

## Distribución, movimientos y tamaño de grupo del tursiÓN (*Tursiops truncatus*) al sur de Bahía San Quintín, Baja California, México

### Distribution, movements and group size of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) to the south of San Quintín Bay, Baja California, Mexico

E. Morteo<sup>1,2,3\*</sup>

G. Heckel<sup>1,3</sup>

R.H. Defran<sup>1,4</sup>

Y. Schramm<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos de Ensenada, A.C. (ICMME)  
Plácido Mata No. 2309, Departamento D-5  
Condominios Las Fincas  
Ensenada, CP 22810, Baja California, México  
\*E-mail: e\_morteo@hotmail.com

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Marinas  
Universidad Autónoma de Baja California  
Km 103 carretera Tijuana-Ensenada  
Ensenada, CP 22860, México

<sup>3</sup> Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada  
Km 107 carretera Tijuana-Ensenada  
Ensenada, CP 22860, México

<sup>4</sup> Department of Psychology  
San Diego State University (SDSU)  
San Diego, CA 92182, USA

*Recibido en octubre de 2002; aceptado en mayo de 2003*

#### Resumen

Entre julio de 1999 y junio de 2000 se realizaron 12 navegaciones de fotoidentificación a lo largo de la costa al sur de Bahía San Quintín, Baja California, México. Se recorrieron en total 276.8 km de costa, en 31.7 h. Durante 12.9 h de observación se encontraron 242 tursiones agrupados en 22 manadas. El tamaño promedio de grupo fue de 11 (DE = 8) delfines; sin embargo, es posible que las agrupaciones más comunes sean de menor tamaño. Los grupos con crías fueron significativamente más grandes ( $P < 0.05$ ) y las manadas intercambiaron individuos constantemente. Los tursiones prefirieron la franja entre 250 y 500 m fuera de la costa ( $P < 0.05$ ), con profundidades menores a 7 m y sustratos arenosos ( $P < 0.05$ ). Se establecieron dos zonas con mayor frecuencia de avistamientos ( $P < 0.05$ ) y el comportamiento alimentario fue más común cerca de la boca de la bahía. Se identificaron 169 animales mediante fotografías de las aletas dorsales y 124 de ellos fueron individuos diferentes. La costa al sur de San Quintín representó una zona de tránsito durante el periodo de estudio debido a que la mayoría de los tursiones (> 70%) fueron vistos en una sola ocasión o por corto tiempo. El catálogo de aletas dorsales desarrollado en este trabajo, en conjunto con el realizado en 1990 por Caldwell (1992), contiene a la fecha 220 animales; posiblemente estos delfines representan sólo una pequeña parte de la población. En la medida en que se desarrollen trabajos científicos sobre la biología poblacional de los tursiones en esta área geográfica y en otras adyacentes, se contribuirá a mejorar las estrategias de conservación y manejo de este recurso natural.

*Palabras clave:* distribución, movimientos, ecología, *Tursiops truncatus*, San Quintín.

#### Abstract

Twelve boat-based photoidentification surveys were carried out along the coast to the south of San Quintín Bay, in Baja California, Mexico, from July 1999 to June 2000; effort was 276.76 km and 31.7 h at sea. Twenty-two schools were encountered and 12.9 h of total observation were spent with 242 dolphins in these schools. The average school size was 11 (SD = 8) dolphins, although it is possible that groups are actually smaller; nursing groups were significantly larger ( $P < 0.05$ ), with frequent

membership exchanges occurring among schools. Dolphins preferred a coastal strip between 250 and 500 m offshore ( $P < 0.05$ ), at depths below 7 m, and with sandy substrates ( $P < 0.05$ ). Greater sighting frequencies occurred in two coastal zones ( $P < 0.05$ ) and feeding was common around the mouth of the bay. Dorsal fin photographs led to the identification of 169 dolphins, and 124 were different individuals. During the study period, the coast south of San Quintín was a pass zone for transient dolphins, since most of the animals (>70%) were sighted one time or stayed for short periods. A total of 220 different dolphins have been identified in the San Quintín area when these data are combined with those gathered by Caldwell (1992) in 1990; these dolphins probably represent a small part of a larger population. More research on the population biology of the bottlenose dolphin in this and adjacent geographic areas is needed to develop better conservation and management strategies for this important natural resource.

*Key words:* distribution, movements, ecology, *Tursiops truncatus*, San Quintín.

## Introducción

El tursión (*Tursiops truncatus*: Montagu, 1821) es considerado por muchos autores como uno de los cetáceos más conocidos y estudiados (Leatherwood y Reeves, 1990). El conocimiento popular de este delfín se debe principalmente a su distribución cosmopolita y hábitos costeros. Debido a ello, estos animales han sido aprovechados de formas muy diversas, como fuente de alimentación, por sus aceites y su piel (Gunter, 1942). También desde principios del siglo XX este animal ha sido extraído de su hábitat natural para ser entrenado y presentado en acuarios y delfinarios (Heckel, 1992). A pesar de esto, en muchos lugares aún se desconocen los aspectos más básicos de la ecología de estos animales; es por este motivo que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) considera el estado de riesgo de esta especie como desconocido. En México es necesario ampliar los límites geográficos y la duración de los estudios sobre tursiones para implementar programas adecuados de conservación, manejo y aprovechamiento (Morteo, 2002).

El presente trabajo es una continuación de los estudios sobre el tursión realizados por el Laboratorio de Comportamiento de Cetáceos de la Universidad Estatal de San Diego (SDSU) desde 1981 en la costa del Océano Pacífico en California, EUA, y Baja California, México. El objetivo de la presente investigación fue describir y analizar la distribución y los movimientos del tursión en las aguas adyacentes a San Quintín, Baja California, mediante técnicas de fotoidentificación.

## Materiales y métodos

### Navegaciones

Entre julio de 1999 y junio de 2000 se realizaron navegaciones mensuales para fotografiar las aletas dorsales de los delfines y así identificarlos individualmente, según el método descrito por Defran *et al.* (1990). Se utilizó una panga de 5.5 ó 6.7 m (18 ó 22 pies) de eslora con un motor fuera de borda de 45 caballos de fuerza. Con el fin de realizar las navegaciones de manera sistemática, la costa se recorrió desde el Hotel La Pinta (30°23'24" N, 115°54'43.92' W; fig. 1) hacia el sur hasta el Arroyo Hondo, aproximadamente a 1.5 km de la

## Introduction

The bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*: Montagu, 1821) is considered by many authors as one of the best known and most studied cetaceans (Leatherwood and Reeves, 1990). The popular knowledge of this dolphin is mostly attributable to its world-wide distribution and coastal habits that enhance its accessibility for study. This dolphin has been exploited as a source of food and oil supplies, as well as for its skin (Gunter, 1942). Also, since the early 1900s this animal has frequently been removed from its natural habitat to be trained and exhibited in aquaria and dolphinariums (Heckel, 1992). In spite of this wide exposure, in most places there is a lack of information about the basic ecology of these dolphins, and for this reason, the status of this species is considered as unknown by the International Union for Conservation of Nature (IUCN). In Mexico it is necessary to expand the geographic coverage and the duration of the studies involving bottlenose dolphins, in order to implement adequate programs of conservation, management and exploitation (Morteo, 2002).

The present study is a continuation of the bottlenose dolphin studies conducted at the Cetacean Behavior Laboratory of San Diego State University (SDSU) since 1981 on the coast of the Pacific Ocean of California (USA) and Baja California (Mexico). The objective of this research was to describe and analyze the distribution and movements of the bottlenose dolphin along the coast to the south of San Quintín, Baja California, through photoidentification techniques.

## Materials and methods

### Surveys

From July 1999 to June 2000, monthly boat-based surveys were carried out in order to photograph and identify dolphins' dorsal fins as described by Defran *et al.* (1990). These surveys were conducted on a 5.5 or 6.7 m (18 or 22 ft) *panga* powered by an outboard 45 HP engine. In order to conduct systematic assessments, the coast was surveyed from Hotel La Pinta (30°23'24" N, 115°54'43.92" W; fig. 1) southward to Arroyo Hondo. The distance from shore was approximately 1.5 km (depending on the surf) and vessel speed was always below 18 km h<sup>-1</sup> (9.7 knots). Sampling dates were grouped by season

costa (dependiendo del oleaje) y con una velocidad menor a  $18 \text{ km h}^{-1}$  (9.7 nudos). Las fechas de muestreo se agruparon por temporada de acuerdo con los máximos y mínimos de temperatura y el régimen de lluvia local (Hersh *et al.*, 1990), por lo cual la primavera incluyó los meses de abril a junio, el verano de julio a septiembre, el otoño de octubre a diciembre y el invierno de enero a marzo. Todos los datos se recolectaron bajo condiciones del viento menores a Beaufort 3 (velocidad del viento  $<5.6 \text{ m s}^{-1}$ ).

### Tamaño y composición de los grupos

Para determinar el tamaño y la composición de los grupos se usó la definición de manada o grupo según Irvine *et al.* (1981). Las clases de edad (crías, jóvenes y adultos) fueron clasificadas según la literatura (Weller, 1991; Barco *et al.*, 1999).

El tamaño de los grupos se revisó y corrigió por medio de los datos de fotoidentificación (Rossbach y Herzing, 1999). Se realizaron comparaciones por temporada del año mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Neave y Worthington, 1988). Para determinar diferencias en el tamaño

according to maximum and minimum temperatures, as well as the local rain regime (Hersh *et al.*, 1990). Spring consisted of the months from April to June, summer from July to September, fall from October to December, and winter from January to March. All data were gathered on wind conditions below Beaufort 3 (wind speed  $<5.6 \text{ m s}^{-1}$ ).

### Composition and group size

Group size and composition were determined following Irvine *et al.*'s (1981) definitions. Age classes (calves, young and adults) were determined according to Weller (1991) and Barco *et al.* (1999).

Group size was revised and corrected by photoidentification data (Rossbach and Herzing, 1999). Seasonal comparisons were made using Kruskal-Wallis non-parametric tests (Neave and Worthington, 1988). The size differences of groups with and without calves were tested using the Wilcoxon non-parametric test (Neave and Worthington, 1988). The averages reported in this study show standard deviations (SD), followed by sample size.

### Behavioral observations

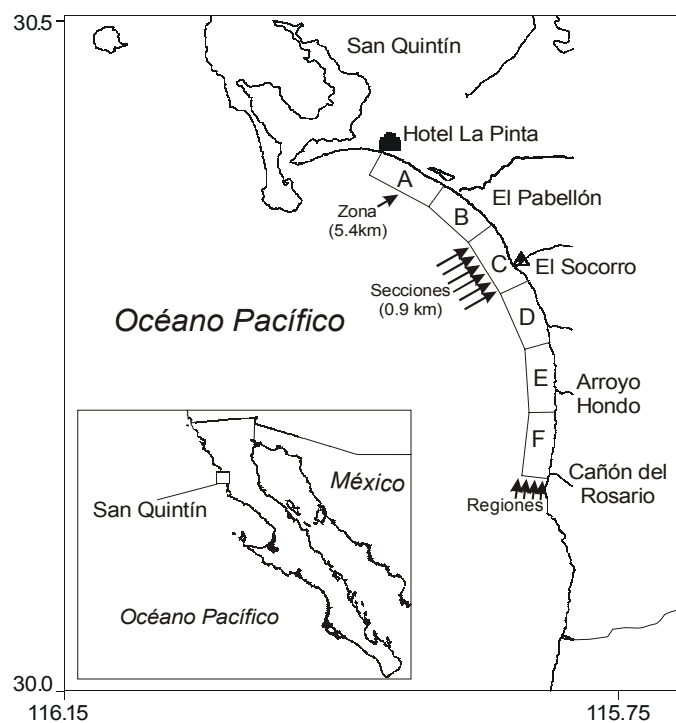
Prior to the acquisition of photographs, dolphin behavior was recorded by *ad libitum* sampling (Altman, 1974); for this purpose, a group was defined as the maximum number of closely associated dolphins, exhibiting the same behavior pattern. Following Allen and Read (2000), behavior was classified as feeding or not feeding. Habituation and observation periods utilized in this study both lasted at least 10 min (Weller, 1998), and behavior was recorded only if more than 20% of the group was engaged in the same activity (Hanson and Defran, 1993; Tepper, 1996).

### Spatial distribution and area use

The geographic location of sightings was obtained by GPS, considering the nearest point to the first encounter with dolphins (Wilson *et al.*, 1997).

The study area was divided into zones of 5.4 km following Ballance (1992), starting from Hotel La Pinta to Cañón del Rosario (fig. 1). As described by Hanson and Defran (1993), each zone was consequently subdivided into six sections of 0.9 km along the shore and four regions from shore to open sea (0.25, 0.5, 1.0 and 1.5 km) (fig. 1). Based on the literature and interviews with local fishermen, the substrate was divided into sand, gravel, kelp beds, rock and unknown (Hanson and Defran, 1993; Tepper, 1996; Morteo, 2002).

The distance covered during the dolphin survey (kilometers) was used as a measure of effort (Reilly and Fiedler, 1994). An effort balance was conducted to reduce bias caused by over-sampling and incomplete surveys; data were eliminated when effort over a particular zone was duplicated in the same month, only if over-coverage was greater than



**Figura 1.** Costa adyacente al sur de Bahía San Quintín. Las navegaciones se realizaron desde el Hotel La Pinta hasta el Arroyo Hondo. Las flechas indican las divisiones del área de estudio. Las zonas están representadas por letras mayúsculas y miden 5.4 km; las secciones son subdivisiones de las zonas a lo largo de la costa y cada una mide 0.9 km; las regiones representan subdivisiones con respecto a distancia de la costa (0.25, 0.5, 1 y 1.5 km).

**Figure 1.** Coast to the south of San Quintín Bay. Surveys were conducted from Hotel La Pinta to Arroyo Hondo. Arrows indicate study area divisions. Zones are 5.4 km wide and are represented by capital letters; sections are 0.9 km wide and represent zone subdivisions along the shore; regions represent subdivisions by distance from the coast (0.25, 0.5, 1 and 1.5 km).

de grupo debido a la presencia de crías, se usó la prueba no paramétrica de Wilcoxon (Neave y Worthington, 1988). Los promedios reportados en este trabajo muestran entre paréntesis la desviación estándar (DE) seguida del tamaño de muestra.

### *Observaciones de comportamiento*

Antes de obtener las fotografías, se registró el comportamiento de los delfines al aplicar el método *ad libitum* (Altman, 1974); para ello, un grupo se definió como el número máximo de delfines en asociación cercana, que exhibieran el mismo patrón de comportamiento. De acuerdo con Allen y Read (2000), el comportamiento fue clasificado como alimentación y no alimentación. Se utilizaron periodos de habituación y observación, ambos mayores a 10 min (Weller, 1998), y sólo se registró el comportamiento cuando al menos 20% del grupo se encontraba realizando la misma actividad (Hanson y Defran, 1993; Tepper, 1996).

### *Distribución espacial y uso del área*

La localización geográfica de las manadas se registró por medio de un sistema de posicionamiento global (GPS). Para ello se consideró el punto más próximo al primer contacto con los delfines (Wilson *et al.*, 1997).

El área de estudio se dividió en zonas de 5.4 km de extensión de acuerdo con Ballance (1992), desde el Hotel La Pinta hasta el Cañón del Rosario (fig. 1). Cada una de las seis zonas se subdividió posteriormente en seis secciones de 0.9 km a lo largo de la costa, y en cuatro regiones desde la costa hasta mar abierto (0.25, 0.5, 1.0 y 1.5 km) según Hanson y Defran (1993) (fig. 1). Para identificar el tipo de fondo presente, se determinó el tipo de sustrato con base en la literatura y las entrevistas a los pescadores locales, y se clasificó como arena, grava, roca, mantos de algas y desconocido (Hanson y Defran, 1993; Tepper, 1996; Morteo, 2002).

Como medida de esfuerzo se utilizó la distancia recorrida (kilómetros) durante la búsqueda de delfines (Reilly y Fiedler, 1994). Se realizó un balance de esfuerzo para reducir los sesgos ocasionados por sobremuestreos y navegaciones incompletas; se eliminaron los datos de una navegación cuando durante el mismo mes de muestreo se duplicó el esfuerzo sobre una misma zona, siempre y cuando la zona remuestreada fuera mayor a 1.5 km de longitud. También se eliminaron los datos cuando la zona no fue visitada al menos en el 85% de las navegaciones.

Para determinar la distribución espacial de los tursiones se graficaron las posiciones geográficas de las manadas sobre la zona de estudio (*a priori*). Las agrupaciones de avistamientos se compararon (*a posteriori*) mediante un análisis de escalamiento multidimensional (MDS por sus siglas en inglés, Kruskal y Wish, 1978). La distancia (kilómetros) entre avistamientos fue utilizada como índice de similitud para la prueba de MDS, y se usaron dos dimensiones según el modelo de Catell (Kruskal y Wish, 1978).

1.5 km. Data from a particular zone were also eliminated if it was not surveyed at least in 85% of the occasions.

Spatial distribution of bottlenose dolphins was determined by plotting the geographical position of the groups over the study area (*a priori*). Sighting groups were compared (*a posteriori*) through a multidimensional scaling analysis (MDS, Kruskal and Wish, 1978). The distance (kilometers) between sightings was used as a similitude index for the MDS test, and Catell's model suggested the use of two dimensions (Kruskal and Wish, 1978).

Area use was established by comparing the number of animals present at each division of the study area using goodness of fit tests (Neave and Worthington, 1988). In order to avoid the pooling fallacy (Machlis *et al.*, 1985), data were eliminated if a group moved to a zone, region or substrate type different from the original (Morteo, 2002).

### *Temporal distribution*

Dolphin movements were divided into mid- and long-term based on photoidentification data. In other words, the best picture of each animal was compared to the rest, and when this picture allowed the identification of the individual in different sightings, it was considered a recapture. If no match was found then it was considered a new animal. Based on this, mid-term movements were established comparing recaptures throughout one year and long-term movements were determined comparing pictures from this study to those taken by Caldwell (1992) in the same zone.

### *Relative abundance*

The number of dolphins sighted was divided by the distance surveyed (kilometers) and then multiplied by the visual coverage (0.8 km wide) according to visibility and wind speed (< Beaufort 3), following Barco *et al.* (1999). Relative abundance (dolphins km<sup>-2</sup>) was compared seasonally using the non-parametric Kruskal-Wallis tests (Neave and Worthington, 1988).

## **Results**

Twelve surveys were carried out throughout the year, accounting for 276.8 km of surveyed coast during 31.7 h. A total of 242 dolphins were sighted in 22 groups during 12.9 h of direct observation. A total of 2297 pictures were taken and 41.18% of these were useful for the identification of individual dolphins.

### *Group size and composition*

Group size ranged from 2 to 36 dolphins, averaging 11 animals (SD = 8, *n* = 22 herds). The most frequent aggregations ranged from 4 to 6 and 13 to 15 dolphins (fig. 2). Groups were

El uso del área fue establecido al comparar el número de animales presentes en cada división del área de estudio mediante pruebas de bondad de ajuste (Neave y Worthington, 1988). Para evitar la falacia estadística de combinación de datos (Machlis *et al.*, 1985), se eliminaron los datos de las manadas que al moverse se ubicaron en una zona, región o tipo de sustrato diferente al inicial (Morteo, 2002).

### Distribución temporal

Los movimientos de los delfines se dividieron en de mediano y de largo plazo. Estos datos se obtuvieron con base en la fotoidentificación; es decir, la mejor fotografía de cada animal se comparó con el resto de los individuos, y cuando la fotografía permitió identificar al mismo individuo en avistamientos diferentes se consideró una recaptura. Si no se encontraron empates se consideró un animal nuevo. De acuerdo con lo anterior, los movimientos a mediano plazo se establecieron al comparar las recapturas a lo largo de un año y los movimientos a largo plazo se determinaron al comparar las fotografías de este estudio contra las del catálogo realizado por Caldwell (1992) en la misma zona.

### Abundancia relativa

Se calculó el número de delfines presentes con respecto a la distancia recorrida (kilómetros) y se multiplicó por un ancho de banda de 0.8 km de acuerdo con las condiciones de visibilidad y la velocidad del viento (< Beaufort 3) según Barco *et al.* (1999). Se comparó la abundancia relativa (delfines km<sup>-2</sup>) entre temporadas del año mediante la prueba de Kruskal-Wallis (Neave y Worthington, 1988).

### Resultados

Se realizaron 12 navegaciones a lo largo de un año, en las que se recorrió un total de 276.8 km de costa en 31.7 h. Se observaron 242 delfines agrupados en 22 manadas durante un periodo de 12.9 h. Se tomaron 2297 fotografías y el 41.18% fueron útiles para identificar individualmente a los delfines.

### Tamaño y composición de los grupos

El tamaño de grupo varió entre 2 y 36 delfines, con un promedio de 11 animales (DE = 8,  $n = 22$  manadas). Los grupos más frecuentes tuvieron entre 4–6 y 13–15 delfines (fig. 2). Los grupos fueron más grandes durante el verano ( $\bar{x} = 12.47$ , DE = 8.91,  $n = 15$ ), seguido del otoño ( $\bar{x} = 10.5$ , DE = 6.36,  $n = 2$ ), invierno ( $\bar{x} = 7.75$ , DE = 4.35,  $n = 4$ ) y primavera (3,  $n = 1$ ); sin embargo, no se encontró diferencia por temporada del año (Kruskal-Wallis,  $H = 6.11$ ,  $P > 0.05$ , g.l. = 3,  $n = 22$ ). Al combinar los datos de todo el año en relación con la presencia o ausencia de crías, se encontró que los grupos con cría ( $\bar{x} = 13.92$ , DE = 9.27,  $n = 12$ ) resultaron ser más grandes en comparación con los grupos sin crías ( $\bar{x} = 7.50$ , DE = 4.42,

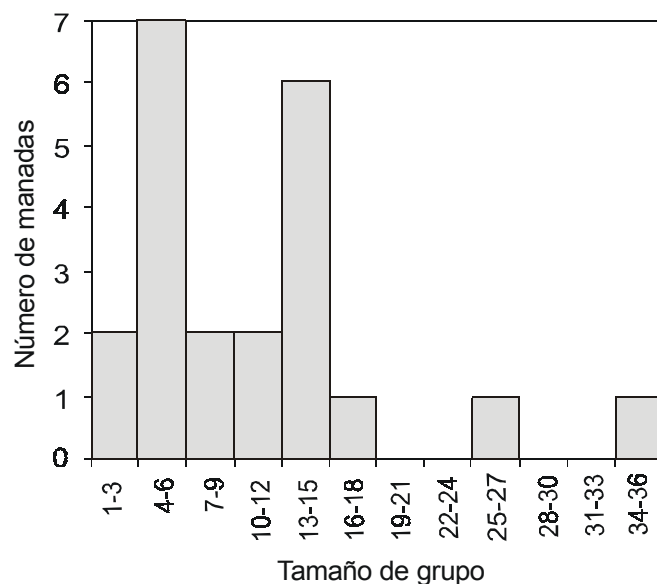


Figura 2. Histograma para el tamaño de grupo de tursiones en San Quintín ( $n = 22$  manadas).

Figure. 2. Histogram for group size of bottlenose dolphins in San Quintín ( $n = 22$  groups).

larger during summer ( $\bar{x} = 12.47$ , SD = 8.91,  $n = 15$ ), followed by fall ( $\bar{x} = 10.5$ , SD = 6.36,  $n = 2$ ), winter ( $\bar{x} = 7.75$ , SD = 4.35,  $n = 4$ ), and spring (3,  $n = 1$ ); however, there was no seasonal statistical difference (Kruskal-Wallis,  $H = 6.11$ ,  $P > 0.05$ , d.f. = 3,  $n = 22$ ). By combining the year-round data set related to the presence or absence of calves, nursing groups ( $\bar{x} = 13.92$ , SD = 9.27,  $n = 12$ ) were significantly larger (Wilcoxon,  $T = 86$ ,  $P < 0.05$ ,  $n = 22$ ) than non-nursing groups ( $\bar{x} = 7.50$ , SD = 4.42,  $n = 10$ ). Up to 8.5% of the 242 dolphins sighted were calves and almost 1.5% were young animals.

### Spatial distribution, area use and behavior

After eliminating data from over-sampled and poorly visited areas, sample size decreased from 22 to 16 sightings; this procedure caused no difference in the surveyed distance by zone (Kruskal-Wallis,  $H = 2.12$ ,  $P > 0.05$ , d.f. = 4,  $n = 11$ ; table 1).

The geographical location of these 16 sightings was plotted over the zone divisions (fig. 3). Zones A and B consisted of sandy substrate; zone C was mostly sand with a small gravel beach at El Socorro; zone D was a transition between offshore kelp beds and inshore gravel; and zone E consisted mostly of rocky substrate, with gravel and kelp beds at the boundary with zone D. On 40.9% of the occasions dolphins were determined to be feeding at some time; this activity was more common in the northern part of the study area, particularly in zone A (fig. 3). Of these dolphins, 99% were found in shallow water (<7 m). Comparison of this distribution to the MDS analysis (stress = 0.026; fig. 4) was consistent 93.75% of the times; in other words, the same groups were formed using both methods.

**Tabla 1.** Balance de esfuerzo (kilómetros recorridos) por zona. Se eliminó la navegación realizada el 11 de julio y los datos obtenidos en la zona F.  
**Table 1.** Effort balance (kilometers surveyed) by zone. The survey conducted on 11 July was eliminated, as were the data obtained from zone F.

Zonas	A	B	C	D	E	F	Total
Total anual (km)	54.00	54.00	51.44	49.50	43.30	11.00	263.24
Frecuencia de visita	10	10	9	9	8	2	48

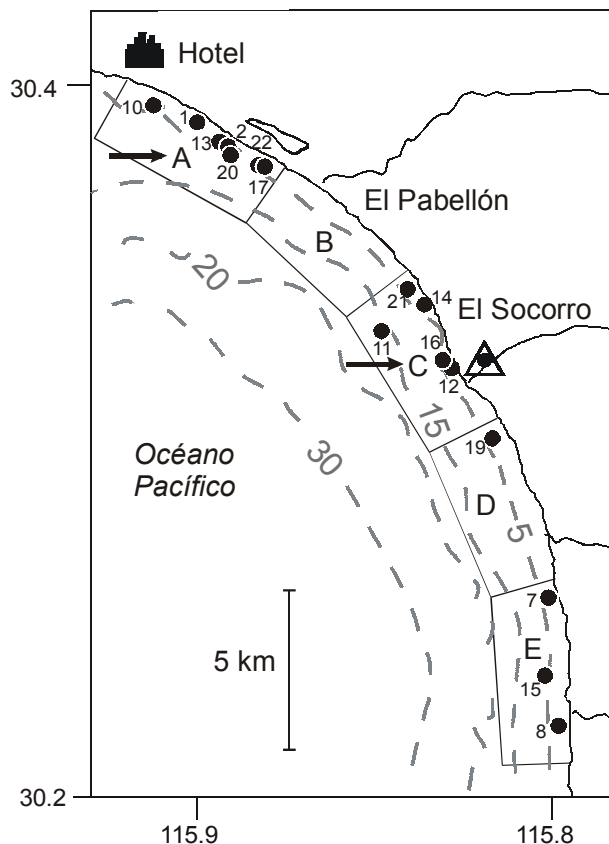
$n = 10$ ) y la diferencia fue significativa (Wilcoxon,  $T = 86$ ,  $P < 0.05$ ,  $n = 22$ ). De los 242 delfines avistados, el 8.5% fueron crías y casi un 1.5% fueron jóvenes.

*Distribución espacial, uso del área y comportamiento*

Después de eliminar los recorridos en zonas remuestradas y poco visitadas, el tamaño de muestra se redujo de 22 a 16 avistamientos, sin que la distancia recorrida por zona fuera diferente (Kruskal-Wallis,  $H = 2.12$ ,  $P > 0.05$ , g.l. = 4,  $n = 11$ ; tabla 1).

La localización geográfica de estos 16 avistamientos se graficó con respecto a la división por zonas (fig. 3). Las zonas A y B presentaron sustrato arenoso; la zona C tuvo en su mayoría arena, con una pequeña playa de gravas a la altura de El Socorro; la zona D tuvo una transición entre mantos de algas fuera de la costa y gravas en la región de la playa; y la zona E consistió en su mayoría de sustrato rocoso, con gravas y mantos de alga en la frontera con la zona D. En el 40.9% de los casos se determinó que los delfines se alimentaron durante algún momento y se observó una mayor tendencia de alimentación en la parte norte del área de estudio, particularmente en la zona A (fig. 3). El 99% de estos avistamientos se encontraron en profundidades menores a 7 m. La comparación de esta distribución con el análisis MDS (estrés = 0.026, fig. 4) fue consistente en el 93.75% de los casos, es decir, se formaron los mismos grupos utilizando ambos métodos, con excepción del avistamiento número 11, el cual *a priori* se ubicó en la zona C y el MDS lo agrupó en la zona D.

Con respecto al uso del área, después del balance de esfuerzo y de eliminar los avistamientos que incurrieron en la falacia estadística de combinación de datos, la zona A tuvo 99 delfines, la zona C tuvo 38, la zona D tuvo 6, la zona E tuvo 24 y no se observaron tursiones en la zona B. Se encontró una diferencia en el número de tursiones presentes por zona del área de estudio ( $\chi^2 = 188$ ,  $P < 0.05$ , g.l. = 4,  $n = 167$  delfines); de igual forma, hubo 137 delfines presentes en sustrato arenoso, 4 en grava, 14 en mantos de algas y ninguno fue observado en zonas con sustrato rocoso o desconocido, por lo que el sustrato arenoso tuvo una mayor cantidad de animales ( $\chi^2 = 457$ ,  $P < 0.05$ , g.l. = 4,  $n = 155$  delfines). Asimismo, la región más cercana a la costa (0–250 m) tuvo 11 animales, la región ente 250 y 500 m de la costa presentó 79 delfines, 14 fueron vistos en la región entre 500 y 1000 m y ninguno se observó de manera consistente más allá de los 1000 m; estas diferencias fueron estadísticamente significativas ( $\chi^2 = 148$ ,  $P < 0.05$ , g.l. = 3,  $n = 104$  delfines).

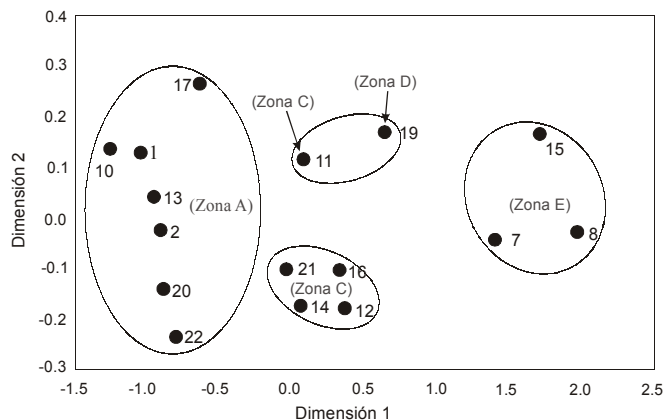


**Figura 3.** Distribución espacial de las manadas de tursiones en la zona de estudio. Los puntos señalan la posición y el número de la manada. Las flechas indican las zonas de alimentación y las líneas discontinuas muestran los contornos de profundidad. El hotel indica el inicio de las navegaciones.

**Figure. 3.** Spatial distribution of sightings of bottlenose dolphin groups in the study area. Points indicate position and group number. Arrows indicate feeding zones and dashed lines show depth contours. The hotel indicates the starting point of the surveys.

The only exception was sighting number 11, which was placed *a priori* in zone C and grouped by the MDS in zone D.

Regarding area use, after the effort balance and discarding data from sightings that met the pooling fallacy, zone A had 99 dolphins, zone C had 38, zone D had 6, zone E had 24, and no bottlenose dolphins were observed in zone B. The difference between zones was significant ( $\chi^2 = 188$ ,  $P < 0.05$ , d.f. = 4,  $n = 167$  dolphins). Likewise, there were 137 dolphins over sandy substrate, 4 over gravel, 14 over kelp beds and none was found over rocks or unknown substrates; the number of dolphins over sandy substrate was significantly larger ( $\chi^2 = 457$ ,



**Figura 4.** Análisis de escalamiento multidimensional (MDS). Los puntos señalan el número de manada y las elipses muestran las agrupaciones obtenidas. En cada caso se señala la zona en la que fue localizada la manada.

**Figure. 4.** Multidimensional scaling analysis (MDS). Points show group number and ellipses show the groups obtained. Zone location is indicated for each group.

### Distribución temporal

#### (a) Mediano plazo

A lo largo de un año, el número de animales presentes por temporada ( $n = 167$  después del balance de esfuerzo) mostró un aumento significativo durante el verano ( $\chi^2 = 201$ ,  $P < 0.05$ , g.l. = 3,  $n = 167$  delfines; tabla 2).

Se identificaron 124 individuos diferentes de 169 aletas dorsales fotografiadas. El 72% de estos animales fueron fotografiados (capturados) una sola vez, 22% dos veces y el 9% fueron recapturados en tres ocasiones. Sin embargo, el 52% y el 70% de los delfines recapturados en dos y tres ocasiones, respectivamente, fueron avistados en días consecutivos a su primera recaptura. La acumulación de individuos identificados mostró un incremento constante, ya que en cada navegación un promedio del 75% de los animales avistados fueron individuos nuevos. También se encontró que de los 45 individuos recapturados, la mayoría (86%) se avistaron durante los meses de verano.

#### (b) Largo plazo

La comparación del catálogo fotográfico de este estudio con el de 1990 (Caldwell, 1992) resultó en 220 delfines diferentes. De lo anterior se obtuvo que sólo cuatro animales habían sido identificados en el área 10 años antes, la mayoría durante el verano. Cabe destacar que algunos de los animales identificados originalmente por Caldwell (1992) fueron identificados juntos en la misma manada, y reavistados días o años más tarde, en las mismas fechas, pero en manadas diferentes.

### Abundancia relativa

La abundancia relativa de tursiones a lo largo del estudio promedió 1.00 delfines  $\text{km}^{-2}$  ( $DE = 0.9$ ,  $n = 10$  meses). Se

$P < 0.05$ , d.f. = 4,  $n = 155$  dolphins). Also, the region close to the shore (0–250 m) had 11 animals, the region between 250 and 500 m from the shore had 79 dolphins, 14 animals were sighted in the region between 500 and 1000 m, and no dolphins were found consistently beyond 1000 m; these differences were statistically significant ( $\chi^2 = 148$ ,  $P < 0.05$ , d.f. = 3,  $n = 104$  dolphins).

### Temporal distribution

#### (a) Mid-term

Throughout one year, the number of animals per season ( $n = 167$  after effort balance) showed a significant increase during summer ( $\chi^2 = 201$ ,  $P < 0.05$ , d.f. = 3,  $n = 167$  dolphins; table 2).

A total of 124 different individuals were identified from 169 pictures of dorsal fins; 72% of these animals were captured only once, 22% twice and 9% were recaptured on three occasions. However, 52% and 70% of the dolphins recaptured on two and three occasions, respectively, were sighted on consecutive dates from the first capture. Cumulative individual identification showed a constant increase, because each survey averaged 75% of new individuals. Also, from the 45 individuals recaptured, 86% were sighted during the summer months.

#### (b) Long-term

The comparison of the photographic catalogue from this study to that of 1990 (Caldwell, 1992) resulted in 220 different dolphins. Only four of these animals had been previously identified in the area 10 years before, most of them in summer. It is also important to mention that some dolphins originally identified by Caldwell (1992) were identified together in the same group, and re-sighted days or years later on the same dates but in different groups.

### Relative abundance

Relative abundance of bottlenose dolphins during the study period averaged 1.00 dolphins  $\text{km}^{-2}$  ( $SD = 0.9$ ,  $n = 10$  months). The highest abundance was observed in summer ( $\bar{x} = 2.06$  dolphins  $\text{km}^{-2}$ ,  $SD = 0.25$ ,  $n = 3$  months; fig. 5).

**Tabla 2.** Bondad de ajuste para el número de delfines por temporada del año.

**Table 2.** Goodness of fit for the number of dolphins by season.

Temporada	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Frecuencia observada	120	21	23	3
Frecuencia esperada	41.75	41.75	41.75	41.75

observa una mayor abundancia relativa en los meses de verano ( $\bar{x} = 2.06$  delfines  $\text{km}^{-2}$ ,  $DE = 0.25$ ,  $n = 3$  meses; fig. 5).

### Discusión

Las navegaciones realizadas durante el presente estudio ( $n = 12$ ) son comparables con las realizadas por Caldwell (1992) 10 años antes ( $n = 8$ ); sin embargo, el estudio de 1990 cubrió sólo la mitad del área de estudio y únicamente primavera y verano. No obstante, en ambos trabajos los resultados fueron similares en cuanto al número, tamaño, composición y movimientos de los grupos de tursiones.

#### Tamaño y composición de los grupos

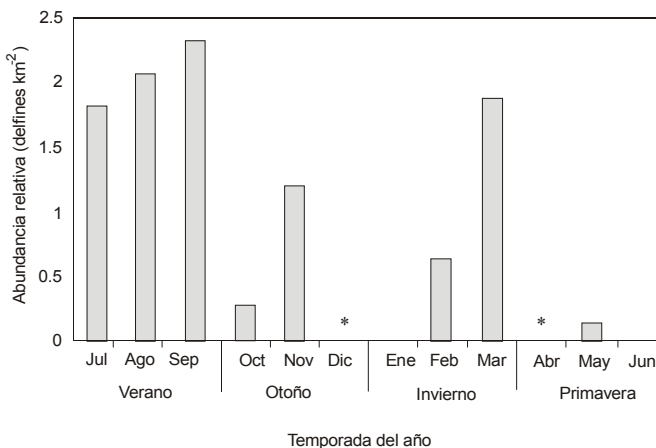
El tamaño promedio de grupo en este estudio ( $\bar{x} = 11$ ,  $DE = 8$ ,  $n = 22$  manadas) resultó menor al reportado para las costas de San Diego (Weller, 1991; Tepper, 1996; Ward, 1998) y similar a lo encontrado en las costas de Ensenada y San Quintín (Espinosa, 1986; Sandoval, 1987; Caldwell, 1992; Guzón, 2002; tabla 3). Se ha observado que en sistemas semi-cerrados (bahías, lagunas y canales costeros), el tamaño de grupo generalmente es menor a seis delfines (Irvine *et al.*, 1981; Scott *et al.*, 1990; Weller, 1998); por el contrario, en sistemas abiertos (como la costa al sur de San Quintín) este valor generalmente supera los 15 animales (Würsig, 1978; Ross *et al.*, 1989).

Würsig (1979) propuso que existe un equilibrio en el número de delfines necesarios para la defensa contra depredadores, la alimentación eficiente, las interacciones sociales y reproductivas, y la sobrevivencia de las crías. Se ha encontrado que la abundancia de peces es menor en el exterior de Bahía San Quintín y que los principales depredadores del tursión (tiburones) generalmente se encuentran alejados de la costa (Rosales-Casián, 1996). Esto podría explicar el que los grupos de tursiones sean de menor tamaño, ya que deben dispersarse para localizar a sus presas y no necesitan formar grupos

**Tabla 3.** Tamaño de grupo en tres localidades del Pacífico subtropical nororiental.

**Table 3.** Group size at three localities of the subtropical northeastern Pacific.

Autor	Lugar	Tamaño de grupo promedio	Tamaño de muestra
Weller (1991)	San Diego, CA	19.81	145
Tepper (1996)	San Diego, CA	31.35	244
Ward (1998)	San Diego, CA	38.83	82
Espinosa (1986)	Ensenada, BC	11.30	91
Sandoval (1987)	Ensenada, BC	7.80	354
Guzón (2002)	Ensenada, BC	16.42	12
Caldwell (1992)	San Quintín, BC	14.28	14



**Figura 5.** Abundancia relativa de tursiones (delfines  $\text{km}^{-2}$ ) en el área de estudio (\* = mes no muestreado).

**Figure 5.** Relative abundance of bottlenose dolphins (dolphins  $\text{km}^{-2}$ ) in the study area (\* = month not surveyed).

### Discussion

The surveys completed during the present research ( $n = 12$ ) are comparable to those carried out by Caldwell (1992) 10 years before ( $n = 8$ ); however, the research in 1990 covered only half of the study area and only the spring and summer seasons. In spite of this, both studies found similar results regarding number, composition, group size and movements of the dolphins.

#### Group size and composition

Mean group size in this study ( $\bar{x} = 11$ ,  $SD = 8$ ,  $n = 22$  groups) was lower compared to that reported for San Diego (Weller, 1991; Tepper, 1996; Ward, 1998), and similar to those found in Ensenada and San Quintín (Espinosa, 1986; Sandoval, 1987; Caldwell, 1992; Guzón, 2002; table 3). Group size is generally less than six dolphins in closed and semi-enclosed systems (bays, lagoons and coastal channels) (Irvine *et al.*, 1981; Scott *et al.*, 1990; Weller, 1998); on the other hand, open systems (such as the coast south of San Quintín) generally have over 15 animals per group (Würsig, 1978; Ross *et al.*, 1989).

Würsig (1979) suggested that there is an equilibrium in the number of dolphins necessary for defense against predators, efficient feeding, social and reproductive interactions and survival of calves. Fish abundance is lower outside San Quintín Bay and the main predators of bottlenose dolphins (sharks) are generally found offshore (Rosales-Casián, 1996). This could explain the small groups, since they would have to disperse to find their prey and there would be no need to form large aggregations due to the low presence of predators. It is important to mention that most prey-predator models do not consider the dolphin's echolocation capacity or intraspecific communication as a mechanism of prey location and prevention against predators; for example, in oceanic regions where food is scarce, dolphins aggregate in groups of over 100 individuals to



grandes debido a la poca presencia de depredadores. Cabe destacar que la mayoría de los modelos depredador-presa no consideran las capacidades de ecolocalización de los delfines o la comunicación interespecífica como mecanismo de localización de presas y de prevención contra depredadores; por ejemplo, en regiones oceánicas donde el alimento es más escaso, se ha observado que los delfines se agregan en manadas de más de 100 individuos para localizar a sus presas al usar de manera conjunta su sistema de ecolocalización (Richardson *et al.*, 1995).

En lo que respecta a la distribución bimodal del tamaño de grupo, Caldwell (1992) propuso que la formación de grupos pequeños en San Quintín se debe a la baja profundidad de la zona, lo que se refleja en la alta frecuencia de grupos de 4–6 animales. Por otra parte, la formación de grupos de 13–15 animales puede explicarse si se considera que generalmente los grupos se agregan en zonas de alimentación (Hanson y Defran, 1993) formando manadas de mayor tamaño (Rossbach y Herzog, 1999); esto fue observado particularmente en las zonas A y C. Cabe destacar que tanto el promedio del tamaño de grupo reportado por Caldwell (1992) como el de este trabajo se encuentran sesgados por valores extremos derivados de una distribución bimodal. Por lo tanto, el promedio del tamaño de grupo reportado hace 10 años ( $\bar{x} = 14.28$ ) y el encontrado en este trabajo ( $\bar{x} = 11$ ) no reflejan el tipo de agregación más común en la zona de estudio.

En diversos trabajos se ha planteado el posible papel social del tamaño y la composición de los grupos de delfines (Scott *et al.*, 1990); se ha propuesto que la presencia de crías puede determinar el número de animales agregados en una manada (Würsig, 1979; Scott *et al.*, 1990; Weller, 1991, 1998). Se ha sugerido que este incremento presenta alguna ventaja social (aprendizaje y/o entrenamiento) o cierta tendencia hacia la protección de las crías, lo cual implica la existencia de micro-núcleos sociales dentro de las poblaciones (Irvine *et al.*, 1981; Weller, 1991, 1998). Es factible que esto ocurra en el área de estudio, ya que se encontró un mayor número de animales en los grupos con crías; adicionalmente, a pesar del intercambio de individuos entre las manadas observadas, algunos de los delfines que cambiaron de grupo permanecieron relativamente cerca entre sí, debido a que fueron observados durante los mismos días.

Se ha reportado que en poblaciones cerradas la proporción de crías puede variar entre 2% y 6% (Leatherwood y Reeves, 1983); en poblaciones abiertas puede encontrarse hasta un 14% de crías (Irvine *et al.*, 1981; Espinosa, 1986; Caldwell, 1992; Weller, 1998). Por lo tanto, con base en la proporción de crías, San Quintín se comporta como un sistema semicerrado. Cabe destacar que en ocasiones la asignación de los animales en una categoría de edad es diferente entre estudios; sin embargo, muchos autores reconocen al menos las tres categorías utilizadas en este trabajo (Leatherwood y Reeves, 1983; Caldwell, 1992; Weller, 1998).

cooperatively find their prey using echolocation (Richardson *et al.*, 1995).

Regarding the bimodal distribution of group size, Caldwell (1992) suggested that the formation of small groups (i.e., a high frequency of groups of 4–6 animals) in San Quintín may be due to the shallow depth of the area. On the other hand, formations of groups of 13–15 animals can be explained if one considers that groups generally aggregate at feeding zones (Hanson and Defran, 1993) forming larger units (Rossbach and Herzog, 1999); this was observed particularly in zones A and C. It is important to note that both the mean group size reported by Caldwell (1992) and the present study are biased for the extreme values derived from a bimodal distribution. For this reason, mean group size reported 10 years before ( $\bar{x} = 14.28$ ) and that found in the present study ( $\bar{x} = 11$ ) may not represent the most common aggregations in the study area.

The possible social role of the dolphin's group size and composition has been described in numerous studies (Scott *et al.*, 1990); it has been suggested that calf presence could, in some way, determine the number of dolphins in the group (Würsig, 1979; Scott *et al.*, 1990; Weller, 1991, 1998). It has also been suggested that this increase may represent a social advantage (learning and/or training) or a tendency to calf protection, which represents the existence of social micro-nuclei within populations (Irvine *et al.*, 1981; Weller, 1991, 1998). This may occur in the study area, since nursing groups were larger; additionally, in spite of the individual interchange among groups, some dolphins remained relatively close to one another, since they were found on the same dates, even years after.

Calf proportion ranges from 2% to 6% in closed populations (Leatherwood and Reeves, 1983); in open populations it can be up to 14% (Irvine *et al.*, 1981; Espinosa, 1986; Caldwell, 1992; Weller, 1998). Based on calve proportion, San Quintín behaves as a semi-enclosed system. It is important to note that age classes can vary among studies; however, many authors recognize at least the three categories utilized in this study (Leatherwood and Reeves, 1983; Caldwell, 1992; Weller, 1998).

#### *Spatial distribution, area use and behavior*

It is well known that prey distribution is generally discontinuous along the shore (Defran *et al.*, 1999); for this reason dolphin distributions are discrete rather than homogeneous. Along the Pacific coasts, bottlenose dolphins are commonly found near estuaries, rocky shores and kelp beds (Ballance, 1992; Hanson and Defran, 1993; Tepper, 1996; Ward, 1998). It has been suggested that kelp beds and rocky shores present a wider variety of microhabitats, as well as refuge for fish; this explains why dolphins at San Quintín use zones with sandy substrate for feeding, possibly because their prey cannot hide when located over this bottom type (Würsig and Würsig, 1979; Tepper, 1996).

Zones with greater sighting numbers (and animals) can be considered to be preferred by the dolphins (Ross *et al.*, 1989)

### *Distribución espacial, uso del área y comportamiento*

Es conocido que la distribución de presas del tursión generalmente es discontinua a lo largo de la costa (Defran *et al.*, 1999); por este motivo la distribución de los tursiones tiende más a ser discreta que homogénea. En las costas del Pacífico los tursiones generalmente prefieren zonas estuarinas, ambientes rocosos y mantos de algas (Ballance, 1992; Hanson y Defran, 1993; Tepper, 1996; Ward, 1998). Se ha sugerido que los mantos de algas y las zonas rocosas presentan una mayor variedad de microhábitats, además de que proveen de refugio a los peces; esto explica que en San Quintín los delfines usan zonas arenosas para alimentarse, ya que posiblemente sus presas no pueden esconderse sobre este tipo de fondo (Würsig y Würsig, 1979; Tepper, 1996).

Se ha propuesto que las zonas con mayor número de avistamientos (y de animales) pueden ser consideradas como zonas preferidas (Ross *et al.*, 1989) y que este incremento puede relacionarse con la concentración de recursos alimentarios (Hui, 1985). En este trabajo las mayores frecuencias de avistamientos y comportamiento alimentario se observaron en las zonas A y C. No es inusual que esto suceda en dichas zonas debido a su cercanía con la boca de la Bahía San Quintín, la cual tiene una alta productividad (Álvarez-Borrego *et al.*, 1975); por ejemplo, Estrada-Ramírez (2002) reportó la presencia de tursiones en el interior de Bahía San Quintín y Morteo *et al.* (2002) encontraron que algunos de ellos se alimentan en esta zona y permanecen en el lugar por más de 2 h.

Cabe destacar la ausencia de avistamientos en la zona B, aún cuando ésta fue una de las más recorridas. En la zona B se encuentra la localidad de El Pabellón y en ella se concentra la mayor cantidad de lanchas de la flota pesquera local; el tránsito de lanchas (principalmente pangas) es frecuente en esta zona aunque a baja escala (Morteo, 2002). Se ha documentado la conducta evasiva de los tursiones hacia embarcaciones de todo tipo; sin embargo, los tursiones generalmente se habitúan a su presencia después de cierto tiempo (Irvine *et al.*, 1981; Ballance, 1992; Weller, 1998). La respuesta de éstos y otros cetáceos hacia las embarcaciones puede estar influenciada por una gran cantidad de variables, tales como la velocidad de la embarcación, el ángulo de acercamiento, el número de lanchas presentes, el espectro sónico emitido, la frecuencia audible de los animales, el tiempo de contacto, la profundidad de la zona, el tamaño y la composición de los grupos e incluso sus propias actividades (Richardson *et al.*, 1995; Allen y Read, 2000; Heckel *et al.*, 2001). Por lo tanto, la ausencia de avistamientos en la zona B podría implicar una tendencia a evitar el transitar en la zona B por periodos prolongados.

### *Distribución temporal a mediano y largo plazo*

Se han realizado una gran cantidad de estudios sobre los movimientos de los tursiones a lo largo del año y algunos de ellos muestran poblaciones residentes, aunque una pequeña proporción de los individuos tienden a aparecer y desaparecer durante ciertas épocas (Würsig, 1978; Schramm, 1993). Se ha

and this increase can be related to feeding supplies (Hui, 1985). In this study, greater sighting frequencies and feeding behavior were observed in zones A and C. It is not unusual for this to happen in those zones due to the proximity to the mouth of San Quintín Bay, which has a high productivity (Álvarez-Borrego *et al.*, 1975); for example, Estrada-Ramírez (2002) reported the presence of bottlenose dolphins inside San Quintín Bay and Morteo *et al.* (2002) found that some of these dolphins fed inside the bay for over 2 h.

It is also important to note the absence of sightings in zone B, even though it was one of the most surveyed. The locality of El Pabellón is situated in zone B and has the largest vessel fleet of the local fisheries; boat traffic (mainly pangas) is frequent but on a low scale (Morteo, 2002). Evasive behavior of bottlenose dolphins has been reported towards all kinds of vessels; however, dolphins generally habituate to their presence after a short time (Irvine *et al.*, 1981; Ballance, 1992; Weller, 1998). The response of these and other cetaceans to vessels can be influenced by a number of variables, such as vessel speed, approach angle, number, spectra of the sonic emissions, audible frequency of animals, time of contact, zone depth, size and composition of groups, and even their own activities (Richardson *et al.*, 1995; Allen and Read, 2000; Heckel *et al.*, 2001). Therefore, the absence of sightings in zone B could imply a trend to avoid transit in the zone for long periods.

### *Mid- and long-term temporal distribution*

A number of studies have documented the movements of bottlenose dolphins throughout the year and some show resident populations, although a small portion of individuals appear and disappear during some seasons (Würsig, 1978; Schramm, 1993). It has been suggested that permanence in some areas is mainly related to the stability of food supply through time (Wilson *et al.*, 1997); this could result in areas more suited for feeding and breeding activities (Irvine *et al.*, 1981) or to avoid predators (Scott *et al.*, 1990).

Bottlenose dolphins exhibited low site fidelity in the mid-term; in other words, most of these dolphins (72%) were captured only once, and those that returned to the area did so during short periods (mostly in summer). Therefore, it is possible that during the study period, San Quintín represented a pass zone for transient dolphins. This trend has been documented in other open systems (Ballance, 1992; Caldwell, 1992; Weller, 1998) and it is possible that this feature favors the individual interchange among schools, reinforcing genetic variability of populations (Irvine *et al.*, 1981; Scott *et al.*, 1990).

In this research, the time between surveys (approximately 30 days) implies low temporal continuity; therefore, the residence of dolphins is not conclusive. However, the study conducted by Caldwell (1992), which was more localized and intensive, showed the same trends, meaning that dolphins' movements are consistent in the mid- and long-term.

propuesto que la permanencia de los tursiones se relaciona principalmente con una estabilidad en la producción de recursos alimentarios a lo largo del tiempo (Wilson *et al.*, 1997), lo cual podría resultar en áreas más propicias para actividades de alimentación y reproducción (Irvine *et al.*, 1981) o para evitar a los depredadores (Scott *et al.*, 1990).

Los tursiones exhibieron una baja fidelidad al sitio a mediano plazo, es decir, la mayor parte (72%) se fotografiaron una sola vez y los que regresaron al área lo hicieron durante periodos cortos (principalmente en verano). Por tal motivo, es posible que durante el periodo de estudio San Quintín representara un área de paso para los tursiones. Esta tendencia ha sido reportada en otros sistemas abiertos (Ballance, 1992; Caldwell, 1992; Weller, 1998) y es posible que esta característica favorezca el intercambio de individuos entre las manadas, reforzando la variabilidad genética de las poblaciones (Irvine *et al.*, 1981; Scott *et al.*, 1990).

El intervalo de tiempo entre las navegaciones realizadas para la presente investigación (aproximadamente 30 días) implica una baja continuidad en la escala temporal, por lo que la determinación del tiempo de residencia de los tursiones no es concluyente. Sin embargo, el estudio de Caldwell (1992) fue más puntual e intensivo y mostró la misma tendencia, por lo cual los movimientos de los delfines son consistentes a mediano y largo plazo.

#### *Abundancia relativa*

En diversos estudios se ha observado que la abundancia relativa comúnmente se encuentra entre 0 y 3 delfines km<sup>-2</sup> (Ross *et al.*, 1989; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Barco *et al.*, 1999). Debido a las variaciones estacionales de las características oceanográficas (relacionadas principalmente con las surgencias), es posible que en efecto exista un aumento en la cantidad de animales durante el verano.

La presencia casi permanente de tursiones en el área (Morteo, 2002) y la alta tasa de animales nuevos, sugieren que la población de animales que frecuentan las costas de San Quintín es mayor que sólo los 220 animales identificados por Caldwell (1992) y este estudio. Sin embargo, es necesario realizar estudios detallados para estimar de manera precisa el tamaño de la población de delfines en San Quintín, ya que debido al bajo número de recapturas no fue posible utilizar algún modelo para la estimación de la abundancia.

#### **Agradecimientos**

Agradecemos a la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (ahora SEMARNAT) y al Instituto Nacional de Ecología (INE) las facilidades otorgadas a esta investigación (Permiso Pesca de Fomento No. 080699-231-03 y Of. No. DOO 02.-2481, respectivamente). Los mapas fueron elaborados con la ayuda de Tonatiuh Mendoza. Agradecemos también a los socios y voluntarios de ICMME, en especial a Gabriela Athié y Oscar Guzón, así como a los estudiantes del Laboratorio de Comportamiento de Cetáceos Aimeé Lang y

#### *Relative abundance*

Relative abundance has been commonly calculated between 0 and 3 dolphins km<sup>-2</sup> (Ross *et al.*, 1989; Heckel, 1992; Schramm, 1993; Barco *et al.*, 1999). Due to the seasonal variation of the oceanographic features (mainly related to upwellings), it is possible that there is in fact a larger number of animals during the summer.

The almost permanent presence of bottlenose dolphins in the area (Morteo, 2002), as well as the high rate of new animals suggest that the actual population inhabiting the San Quintín coasts is larger than just the 220 animals identified by Caldwell (1992) and in the present research. However, more detailed studies are necessary to estimate the population size of dolphins at San Quintín, since the use of mathematical models was not possible to assess the total abundance due to the low recapture rate.

#### **Acknowledgements**

We thank the Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (now SEMARNAT) and the Instituto Nacional de Ecología (INE) for the assistance granted to this research (Fisheries Permit No. 080699-231-03 and Of. No. DOO 02.-2481, respectively). Maps were developed with help from Tonatiuh Mendoza. We thank the members and volunteers of ICMME, especially Gabriela Athié and Oscar Guzón, as well as Aimeé Lang and Karine Viaud from the Cetacean Behavior Laboratory, for their great help during the field trips and lab work. We also thank Horacio de la Cueva and two other anonymous reviewers for their comments to this research.

English translation by the authors.

---

Karine Viaud, su ayuda durante el trabajo de campo y laboratorio. También agradecemos a Horacio de la Cueva y a otros dos revisores anónimos sus comentarios hacia este trabajo.

#### **Referencias**

- Allen, M.C. and Read, A. (2000). Habitat selection of foraging bottlenose dolphins in relation to boat density near Clearwater, Florida. *Mar. Mamm. Sci.*, 16: 815–24.
- Altman, J. (1974). Observational study of behavior sampling methods. *Behaviour*, 49: 227–67.
- Álvarez-Borrego, S., Ballesteros, G. y Chee, A. (1975). Estudio de algunas variables fisicoquímicas superficiales en la Bahía de San Quintín en verano, otoño e invierno. *Ciencias Marinas*, 2: 1–9.
- Ballance, L.T. (1992). Habitat use patterns and ranges of bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. *Mar. Mamm. Sci.*, 8: 262–74.
- Barco, S.G., Swingle, W.M., McLellan, W.A., Harris, R.N. and Pabst, D.A. (1999). Local abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the nearshore waters of Virginia Beach, Virginia. *Mar. Mamm. Sci.*, 15: 394–408.
- Caldwell, M.J. (1992). A comparison of bottlenose dolphins identified in San Quintín and the Southern California Bight. M.Sc. thesis, San Diego State University, San Diego, CA, USA, 58 pp.

- Defran, R.H., Shultz, G.M. and Weller, D.W. (1990). A technique for the photographic identification and cataloging of dorsal fins of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Rep. Int. Whal. Commn., 12: 53–55.
- Defran, R.H., Weller, D.W., Nelly, D.L and Espinosa, M.A. (1999). Range characteristics of Pacific coast bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Southern California Bight. Mar. Mamm. Sci., 15: 381–393.
- 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.
- Estrada-Ramírez, A. (2002). Avistamientos de ballena gris *Eschrichtius robustus* en la Bahía de San Quintín, Baja California. Resúmenes del Congreso Bahía San Quintín en el 2002. Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Investigaciones Oceanológicas - Facultad de Ciencias Marinas, 17 de abril, Ensenada, Baja California, México, p. 7.
- 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.
- Guzón, O. (2002). Distribución y movimientos del tursión (*Tursiops truncatus*) en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México, 156 pp.
- Hanson, M.T. and Defran, R.H. (1993). The behaviour and feeding ecology of the Pacific coast bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. Aqua. Mamm., 19: 127–142.
- Heckel, 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.
- Heckel, G., Reilly, S.B., Sumich, J.L and Espejel, I. (2001). The influence of whalewatching on the behavior of migrating gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Todos Santos Bay and surrounding waters, Baja California, Mexico. J. Cetacean Res. Manage., 3: 227–237.
- Hersh, S.L., Odell, D.K. and Asper, E.D. (1990). Bottlenose dolphin mortality patterns in the Indian/Banana River system of Florida. In: S. Leatherwood and R. Reeves (eds.), The Bottlenose Dolphin. Academic Press, San Diego, California, pp. 155–164.
- Hui, C.A. (1985). Undersea topography and the comparative distribution of two pelagic dolphins. Fish. Bull., 83: 472–75.
- Irvine, A.B., Scott, M.D., Wells, R.S. and Kaufmann, J.H. (1981). Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. Fish. Bull., 79: 671–688.
- Kruskal, J.B. and Wish, M. (1978). Multidimensional scaling. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences. Sage Publ., Beverly Hills, California, and London, pp. 7–11.
- Leatherwood, S. and Reeves, R.R. (1983). Abundance of bottlenose dolphins in Corpus Christi Bay and coastal southern Texas. Contrib. Mar. Sci., 26: 179–99.
- Leatherwood, S. and Reeves, R.R. (1990). The Bottlenose Dolphin. Academic Press, San Diego, California, 653 pp.
- Machlis, L., Dood, P.W.D. and Fentress, J.C. (1985). The pooling fallacy: Problems arising when individuals contribute more than one observation to the data set. Z. Tierpsychol., 68: 201–14.
- 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.
- Morteo, E., Olivera, L.D. y de la Cueva, H. (2002). Estudio prospectivo sobre el estado de *Tursiops truncatus* en la Bahía de San Quintín. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México, 23 pp.
- Neave, H.R. and Worthington, P.L. (1988). Distribution-free Tests. Unwin Hyman, London, 430 pp.
- Reilly, S.B. and 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.
- Richardson, W.J., Greene, C.G., Malme, C.I. and Thomson, D.H. (1995). Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego, California, 575 pp.
- Rosales-Casián, J.A. (1996). Ictiofauna de la Bahía de San Quintín, Baja California, México y su costa adyacente. Ciencias Marinas, 22: 443–58.
- Ross, G.J., Cockcroft, V.G., Melton, D.A. and Butterworths, D.S. (1989). Population estimates for bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in Natal and Transkei waters. Afr. J. Mar. Sci., 8: 119–29.
- Rosbach, K.A. and Herzing, D.L. (1999). Inshore and offshore bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) communities distinguished by association patterns near Grand Bahama Island, Bahamas. Can. J. Zool., 77: 581–92.
- Sandoval, A. (1987). Movimientos y comportamiento del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en la Bahía de Todos Santos, BC, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México, 100 pp.
- Schramm, Y. (1993). Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), en el sur de la Laguna de Tamiahua, Ver. y aguas adyacentes (Cetacea: Delphinidae). Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México, 174 pp.
- Scott, M.D., Wells, R.S., Irvine, A.B. and Mate, B. (1990). Tagging and marking studies on small cetaceans. In: S. Leatherwood and R. Reeves (eds.), The Bottlenose Dolphin, Academic Press, San Diego, California, pp. 489–513.
- Tepper, E.M. (1996). Feeding duration in the Pacific coast bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). M.Sc. thesis, San Diego State University, California, USA, 81 pp.
- Ward, B.G. (1998). Movement patterns and feeding ecology of the Pacific coast bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). M.Sc. thesis, San Diego State University, California, USA, 57 pp.
- Weller, D.W. (1991). The social ecology of Pacific coast bottlenose dolphins. M.Sc. thesis, San Diego State University, California, USA, 78 pp.
- Weller, D.W. (1998). Global and regional variation in the biology and behavior of bottlenose dolphins. Ph.D. thesis, University of Texas A&M, USA, 142 pp.
- Wilson, B., Thompson P.M. and Hammond P.S. (1997). Habitat use by bottlenose dolphins: Seasonal distribution and stratified movement patterns in the Moray Firth, Scotland. J. Appl. Ecol., 34: 1365–74.
- 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: 136–48.
- Würsig, B. and Würsig, M. (1979). Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the south Atlantic. Fish. Bull., 77: 399–412.