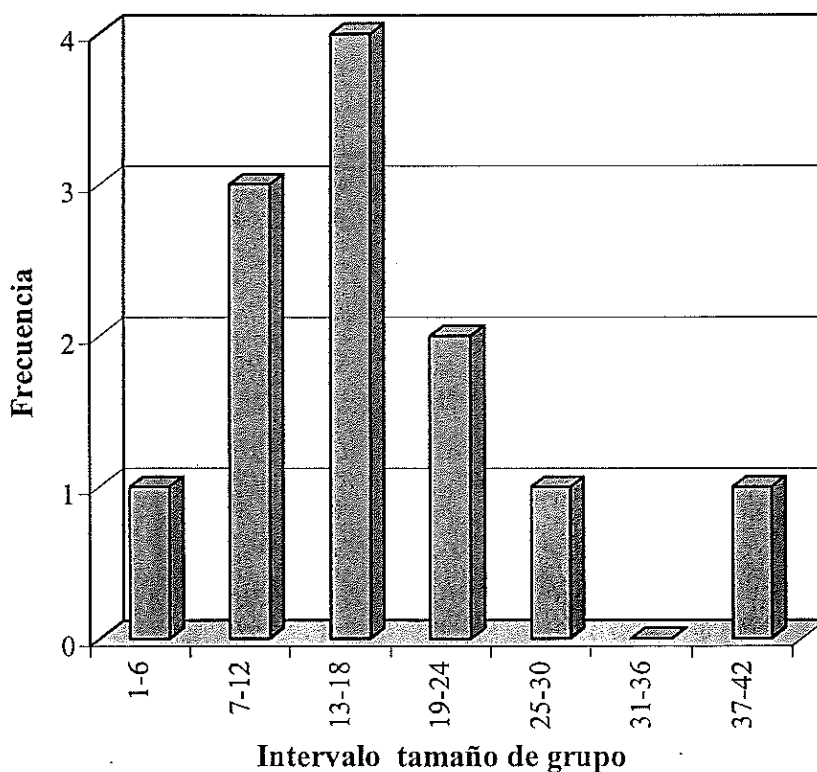


FIG. 15. Histograma de frecuencias de tamaño de grupo (n=12) de los tursiones observados en la Bahía de Todos Santos (julio-1999 a junio 2000). La barra más grande muestra el intervalo que contiene a la mediana. La moda se encuentra en el intervalo de 19-24.

De los 12 grupos avistados en total, el 66.6% tuvo menos de 17 delfines, tres grupos tuvieron más de 20 delfines (dos grupos de 20 y uno de 26) y sólo un grupo tuvo 40 delfines. En ninguna ocasión se registro algún delfín solitario.

Por otra parte, el tamaño de los grupos por temporada del año no mostró diferencia significativa (Kruskall-Wallis, $H=7.6$, $p<0.05$, $n=12$); sin embargo, durante el verano se observó el mayor tamaño de grupo promedio (25 delfines), seguido por invierno (18.5 delfines) (Fig. 16). Los datos de tamaño de grupo obtenidos durante el mes de agosto de 1999, fueron excluidos del análisis estadístico debido a que presentaban un tamaño de grupo variable.

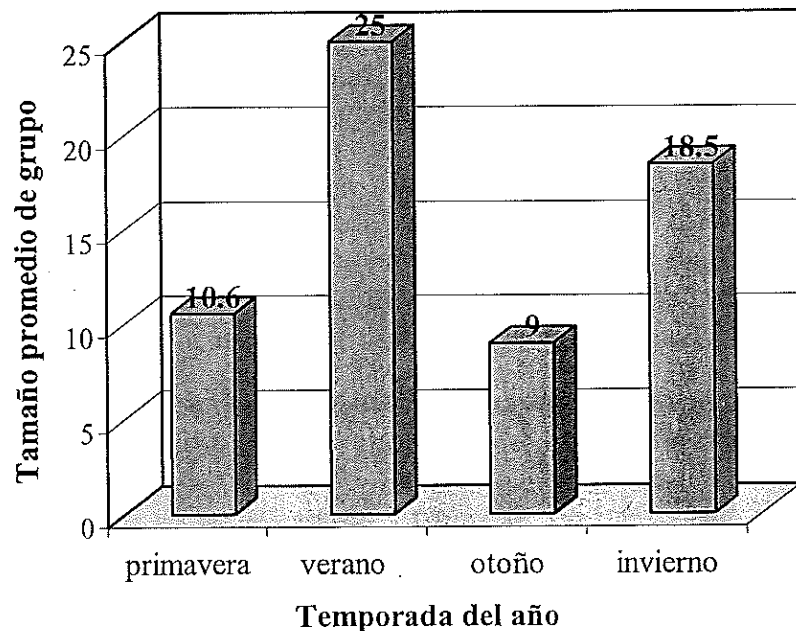


FIG. 16. Tamaño de grupo promedio por temporada del año. El tamaño de los grupos por temporada del año no mostró diferencia significativa (Kruskal-Wallis, $H=7.6$, $p > 0.05$, $n=12$)

Presencia de crías

De los 197 delfines observados en 12 manadas diferentes durante el periodo de estudio, el 8.12% fueron crías (n=16). El mayor porcentaje de grupos con crías (42.86%, n=3) se presentó durante el verano (Fig. 17).

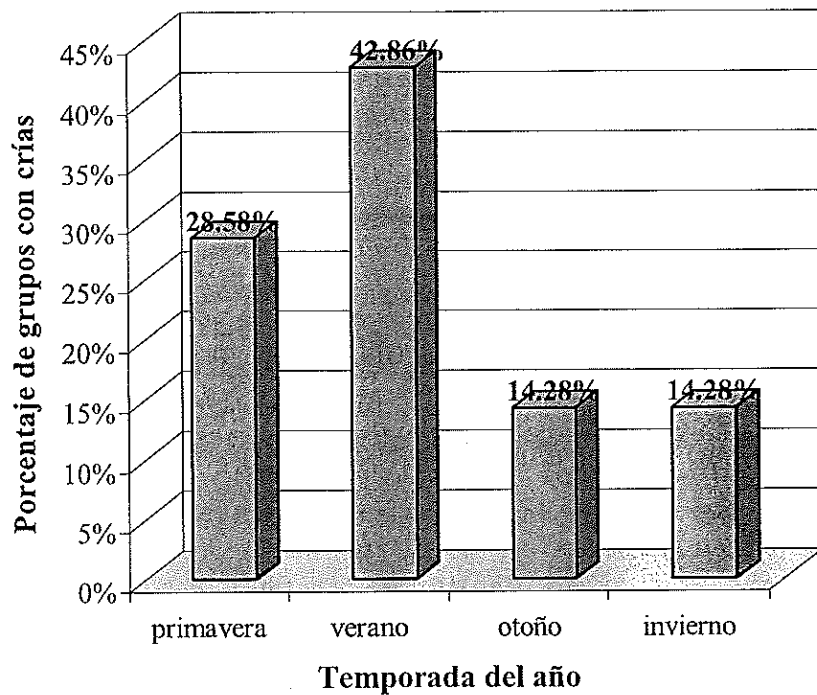


FIG. 17. Porcentaje de grupos de *Tursiops truncatus* con crías por temporada del año.

Por otro lado, los índices de abundancia relativa de crías en la Bahía de Todos Santos durante el período de estudio indicaron una mayor abundancia de crías durante el verano disminuyendo a casi cero durante el otoño, un aumento menor en invierno y otro más pequeño en primavera. Sin embargo, no existió diferencia significativa en la abundancia relativa de crías por temporada del año (Kruskal-Wallis, $H=5.04$, $p>0.05$, $n=11$) (Fig. 18).

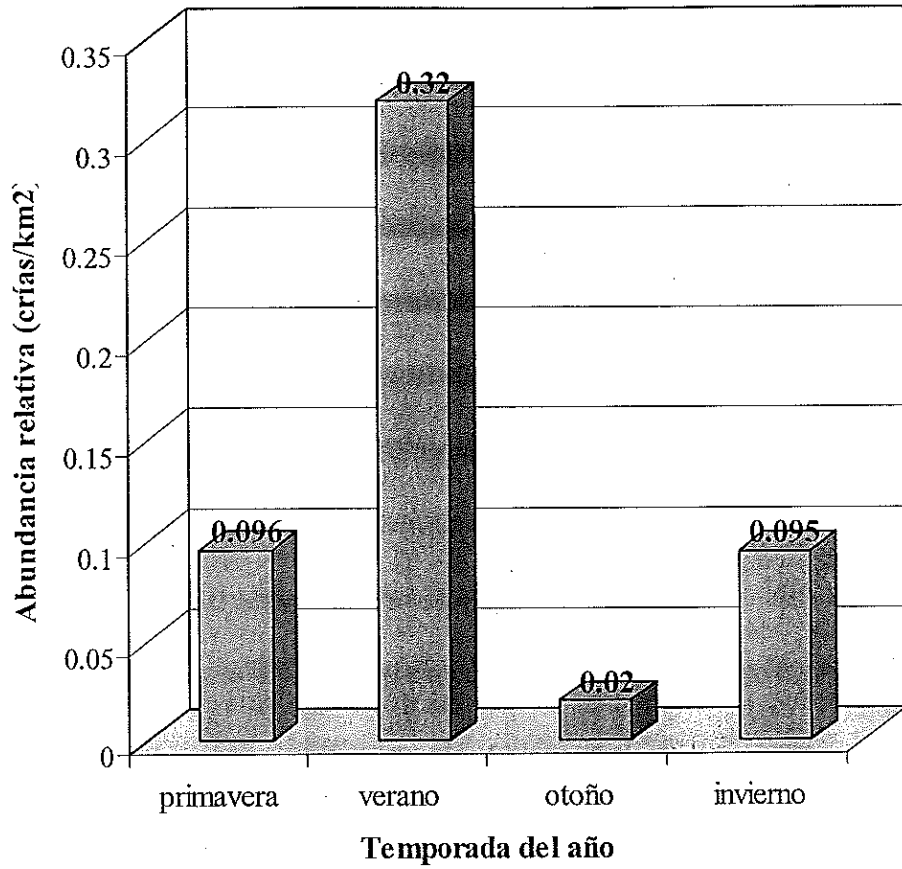


FIG. 18. Abundancia relativa de crías de *Tursiops truncatus* en la Bahía de Todos Santos por temporada del año. No existió diferencia significativa por temporada del año (Kruskal-Wallis, $H=5.04$, $p>0.05$, $n=12$).

DISCUSIONES

Esfuerzo

Esfuerzo de navegación

Las navegaciones realizadas en la Bahía de Todos Santos (n=13), acumularon una distancia total recorrida de 300.099 km y permitieron un total de 11.34 horas de observación directa de 197 delfines en 12 grupos o manadas distintas. El esfuerzo realizado en este estudio fue mayor al realizado por Defran *et al.* (1999) para la misma área de estudio durante el periodo 1985-1986. Estos autores reportaron un total de 11 navegaciones, durante las cuales recorrieron aproximadamente 165 km (un poco más de la mitad de kilómetros recorridos en el presente estudio), y observaron un total de 168 delfines en 8 manadas distintas.

El número de navegaciones en la Bahía de Todos Santos se mantuvo constante a lo largo del periodo de estudio, cubriendo las 4 temporadas del año, mientras que en los estudios antes mencionados se realizaron navegaciones sólo durante dos temporadas del año (primavera y verano). Es posible que esta inconsistencia en la escala temporal de las navegaciones haya influido en la alta tasa de encuentro (100%) reportada por Defran *et al.* (1999) en comparación con la de este estudio (62%). Sin embargo, la tasa de encuentro reportada aquí se encuentra dentro de los valores en estudios realizados en otras localidades de la costa nororiental del Pacífico (Weaver, 1987: 54%; Hansen y Defran, 1990: 77%; Weller, 1991: 79%; Tepper, 1996: 69%; Morteo, 2002: 83%).

Debido a que la duración de los estudios antes mencionados es diferente, es posible que la variabilidad en las tasas de encuentro se explique en parte por fluctuaciones

anuales o estacionales de la presencia de delfines. No obstante, al comparar la tasa de encuentro del presente estudio (62%) con la reportada por Morteo (2002, 83%) en un estudio realizado en las aguas adyacentes a Bahía San Quintín, Baja California, durante el mismo periodo que esta investigación (1999-2000), es posible considerar que la probabilidad de encontrar a la especie *Tursiops truncatus* en la costa nororiental de Baja California es alta. Debido a esto, se consideró que la probabilidad de no avistar tursiones que estuviesen presentes en el área durante las navegaciones fue baja.

Todas las navegaciones se realizaron en días con estado del mar Beaufort ≤ 3 (ver Apéndice B) con visibilidad mínima de 2 millas náuticas, con el propósito de aumentar la probabilidad de encontrar y fotografiar a los delfines. Estudios realizados en la costa del sur de California, indican que al menos el 90% de los grupos de tursiones observados durante navegaciones en lancha o desde puntos estratégicos en tierra se presentan dentro de los primeros 0.5 km de la costa (Hansen, 1983, 1990; Hanson, 1990; Simonaitis, 1991; Defran *et al.*, 1999). Por lo tanto, tomando en cuenta las condiciones de visibilidad y estado del mar bajo las cuales se llevaron a cabo todas las navegaciones en el área de estudio; es muy posible que las manadas de tursiones registradas en este estudio hayan sido las únicas manadas presentes en un margen de al menos 2 millas náuticas a la redonda durante un determinado avistamiento. Adicionalmente, al reanudar las navegaciones una vez concluido el esfuerzo de fotoidentificación, se encontraron manadas distintas.

Por otro lado, la velocidad promedio de navegación (14.73 km/hr [D.E.= 4.70]) en todas las navegaciones fue menor a la reportada en otros estudios (Williams *et al.*,

1993; Wilson *et al.*, 1997; Day, 1998). Lo anterior aumentó la probabilidad de avistar delfines durante las navegaciones.

Adicionalmente, durante todas las navegaciones siempre estuvieron presentes tres observadores, de los cuales al menos uno era considerado como experimentado bajo los criterios del LCC (Tepper, 1996). Debido a la corta duración de las navegaciones (< 4 horas); la probabilidad de no avistar delfines por cuestiones de fatiga en los observadores, se considera mínima.

Con respecto a la escala temporal de las navegaciones, la constancia en la realización de las mismas en la Bahía de Todos Santos durante el período de estudio (julio 1999-junio 2000) (tres navegaciones por cada temporada del año, exceptuando invierno con cuatro navegaciones) indica una homogeneidad en el esfuerzo.

Sin embargo, aunque el objetivo principal de cada navegación en cuanto a esfuerzo fue el de cubrir siempre todas las zonas en las que se dividió el área de estudio, se obtuvo un alto porcentaje de navegaciones parciales (53.48%). Las navegaciones parciales se debieron principalmente a condiciones climáticas adversas (lluvia, brisa, oleaje) las cuales impiden que la fotoidentificación se lleve a cabo apropiadamente. En otras ocasiones las navegaciones parciales se debieron a problemas logísticos con las embarcaciones. Aún así, no existió una diferencia significativa en la frecuencia de visita para cada una de las zonas del área de estudio ($p > 0.05$).

Por otro lado, la división del área de estudio dio como resultado zonas de diferentes tamaños. La inequidad en el tamaño de las zonas puede aumentar el sesgo ocasionado por un aumento en la probabilidad de registrar avistamientos de delfines en una zona de

mayor extensión en comparación con las demás. Sin embargo, fue posible eliminar este sesgo, al utilizar un índice de abundancia relativa (delfines/km²) para comparar las diferentes zonas del área de estudio.

Tomando en cuenta la alta probabilidad de avistar tursiones en el área de estudio y la homogeneidad en el número de navegaciones por temporada del año y cobertura del área a lo largo del periodo de estudio, es posible considerar que las tendencias observadas en los datos, fueron útiles para la interpretación de los objetivos planteados.

Esfuerzo de fotoidentificación

El esfuerzo total de fotoidentificación durante el periodo de estudio (11.34 horas) fue diferente al esfuerzo realizado en otros estudios a corto plazo (1 año) (Heckel, 1992: 19.63 horas; Schramm, 1993: 20.12 horas; Cortez *et al.*, 2000: 10.76 horas).

Sin embargo, la eficiencia de fotoidentificación (proporción de fotografías útiles de las tomadas) reportada en el presente estudio (38%) se mantuvo constante durante el periodo de estudio y fue similar a la reportada en otros estudios (Schramm, 1993: 45%; Morteo, 2002: 41%). La constancia en la eficiencia de fotoidentificación indica que la utilidad de las fotografías no se vio afectada por cambios en el equipo de investigación o tipos de cámara utilizadas. Sin embargo, es posible que la obtención de buenos registros fotográficos se haya visto afectada por condiciones climáticas adversas durante las navegaciones (lluvia, brisa, oleaje); o bien por falta de experiencia de los conductores de la embarcación, lo cual limita su habilidad de posicionarse apropiadamente para fotografiar a los delfines (Schramm, 1993). Durante esta investigación se utilizaron distintas embarcaciones con distintos conductores.

Por otro lado, el número de horas empleadas en el análisis fotográfico (revelado, comparación y empate de fotografías) fue similar al reportado en otros estudios (Caldwell, 1992; Morteo, 2002).

Fotoidentificación

Delfines identificados en la Bahía de Todos Santos (1999-2000)

Durante el trabajo de campo se observó un total de 197 delfines, de los cuales 118 lograron ser fotoidentificados, obteniéndose así un porcentaje de identificación de 59.89%. El porcentaje de identificación obtenido durante el presente estudio (59.89%), estuvo dentro de los valores obtenidos en otros estudios (Heckel, 1992: 49%; Caldwell, 1992: 77%; Schramm, 1993: 64%; Cortez *et al.*, 2000: 29%). Es posible que las variaciones en el porcentaje de identificación se deban a diversos factores que afectan la probabilidad de obtener un buen registro fotográfico de los delfines.

Aún cuando Würsig y Würsig (1977) determinaron que en las poblaciones de tursiones más del 50% de los individuos son identificables debido a marcas naturales, forma de la aleta dorsal, oscurecimiento del dorso o de la aleta, cicatrices y patrones de pigmentación y posteriormente, Defran y Weller (1999) concluyeron que aproximadamente el 65% de los delfines observados en San Diego, California, E.U.A. poseían marcas distintivas en sus aletas; la ausencia de marcas distintivas en algunas hembras, jóvenes y crías puede resultar en una disminución en los registros fotográficos de las manadas. Por otro lado, Weller (1991) determinó que las manadas de tursiones en la costa nororiental del Pacífico se encuentran comúnmente en un proceso flexible de

división y coalición. Por lo tanto, un aumento en el número de delfines dentro del grupo que está siendo fotografiado dificulta la obtención de un buen registro para cada uno de los individuos dentro del mismo. El comportamiento es otro factor importante que influye en el número de delfines que logran ser fotoidentificados. Aquellos animales que se habitúan rápidamente a la embarcación presentan una mayor probabilidad de ser fotografiados. Por otro lado, la probabilidad de fotografiar individuos que presentan comportamiento evasivo es mínima. Sin embargo, sólo en tres de los doce avistamientos, los tursiones presentaron comportamiento evasivo en algún momento (Apéndice C). Sin embargo, durante los tres avistamientos en los que se registró el comportamiento de evasión, los tursiones exhibieron otros patrones de comportamiento como Descanso y Socialización (ver Apéndice C). Por lo tanto, es posible considerar que el comportamiento evasivo de los tursiones en la Bahía de Todos Santos no contribuyó significativamente a la obtención de registros fotográficos deficientes.

A pesar de los diversos factores que afectan la obtención de buenos registros fotográficos, se considera que el porcentaje de identificación obtenido en el presente estudio (59.89%) fue suficiente para la realización del catálogo de fotoidentificación de tursiones en la Bahía Todos Santos. Por otro lado, es posible que el catálogo incluya de manera muy aproximada el número máximo de aletas reconocibles de las fotografías logradas en este estudio, ya que la comparación y catalogación de las fotografías se llevó a cabo por personal experimentado. Lo anterior reduce la probabilidad de un aumento en el número de individuos en el catálogo por la inclusión de fotografías de aletas poco distintivas.

A partir de los 118 delfines fotoidentificados se obtuvieron 86 individuos diferentes con un total de 32 recapturas. No obstante, la curva de nuevos delfines fotoidentificados (Darling y Morowitz, 1986) (Fig. 8) muestra un incremento constante sin ninguna tendencia hacia la asíntota durante el periodo de estudio. Tan sólo durante los últimos tres meses de muestreo se pudo observar un aumento considerable en el número de delfines individualizados; sin embargo es imposible interpretar la continuidad de esta tendencia sin un mayor esfuerzo de fotoidentificación. Lo anterior reafirma que los tursiones en la Bahía de Todos Santos pertenecen a una población mucho más grande, ya que el área de estudio, representa solamente una porción del ámbito hogareño de los tursiones que habitan a lo largo de la CSC (Defran *et al.*, 1999).

Algunos estudios sobre tursiones en otras localidades han reportado curvas de nuevos delfines fotoidentificados que alcanzan la asíntota en cortos periodos de tiempo, lo cual significa que se logro identificar el número total de individuos dentro de esas poblaciones. La forma en que las curvas alcanzan valores asíntóticos se encuentra posiblemente relacionada al tamaño y distribución de la población bajo estudio y al esfuerzo realizado (Weller, 1991).

Wells (1986) en un estudio realizado en Sarasota, Florida; reportó que a partir de los primeros 27 días de trabajo la mayoría de los delfines identificados habían sido fotografiados, y que durante los 173 días restantes sólo se habían identificado 10 delfines adicionales. Ballance (1987) reportó una situación similar en su estudio de tursiones en el Golfo de California, donde la mayoría de los delfines habían sido identificados durante el primer mes de trabajo. Por otro lado, Shane (1990) en un estudio

realizado en Isla Sanibel, Florida, encontró que la curva de nuevos delfines fotoidentificados alcanzó la asíntota a finales de su año de estudio.

En el presente estudio, la curva muestra que no se logró individualizar a todos los delfines presentes en el área de estudio, lo cual es un indicativo del poco esfuerzo de fotoidentificación realizado en el área de estudio hasta el momento.

Adicionalmente, se encontró que más de la mitad de los delfines fotografiados en cada navegación fueron animales nuevos (Tabla IV) y que ninguno de estos delfines fue recapturado más de 5 veces (Fig. 9). Por otro lado, la proporción de delfines recapturados en meses diferentes (20.9%), podría indicar un cierto grado de recurrencia al área de estudio principalmente en los meses de primavera y verano. Wilson *et al.* (1997) proponen que la recurrencia al sitio que presentan los tursiones durante ciertas temporadas del año puede deberse a variaciones espaciales en las condiciones locales, que dan como resultado áreas más propicias para la realización de ciertas actividades como reproducción y alimentación (Irvine *et al.*, 1981) o bien, la evasión de depredadores (Scott *et al.*, 1990).

Aún cuando los tursiones presentan cierta recurrencia al área de estudio, las bajas tasas de recaptura (Tabla V) indican un bajo grado de residencia en la Bahía de Todos Santos y reafirman que ésta es sólo una porción del ámbito hogareño utilizado por los delfines de esta población.

Estudios realizados en distintas localidades geográficas han reportado altas tasas de recaptura para los tursiones identificados, lo cual indica la existencia de poblaciones residentes (Shane, 1980; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Williams *et al.*, 1993; Wood,

1998). Una de las poblaciones de tursiones mejor estudiada en el mundo se encuentra en la Bahía de Sarasota en el estado de Florida, E.U.A, donde los tursiones presentan una residencia a largo plazo dentro de un ámbito hogareño de aproximadamente 125 km² (Wells *et al.*, 1980; Irvine *et al.*, 1981; Wells, 1986; Scott *et al.*, 1990). Estos autores reportan que el 75% de los delfines identificados por primera vez en 1970-1971, como también un gran número de sus crías; seguían estando presentes para 1995. El ámbito hogareño de los tursiones en la Bahía de Sarasota incluye bahías de aguas estuarinas someras y canales formados por islas de barrera; como también varios kilómetros de aguas costeras del Golfo de México. En esta población, la mayor concentración de tursiones se presenta entre los meses de abril y septiembre en aguas someras, mientras que durante el resto del año los tursiones se mueven hacia aguas más profundas y pasan más tiempo en aguas costeras del Golfo de México (Connor *et al.*, 2000).

Aparentemente, los patrones de residencia de los tursiones se encuentran relacionados a la estabilidad a largo plazo de las condiciones ambientales y disponibilidad de presas en determinadas localidades. No obstante, la residencia a largo plazo en una población de tursiones no excluye la presencia de movimientos estacionales dentro de su ámbito hogareño, relacionados probablemente con requerimientos térmicos por cambios en la temperatura del agua o bien por cambios en la distribución de sus presas o depredadores (Irvine *et al.*, 1981; Wells *et al.*, 1980; Shane *et al.*, 1986).

En contraste, existen poblaciones donde los tursiones presentan bajos grados de residencia los cuales se reflejan en las bajas tasas de recaptura (Hansen, 1983; Espinosa,

1986; Ballance, 1987; Weigle, 1990; Hohn, 1997 en Connor *et al.*, 2000; Defran y Weller, 1999; Defran *et al.*, 1999). Los tursiones de algunas poblaciones no-residentes presentan variaciones estacionales grandes en sus ámbitos hogareños, las cuales pueden atribuirles la característica de migratorios.

La población de tursiones costeros en la costa este de Estados Unidos; presenta una extensión norteña de su ámbito hogareño hasta Long Island durante el verano y Cabo Hatteras durante el invierno (Mead y Potter, 1990; Blaylock *et al.*, 1995 citados por Connor *et al.*, 2000). Saayman *et al.* (1973) encontraron que los delfines en Plettenberg Bay, Sudáfrica, presentaban un ámbito hogareño que se extendía por más de 46 km. Por otro lado, Kenney (1990) determinó que la población de tursiones oceánicos en la costa noreste de los Estados Unidos presenta migraciones estacionales en dirección norte y sur.

Aún cuando en esta investigación se encontró que los tursiones podrían presentar un cierto patrón de recurrencia estacional a la Bahía de Todos Santos durante los meses de primavera y verano; otros estudios realizados en la CSC no han reportado tendencias estacionales de recurrencia durante ninguna época del año (Hansen, 1983; Defran *et al.*, 1999).

Recapturas para Bahía de Todos Santos (1985-1986 vs. 1999-2000)

Mediante la comparación de los 86 delfines individualizados durante el presente estudio con los 68 delfines individualizados por Espinosa (1986) y Defran *et al.* (1999) durante el periodo 1985-1986 en la misma área de estudio, se obtuvo un total de 10

empates (Tabla VI). Por otro lado, se observó que al menos 4 de los 10 delfines empataados fueron observados en la Bahía de Todos Santos en más de 2 ocasiones durante ambos periodos de estudio. La recurrencia a largo plazo de al menos 10 de los delfines individualizados en la Bahía de Todos Santos durante el periodo 1985-1986, indica que el área de estudio forma parte de su ámbito hogareño al menos en intervalos grandes de tiempo (14 años). Sin embargo, la falta de información entre los periodos de estudio (1985-86 y 1999-00) impide corroborar si existió una recurrencia interanual al área de estudio entre estos periodos.

Existen estudios que indican que los tursiones tienen un periodo de vida de más de 50 años para las hembras y más de 40 años para los machos (Hohn *et al.*, 1989; Wells y Scott, 1999). Las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 5 y 13 años de edad (Sergeant *et al.*, 1973; Perrin y Reilly, 1984; Wells *et al.*, 1987; Mann *et al.*, 2000); mientras que los machos la alcanzan entre los 8 y 13 años (Harrison y Ridgeway, 1971; Sergeant *et al.*, 1973; Perrin y Reilly, 1984; Wells *et al.*, 1987).

Es posible que los tursiones identificados en el área de estudio durante ambos periodos de estudio hayan sido en su mayoría adultos. Lo anterior, debido a que el grado de diferenciación de sus aletas dorsales por marcas naturales, tales como muescas o cicatrices, es mayor cuando estos animales son adultos (Defran, com. pers.). Esto puede deberse a que el nivel de interacción entre ellos mismos es mayor, tanto social como sexualmente, lo cual aumenta la probabilidad de producirse cicatrices o daños en las aletas dorsales.

Si estos 10 delfines empatados eran adultos cuando fueron fotografiados por primera vez durante 1985-1986, es posible entonces que la edad de estos animales durante el presente estudio (1999-2000) se encontrara aproximadamente entre los 19 y 27 años en el caso que fuesen hembras, o bien entre 22 y 27 años en el caso que fuesen machos. Lo anterior, considerando que la determinación del sexo de los individuos es difícil debido a la ausencia de un dimorfismo sexual obvio en los adultos y a la posición de la zona ventral genital la cual normalmente no es visible para los investigadores (Connor *et al.*, 2000). Por otra parte, es posible que el amplio intervalo de años (14) entre ambos estudios haya resultado en un bajo número de empates, ya que no se excluye la posibilidad que algunos individuos hayan muerto, ya que aunque los tursiones son animales con periodos de vida largos, se encuentran expuestos a muchos factores (Hohn *et al.*, 1989; Wells y Scott, 1999).

En resumen, la obtención de recapturas a largo plazo reafirma que la Bahía de Todos Santos es una porción importante del ámbito hogareño de la población, especialmente para algunos individuos los cuales a pesar de no ser residentes en el área, exhiben una recurrencia importante en amplios intervalos de tiempo.

Adicionalmente, el catálogo de fotoidentificación elaborado durante el presente estudio para la Bahía de Todos Santos, en colaboración con el Laboratorio de Comportamiento de Cetáceos de la Universidad Estatal de San Diego, contiene hasta la fecha fotografías de las aletas dorsales de 144 delfines diferentes y sus respectivas recapturas, a partir de individuos fotografiados en 1985-86 y 1999-00.

Recapturas para Bahía de Todos Santos y la Cuenca del Sur de California

La comparación de los 86 delfines individualizados en el presente estudio con los 373 delfines individualizados en otras localidades de la Cuenca Sur de California (San Diego, Orange County y Santa Barbara) produjo un total de 27 empates (Tabla VII), excluyendo los 10 empates de 1985-1986 para la misma área de estudio. Lo anterior indica que el 43% de los delfines fotografiados durante el presente estudio, habían sido previamente fotografiados en alguna de estas localidades. Sin embargo, del total de 86 delfines individualizados, 49 (56.9 %) fueron animales nuevos tanto para la Bahía de Todos Santos como para el resto de la CSC. Los porcentajes de animales nuevos encontrados en varios tipos de costa son muy variables, encontrándose entre el 30% y 65% (Hansen, 1983; Ballance, 1987; Weigle, 1990; Cortez *et al.*, 2000). Estos estudios han indicado que las áreas de estudio que presentan altos porcentajes de animales nuevos pueden ser consideradas como áreas de paso para los tursiones de zonas aledañas.

Defran *et al.* (1999) encontraron que los tursiones en la CSC son altamente móviles y que pueden desplazarse desde San Diego, California hasta Bahía Todos Santos, Baja California (aproximadamente 286 km) en un periodo mínimo de tres semanas. Sin embargo, los movimientos que muchos de los tursiones realizaron entre las áreas de estudio reportadas por estos autores (San Diego, Bahía Todos Santos, Orange County y Santa Barbara); presentaron un patrón común y repetitivo, dificultando la interpretación de estos movimientos como migratorios.

Estos autores proponen que los bajos niveles de residencia a regiones costeras particulares, ámbitos hogareños amplios y alta movilidad que exhiben los tursiones en la CSC están relacionados a la disponibilidad de recursos alimentarios. Con respecto a este punto, existen estudios que indican que la distribución de los peces demersales en las aguas costeras de la CSC se ve afectada por tendencias oceánicas frecuentes pero impredecibles que describen al área como una zona de recursos alimentarios variables distribuidos en concentraciones o parches (SCCWRP, 1973; Dailey *et al.*, 1993).

Como ya se mencionó, existen marcadas diferencias en los patrones de residencia y movimientos que presentan los tursiones de acuerdo a la localidad geográfica en que habitan. Aparentemente la mayor diferencia existe entre los hábitats de costas protegidas (esteros, estuarios, lagunas costeras, deltas) que presenta fronteras o barreras geográficas y el hábitat de costas abiertas y extendidas. En los hábitats de costas protegidas, los cuales dominan en una gran porción en las costas del Golfo de México, es común encontrar poblaciones de tursiones que exhiben altos grados de residencia a largo plazo y ámbitos hogareños de dimensiones pequeñas (Wells *et al.*, 1980; Irvine *et al.*, 1981; Wells, 1986; Scott *et al.*, 1990; Heckel, 1992; Schramm, 1993). En contraste, los hábitats de costas abiertas los cuales dominan en las costas del Atlántico y Pacífico nororiental, presentan poblaciones de tursiones con bajos niveles de residencia y ámbitos hogareños amplios (Mead y Potter, 1990; Blaylock *et al.*, 1995 y Hohn, 1997 citados por Connor *et al.*, 2000; Ballance, 1987; Weller, 1991; Defran *et al.*, 1999).

Cabe mencionar que la heterogeneidad en la distribución de los recursos alimentarios puede presentarse en ambos tipos de hábitat. Sin embargo, esto no es directamente

comparable en los dos tipos de hábitats debido a las diferencias que pueden presentar en la escala espacial y temporal. Es probable que la dinámica que presenta el ambiente costero de la CSC afecte la distribución de los recursos alimentarios a una escala oceanográfica y biológica distinta a la que afecta las costas protegidas del Golfo de México. De ser así, es posible que los hábitats de costas protegidas presentes en estas localidades mantengan recursos alimentarios relativamente predecibles y espacialmente estables a lo largo del tiempo, mientras que los hábitats de costas abiertas presentes en la CSC mantengan recursos alimentarios más impredecibles y espacialmente fluctuantes, lo cual impulsa a los organismos a realizar movimientos extensos a lo largo de la costa y por lo tanto ampliar sus ámbitos hogareños (Defran *et al.*, 1999).

No obstante, Defran *et al.* (1999) demostraron que 10 (83%) de 12 delfines identificados en Bahía de Todos Santos y avistados ocho o más veces en el área de San Diego fueron avistados en San Diego durante la misma temporada (ya sea del mismo o diferente año) en que fueron fotografiados en Bahía Todos Santos. Los autores proponen que la única evidencia de recurrencia estacional de los tursiones del área de San Diego a la Bahía de Todos Santos, se basa en tres delfines que no fueron fotografiados en San Diego durante una de las cuatro temporadas del año, no obstante fueron fotografiados en Bahía Todos Santos durante esa temporada. Por lo tanto, se considera que no existen evidencias suficientes para corroborar una preferencia estacional de los tursiones de San Diego hacia el área de estudio. La ausencia de un esfuerzo simultáneo en otras áreas de la CSC durante el periodo de estudio (1999-2000), impide determinar si los delfines identificados durante el presente estudio se encontraron presentes en otras áreas de la

CSC durante su ausencia en el área de estudio. Sin embargo, se logró determinar que al menos algunos individuos presentaron cierta recurrencia al área, principalmente durante la primavera y el verano. Sólo mediante la realización de estudios simultáneos en diferentes áreas de estudio a lo largo de la CSC con esfuerzos comparables en la escala temporal, sería posible determinar tendencias en la preferencia estacional por parte de los tursiones hacia ciertas áreas.

Por otro lado, es posible que exista una variabilidad en los ámbitos hogareños de los tursiones a nivel individual, los cuales no necesariamente coinciden con los de las áreas de estudio definidas por los investigadores (Shane *et al.*, 1986). Lo anterior podría explicar en parte la aparente recurrencia estacional a la Bahía de Todos Santos, exhibida por un bajo porcentaje de los individuos identificados (20.9%).

Es importante tomar en consideración que las diferencias existentes entre los periodos de estudio en otras regiones de la CSC, así como la variabilidad temporal en el esfuerzo realizado, dificultan las interpretaciones sobre la dinámica poblacional de los tursiones en la región.

Es sumamente necesario realizar estudios a largo plazo para lograr visualizar una imagen completa de una población y sus tendencias en la escala espacial y temporal, pues los estudios a corto plazo aportan una imagen simple de una sociedad compleja de organismos que presentan periodos de vida largos (Caldwell, 1992). Por lo tanto, cabe destacar la importancia en la continuidad de las investigaciones realizadas aquí, ya que sólo de esta manera es posible dar seguimiento a los cambios de forma continua (Scott *et al.*, 1996) y determinar las tendencias que presenta la dinámica poblacional y salud de

ésta especie, la cual a su vez es un indicador importante de la salud de sus hábitats y el ecosistema que estos hábitats soportan (Connor *et al.*, 2000).

En resumen, los tursiones en Bahía de Todos Santos exhibieron bajas tasas de recaptura, lo cual puede indicar una baja residencia en el área, al igual que los tursiones estudiados en otras localidades de la CSC (Defran *et al.*, 1999). Cabe mencionar que los resultados que se presentan en el presente estudio son representativos sólo para el periodo de muestreo (1999-2000) y que es importante tomar en consideración las diferencias en el esfuerzo aplicado en ambos estudios.

Distribución

Distribución espacial

Los avistamientos de *Tursiops truncatus* mostraron una tendencia a concentrarse en dos zonas del área de estudio principalmente: la zona A (n=3) y la zona B (n=9), mientras que la zona C, presentó una ausencia total de avistamientos durante todo el periodo de estudio (Fig. 10). Adicionalmente, la abundancia relativa de la zona B (delfines/km²) fue mayor que en la zonas A (Fig. 11).

La mayor presencia de tursiones en la zona B se concentró en la región más cercana a la boca del Estero de Punta Banda. Esta tendencia general que presentan los tursiones a concentrarse en zonas específicas ha sido anteriormente reportada para distintas localidades geográficas. Los tursiones en las costas del Atlántico, tienden a concentrarse en zonas cercanas a canales de navegación (Barham *et al.*, 1980; Harzen, 1998); canales que conectan a las bahías con mar abierto (Gruber, 1981; Leatherwood y

Reeves, 1983; Blaylock, 1988), y zonas adyacentes a desembocaduras de ríos, bahías, lagunas costeras y sistemas estuarinos (Gunter, 1942; Weigle, 1990; Heckel, 1992; Schramm, 1993).

Por otro lado, a lo largo de la costa del Pacífico, Hansen (1983) en un estudio realizado en la costa del sur de California encontró que la distribución de tursiones se concentraba en áreas adyacentes a las bocas de lagunas costeras y mantos de algas. Por su parte, Acevedo (1991) encontró una mayor concentración de tursiones en la zona adyacente a la boca de la bahía de La Paz, Baja California Sur. Mientras que Ballance (1987) en un estudio realizado en Bahía Kino, Sonora, determinó que la mayor concentración de avistamientos de tursiones se presentaba en los primeros 5.5 km alrededor de las bocas de esteros.

Estos estudios son evidencia de que las áreas adyacentes a las bocas de sistemas estuarinos son hábitats en los que se presenta una mayor abundancia de tursiones. Lo anterior puede deberse a que los estuarios son sitios donde generalmente existe una alta concentración de nutrientes, los cuales a su vez soportan grandes cantidades de zooplancton y peces (Moyle y Cech, 1982; citado en Ballance, 1987). La alta productividad que presentan estos sistemas y su aporte a las áreas adyacentes pueden causar una mayor disponibilidad de especies de peces presa de *Tursiops truncatus* y por lo tanto hacer de este tipo de hábitats, sitios preferentes para sus actividades de alimentación.

Existen reportes de 25 especies de peces presa identificadas a partir de contenido estomacal de *Tursiops truncatus* en las costas del Pacífico (Norris y Prescott, 1961;

Walker, 1981). Hanson y Defran (1993) presentaron una tabla (Apéndice A) con las proporciones de contenido estomacal de estas especies de peces, mediante la combinación de las frecuencias de ocurrencia de cada especie presentada en los estudios de Norris y Prescott (1961) y Walker (1981). Encontraron que las especies de las familias *Embiotocidae* (percas) y *Scianidae* (roncadores) (ver Apéndice A) conformaban el 75% de los peces identificados (Walker, 1981).

Por otro lado, Hamman y Rosales Casián (1990) realizaron un estudio sobre la taxonomía y comunidad ictiológica en la Bahía de Todos Santos (hábitat de sustrato arenoso y sustrato rocoso) y el Estero de Punta Banda, donde recolectaron 120 especies de peces en ambas localidades mediante diferentes métodos y diferentes periodos. Al comparar las 25 especies en la lista de Hanson y Defran (1993) con las 120 especies listadas por Hamman y Rosales Casián (1990), se encontró que el 76% de las especies listadas por Hanson y Defran se encuentran también en la lista de Hamman y Rosales Casián para la Bahía de Todos Santos y el estero de Punta Banda, incluyendo las tres especies que conforman más del 50% de la dieta total de *Tursiops*: *Seriphus politus*, *Genyonemus lineatus* (Scianidae) e *Hyperprosopon argenteum* (Embiotocidae).

De estas tres especies, sólo una, *Seriphus politus*, tiene preferencia por hábitats estuarinos, aunque también utiliza hábitats de sustrato arenoso, sustrato rocoso y zona de rompiente. Aunque el 36% de las 25 especies presa de los tursiones tienen preferencia por hábitats estuarinos, esta característica no es excluyente, por lo que las mismas especies suelen también utilizar otros tipos de hábitats como sustrato arenoso, sustrato rocoso, zona de rompiente y mantos de algas.

En la Bahía de Todos Santos el área de influencia del Estero de Punta Banda abarca la zona comprendida en un perímetro de hasta 6 km de la boca (Contreras Rivas, 1973). Si partimos de la premisa que la zona B de este estudio (Fig. 6) tiene una extensión de 14.346 km, y la distancia que existe de la boca del estero hacia el límite norte (rada del puerto de Ensenada) y límite sur de la zona B es de 5.597 km y 8.75 km respectivamente; la zona B incluiría de manera aproximada los 5.5 km a cada lado de la boca del estero propuestos por Ballance (1987) como área estuarina. Es posible que la preferencia de los tursiones hacia esta zona del área de estudio se deba en parte a una mayor disponibilidad de presas, resultado de la alta productividad del estero de Punta Banda, lo cual haría de la zona B una zona preferente de los tursiones para llevar a cabo la alimentación.

Las observaciones de comportamiento *ad libitum* realizadas en el campo durante los avistamientos, acumularon cinco registros en los cuales se observó comportamiento de alimentación (ver Apéndice C); de estos cinco registros, cuatro se presentaron en la zona B y uno en la zona A, lo cual es un indicio de que la zona B probablemente es utilizada por los tursiones para alimentarse.

Hamman y Rosales Casián (1990) determinaron que la especie más abundante en el estero de Punta Banda, fue el lenguado de California (*Paralichthys californicus*), seguido por el roncador (*Runcador stearnsi*); ambas especies se encuentran en la lista de especies presa de *T. truncatus* para el Pacífico, aunque con una baja proporción de la dieta total. Por otro lado, los autores encontraron que las dos especies más abundantes en el hábitat de sustrato arenoso para la Bahía de Todos Santos, fueron la berrugata (*Genyonemus*

lineatus) y el pez reina (*Seriphus politus*), las cuales son dos de las tres especies más importantes en la dieta de *T. truncatus*. Sin embargo, *Hyperprosopon argenteum*, la tercera especie más importante en su dieta, no figuró como significativamente abundante en los análisis de Hamman y Rosales Casián para la Bahía de Todos Santos.

Las dos especies más abundantes en el estero de Punta Banda, el lenguado de California y el roncadador, no son especies de alta importancia en la dieta de *T. truncatus*; por lo tanto no existen evidencias directas para concluir que los tursiones en la Bahía de Todos Santos tienen una dieta estuarina. No obstante, es posible que el éxito de la zona B como zona preferente para la alimentación de los tursiones no radique sólo en el aporte que obtiene de la boca del estero de Punta Banda, sino también en la presencia del hábitat de sustrato arenoso adyacente a la boca y que se extiende a lo largo de toda la zona, en el cual las especies más abundantes, la berrugata y el pez reina; son también las especies más importantes en la dieta de *T. truncatus* para el Pacífico.

Por otro lado, Ward (1999) en un estudio realizado en el área de San Diego, California, encontró que los tursiones se alimentaban en una proporción significativamente mayor sobre hábitats de sustrato rocoso que sobre hábitats de sustrato arenoso y propone que los peces de las familias Scianidae y Embiotocidae, las cuales incluyen al pez reina y la berrugata dominan en hábitats de sustrato rocoso. Sin embargo, los resultados del estudio de Hamman y Rosales Casián (1990) muestran que estas dos especies no figuran como abundantes en el hábitat de sustrato rocoso de la Bahía de Todos Santos.

Aproximadamente un 80% de las especies presa de los tursiones utilizan tanto hábitats de sustrato arenoso como hábitats de sustrato rocoso y mantos de algas; por consiguiente, es posible que el carácter oportunista de los tursiones los lleve a alimentarse en cualquiera de estos tipos de hábitat, mediante modificaciones en sus estrategias de alimentación de acuerdo a la abundancia de recursos en el hábitat y la estructura del mismo.

Los hábitats de sustrato rocoso son importantes para un gran número de especies de peces costeros, debido a que proveen una estructura tridimensional a la cual se adhieren un gran número de especies de algas e invertebrados de los cuales se alimentan estos peces, además de proveer refugio de los depredadores (Ward, 1999). Por otro lado, aunque los hábitats de sustrato arenoso no proveen ningún tipo de refugio para escapar de los depredadores, los peces que utilizan estos hábitats han desarrollado estrategias de defensa para evitar la depredación, como la formación de cardúmenes o enterrarse en el sedimento. Es posible que en este tipo de hábitat, los tursiones capturen más fácilmente a presas que no tienen la capacidad de esconderse (Ward, 1999), o bien modifiquen sus técnicas de forrajeo y captura de acuerdo a las características de evasión de sus presas. Por ejemplo, si la especie presa tiende a formar cardúmenes, es posible que los tursiones utilicen técnicas de alimentación cooperativa para obtener un mayor beneficio.

A pesar de que los hábitats de sustrato arenoso contienen por lo general una disminuida riqueza de especies y biomasa total comparada con los hábitats de sustrato rocoso (Ward, 1999), muchas de las especies presas de *T. truncatus* para el Pacífico (Walker, 1981; Hanson y Defran, 1993) son abundantes en regiones de sustrato arenoso

(Carlisle *et al.*, 1960). Algunas de estas especies incluyen: *Seriphus politus* (pez reina), *Genyonemus lineatus* (berrugata), *Umbrina roncadorensis* (yellowtail), *Roncadorensis stearnsi* (roncador), y *Menticirrhus undulatus* (curbina) (Skogsberg, 1939; Love *et al.*, 1984).

Por lo tanto, aunque la zona B presenta ciertas características que pueden hacer de ésta una zona preferente de los tursiones para alimentarse (por ejemplo, la combinación de dos tipos de hábitats importantes para las especies presa de *T. truncatus*, el hábitat estuarino y el sustrato arenoso), éstos pueden encontrar las mismas presas en otras zonas del área de estudio, como es el caso de la zona A, donde se obtuvo un registro de alimentación. El hábitat de sustrato rocoso y los mantos de algas (*Macrocystis pirifera*) que exhibe la zona A, principalmente en la zona de El Sauzal y Punta San Miguel, pueden albergar varias de las especies presa de los tursiones.

Por otro lado, la ausencia de avistamientos en el hábitat de sustrato rocoso que exhibe la zona C del área de estudio, podría deberse en parte a las diferencias de profundidad con respecto a las zonas A y B, ya que en esta zona la pendiente se vuelve más pronunciada. No obstante, la falta de información sobre la distribución de la ictiofauna en esta zona de la Bahía de Todos Santos, impide examinar con detalle sus características ecológicas y la relación que puedan tener con la disponibilidad de presas de *T. truncatus*. Sin embargo, es probable que el rápido incremento de la profundidad en esta zona, resulte en una barrera física para sus especies presa comúnmente encontradas en otras zonas del área de estudio, y por consiguiente una menor disponibilidad de las mismas.

En la Bahía de Todos Santos los avistamientos de *T. truncatus* se registraron siempre entre las isobatas de los 5 y 10 metros. Estos resultados concuerdan con los de otros estudios de *T. truncatus* en las costas del Pacífico (Hansen, 1990; Caldwell, 1992; Hanson y Defran, 1993; Feinholz, 1996; Carretta *et al.*, 1998; Defran y Weller, 1999; Defran *et al.*, 1999; Morteo, 2002). La distribución costera que presentan los tursiones en la costa del Pacífico es similar a la que presentan los tursiones en las costas de Argentina (Würsig y Würsig, 1979) y Sudáfrica (Cockcroft y Ross, 1990^b). Lo anterior puede deberse a la preferencia hacia aguas someras que presentan la mayoría de las especies de presa de los tursiones.

En la costa abierta del sur de California, Love *et al.* (1986) en un estudio realizado mediante el uso de redes de arrastre sobre sustratos arenosos, reportaron un total de 82, 87 y 80 especies de peces demersales en 6.1, 12.2 y 18.3 metros de profundidad, respectivamente. Las familias dominantes fueron Scianidae, Embiotocidae y Engraulidae; de las cuales las especies *Seriphus politus*, *Genyonemus lineatus* y *Engraulix mordax* representaron el 87% de todas las capturas. Por su parte, Hamman y Rosales Casián (1990) mediante la comparación de los resultados de la composición específica del estudio antes mencionado con sus resultados para la Bahía de Todos Santos, encontraron que la comunidad demersal de la Bahía de Todos Santos es muy similar a la de 6.1 m de California, y propusieron que el sistema de la Bahía de Todos Santos actúa más como hábitat para especies con preferencias de aguas someras, y que la influencia de las especies de mayor profundidad que se encuentran fuera de ella es limitada.

En las costas del sur de California, *G. lineatus* es más abundante entre los 5 y 10 metros de profundidad, aunque ocasionalmente pueden ser encontrados a profundidades mayores a los 20 metros; mientras que *Seriphus politus*, *Umbrina roncadorensis*, *Roncadorensis stearnsii* y *Menticirrhus undulatus*, tienden a ser más abundantes en aguas de hasta 9 metros (Skogsberg, 1939).

Cabe mencionar que la metodología de este estudio no fue diseñada para interpretar directamente la utilización de hábitat por parte de los tursiones, por lo tanto muchas de las indicaciones aquí descritas son solamente aproximaciones a lo que serían realmente los mecanismos que influyen en la preferencia de los tursiones hacia ciertas áreas de la Bahía de Todos Santos, basadas en la disponibilidad de presas presentes en la dieta de *T. truncatus* en la Cuenca Sur de California. Para poder determinar con mayor precisión la utilización de hábitat por los tursiones en la Bahía de Todos Santos es necesario realizar estudios etológicos sistematizados de esta especie en el área de estudio. También es importante definir criterios que evalúen con mayor precisión los cambios en los tipos de sustrato para la división de las zonas, ya que la heterogeneidad que presenta el ambiente marino obliga a los organismos a moverse para así explorar distintos hábitats y llevar a cabo sus actividades diarias, optimizar el uso de recursos para maximizar su consumo energético, y evadir áreas con potencial de disturbio que comprometan su supervivencia, tales como depredadores, enfermedades y condiciones físicas extremas (Stevick *et al.*, 2002).

Distribución temporal

Los avistamientos de *T. truncatus* en la Bahía de Todos Santos presentaron una distribución temporal variable (Fig. 12). El mayor número de avistamientos se presentó durante la primavera y el verano, con una baja sensible durante el otoño y el invierno. Lo anterior coincide con los valores más altos de abundancia relativa de tursiones reportados durante las temporadas de primavera y verano en relación con las temporadas de otoño e invierno. Sin embargo, no existió una diferencia estadísticamente significativa en la abundancia relativa de tursiones por temporada del año ($p > 0.05$) (Fig. 13). Lo anterior podría deberse a que la potencia de la prueba se haya visto afectada por el bajo número de avistamientos. Por otro lado, la presencia de los tursiones individualizados en el área de estudio, indica que más del 50% de estos delfines fueron fotoidentificados durante el verano (Fig. 14).

La distribución temporal de los avistamientos en el área de estudio también presentó cierta variabilidad por zonas. Durante el verano y el invierno el 100% de los avistamientos se presentaron en la zona B, mientras que los avistamientos en otoño se presentaron exclusivamente en la zona A. Además, durante la primavera los avistamientos se distribuyeron de manera similar en ambas zonas, el 50% ($n=2$) en la zona A y el otro 50% ($n=2$) en la zona B.

La dinámica heterogeneidad del ambiente marino puede influir en que las porciones de hábitat adecuadas para ciertas actividades como la búsqueda y consumo de alimento cambien en el espacio y en el tiempo, obligando a los organismos a explotar distintos

tipos de presa según su disponibilidad (Stevick *et al.*, 2002). Por lo tanto, es posible que la alta presencia de tursiones y su preferencia a concentrarse en la zona B del área de estudio durante la primavera y el verano, se deba en parte a una mayor disponibilidad de sus presas durante estas temporadas.

Todas las especies listadas por Hanson y Defran (1993) como especies presa de *T. truncatus* en el Pacífico, son especies no migratorias y por lo tanto residentes en los hábitats costeros de la Cuenca Sur de California (SCCWRP, 1973; Dailey *et al.*, 1993). No obstante, es posible que su disponibilidad como recurso alimentario para los tursiones esté en función de su abundancia.

Herbinson *et al.* (1999) realizaron muestreos sobre las especies de peces demersales en varias estaciones a lo largo de la Cuenca Sur de California, desde Ventana hasta San Diego, con el fin de determinar si la abundancia presentaba tendencias a largo plazo. Se colectaron un total de 11,205,492 peces a lo largo de 22 años de estudio (1977-1998), de los cuales el 75% pertenecía a la familia Scianidae, incluyendo las dos especies más importantes en la dieta de *T. truncatus*: el pez reina y la berrugata. La especie más abundante en este estudio fue el pez reina, con una abundancia diez veces mayor a la de la berrugata, además de ser la que obtuvo una mayor biomasa (53% de la biomasa total).

En las estaciones sureñas, el pez reina fue consistentemente más abundante con un máximo durante la primavera y un mínimo en otoño. Por otro lado, la abundancia de la berrugata en las estaciones sureñas presentó su máximo a principios de primavera con un decremento a finales de primavera que volvió a aumentar durante el verano; sin embargo la abundancia mínima se presentó también durante el otoño (Herbinson *et al.*, 1999).

Los máximos de abundancia que presentan estas dos especies durante la primavera y primavera-verano respectivamente, coinciden con sus ciclos de desove, con la diferencia que la berrugata presenta un ciclo de desove más largo que abarca desde mediados de invierno hasta primavera, mientras que el pez reina sólo desova durante los meses de verano (Skogsberg, 1939; Goldberg, 1976). Adicionalmente, tanto la abundancia de estas dos especies como sus ciclos de desove coinciden con los máximos de abundancia relativa de *T. truncatus* en la Bahía de Todos Santos durante la primavera y el verano.

A diferencia del pez reina, la berrugata exhibe una migración hacia aguas fuera de la costa durante los meses de invierno (Allen y De Martini, 1983), evento que coincide con su temporada de desove (Skogsberg, 1939; Goldberg, 1976). Lo anterior podría explicar los decrementos y aumentos en la abundancia de esta especie durante las temporadas de invierno y primavera-verano respectivamente, reportados por Herbinson *et al.* (1999).

Otro factor determinante en la distribución y abundancia de peces demersales costeros, pueden ser los eventos de surgencia. Algunos estudios hidrográficos han reportado condiciones de surgencia en la costa norte de Baja California durante primavera y verano (Bakun, 1975; Amador Buenrostro, 1976; Barton y Argote, 1980; Torres Moye y Acosta Ruíz, 1986). Los vientos en la costa de Baja California tienen una fuerte componente hacia el Ecuador la mayor parte del año, con los valores promedio máximos durante mayo y junio (Bakun, 1975; Pavia y Reyes, 1983), lo que genera un surgimiento durante casi todo el año, el cual se intensifica durante la primavera y el verano (Gómez Valdez, 1983).

Álvarez Borrego y Álvarez Borrego (1982) sugieren que los eventos de surgencia en la Bahía de Todos Santos se originan fuera de la península de Punta Banda y posteriormente son transportados por procesos advectivos locales hacia el interior de la bahía por el canal que se localiza al sur de las Islas Todos Santos. Datos de temperatura indican que el agua de surgencia de la zona de Punta Banda es acarreada algunas veces, en primavera y verano por corrientes costeras hasta la zona frente a la boca del estero, y luego a su interior por las corrientes de marea.

Probablemente en relación a estos factores oceanográficos, tanto el pez reina como la berrugata frecuentan el hábitat de sustrato arenoso adyacente a la boca del estero de Punta Banda (Skogsberg, 1939; Love *et al.*, 1984; Hamman y Rosales Casián, 1990) y presentan una mayor abundancia durante la temporada de primavera y primavera-verano respectivamente (Herbinson *et al.*, 1999). Por consiguiente, es muy posible que la alta concentración de tursiones en la zona B del área de estudio durante primavera y verano, se deba principalmente a la alta disponibilidad de sus especies presa. Lo anterior coincide con los modelos de forrajeo óptimo, los cuales indican que la disponibilidad de presas de alta calidad en un hábitat determinado fomenta la preferencia hacia éstas, independientemente de la disponibilidad de otras presas menos preferentes (Krebs y Davies, 1981).

Otras especies de delfínidos muestran patrones de distribución similares, relacionados a cambios estacionales en la disponibilidad de sus presas. En un cañón submarino localizado en la bahía de Monterey, California, se han observado altas concentraciones de delfines listados del Pacífico (*Stenella coeruleoalba*) a finales de

primavera y principios del otoño aparentemente alimentándose de calamar (Morejhon *et al.*, 1978). La marsopa común (*Phocoena phocoena*) en la Bahía de Fundy, exhibe una mayor abundancia durante las migraciones estacionales de cardúmenes de arenque, macarela y otras especies de peces (Smith y Gaskin, 1973). En las lagunas costeras de la costa este de los Estados Unidos, se observó que la concentración de tursiones disminuía durante el invierno cuando la abundancia de sus presas era mínima y aumentaba de nuevo durante el verano cuando sus presas presentaban una mayor abundancia (Hoese, 1971). En el Golfo de Maine, E.U.A., la alta abundancia de delfines de costados blancos del Atlántico (*Lagenorhynchus acutus*) durante la primavera, coincide con una alta abundancia de pionos (*Ammodytes americanus*); mientras que la abundancia de delfines comunes (*Delphinus delphis*) se ha relacionado con valores altos de abundancia de varias especies epipelágicas y mesopelágicas como la macarela (*Scomber scombrus*) y los calamares (*Illex illecebrosus* y *Loligo pealei*) (Selzer y Payne, 1988).

Tamaño de grupo

El tamaño de grupo reportado para tursiones costeros (*Tursiops truncatus*) se encuentra generalmente entre 1 y 100 individuos; sin embargo, se reportan más comúnmente tamaños de grupo entre 2 y 15 delfines (Shane *et al.*, 1986). Esta variabilidad en el tamaño de los grupos, se debe en parte, a las diferentes definiciones empleadas por otros investigadores para registrar un “grupo” de delfines (Shane *et al.*, 1986). No obstante, el tamaño de grupo promedio para los tursiones observados en la Bahía de Todos Santos durante el período de estudio (16.42), fue comparable con los

valores encontrados en otras poblaciones de tursiones costeros en el Golfo de California (Ballance, 1992); San Diego, California (Weller, 1991; Defran y Weller, 1999); Portugal (Dos Santos y Lacerda, 1987) y Argentina (Würsig, 1978). Por otro lado, se han reportado tamaños de grupo mucho menores para otras áreas de estudio en Texas (Shane, 1980, 1990; Gruber, 1981; Fertl, 1994); Florida (Irvine *et al.*, 1981; Wells *et al.*, 1980; Wells, 1986); el norte del mar Adriático (Bearzi *et al.*, 1997) y algunas lagunas costeras en el Golfo de México (Heckel, 1992; Schramm, 1993).

Las variaciones en el tamaño de los grupos, son comúnmente atribuidas a la disponibilidad de recursos alimentarios y a la presión por parte de los depredadores. Al hacer comparaciones de los tamaños promedio de grupo para tursiones en distintas localidades geográficas, es importante tratar de entender cómo las variaciones en los niveles de depredación afectan el tamaño de los grupos (Weller, 1991).

Norris y Dohl (1980), propusieron que la presión por parte de depredadores es el principal factor que afecta la formación de grupos en cetáceos. Aunque el tursión es un depredador potencial y ocupa un alto eslabón en la cadena trófica, a su vez está expuesto a la depredación por parte de algunos organismos de eslabones más altos, como lo son algunas especies de tiburones y la orca (*Orcinus orca*).

La orca (*O. orca*), que presenta una distribución mucho más amplia que el tursión, representa una amenaza para la mayoría de las especies de cetáceos, mayor a la de cualquier otro depredador (Jefferson *et al.*, 1991). Se han reportado ataques de orcas desde la especie de cetáceo más grande, la ballena azul (*Balaenoptera musculus*; Tarpy, 1979), el odontoceto más grande, el cachalote (*Physeter macrocephalus*; Arnbohm *et al.*,

1987); así como para el cetáceo más pequeño, el delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*; Constantine *et al.*, 1998). Los únicos cetáceos inmunes a ataques por parte de orcas, son los que viven en ríos tropicales (Jefferson *et al.*, 1991) y en otros hábitats costeros protegidos raramente frecuentados por orcas. La orca es la única especie de cetáceo que se ha especializado para alimentarse exclusivamente de otros mamíferos marinos en algunas áreas (Baird, 2000); sin embargo, otras especies como la orca falsa (*Pseudorca crassidens*), y a un menor grado los calderones (*Globicephala macrorhynchus*) y la orca pigmea (*Feressa attenuata*), han sido observadas en posibles ataques a delfines tornillo (*Stenella longirostris*), delfines manchados (*Stenella attenuata*) y delfines comunes (*Delphinus delphis*); durante las operaciones de pesca del atún (Perryman y Foster, 1980).

Aunque no se han documentado ataques de orcas a tursiones, estas pueden ocasionalmente amenazar a poblaciones costeras y oceánicas de *Tursiops truncatus* en todas las localidades (Connor *et al.*, 2000). Würsig y Würsig (1979) observaron a un tursión en Golfo San José, Argentina, con cicatrices aparentemente producidas por dientes de orca, y en dos ocasiones observaron a los tursiones escapando velozmente de la presencia de un grupo orcas. Sin embargo, los avistamientos de orcas para la Bahía de Todos Santos son escasos o nulos, especialmente cerca de la costa, donde estos tursiones habitan. Por lo tanto, es posible suponer que la presión por parte de este depredador es también mínima para los tursiones en el área de estudio.

Algunas de las especies de tiburones más comúnmente implicadas en la depredación de tursiones son el tiburón toro (*Carcharinus leucas*), el tiburón oscuro (*Carcharinus*

obscurus), el tiburón tigre (*Galeocerdo cuvieri*) y el gran tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) (Wood *et al.*, 1970; Wells *et al.*, 1980; Corkeron *et al.*, 1987). La mayoría de estas especies son visitantes poco frecuentes en aguas costeras del sur de California (Barnhart, 1936); por lo tanto es posible que la presión de depredación por parte de estas especies de escualos sea mínima en el área de estudio

Los delfines que sobreviven a ataques de tiburón presentan en sus cuerpos cicatrices distintivas en forma de “U” que son estereotípicas a las reportadas para diferentes localidades geográficas y fáciles de distinguir entre las causadas por contacto con individuos de su misma especie (Corkeron *et al.*, 1987). En ninguna ocasión se observaron delfines con cicatrices similares a las producidas por ataques de tiburón u orcas en la Bahía de Todos Santos. Por otro lado, Weller (1991) en un estudio realizado en San Diego, California, solamente en una ocasión reportó un delfín que presentaba evidencia de ataque de tiburón, durante seis años de estudio.

Cockcroft *et al.* (1989) determinó que en aguas costeras de Natal, Sudáfrica, los ataques de tiburón son responsables de la muerte de al menos un 2% anual de una población de tursiones. La mayoría de las víctimas en Natal, fueron individuos jóvenes, lo cual puede indicar que una baja incidencia de cicatrices en delfines jóvenes puede deberse a una gran proporción de ataques fatales (Cockcroft *et al.*, 1989). Sin embargo, en otras localidades, como Shark Bay, Australia, en un estudio basado solamente en crías, el 34% de éstas presentaban cicatrices características de un ataque (Mann y Barnett, 1999). Por lo tanto, cierta precaución es necesaria al interpretar estos datos, ya que solamente con estudios más específicos sería posible determinar el grado de presión

por parte de este tipo de depredadores, el cual al parecer depende de las características ecológicas de la especie presa y la especie depredadora en cuestión.

Aunque la presión por depredación en el área de estudio de la Bahía de Todos Santos es aparentemente mínima, el tamaño promedio de grupo (16.42) es considerablemente mayor que en Florida y Texas donde la depredación es considerada una amenaza potencial para las manadas de delfines. Es posible que estas diferencias se deban más a variables ambientales que a la presión depredadora, ya que es posible esperar tamaños de grupo mayores donde la presión depredadora es mayor y a su vez tamaños de grupo menores donde la presión depredadora es mínima.

Weller (1991) propone que un tamaño de grupo más grande que los valores normales, en su área de estudio en San Diego, California, donde la presión por depredación es también mínima, podrían reflejar una adaptación para incrementar la eficiencia de forrajeo y alimentación, más que una protección contra depredadores.

Los antecedentes descritos han confirmado que un alto porcentaje de los delfines que frecuentan las aguas costeras de San Diego y otras localidades de la Cuenca del Sur de California, frecuentan también la Bahía de Todos Santos (Defran *et al.*, 1999). Por lo tanto es posible sugerir que el tamaño de grupo de los tursiones en el área de estudio se vea afectado por factores similares a los que influyen el tamaño de los grupos en el área de San Diego.

El tamaño de los grupos para los tursiones en el sur de California es altamente variable y a diferencia de otras especies animales, no presenta una tendencia central o tamaño óptimo (Weller, 1991; Defran y Weller, 1999; Defran *et al.*, 1999). Por lo

tanto, si la presión por depredación en el área de estudio es mínima y virtualmente no existe competencia interespecífica ya que el tursión es la única especie de cetáceo que habita las aguas costeras de la Bahía de Todos Santos (< 1 km de la costa), la alta variabilidad en el tamaño de los grupos posiblemente sea una adaptación a un hábitat altamente dinámico con respecto a la distribución de las especies presa de las cuales los tursiones se alimentan.

En un ambiente natural, la disponibilidad del alimento es un factor determinante en la ecología del comportamiento de los animales. La defensa de las áreas de alimentación o concentraciones de alimento favorecen la formación de grupos (Wrangham, 1980). Es de esperarse que los individuos dentro de un grupo cooperen para defender los recursos cuando éstos son lo suficientemente abundantes para soportar a más de un individuo. Aun cuando los grupos se formen por otras razones, como por ejemplo evitar la depredación, los individuos dentro del grupo pueden tomar ventaja de un mejor acceso al alimento de diversas formas (Connor *et al.*, 2000).

Las presas de la mayoría de las especies de cetáceos, son generalmente especies de peces que tienden a formar cardúmenes y por lo tanto son altamente móviles. En algunas circunstancias puede ser útil y hasta necesario defender estos recursos, por lo menos durante cortos periodos de tiempo (Connor *et al.*, 2000).

La defensa territorial por recursos no ha sido reportada para cetáceos y obviamente es una opción poco factible para poblaciones pelágicas. Aún para especies de cetáceos que habitan en aguas costeras, donde la presencia de fronteras o barreras es evidente, la movilidad de las especies presa y sus amplios hábitos de distribución, así como las

características tridimensionales de su ambiente, hacen de la territorialidad una opción menos efectiva que para la mayoría de las especies terrestres (Connor *et al.*, 2000).

Si partimos de la premisa de que uno de los costos universales en la formación de grupos es la competencia por los recursos (Alexander, 1974), es posible suponer que las variaciones en la distribución de los recursos pueden reflejar las diferencias entre bajos y altos costos dentro de los grupos (Connor *et al.*, 2000).

Los tursiones observados en la Bahía de Todos Santos presentaron cierta variabilidad en el tamaño promedio de grupo por temporada del año (Fig. 16). Aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$), las tendencias indicaron la presencia de grupos más grandes durante el verano y el invierno. En el análisis estadístico (ANOVA no paramétrico, Kruskal-Wallis), se obtuvo un valor observado muy cercano al valor crítico, lo cual indica un error beta grande. Por lo tanto, es posible que con un tamaño de muestra mayor las diferencias por temporada del año hubiesen sido significativas.

Se han reportado variaciones estacionales en el tamaño de grupo para diferentes poblaciones de tursiones en diferentes localidades. Würsig (1978) observó un aumento en el tamaño de los grupos durante el invierno en las costas de Argentina. En contraste, Shane (1977) encontró que el tamaño de grupo para los tursiones en Aransas Pass, Texas disminuía durante el invierno. Weigle (1990) observó que los tamaños de grupo de los tursiones en Tampa Bay, Florida, eran menores durante la primavera y mayores durante el otoño. Por otro lado, Irvine *et al.* (1981) y Cortez *et al.* (2000) no encontraron

variación estacional significativa en el tamaño de los grupos en Sarasota, Florida, y Cayo Coco, Cuba.

Es probable que las variaciones temporales en el tamaño de los grupos de tursiones en distintas localidades geográficas se deban principalmente a las características ecológicas de los hábitats que utilizan los tursiones en estas localidades. Por su carácter oportunista, el tursión presenta cierta flexibilidad en su comportamiento (Shane *et al.*, 1986); por lo tanto, las presas que los tursiones consumen en cada localidad pueden variar considerablemente. En vista de que las especies presa de *T. truncatus* en distintas localidades geográficas, presentan variaciones estacionales con respecto a su abundancia y distribución, obligan a los tursiones a adaptarse a estrategias de alimentación diferentes.

Los estudios enfocados a la ecología del forrajeo y alimentación proponen que los depredadores son eficientes con respecto a presas y selección de agregaciones de alimento en la manera en que los costos energéticos son minimizados y el consumo energético maximizado (Emlen, 1966). Esta proposición fundamental compone la teoría de “forrajeo óptimo”; de acuerdo a esta teoría, presas tales como peces individuales pueden considerarse artículos unitarios, mientras los cardúmenes de peces pueden considerarse como agregaciones (Tepper, 1996).

Por otro lado, Rodman (1988), propone que el tamaño de grupo es ajustable a la dispersión y abundancia de los recursos alimentarios disponibles. En otras palabras, si el tamaño de grupo excede la capacidad de la agregación, los miembros del grupo tomarán mayor ventaja al dividirse en grupos pequeños para alimentarse.

Los tursiones en la Cuenca del Sur de California son depredadores de carácter oportunista y habitan una región costera con características ecológicas variables e impredecibles (Weller, 1991). Lo anterior indica que es poco probable que una constancia en el tamaño de los grupos sea una estrategia de depredación efectiva. La variación en el tamaño de los grupos en el área de estudio, puede indicar una adaptación sociobiológica para explotar recursos alimentarios variables e inestables de manera similar que en la CSC.

En la Bahía de Todos Santos, el mayor tamaño promedio de grupo se presentó durante el verano, seguido por una notable disminución hacia el otoño y un aumento en el invierno que vuelve a disminuir hacia la primavera (Fig. 16).

En contraste, Weller (1991) encontró que el tamaño promedio de los grupos para el área de San Diego, fue mayor durante el invierno con una notable disminución hacia la primavera, y poca variabilidad entre verano y otoño. No obstante, en ambos estudios el tamaño promedio de los grupos fue menor durante la primavera y el otoño.

Weller (1991) propone que los tamaños de grupo menores encontrados en San Diego durante la primavera y el verano pueden deberse a la mayor disponibilidad de alimento durante las temporadas de surgencias (primavera y verano). Una distribución más homogénea de las presas de *T. truncatus* puede hacer que los costos asociados a grupos mayores como lo son una mejor detección de presas y competencia intraespecífica disminuyan; y por lo tanto grupos pequeños pueden ser igualmente efectivos. De acuerdo a Weller (1991), las bajas temperaturas del agua y bajos niveles de nutrientes pueden ser responsables de los grupos grandes encontrados en San Diego durante el

invierno, con el fin de aumentar la efectividad de detección y captura de presas cuando la distribución de los recursos es menos homogénea y por lo tanto el alimento es más difícil de localizar. Sin embargo, las tendencias observadas en Bahía de Todos Santos indicaron la presencia de grupos más grandes durante el verano. Es posible que estas diferencias puedan deberse a diversos factores que impliquen procesos locales y a corto plazo.

Si consideramos que el proceso de alimentación involucra varias etapas como la detección, captura y consumo de las presas; se podría esperar que los tamaños de grupo se ajustaran a cada una de estas etapas de distintas maneras. Si bien es importante considerar que una distribución homogénea de las presas disminuiría el costo asociado a grupos mayores durante la detección de las mismas, la biomasa de las concentraciones de presas podría ser un factor determinante en la modificación del tamaño de los grupos. Una mayor biomasa en las concentraciones de presas de los tursiones, posiblemente fomente la formación de grupos más grandes y la alimentación cooperativa.

Se ha reportado que los tursiones han sido observados haciendo círculos alrededor de los cardúmenes de peces, mientras que a manera de turnos unos cuantos individuos entran al círculo para alimentarse (Morozov, 1970; Leatherwood, 1975; Hamilton y Nishimoto, 1977; Bel'kovich *et al.*, 1991; citados por Connor *et al.*, 2000). En algunas lagunas costeras de los estados de Georgia y Carolina del Sur, E.U.A., los tursiones persiguen y acorralan a sus presas hacia la orilla hasta sacarlas del agua, para posteriormente vararse intencionalmente y alimentarse de estas presas; una vez que

consumen las presas se deslizan de nuevo hacia el agua (Hoese, 1971; Rigley, 1983; Petricig, 1993).

Por otro lado, aunque la alimentación cooperativa sobre cardúmenes de peces puede permitirles a los tursiones la evasión del mecanismo de defensa de agrupamiento de estas presas (Major, 1978; Norris y Dohl, 1980; Pitcher y Parrish, 1993; citados por Connor *et al.*, 2000), no todos los grupos de tursiones observados durante el periodo de estudio en la Bahía de Todos Santos se encontraron durante lapsos de alimentación. Adicionalmente, en algunas ocasiones se observó que los tursiones tendieron a separarse en subgrupos más pequeños durante la alimentación.

Por lo tanto, es importante enfatizar que los tursiones emplean un diverso repertorio de comportamientos durante la alimentación, los cuales pueden reflejar una variación en las estrategias de los distintos tipos de presa para evitar su captura y detección (Connor *et al.*, 2000).

Con el fin de entender mejor los beneficios que confiere la formación de grupos con respecto a la alimentación, es necesario examinar con más detalle la disponibilidad de los recursos alimentarios en las localidades geográficas que los tursiones habitan.

Dos de las especies más importantes en la dieta de *T. truncatus* en el Pacífico: el pez reina (*Seriphus politus*) y la berrugata (*Genyonemus lineatus*), tienden a ser más abundantes en las costas del sur de California durante los meses de primavera y primavera-verano respectivamente (Herbinson *et al.*, 1999).

El pez reina, tiende a formar cardúmenes en aguas poco profundas durante el día, por lo general sobre sustratos arenosos, dispersándose por la noche hacia aguas fuera de la

costa para alimentarse de una gran variedad de especies de plancton (Hobson y Chess, 1976; Allen, 1982; Love, 1996). A lo largo de la costa, la berrugata comúnmente se asocia con el pez reina formando grandes cardúmenes y ambas especies exhiben patrones similares de dispersión (Allen, 1982; Love, 1996).

Siendo la abundancia de estas especies mayor durante los meses de verano, es de esperarse que las concentraciones de alimento sean suficientemente grandes para satisfacer las necesidades energéticas de grupos grandes sin sacrificar los costos que implica el proceso de detección de las presas. De esta manera, la tendencia de los grupos de tursiones a dividirse en subgrupos durante la alimentación podría ser una estrategia momentánea para explotar estas concentraciones dependiendo de la ganancia energética que estas puedan ofrecer a todos los miembros del grupo de acuerdo a su biomasa.

Es necesaria la realización de estudios más detallados sobre el comportamiento de los tursiones en el área de estudio para poder inferir sobre los ajustes de tamaño de grupo durante los periodos de alimentación así como otros patrones de comportamiento tales como progresión, socialización, descanso y juego (ver Apéndice C).

Presencia de crías

La proporción de crías reportada en el presente estudio (8.12%) se encuentra dentro de los valores obtenidos para otras poblaciones de tursiones (Hansen, 1983: 7.15%; Espinosa, 1986: 11%; Blaylock, 1988: 6.9%; Weller, 1991: 11%; Caldwell, 1992: 10%, Cortez *et al.*, 2000: 11.9%; Morteo, 2002: 9%).

Leatherwood (1979) propone que el porcentaje de crías puede representar la tasa reproductiva de la especie. Por otra parte, Leatherwood y Reeves (1983) propusieron que un porcentaje de crías entre 6.3% y 6.9% en una población puede ser considerado bajo en comparación a los valores encontrados en otras áreas de estudio. Lo anterior hace factible suponer que el porcentaje de crías para Bahía de Todos Santos fue alto.

No obstante, al comparar el porcentaje de crías obtenido por Espinosa (1986) para la misma área de estudio durante el periodo 1985-1986 (11%) con el obtenido en el presente estudio (8.12%) se aprecia una disminución. Es posible que esta disminución en el porcentaje de crías no sea significativa, si se considera que el estudio realizado por Espinosa (1986) cubrió solamente dos temporadas del año (primavera y verano), las cuales coinciden con una mayor abundancia de tursiones y proporción de crías en la Bahía de Todos Santos; mientras que el presente estudio cubrió todas las temporadas del año. Lo anterior hace factible suponer que si las diferencias en el porcentaje de crías no son significativas, la tasa reproductiva de los tursiones en Bahía de Todos Santos se ha mantenido constante durante los últimos catorce años. Es posible que el alto porcentaje de crías reportado para la Bahía de Todos Santos, se deba principalmente a que la amplia distribución que presentan los tursiones en la CSC podría reflejar una mayor capacidad de carga de la población y por lo tanto soportar una mayor cantidad de organismos. Sin embargo, para poder corroborar esta hipótesis sería necesaria la realización de estudios más detallados sobre los parámetros poblacionales de los tursiones en estas costas.

En lo que respecta a la variación estacional en la presencia de crías, el mayor porcentaje de grupos con crías se presentó durante el verano (Fig.17). Por otro lado, la

abundancia relativa de crías fue mayor durante el verano, disminuyó a cero durante el otoño con un aumento menor en invierno y otro más pequeño en primavera (Fig. 18). Sin embargo, no existió una diferencia estadísticamente significativa en la abundancia relativa de crías en la Bahía de Todos Santos ($p > 0.05$).

De acuerdo a Essapian (1963), las actividades de reproducción de *T. truncatus* se presentan durante la primavera y los nacimientos ocurren aproximadamente un año después. Algunos estudios corroboraron que el periodo de gestación de la especie es de aproximadamente doce meses (Schroeder, 1990; Schroeder y Sëller, 1990; citados por Connor *et al.*, 2000) y que las hembras dan a luz a una sola cría, la cual permanece junto a la madre durante varios años, comúnmente 4 ó 5 años (Wells *et al.*, 1987; Smolker *et al.*, 1992; Mann *et al.*, 1999).

Existen estudios que han reportado que los tursiones exhiben máximos de reproducción durante los meses de primavera-verano o primavera-otoño (Cockcroft y Ross, 1990^a; Jefferson *et al.*, 1993; Greenwood, 1999; Wells y Scott, 1999). La mayoría de estos estudios plantean que las tendencias estacionales en los máximos de reproducción son difusas y se encuentran comúnmente desplazadas hacia los meses cálidos. No obstante, los altos valores en abundancia relativa de crías y presencia de grupos con crías en la Bahía de Todos Santos durante la primavera y verano coinciden con estos estudios; por lo tanto es probable que los máximos de reproducción para los tursiones en el área de estudio se presenten durante estas temporadas.

Por otro lado, Hansen (1983) encontró un máximo de natalidad durante el otoño en su estudio con tursiones en las costas del sur de California. Sin embargo; la casi nula

abundancia relativa de crías y baja presencia de grupos con crías en la Bahía de Todos Santos durante esta temporada, impide corroborar que este máximo adicional de natalidad se presenta en el área de estudio.

Aunque aún no se han determinado los factores que influyen en la variabilidad estacional de los máximos de reproducción de *T. truncatus* en distintas localidades geográficas, es posible que las condiciones climáticas propicias y la disponibilidad de alimento beneficien la reproducción de esta especie.

En la Bahía de Todos Santos, los posibles máximos de reproducción durante la primavera y verano coinciden con los máximos en abundancia de presas preferentes de *T. truncatus* (Hanson y Defran, 1993; Herbinson *et al.*, 1999). Por lo tanto, un aumento en el consumo energético de los tursiones debido a una mayor disponibilidad de presas durante estas temporadas, podría beneficiar la reproducción.

CONCLUSIONES

1. La Bahía de Todos Santos representa solo una porción del ámbito hogareño de los tursiones en la Cuenca del Sur de California. Las bajas tasas de recaptura para los tursiones individualizados indican una baja residencia en el área de estudio, una alta movilidad y un ámbito hogareño amplio, características comunes en poblaciones abiertas de tursiones.
2. La obtención de recapturas a largo plazo indica que la Bahía de Todos Santos forma parte del ámbito hogareño de algunos individuos los cuales a pesar de no ser residentes en el área, exhiben una recurrencia importante en amplios intervalos de tiempo (14 años).
3. Los tursiones en Bahía de Todos Santos se concentran principalmente en la costa abierta arenosa que incluye la boca del Estero de Punta Banda (zona B) y en la costa abierta rocosa que se extiende desde Punta San Miguel hasta el rompeolas del puerto de Ensenada (zona A). En ninguna ocasión se observaron tursiones en la costa abierta rocosa de la Península de Punta Banda (zona C).
4. La zona B del área de estudio presento un mayor número de avistamientos y una mayor abundancia relativa de tursiones. Lo anterior puede deberse a una mayor disponibilidad de alimento favorecida por las características ambientales de esta zona.
5. Los tursiones avistados en el área de estudio pertenecen al ecotipo costero; estos se observaron siempre a menos de un kilómetro de la costa y entre las isobatas de los 5 y 10 metros.

6. Los valores mas altos de abundancia relativa, así como la mayor presencia de tursiones en el área de estudio se registraron durante el verano, lo cual puede deberse a una mayor abundancia y biomasa de sus principales presas durante esta temporada.
7. El tamaño de grupo promedio para los tursiones en Bahía de Todos Santos fue de 16.42 individuos (D.E.=9.49; n=12) y estuvo dentro de los valores reportados para otras localidades de la Cuenca del Sur de California. Los grupos más grandes de tursiones se observaron durante el verano.
8. La mayor presencia de crías en Bahía Todos Santos durante la primavera y el verano indican posibles máximos de reproducción. Estos máximos podrían estar relacionados a una mayor disponibilidad de alimento durante las temporadas correspondientes.
9. El catálogo de fotoidentificación elaborado durante el presente estudio para la Bahía de Todos Santos, en colaboración con el Laboratorio de Comportamiento de Cetáceos de la Universidad Estatal de San Diego, contiene hasta la fecha fotografías de las aletas dorsales de 144 delfines diferentes y sus respectivas recapturas.
10. Los resultados obtenidos en el presente estudio lograron la descripción de algunas de las características ecológicas que presentan los tursiones en la Bahía de Todos Santos, así como la comparación de estas características con otras regiones de la Cuenca del Sur de California.

RECOMENDACIONES

1. Es necesaria la realización de estudios posteriores en los que aumente el esfuerzo de muestreo (9 navegaciones al mes), de preferencia separadas en bloques (3 navegaciones cada 10 días), de manera que se pueda dar seguimiento a las tendencias observadas en escalas cortas de tiempo y se alcance una mayor precisión en las pruebas estadísticas.
2. Los estudios deberán cubrir un periodo mayor que un año (2 años como mínimo) con el fin de poder comparar de manera interanual los resultados obtenidos.
3. A pesar de la ausencia de avistamientos en la zona C del área de estudio, futuros estudios deben contemplar la necesidad de extender las navegaciones hacia el sur de la Península de Punta Banda para corroborar si los tursiones que frecuentan la Bahía de Todos Santos visitan estas zonas aledañas.
4. Es también necesaria la realización de estudios sistemáticos sobre el comportamiento de *Tursiops truncatus* en la Bahía de Todos Santos, con el fin de obtener información más precisa sobre su comportamiento de alimentación y reproducción. De preferencia estos estudios deberán ser diseñados para interpretar directamente la utilización del hábitat por parte de los tursiones.
5. Es importante que los estudios a realizar se lleven a cabo por personal experimentado de tal manera que los métodos sean adecuados y los datos confiables.
6. Sería de gran utilidad la realización de estudios con carácter interdisciplinario con el fin de lograr una mejor interpretación de la información obtenida a partir de observaciones directas. Lo anterior debido a que la relación que existe entre los cetáceos y su entorno, es altamente compleja, de tal manera que sus patrones

de movimiento y sus parámetros poblacionales se encuentran generalmente ligados a numerosas variables.

7. La información sobre poblaciones silvestres de *Tursiops truncatus* en Baja California es escasa, por lo tanto es importante que se sigan realizando estudios enfocados a la identificación de “stocks” o unidades de manejo para esta especie.

REFERENCIAS

- Acevedo, A. 1991. Behaviour and movements of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the entrance to Ensenada de La Paz, México. **Aquatic Mammals**. 17:137-147.
- Acosta-Ruíz, M.J. y S. Alvarez-Borrego. 1974. Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos físicos y químicos en el Estero de Punta Banda, B.C. en otoño e invierno. **Ciencias Marinas**. 1(1):16-45.
- Alexander, R.D. 1974. The evolution of social behavior. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** 5:325-83.
- Allen, M.J. 1982. Functional structure of soft-bottom fish communities of the southern California shelf. Tesis Doctoral. University of California, San Diego, La Jolla, CA, E.U.A.
- Allen, M.J. y E.E. DeMartini. 1983. Temporal and spatial patterns of nearshore distribution and abundance of the pelagic fishes off San Onofre, Oceanside, California. **Fish. Bull.** 81:569-586.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior sampling methods. **Behaviour**, 49:227-67.
- Alvarez-Borrego, J y S. Alvarez-Borrego. 1982. Temporal and spatial variability of temperature in two coastal lagoons. **CALCOFI Rep.**, XXIII: 188-197.
- Alvarez-Borrego, S., M.J. Acosta-Ruíz y J.R. Lara-Lara. 1977. Hidrología comparativa de las dos bocas de dos antiestuarios de Baja California. **Ciencias Marinas**. 4(1):1-11.

- Alvarez-Sanchez, L.G., R. Hernández-Walls y R. Durazo-Arvizu. 1988. Patrones de deriva de trazadores langrangeanos en la Bahía de Todos Santos. **Ciencias Marinas** 14(4):135-162.
- Amador-Buenrostro, A. 1976. Características de las áreas de surgencia en las aguas adyacentes a la Bahía de Todos Santos. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, 54 pp.
- Aranda-Manteca, F.J. 1983. Estudio de minerales pesados como trazadores de la corriente litoral en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas. UABC, Ensenada, B.C., México.
- Arnomb, T., V. Papastavrou, L.S. Weilgart y H. Whitehead. 1987. Sperm whales react to an attack by killer whales. **J. Mammal.** 68:450-53.
- Au, D.W. y Perryman, W.L. 1982. Movement and speed of dolphin schools responding to an approaching ship. **Fish. Bull.**, 80 (2):371-379.
- Baird, R.W. 2000. The Killer Whale: Foraging Specializations and Group Hunting. Págs. 127-153. **En:** Mann, J., R.C. Connor, P.L. Tyack y H. Whitehead (eds). *Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales*. The University of Chicago Press, Chicago and London. 433 pp.
- Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwelling indices, west coast of North America, 1967-73. **NOAA Technical Reports, NMFS SSRF-693**.
- Balcomb, K.C., J.R. Boran y S.L. Heimlich. 1982. Killer whales in greater Puget Sound. **Rep. Int. Whal. Commn.**, 32:681-685.
- Ballance, L.T. 1987. Ecology and behavior of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the Gulf of California, México. 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, México. **Mar. Mamm. Sci.** 8(3):262-74
- 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.
- Barham, E.G., J.C. Sweeney, S. Leatherwood, R.K. Beggs y C.L. Barham. 1980. Aerial census of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in a region of the Texas coast. **Fish. Bull.** 77:585-95.

- Barlow, J. 1990. A birth-interval model for estimating cetacean reproductive rates from resighting data. Págs. 155-160. **En:** P.S. Hammond, S.A. Mizroch y G.P. Donovan (eds.). Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. **Rep. Int. Whal. Commn.** (edición especial) 12. Cambridge.
- Barnhart, P.S. 1936. Marine fishes of southern California. Berkeley, CA: University of California Press.
- Barton, E.D. y M.L. Argote. 1980. Hydrographic variability in an upwelling area off northern Baja California in June 1976. **J. Mar. Res.**, 38:631-649.
- 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.
- Bel'kovich, V.M., E.E. Ivanova, O.V. Yefremenkova, I.B. Kosarovitzky y S.P. Kharitonov. 1991. Searching and hunting behavior in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Black Sea. Págs. 38-77 **En:** Pryor, K. y K.S. Norris (Eds.). Dolphin societies: Discoveries and Puzzles. Berkeley: University of California Press. 397 pp.
- Bigg, M.A., G.M. Ellis y K.C. Balcomb. 1987. Killer Whales: A study of their Identification, Genealogy and Natural History in British Columbia and Washington State. Phantom Press and Publishers Inc., Nanaimo, British Columbia, Canada. 79 pp.
- Bigg, M.A., P.F. Olesiuk, G.M. Ellis, J.K.B. Ford y K.C. Balcomb. 1990. Social organization and genealogy of resident killer whales (*Orcinus orca*) in the coastal waters off British Columbia and Washington State. Págs. 388-383. **En:** P.S. Hammond, S.A. Mizroch y G.P. Donovan (eds.). Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. **Rep. Int. Whal. Commn.** (edición especial) 12. Cambridge.
- Blaylock, R.A. 1988. Distribution and abundance of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), in Virginia. **Fish. Bull.**, 86(4):797-805
- Burt, W.H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. **J. Mammal.** 37:311-326.
- Caldwell, D.K. 1955. Evidence of home range of an Atlantic bottlenose dolphin. **J. Mammal.** 36(2):304-305.

- Caldwell, D.K., R.H. Defran y D.W. Weller. 1993. A comparison of bottlenose dolphins identified in San Quintin and the Southern California Bight. Cetacean Behavior Laboratory. San Diego State University. San Diego, California, E.U. (Reporte Interno) 12 pp.
- Caldwell, M.J. 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.
- Carlisle, J.G., J.W. Schott y N.J. Abramson. 1960. The barred surfperch (*Amphistichus argenteus*, Agassiz) in southern California. California Department of Fish and Game, Fish Bulletin 109. 79 pp.
- Carretta, J.V., K.A. Forney y J.L. Laake. 1998. Abundance of southern California coastal bottlenose dolphins estimated from tandem aerial surveys. **Mar. Mamm. Sci.** 14:655-75.
- Carwardine, M., E. Hoyt, R.E. Fordyce y P. Gill. 1998. The Nature Company Guides: Whales, Dolphins and Porpoises. US Weldon Owen Inc. San Francisco, E.U. 288 pp.
- Celis-Ceseña, R. y S. Alvarez-Borrego. 1975. Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos físicos y químicos en el Estero de Punta Banda, B.C. en primavera y verano. **Ciencias Marinas.** 2(1):98-105.
- Chirighin, L. 1987. Mother-calf spatial relationships and calf development in the captive bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). **Aquatic Mammals.** 13(1):5-15.
- Cockcroft, V.G. y G.J. Ross. 1990^a. Observations on the early development of a captive bottlenose dolphin calf. **En:** S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds.) The Bottlenose Dolphin. Academic Press, Inc., San Diego, California, E.U.A. 653 pp.
- Cockcroft, V.G. y G.J. Ross. 1990^b. Food and feeding of the Indian Ocean bottlenose dolphin off Southern Natal, South Africa. **En:** S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds.) The Bottlenose Dolphin. Academic Press, Inc., San Diego, California, E.U.A. 653 pp.
- Cockcroft, V.G., G.J. Ross y V.M. Peddemors. 1990. Bottlenose dolphin distribution in Natal's coastal waters. **S. Afr. J. Mar. Sci.**, 9:1-10.
- Cockcroft, V.G., G. Cliff y G.J. Ross. 1989. Shark predation on Indian Ocean bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* off Natal, South Africa. **S. Afr. J. Mar. Sci.**, 24:305-10.

- Connor, R.C., R.S. Wells, J. Mann y A. Read. 2000. The Bottlenose Dolphin, Social Relationships in a Fission-Fusion Society. Págs. 91-126. **En:** Mann, J, R.C. Connor, P.L. Tyack y H. Whitehead (Eds). *Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales*. The University of Chicago Press, Chicago and London. 433 pp.
- Constantine, R., I. Visser, D. Buurman, R. Buurman y B. McFadden. 1998. Killer whale (*Orcinus orca*) predation on dusky dolphins (*Lagenorhynchus obscurus*) in Kaikoura, New Zealand. **Mar. Mamm. Sci.** 14:324-30.
- Contreras-Rivas, I. 1973. Influencia termohalina de las aguas del Estero de Punta Banda en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C.
- Corkeron, P.J., R.J. Morris y M.M. Bryden. 1987. Interactions between bottlenose dolphins and sharks in Moreton Bay, Queensland. **Aquatic Mammals.** 13.3:109-113.
- Cortez-Aguilar, A.M., H. Perez-Cao y V. Lio-Akimova. 2000. Abundancia y distribución de delfines tonina (*Tursiops truncatus*) en áreas adyacentes a Cayo Coco, archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. Informe Final. Dolphin Discovery. 52 pp.
- Curry, B.E. 1997. Phylogenetic relationships among bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in a worldwide context. Tesis Doctoral. Universidad de Texas A&M, TX., E.U.A. College Station.
- Curry, B.E. y J. Smith. 1997. Phylogenetic structure of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): Stock identification and implications for management. **Mar. Mamm. Sci. Spec. Publ. No.** 3:227-247.
- Darling, J. y H. Morowitz. 1986. Census of "hawaiian" humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) by individual identification. **Can. J. Zool.** 64:105-11.
- Dailey, M.D., D.J. Reish y J.W. Anderson. 1993. Ecology of the Southern California Bight: A synthesis and interpretation. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, CA., E.U.A.
- 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*). Págs. 53-55. **En:** P.S. Hammond, S.A. Mizroch y G.P. Donovan (eds.). Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. **Rep. Int. Whal. Commn.** (edición especial) 12. Cambridge.
- Dos Santos, M.E. y M. Lacerda. 1987. Preliminary observations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado estuary (Portugal). **Aquatic Mammal.** 13(2):65-80.
- Duffield, D.A., S.H. Ridgway y L.H. Cornell. 1983. Hematology distinguishes coastal and offshore forms of dolphins (*Tursiops*). **Can. J. Zool.** 61:930-933.
- Ellis, R. 1989. Dolphins and porpoises. Alfred A. Knopf. New York, U.S.A. 270 pp.
- Emlen, J.M. 1966. The role of time and energy in food preference. **American Naturalist** 100:611-617.
- 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. 1963. Observations on abnormalities of parturition in captive bottle-nosed dolphins, *Tursiops truncatus*, and concurrent behavior of other porpoises. **J. Mammal.** 44:405-14.
- Evans, W.E. 1971. Orientation behavior of delphinids: radio telemetric studies. **Ann. N.Y. Acad. Sci.** 188:142-160.
- Feinholz, D.M. 1996. Pacific coast bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus gilli*) in Monterey Bay, California. Tesis de Maestría. Universidad Estatal de San Jose. San Jose, CA., E.U.A. 78 pp.

- Fertl, D. 1994. Occurrence patterns and behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Galveston ship channel, Texas. **Tex. J. Sci.** 46:299-317.
- García-Pámanes, L. y G. Chee-Barragán. 1976. Ecología de la zona de entremareas de la Bahía de Todos Santos. **Ciencias Marinas**. 3(1):10-29.
- Goldberg, S.R. 1976. Seasonal spawning cycles of the sciaenid fishes *Genyonemus lineatus* and *Seriphus politus*. **Fish. Bull.**, U.S. 74:983-984.
- Gómez-Valdez, J. 1983. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California. **Ciencias Marinas**, 9(2):75-86.
- González-Morales, A.T. y G. Gaxiola-Castro. 1991. Variación día a día de características físico-químicas, biomasa y productividad primaria del fitoplancton en una zona de surgencia costera de Baja California. **Ciencias Marinas** 17(3):21-37.
- Greenwood, A. 1999. Report: The Dolphin Breeding Workshop, San Diego, California, E.U.A. 6-9 junio. 7 pp.
- Gruber, J.A. 1981. Ecology of the Atlantic bottlenosed dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Pass Caballo area of Matagorda Bay, Texas. Tesis de Maestría. Universidad de Texas A&M. TX., E.U.A. 182 pp.
- Guardado, F.R. 1997. Funcionalidad de las obras de protección costera construidas en la Bahía de Todos Santos, B.C., México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias Marinas. pp. 145.
- 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.
- Hamilton, P. V. y R. T. Nishimoto. 1977. Dolphin predation on mullet. **Flo. Sci.** 40(3):251-2.
- Hamman, G. y J.A. Rosales Casian. 1989. Taxonomía y estructura de la comunidad de peces del Estero de Punta Banda y Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Cap.6: 153-192. **En:** De la Rosa-Vélez, J. y F. Gonzalez-Farias (eds.). Temas de Oceanografía Biológica en México. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada. 337 pp.
- Hansen, L.J. 1983. Population biology of the coastal bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) of southern California. Tesis de Maestría. California State University, Sacramento. 104 pp.

- Hansen, L.J. 1990. California coastal bottlenose dolphins. Págs. 403-420. **En:** S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds.) *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, Inc., San Diego, California, E.U.A. 653 pp.
- Hansen, L.J. y R.H. Defran. 1990. A comparison of photo-identification studies of California coastal bottlenose dolphins. Págs. 101-104. **En:** P.S. Hammond, S.A. Mizroch y G.P. Donovan (eds.) *Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters*. **Rep. Int. Whal. Commn.** (edición especial) 12. Cambridge.
- Hanson, M.T. 1990. The behavior and ecology of Pacific coast bottlenose dolphins. Tesis de Maestria. San Diego State University. San Diego, California, E.U. 116 pp.
- Hanson, M.T. y R.H. Defran. 1993. The behavior and feeding ecology of the Pacific coast bottlenose dolphin, (*Tursiops truncatus*). **Aquatic Mammals**. 19:127-142.
- Harrison, R.J. y S.H. Ridgway. 1971. Gonadal activity in some bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). **J. Zool.** 165:355-66.
- 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.
- Herbinson, K.T., M.J. Allen y S.L. Moore. 2001. Historical trends in nearshore croaker (family Scianidae) populations in Southern California from 1977 through 1998. Págs. 253-264 **En:** Weisberg, S.B. y D. Hallock (Eds.). *Southern California Coastal Water Research Annual Report 1997-1998*. S. Calif. Coastal Water Res. Proj. Westminster, CA, E.U.A.
- Hewitt, R.P. 1985. Reaction of dolphins to a survey vessel: effects on census data. **Fish. Bull.** 83(3):472-75.
- Hobson, E.S. y J.R. Chess. 1976. Trophic interactions among fishes and zooplankters near shore at Santa Catalina Island, California. **Fish. Bull.** 74:567-598.
- Hoese, H.D. 1971. Dolphin feeding out of water in a salt marsh. **J. Mammal.** 52:222-23.
- Hoelzel, A.R., M. Dalheim y S.J. Stern. 1998. Low genetic variation among killer whales (*Orcinus orca*) in the eastern North Pacific, and genetic differentiation between foraging specialists. **J. Hered.** 89:121-28.

- Hohn, A.A., M.D. Scott, R.S. Wells, J.C. Sweeney y A.B. Irvine. 1989. Growth layers in teeth from known-age free-ranging bottlenose dolphins. **Mar. Mamm. Sci.** 5:315-42.
- Irvine, A.B., M.D. Scott, R.S. Wells y J.H. Kauffmann. 1981. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* near Sarasota, Florida. **Fish. Bull.** 79(4): 671-688.
- Jefferson, T.A., P.J. Stacey y R.W. Baird. 1991. A review of killer whale interactions with other marine mammals: Predation to co-existence. **Mammal. Rev.** 21:151-80.
- Jefferson, T.A., S. Leatherwood y M.A. Webber. 1993. FAO species identification guide. Marine Mammals of the World. FAO, Rome. 320 pp.
- Jewell, P.A. 1966. The concept of home range in mammals. **Symposium of the Zoological Society of London.** 18:85-109.
- 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.R. Reeves (eds.) The Bottlenose Dolphin. Academic Press, Inc., San Diego, California, E.U.A. 653 pp.
- Krebs, J.R. y N.B. Davies. 1981. An introduction to behavioral ecology. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- 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, S. 1979. Aerial surveys 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, 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. Academic Press, Inc. Nueva York, E.U. 653 pp.

- LeDuc, R.G. y Curry, B.E. 1996. Mitochondrial DNA sequence analysis indicates need for revision of the genus *Tursiops*. **Report of the Scientific Committee of the International Whaling Commission, SC/48/SM27.**
- Love, M.S. 1996. *Probably More Than You Want To Know About The Fishes of the Pacific Coast*. Really Big Press, Santa Barbara, CA, E.U.A.
- Love, M.S., G.E. McGowen, W. Westphal, R.J. Lavenberg y L. Martin. 1984. Aspects of the life history and fishery of the white croaker, *Genyonemus lineatus* (Scianidae), off California. **Fish. Bull.** 82(1):179-98.
- Love, M.S., J.S. Stephens, P.A. Morris, M.M. Singer, M. Sandhu y T.C. Sciarrotta. 1986. Inshore soft substrata fishes in the Southern California Bight: An overview. **CalCOFI Report XXV**:84-104.
- Mann, J. y H. Barnett. 1999. Letal tiger shark (*Galeocerdo cuvier*) attack on bottlenose dolphin (*Tursiops sp.*) calf: Defense and reactions by the mother. **Mar. Mamm. Sci.** 15:568-74.
- Mann, J., R.C. Connor, L.M. Barre y M.R. Heithaus. 2000. Female reproductive success in wild bottlenose dolphins (*Tursiops sp.*): Life history, habitat, provisioning, and group size effects. **Behav. Ecol.** En prensa.
- Mann, K.H. y J.R.N. Lazier. 1996. *Dynamics of Marine Ecosystems: Biological-Physical Interactions in the Ocean*. Blackwell Science, Inc. Cambridge, Massachussets, E.U.A. 394 pp.
- 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.
- Millán Nuñez, R. y A.M. Rivas Lozano. 1988. Nutrientes y clorofilas en la Bahía de Todos Santos (mayo 1983). **Ciencias Marinas**, 14(4):23-42.
- Millán Núñez, R., F.J. Ortíz Cortéz y S. Alvarez Borrego. 1981. Variabilidad espacial y temporal y espacial de nutrientes y fitoplancton en una laguna costera, a finales de verano. **Ciencias Marinas** 7(1):103-128.
- Montagu, G. 1821. Description of a species of *Delphinus* which appears to be new. **Mem. Wern. Soc. Nat. Hist.** 3:75-82.

- Morejhon, G.V., J.T. Harvey y L.T. Krasnow. 1978. The importance of *Loligo opalescens* in the food web of marine vertebrates in Monterey Bay, California. Págs. 76-97 **En:** Recksiek, C.W. y H.W. Frey (eds.). Biological, oceanographic and acoustic aspects of the market squid, *Loligo opalescens*, Berry, California. **Department of Fish and Game, Fish Bulletin** 169.
- Morozov, D.A. 1970. Dolphins hunting. **Rybnoe Khoziaistvo** 46:16-17.
- Morteo, E. 2002. Distribución y movimientos del tursiÓN (*Tursiops truncatus*; Montagu, 1821) en las aguas adyacentes a San Quintín, Baja California, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 146 pp.
- Nishiwaki, M. 1972. General Biology. Págs. 3-204. **En:** Ridgway, S.H. (ed.). Mammals of the Sea, Biology and Medicine. Charles C. Thomas, Publisher. Springfield, Illinois, E.U.A. 812 pp.
- Norris, K.S. y T.P. Dohl. 1980. Behavior of the Hawaiian spinner dolphin, *Stenella longirostris*. **Fish. Bull.** 77:821-849.
- Norris, K.S. y J.H. Prescott. 1961. Observations on Pacific cetaceans of Californian and Mexican waters. **Univ. Calif. Publ. Zool.** 63(4):291-402.
- Pavía, E. y S. Reyes. 1983. Variaciones espaciales y estacionales del viento superficial en la Bahía de Todos Santos, B.C. **Ciencias Marinas**, 9(1):151-167.
- Pérez-Carlos, A.L. 1983. Análisis de la corriente subsuperficial en una estación en la región sur de la Bahía de Todos Santos durante febrero de 1982. Informe Memorias. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C., México.
- Perrin, W.F. y S.B. Reilly. 1984. Reproductive parameters of dolphins and small whales of the family Delphinidae. **Rep. Int. Whal. Commn.** (special issue 6):209-13.
- Perryman, W.L. y T.C. Foster. 1980. Preliminary report on predation by small whales, mainly the false killer whale, *Pseudorca crassidens*, on dolphins (*Stenella spp.* and *Delphinus delphis*) in the eastern tropical Pacific. **Southwest Fisheries Center Administrative Report LJ-80-05.**
- Petricig, R.O. 1993. Diel patterns of strand-feeding behavior by bottlenose dolphins in South Carolina salt marshes. Abstracts, Tenth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Galveston, TX., E.U.A.

- Pritchard, D.W., R. De La Paz-Vela, H. Cabrera-Muro, S. Farreras-Sanz y E. Morales. 1978. Hidrografía física del Estero de Punta Banda, Parte I: Análisis de datos. **Ciencias Marinas**. 5(2):1-23.
- Read, A.J., R.S. Wells, A.H. Hohn y M.D. Scott. 1993. Patterns of growth in wild bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. **J. Zool.** 231:107-23.
- Reilly, S.B. y Fiedler, P.C. 1994. Interannual variability of dolphin habitats in the eastern tropical Pacific. I: Research vessel surveys, 1986-1990. **Fish. Bull.**, 92:434-50.
- Rivas-Lozano, A.M. 1985. Distribución y abundancia de fitoplancton en la Bahía de Todos Santos (Primavera, 1983), Baja California, México. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, Baja California, 49 pp.
- Rigley, L. 1983. Dolphins feeding in a South Carolina salt marsh. **Whalewatcher**. 17(2):3-5.
- Rodman, P.S. 1988. Resources and group sizes of primates. **En:** Slobodchikoff C.N. (ed.). *The Ecology of Social Behavior*. Págs. 83-108. San Diego: Academic Press.
- Ross, G.J. y V.G. Cockcroft. 1990. Comments on Australian bottlenose dolphins and the taxonomic status of *Tursiops aduncus* (Ehernberg, 1832). **En:** S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds.) *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, Inc., San Diego, California, E.U.A. 653 pp.
- Rosbach, K.A. y D.L. Herzing. 1999. Inshore and offshore bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) communities distinguished by association patterns near Grand Bahama Island, Bahamas. **Can. Jour. Zool.**, 77(4):581-92.
- Saayman, G.S. y C.K. Tayler. 1973. Social organization of inshore dolphins (*Tursiops aduncus* and *Sousa*) in the Indian Ocean. **J. Mammal.** 54:993-96.
- Saayman, G.S. y C.K. Tayler. 1979. The socioecology of humpbacked dolphins (*Sousa* sp.). Págs. 165-266. **En:** Winn, H.E. y B.L. Olla (eds.). *The Behavior of Marine Animals*, Vol. 3. Plenum Press, New York.
- Saayman, G.S., C.K. Tayler y D. Bower. 1973. Diurnal activity cycles in captive and free-ranging Indian Ocean bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*, Ehrenburg). **Behaviour**. 44:212-33.

- Sánchez Hernández, J.L. 1978. Distribución superficial de micronutrientes en el estero de Punta Banda, B.C., en un ciclo anual. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Baja California, Escuela Superior de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C. México.
- SCCWRP (Southern California Coastal Water Research Project). 1973. The ecology of the Southern California Bight: Implications for water quality management. SCCWRP, TR-104. **Southern California Coastal Water Research Project**, 7171 Fenwick lane, Westminster, CA., E.U.A. 92683.
- Schramm U., Y. 1993. Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), en el sur de la Laguna de Tamiahua, Veracruz y aguas adyacentes (Cetacea: Delphinidae). Tesis de licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 174 pp.
- Scott, G.P., D.M. Burn y L.J. Hansen. 1988. The dolphin dieoff: Long-term effects and recovery of the population. **En:** Proceedings of the Oceans'88 conference, Baltimore, MD, E.U. Págs. 819-823.
- Scott, M.D., R.S. Wells, A.B. Irvine y B. Mate. 1990. Tagging and marking studies on small cetaceans. **En:** S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds.) *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, Inc., San Diego, California, E.U.A. 653 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.
- Sears, R. 1987. The photographic identification of individual blue whales (*Balaenoptera musculus*) in the Sea of Cortez. **Cetus**, 7:14-17.
- Secretaría de Marina, 1974. Estudio Geográfico de la Región de Ensenada, B.C. Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marino. México, D.F. pp. 465.
- Segovia Zavala, J.A., I. Rivera Duarte, T.J. Del Valle Villorín. 1988. Efectos de desechos orgánicos en las zonas adyacentes a los efluentes en Bahía de Todos Santos: Nutrientes. **Ciencias Marinas** 14(1):81-94.
- Selzer, L.A. y P.M. Payne. 1988. The distribution of white-sided (*Lagenorhynchus acutus*) and common dolphins (*Delphinus delphis*) vs. environmental features of the continental shelf of the northeastern United States. **Mar. Mamm. Sci.** 4:141-153.
- Sergeant, D.E., D.K. Caldwell, M.C. Caldwell. 1973. Age, growth and maturity of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) from northeast Florida. **J. Fish. Res. Bd. Can.** 30:1009-11.

- Shane, S.H. 1977. The population biology of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the Aransas Pass area of Texas. Tesis de Maestría. Texas A&M University, College Station, Texas, E.U. 239 pp.
- Shane, S.H. 1980. Occurrence, movements, and distribution of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in southern Texas. **Fish. Bull.** 78(3):593-601.
- 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.
- Shane, S.H. 1987. The behavioral ecology of the bottlenose dolphin. Tesis Doctoral. Universidad de California. Santa Cruz, California, E.U.A.
- Shane, S.H. 1990. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanible Island, Florida. 245-266 En: S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds.) The Bottlenose Dolphin. Academic Press, Inc., San Diego, California, E.U.A. 653 pp.
- 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.
- Skogsberg, T. 1939. The fishes of the family Scianidae (croakers) of California. **California Department of Fish and Game, Fish Bulletin** 54. 62 pp.
- Smith, G. y D. Gaskin. 1973. The diet of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) in coastal waters of eastern Canada, with special reference to the Bay of Fundy. **Can. J. Zool.** 52:777-782.
- Smolker, R.A., A.F. Richards, R.C. Connor y J.W. Pepper. 1992. Sex differences in patterns of association among Indian Ocean bottlenose dolphins. **Behaviour** 123:38-69.
- Stevick, P.T., B.J. McConell y P.S. Hammond. 2002. Patterns of movement. Págs. 185-216 En: Hoelzel, A.R. (Ed.). Marine Mammal Biology: An Evolutionary Approach. Blackwell Science, Ltd. 432 pp.
- Tanaka, S. 1987. Satellite radio tracking of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. **Nipon Suisan Gakkaishi** 53:1327-1338.
- Tarpy, C. 1979. Killer whale attack. **Nat. Geogr.** 155:542-45
- Tepper, E.M. 1996. Feeding duration in the Pacific coast bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Tesis de Maestría. Universidad Estatal de San Diego. San Diego, CA., E.U.A. 81 pp.

- Torres-Moye, G. Y M.J. Acosta-Ruíz. 1986. Algunas propiedades químicas indicadoras de eventos de surgencias costeras y de la contracorriente subsuperficial en un área cercana a Punta Colonet, Baja California. **Ciencias Marinas**, 12(3):10-25.
- 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. Pags. 143-54. **En:** S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds.) *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, Inc., San Diego, California, E.U.A. 653 pp.
- Walker, W.A. 1981. Geographical variation in morphology and biology of the bottlenose dolphin (*Tursiops*) in the eastern north Pacific. **Southwest Fisheries Center Administration Report Number LJ-81-03C**. La Jolla, California, E.U.
- Ward, B.G. 1999. Movement patterns and feeding ecology of the Pacific coast bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Tesis de Maestría. San Diego State University. San Diego, California, E.U. 98 pp.
- Watson, L. 1981. *Sea Guide to Whales of the Sea*. Hutchinson, London. 302 pp.
- Weaver, A.C. 1987. An ethogram of naturally occurring behavior of bottlenosed dolphins, *Tursiops truncatus*, in southern California waters. Tesis de Maestría. San Diego State University, San Diego, California, E.U.
- Weigle, B. 1990. Abundance, distribution and movements of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in lower Tampa Bay, Florida. **En:** P.S. Hammond, S.A. Mizroch y G.P. Donovan (eds.) *Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters*. **Rep. Int. Whal. Commn.** (edición especial) 12:195-201. Cambridge.
- Weihaupt, J.G. 1979. *Exploración de los océanos. Introducción a la oceanografía*. Ed. 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 Doctoral. Universidad de Texas A&M, TX., E.U.A. 142 pp.
- Wells, R.S. 1986. The social structure of free-ranging bottlenose dolphins. Tesis Doctoral. Universidad de California. Santa Cruz, California, E.U.A.

- Wells, R.S., A.B. Irvine y M.D. Scott. 1980. The social ecology of inshore odontocetes. **En:** Herman, L.M. (ed.) *Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions*. (pp. 263-317). John Wiley & Sons, Inc. New York, E.U.
- Wells, R.S., M.D. Scott y A.B. Irvine. 1987. The social structure of free-ranging bottlenose dolphins. **En:** Genoways, H. (ed.). *Current Mammalogy*, vol. 1. New York: Plenum Press.
- Wells, R.S. y M.D. Scott. 1999. Bottlenose dolphin – *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). **En:** Ridgway, S.H. y R. Harrison (eds). *Handbook of Marine Mammals*, vol. 6, The second book of dolphins and porpoises. Academic Press. San Diego.
- Williams, J.A., S.M. Dawson y E. Slooten. 1993. The abundance and distribution of bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*) in Doubtful Sound, New Zealand. **Can. J. 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):155-64.
- Wood, C.J. 1998. Movements of bottlenose dolphins around the south-west coast of Britain. **Jour. Zool.** 246(2):155-64.
- Wood, F.G., D.K. Caldwell y M.C. Caldwell. 1970. Behavioral interactions between porpoises and sharks. **En:** Pilleri, G. (ed.). *Investigations on Cetacea*, Vol. II. Págs. 264-277. Berne, Switzerland.
- Wrangham, R.W. 1980. An ecological model of female-bonded primate groups. **Behaviour** 75:262-92.
- 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 G. Harris. 1990. Site and association fidelity of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Argentina. **En:** S. Leatherwood y R.R. Reeves (Eds.) *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, Inc., San Diego, California, E.U.A. 653 pp.
- Würsig, B. y M. Würsig. 1977. The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). **Science.** 198:755-756.

- Würsig, B. y M. Würsig. 1979. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the South Atlantic. **Fish. Bull.** 77:399-412.
- Würsig, B. y T.A. Jefferson. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. Págs. 43-52 **En:** P.S. Hammond, S.A. Mizroch y G.P. Donovan(Eds.). Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. **Rep. Int. Whal. Commn.** (edición especial) 12. Cambridge.

APÉNDICES

Apéndice A: Principales especies de peces que componen la dieta de *Tursiops truncatus* en las costas del Pacífico. Modificado de Hanson y Defran (1993).

FAMILIA Especie	Contenido Estomacal (%)	Preferencia de Hábitat	Temporada de Desove
SCIANIDAE			
<i>Seriphus politus</i>	18.35	Arena, roca, rompiente	Verano
<i>Genyonemus lineatus</i>	17.98	Arena, mantos de algas	Primavera
<i>Menticirrhus undulatus</i>	7.12	Arena, rompiente, estero	Verano
<i>Rancador stearnsi</i>	2.25	Arena, roca, rompiente	Verano
<i>Umbrina rancador</i>	1.50	Arena, roca, rompiente, estero	--
<i>Cynoscion nobilus</i>	0.37	Arena, roca, rompiente	Verano
EMBIOTOCIDAE			
<i>Hyperprosopon argenteum</i>	14.98	Arena, roca, mantos de algas, rompiente	Otoño/ Invierno
<i>Phanerodon furcatus</i>	4.87	Arena, roca, mantos de algas	Otoño/ Invierno
<i>Amphisticus argenteus</i>	4.12	Arena, roca, rompiente	Primavera/ Verano
<i>Cymatogaster aggregatus</i>	1.12	Arena, mantos de algas, estero	Primavera/ Verano
<i>Damalichthys vacca</i>	1.12	Arena, roca, mantos de algas	Primavera/ Verano
<i>Rhocochilus toxotes</i>	0.75	Arena, roca, mantos de alga	Otoño/ Invierno
<i>Embiotoca jacksoni</i>	0.37	Arena, roca, mantos de alga, estero	Verano
BATRACHOIDIDAE			
<i>Porichthys notatus</i>	9.36	Arena, roca	Primavera/ Verano
<i>Porichthys myriaster</i>	3.74	Arena, roca	Primavera/ Verano
POMACENTRIDAE			
<i>Chromis punctipinnis</i>	3.00	Arena, roca, mantos de algas	Verano

Apéndice B: Escala Beaufort

La escala Beaufort utilizó el estado del mar como criterio para determinar la velocidad del viento. Se utilizan las siguientes claves:

No. Beaufort	Viento Km/hora	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

(Modificado de Weihaupt, 1979)

Apéndice C: Comportamiento de *Tursiops truncatus* en las costas del Pacífico

La siguiente es una lista de los siete patrones de comportamiento que presenta el tursión, *Tursiops truncatus*, en las costas del Pacífico y sus eventos asociados (Hanson, 1990; Weaver, 1987). Los nombres de los patrones de comportamiento se encuentran escritos seguidos por la abreviación en paréntesis que será utilizada en la “Hoja de registro para datos del avistamiento” (Apéndice D). Los comportamientos se encuentran ilustrados para una mejor comprensión de cómo se observan en el campo.

1. **Progresión (P):** Movimiento de los delfines generalmente paralelo a la costa, caracterizado por los siguientes eventos:
 - a) Movimiento direccional uniforme de los individuos dentro del grupo.
 - b) Nado ondulado: los delfines al salir a la superficie presentan un patrón predominantemente rítmico seguido por inmersiones someras.
 - c) Rostro fuera: al salir a la superficie, el rostro y la cabeza del delfín rompen la superficie del agua.
 - d) Cabeza arriba: al salir a la superficie el rostro y la cabeza del delfín rompen la superficie del agua mostrando los ojos

2. **Alimentación (A):** La persecución, captura y/o consumo de presas, caracterizado por los siguientes eventos:
 - a) Movimiento direccional variable de los individuos dentro del grupo.
 - b) Inmersión peduncular : inmersiones pronunciadas y a veces rápidas determinadas por la exposición del pedúnculo caudal.
 - c) Inmersión caudal : inmersiones pronunciadas y a veces rápidas determinadas por la exposición de la aleta caudal.
 - d) Aves buceando y alimentándose cerca de delfines que exhiben los eventos descritos anteriormente.

3. **Socialización (S):** Interacción sobresaliente entre individuos, preliminar a o consumada por el apareamiento, caracterizada por los siguientes eventos:
 - a) Movimiento direccional variable de los individuos dentro del grupo.
 - b) Contacto corporal entre los individuos.
 - c) Chapoteo entre los individuos.
 - d) Exposición ventral : exposición de la superficie ventral en estado estacionario.
 - e) Nado ventral : exposición de la superficie ventral durante el nado
 - f) Saltos fuera del agua en posición dorsal, lateral o ventral.
 - g) Persecución : persecución vigorosa de un individuo por otro miembro del grupo.
 - h) Nado con saltos : series de pequeños saltos hacia delante durante el nado; común en delfines involucrados en una persecución.
 - i) Rueda de carreta : oscilación de la sección del pedúnculo y aleta caudal sobre la superficie del agua formando un arco en movimiento.

4. **Descanso (D):** Pronunciado periodo de inactividad entre individuos o grupo de delfines, caracterizado por los siguientes eventos:
 - a) Flotación dorsal : los delfines flotan en la superficie en posición dorsal.
 - b) Flotación a la deriva : los delfines flotan en posición horizontal dejándose llevar por la corriente. Al flotar los delfines pueden mostrar gran parte del dorso y la aleta dorsal ó solamente la aleta dorsal.
 - c) Movimiento direccional variable lento.

5. **Juego (J):** Patrón caracterizado por los siguientes eventos:
 - a) Deslizándose : los delfines montan olas dentro y fuera de la zona de rompiente.
 - b) Salto de ola : los delfines son frecuentemente observados saltando fuera de las olas mientras se deslizan en éstas.
 - c) Arrastre de algas : los delfines arrastran talos y estipes de macroalgas con sus aletas dorsales.

6. **Bow-riding (B):** Los delfines montan las olas en la proa de la embarcación.

7. **Evasión (E):** Los delfines evaden la embarcación.

Apéndice C: Ilustraciones de los patrones de comportamiento

PROGRESIÓN

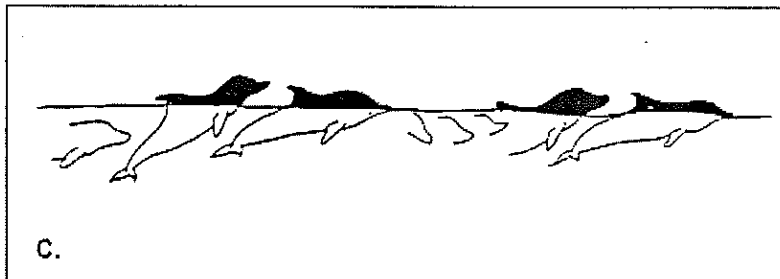
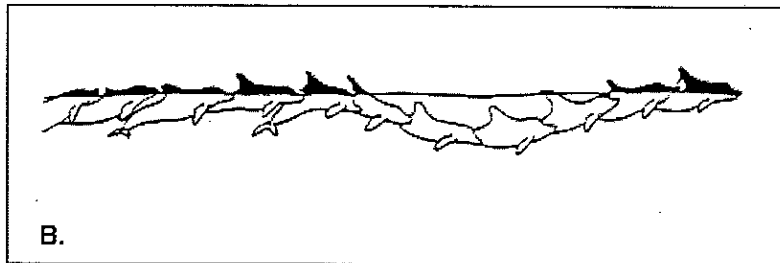
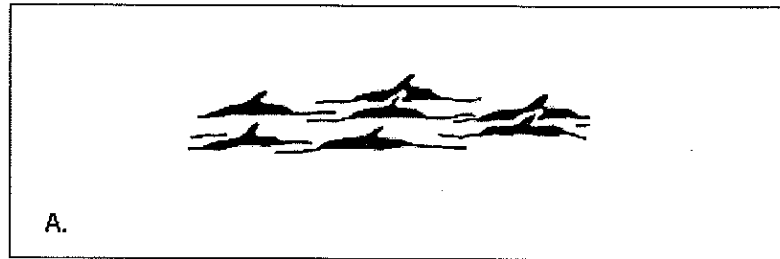


Ilustración de los eventos de comportamiento de *Tursiops truncatus* que se asocian con Progresión: A) movimiento direccional uniforme de los individuos dentro del grupo, B) nado ondulado, y C) rostro fuera y cabeza arriba (Modificado de Weaver, 1987).

Apéndice C: Ilustraciones de los patrones de comportamiento

ALIMENTACIÓN

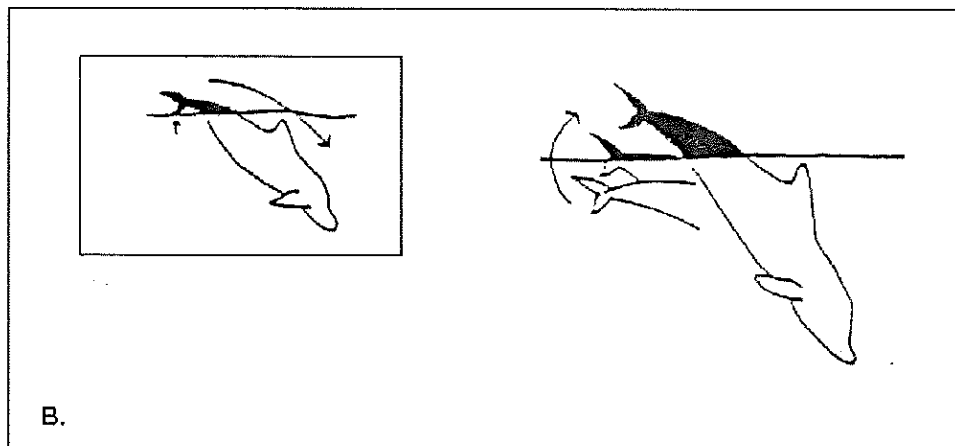
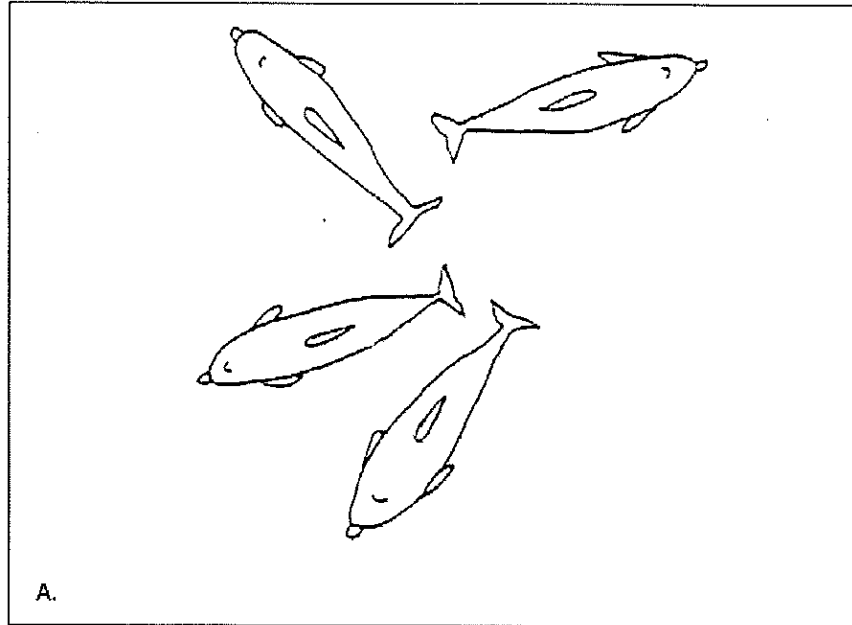


Ilustración de los eventos de comportamiento de *Tursiops truncatus* que se asocian con Alimentación: A) movimiento direccional variable de los individuos dentro del grupo focal y B) inmersión de cola (Modificado de Weaver, 1987).

Apéndice C: Ilustraciones de los patrones de comportamiento

SOCIALIZACIÓN

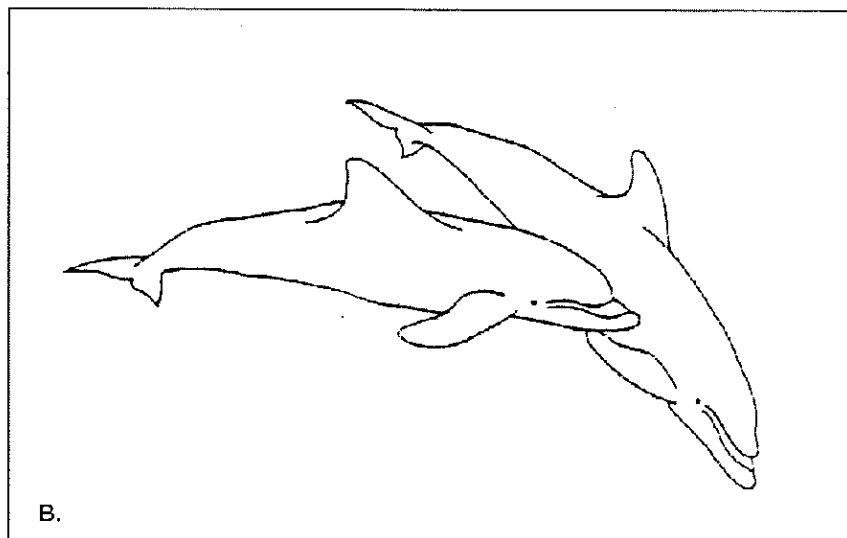
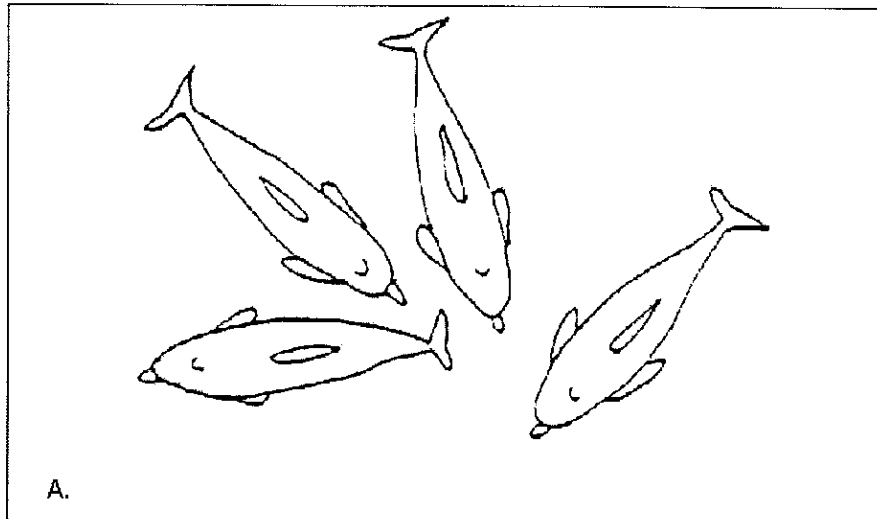


Ilustración de los eventos de comportamiento de *Tursiops truncatus* que se asocian con Socialización: A) movimiento direccional variable de los individuos dentro del grupo y B) contacto corporal (Modificado de Weaver, 1987).

Apéndice C: Ilustraciones de los patrones de comportamiento

SOCIALIZACIÓN (Continuación)

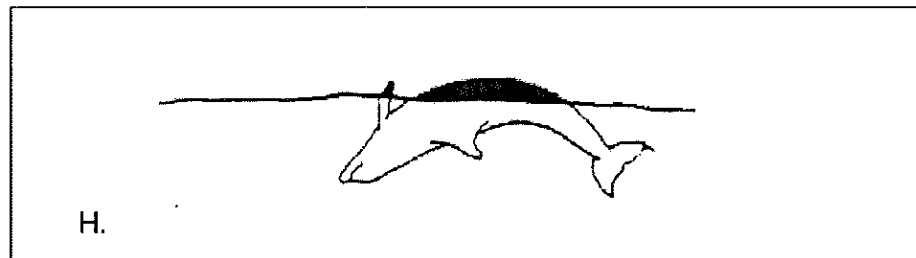
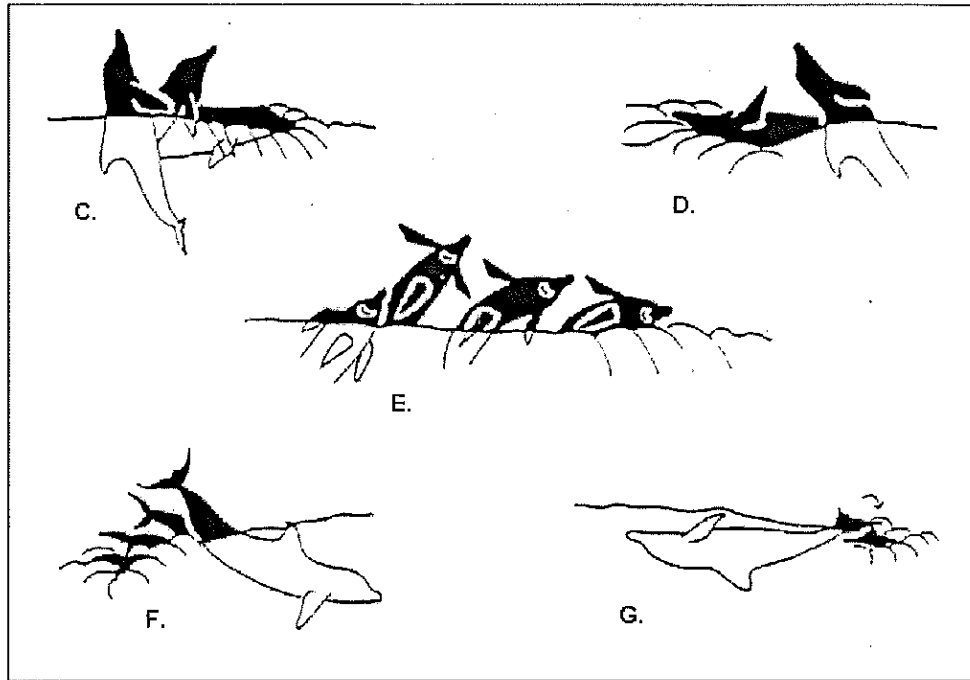


Ilustración de los eventos de comportamiento de *Tursiops truncatus* que se asocian con Socialización (continuación): C) golpeteo con mandíbula, D) golpeteo con dorso, E) golpeteo lateral con cabeza, F) golpeteo con cola, G) golpeteo con cola invertido, y H) nado ventral (Modificado de Weaver, 1987).

Apéndice C: Ilustraciones de los patrones de comportamiento

SOCIALIZACIÓN (Continuación)

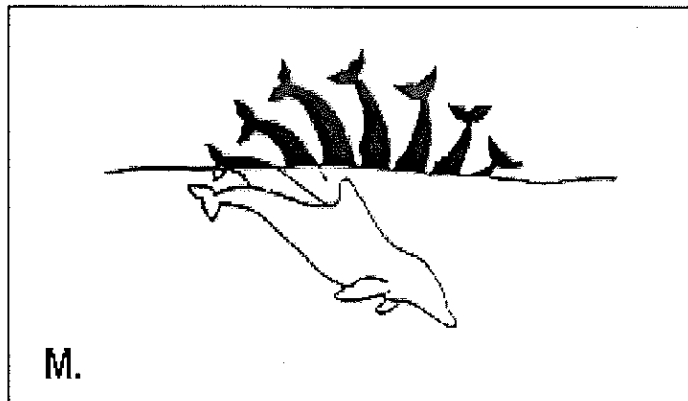
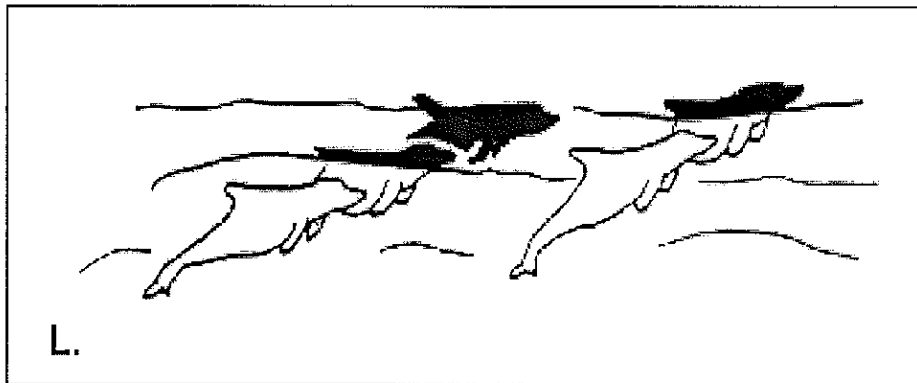
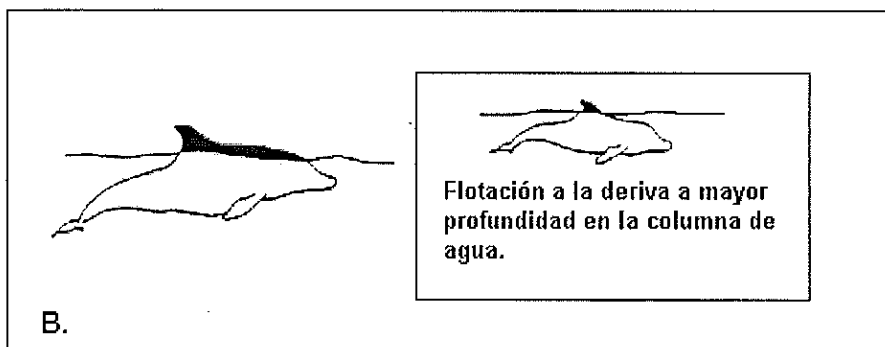
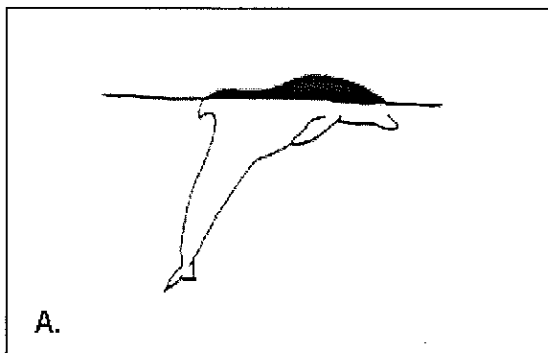


Ilustración de los eventos de comportamiento de *Tursiops truncatus* que se asocian con Socialización (continuación): K) persecución de un delfín por otro delfín y G) Rueda de carreta (Modificado de Weaver, 1987).

Apéndice C: Ilustraciones de los patrones de comportamiento

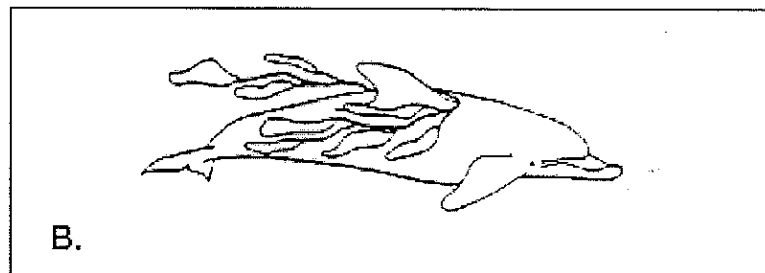
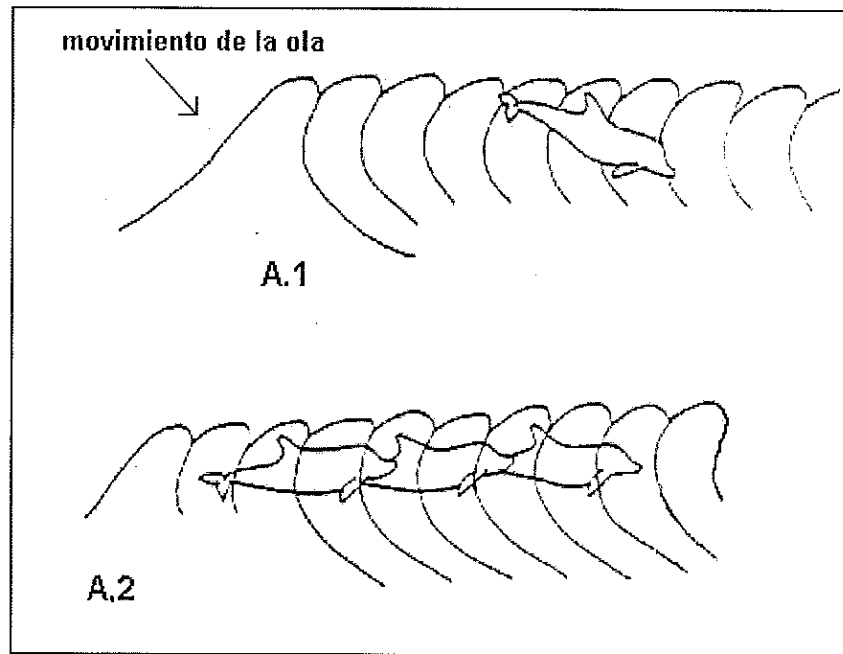
DESCANSO



Ilustraciones de los eventos de comportamiento de *Tursiops truncatus* que se asocian con Descanso: A) Flotación dorsal y B) Flotación a la deriva (Modificado de Weaver, 1987).

Apéndice C: Ilustraciones de los patrones de comportamiento

JUEGO



Ilustraciones de los eventos de comportamiento de *Tursiops truncatus* que se asocian con Juego: A) deslizándose en las olas y B) arrastre de algas (Modificado de Weaver, 1987).

Apéndice D: Hoja de registro general para las navegaciones de fotoidentificación

Fecha:	Participantes:	
Hora de inicio:	Final:	Total:

Hora	Beaufort	Altura de ola	Visib.	Cob. de nube	Prof.	Veloc. viento	Direcc. viento	Temp. del mar	Temp. ambiente
Otras especies/ embarcaciones/ comentarios:									
Otras especies/ embarcaciones/ comentarios:									
Otras especies/ embarcaciones/ comentarios:									
Otras especies/ embarcaciones/ comentarios:									
Otras especies/ embarcaciones/ comentarios:									

Apéndice E: Hoja de registro para datos del avistamiento

Fecha:		Avistamiento #:		Especie:	
Hora de inicio:			Hora final:		
Posición (lat/long):		Inicio:		Final:	
Tamaño de grupo estimado:		Adultos:		Crías:	
Dirección de movimiento:					
Distancia de la lancha (metros):					
Patrón de comportamiento (P,A,S,D,J,B,E):					
Subgrupos (# ó variable):					
Beaufort:			Velocidad del viento:		
Altura de ola (ft):			Dirección del viento:		
Visibilidad (m.n.):			Temp. superficial del mar (°C):		
Cobertura de nube (%):			Temp. ambiente (°C):		
Profundidad (ft):			Claridad del agua (m):		
Otras especies:			Embarcaciones en el área		
Rollo # (fotografías):					
Comentarios:					

Apéndice F: Tabla de recapturas para los tursiones fotoidentificados en la Bahía de Todos Santos durante el periodo de estudio (junio 1999-julio 2000).

CBL #	ENS ID #	1999					2000						
		Verano		Otoño			Invierno			Primavera		V	
		J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
1024	Tt99BTS001												
1025	Tt99BTS002												
1026	Tt99BTS003												
1027	Tt99BTS004												
1028	Tt99BTS005												
1029	Tt99BTS006												
1030	Tt99BTS007												
1031	Tt99BTS008												
1032	Tt99BTS009												
1033	Tt99BTS010												
1034	Tt99BTS011												
1035	Tt99BTS012												
1036	Tt99BTS013												
1037	Tt99BTS014												
1038	Tt99BTS015												
1039	Tt99BTS016												
1040	Tt99BTS017												
1041	Tt99BTS018												
1042	Tt99BTS019												
1043	Tt99BTS020												
1044	Tt99BTS021												
1045	Tt99BTS022												
1046	Tt99BTS023												
1047	Tt99BTS024												
1048	Tt99BTS025												
1049	Tt99BTS026												
1050	Tt99BTS027												
1051	Tt99BTS028												
1052	Tt99BTS029												
1053	Tt99BTS030												
1054	Tt99BTS031												
1055	Tt99BTS032												
1056	Tt99BTS033												
1057	Tt99BTS034												
1058	Tt99BTS035												
1059	Tt99BTS036												

Apéndice F (Continuación)

Tabla de recapturas para los tursiones fotoidentificados en la Bahía de Todos Santos durante el período de estudio (junio 1999-julio 2000).

CBL #	ENS ID #	1999						2000					
		Verano		Otoño			Invierno			Primavera			V
		J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
1060	Tt99BTS037												
1061	Tt99BTS038												
1062	Tt99BTS039												
1063	Tt99BTS040												
1064	Tt99BTS041												
1065	Tt99BTS042												
1066	Tt99BTS043												
1067	Tt99BTS044												
1068	Tt99BTS045												
1069	Tt99BTS046												
1070	Tt99BTS047												
1071	Tt00BTS048												
1072	Tt00BTS049												
1073	Tt00BTS050												
1074	Tt00BTS051												
1075	Tt00BTS052												
1076	Tt00BTS053												
1077	Tt00BTS054												
1078	Tt00BTS055												
1079	Tt00BTS056												
1080	Tt00BTS057												
1081	Tt00BTS058												
1082	Tt00BTS059												
1083	Tt00BTS060												
1084	Tt00BTS061												
1085	Tt00BTS062												
1086	Tt00BTS063												
1087	Tt00BTS064												
1088	Tt00BTS065												
1089	Tt00BTS066												
1090	Tt00BTS067												
1091	Tt00BTS068												
1092	Tt00BTS069												
1093	Tt00BTS070												
1094	Tt00BTS071												
1095	Tt00BTS072												

Apéndice F (Continuación)

Tabla de recapturas para los tursiones fotoidentificados en la Bahía de Todos Santos durante el período de estudio (junio 1999-julio 2000).

CBL #	ENS ID #	1999						2000					
		Verano		Otoño			Invierno			Primavera			V
		J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
1096	Tt00BTS073												
1097	Tt00BTS074												
1098	Tt00BTS075												
1099	Tt00BTS076												
1100	Tt00BTS077												
1101	Tt00BTS078												
1102	Tt00BTS079												
1103	Tt00BTS080												
1104	Tt00BTS081												
1105	Tt00BTS082												
1106	Tt00BTS083												
1107	Tt00BTS084												
1108	Tt00BTS085												
1109	Tt00BTS086												