

90  
20j



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ECOLOGIA POBLACIONAL DE LAS TONINAS  
*Tursiops truncatus* EN LA COSTA DE  
TABASCO, MEXICO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G A**

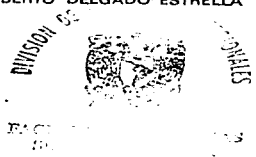
P R E S E N T A

**IRELIA LOPEZ HERNANDEZ**



DIRECTOR DE TESIS: DR. BERNARDO VILLA RAMIREZ  
CO-DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. ALBERTO DELGADO ESTRELLA

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN 1997**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
P r e s e n t e

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

"Ecología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus* en la costa de Tabasco, México"

realizado por Irelia López Hernández

con número de cuenta 8813367-4 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario

Dr. Bernardo Villa Ramírez

Propietario

M. en C. Alberto Delgado Estrella

Propietario

Biol. Mario Salinas Zacarías

Suplente

Dra. Elva Escobar Briones

Suplente

Biol. Ignacio Daniel González Mora

Comisario Departamental de Biología

M. en C. Alejandro Martínez Mena

DEPARTAMENTO  
DE BIOLOGÍA

*A mis padres*

*A Gisel*

*A Rubén*

*A las criaturas del océano*

## AGRADECIMIENTOS

Nuevamente agradezco infinitamente a mis padres por su cariño, por apoyarme en todo momento, por confiar en mí y por impulsarme a ser una profesionalista. A Gisel por ser la mejor amiga y por mantenerse siempre cerca aún en los momentos difíciles.

De manera muy especial y con gran cariño agradezco al Dr. Bernardo Villa por su apoyo, por tener tanta confianza en la juventud y por sus agradables conversaciones de tan variados temas. Por sus consejos constantes y la revisión del documento.

Una persona mas que ha sido clave en mi desarrollo en esta área es Alberto Delgado quien ha sido un amigo y un maestro. Su compromiso con la investigación de cetáceos me ha permitido mantenerme en estos estudios. Agradezco su colaboración y enseñanza en las salidas de campo, en el laboratorio y las múltiples revisiones y recomendaciones para el escrito de la tesis.

Las últimas correcciones al trabajo se hicieron gracias a la revisión y recomendación de los sinodales Dra. Elba Escobar, Biol. Mario Salinas y Biol. Ignacio Daniel González. El trabajo y disposición de los investigadores del Instituto de Física Dr. Javier Miranda, Dr. Eduardo Andrade y los Técnicos Académicos M. en C. Eustacio Pérez y Fis. Juan Carlos Pineda me permitieron obtener los resultados de los restos del delfín.

De manera muy especial y con un amor inmenso agradezco la presencia de Rubén en todo momento. Por su infinita paciencia, por su colaboración en cada una de las etapas de este trabajo, pero sobretudo por estar siempre cerca de mí, escucharme y ser un incomparable amigo y pareja.

Elizabeth Hernández, Elena Escatel y Laura Vázquez colaboraron en las salidas de campo. El Dr. Fernando Cervantes, la Dra. Consuelo Lorenzo y la Biol. Julieta Vargas me facilitaron el trabajo en el laboratorio de Mastozoología y me brindaron su apoyo y su amistad.

Una parte fundamental de este trabajo fue el apoyo financiero de la Empresa Convivencia en el Mar, S.A. de C.V. y en especial quisiera agradecer la confianza del Ing. Adán Zurbia y el interés que siempre ha demostrado por el estudio de los delfines en su medio natural.

El presenta trabajo es parte de los señores Luis Alfonso Contreras, Ángel León Jiménez y Vicente Segura, quienes con su amplio conocimiento del área, sus maniobras en la lancha y su disposición ayudaron a que nos acercáramos y trabajáramos con los delfines.

Mi gran amiga Libertad aún desde lejos me escuchó y se interesó por mantener una amistad. Hugo Hernández, Anthar, Sergio y Elahi López estuvieron siempre dispuestos a colaborar y ocupar un poco de su tiempo a ayudarme.

Este trabajo se realizó bajo el amparo del permiso de investigación número 1356 expedido por la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

## INDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Antecedentes.....	4
Objetivos.....	7
Área de estudio.....	8
Material y Métodos.....	12
Resultados	
Esfuerzo de observación.....	16
Abundancia relativa y valores de densidad.....	17
Distribución espacial.....	19
Abundancia de crías.....	22
Tamaño de grupo.....	24
Avistamientos relacionados con la actividad pesquera.....	26
Estimación poblacional y residencia de los grupos de toninas (Fotoidentificación).....	28
Comportamiento estacional.....	34
Interacción con otros grupos de animales.....	42
Incidencia de varamientos.....	42
Discusión	
Abundancia y distribución de delfines.....	44
Abundancia de crías.....	48
Tamaño de grupo.....	49
Relación con la actividad pesquera.....	50
Movimientos y patrones de residencia.....	52
Estimación poblacional.....	54
Comportamiento estacional.....	57
Interacción con otros grupos de animales.....	60
Varamientos.....	61
Conclusiones.....	64
Literatura citada.....	66
Apéndice 1.....	75
Apéndice 2.....	77

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Área de estudio.....	10
Figura 2.	Ubicación de transectos y área recorrida en la playa.....	15
Figura 3.	Localización de avistamientos registrados en el año de estudio.....	21
Figura 4.	Abundancia de crías.....	23
Figura 5.	Frecuencia de tamaños de grupo.....	24
Figura 6.	Curva de aparición de nuevos individuos identificados en cada salida.....	32
Figura 7.	Ubicación y movimiento de individuos recapturados.....	33
Figura 8.	Frecuencias generales de conductas.....	38
Figura 9.	Frecuencias de conductas por temporada.....	39
Figura 10.	Frecuencias de conductas con y sin relación con la pesca.....	41
Figura 11.	Variación anual de la temperatura.....	47

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Esfuerzo de observación.....	17
Cuadro 2.	Valores de abundancia relativa de toninas.....	19
Cuadro 3.	Porcentajes de avistamientos con crías.....	23
Cuadro 4.	Tamaños promedio de grupos.....	25
Cuadro 5.	Tamaño promedio de grupos con crías.....	26
Cuadro 6.	Porcentajes de avistamientos relacionados con la pesca.....	26
Cuadro 7.	Porcentajes de avistamientos con crías relacionados con la pesca.....	27
Cuadro 8.	Eficiencia de fotografía.....	28
Cuadro 9.	Individuos recapturados.....	29
Cuadro 10.	Estimación poblacional para poblaciones cerradas.....	30
Cuadro 11.	Estimación poblacional calculada a partir del área efectiva recorrida.....	30
Cuadro 12.	Estimación poblacional considerando el área de la franja recorrida.....	31
Cuadro 13.	Porcentajes de conductas registradas.....	37
Cuadro 14.	Porcentajes de conductas de avistamientos relacionados con la pesca.....	40
Cuadro 15.	Resultados del análisis de metales pesados en restos óseos.....	43

## RESUMEN

Se realizaron seis salidas de muestreo a la costa del estado de Tabasco, México en el periodo de mayo de 1996 a abril de 1997, con el objeto de determinar la condición poblacional de las toninas *Tursiops truncatus* en el área de estudio. Se realizaron navegaciones en la zona en embarcaciones con motor fuera de borda siguiendo transectos en zig-zag y se tomaron fotografías de las aletas dorsales de las toninas. Se recorrieron un total de 1000 km lineales (200 km<sup>2</sup>) obteniendo una densidad total de 1.2 del./km<sup>2</sup>. Se observaron 332 toninas en 32 transectos, con una distribución homogénea en el área. La abundancia de delfines por día (16.6) y delfines por hora (3.8) de observación presentó los valores mas altos en la temporada de secas sin representar diferencias estadísticas. Las crías constituyeron el 5.2% de los individuos observados con valores altos en secas (6.8%) y nortes (6.4%). El tamaño promedio general de grupo fue de  $10.4 \pm 11.2$  delfines, con un incremento en las agrupaciones cuando se presentaron crías ( $\bar{x} = 18.8 \pm 14.3$ ) y a la asociación con actividades pesqueras ( $\bar{x} = 14.2 \pm 9$ ). Se registraron siete actividades diferentes que, en orden descendente de frecuencias observadas, fueron: alimentación (30%), tránsito (28%), juego (14%), surféo (12%), conductas indeterminadas (8%), descanso y tránsito (4%). Se observan diferencias significativas de dichas actividades en las temporadas climáticas (secas, lluvias y nortes) y una tendencia de los grupos asociados con actividad pesquera a desarrollar mas frecuentemente conductas de alimentación en contraste con los grupos sin relación que ocupan el área para viajar. Se fotoidentificaron 223 animales que representa el 67% del total de toninas observadas. El 4% (9) de los animales presentaron recapturas. El tamaño promedio poblacional en esta zona es de 420 individuos aunque deben considerarse los valores para cada temporada.

Los valores de densidad y abundancia relativa se encuentran entre los datos registrados para otras áreas del norte y sur del Golfo de México. La costa de Tabasco es una zona de alimentación y tránsito constante. Una proporción reducida de la población puede considerarse residente estacional y por lo tanto, es muy posible que las toninas observadas formen parte de una población cuya área de distribución se extiende a lo largo de la costa sur del Golfo de México. Esta región presenta actualmente influencia de actividad pesquera, petrolera y cada vez mas de asentamientos humanos, que vale la pena evaluar para conocer el grado de perturbación que produce en la población.



## INTRODUCCIÓN

Los mamíferos marinos mejor estudiados en el mundo, son los delfines del Atlántico comúnmente llamados delfines nariz de botella o toninas, cuyo nombre científico es *Tursiops truncatus*. Desde poco antes de la mitad de siglo se les ha mantenido en cautiverio de donde se han obtenido suficientes datos acerca de su biología y comportamiento, sin embargo, en vida libre hasta hace pocos años se empezaron a realizar estudios de ecología. Los mamíferos marinos varados o capturados en las pesquerías han permitido obtener información importante (IUCN, 1988).

*Tursiops truncatus* es una especie cosmopolita, con excepción de los polos. Forma poblaciones en aguas oceánicas y costeras donde habita bahías, lagunas y pantanos a todo lo largo de las costas. Parecen preferir las áreas someras que les proporcionan protección y alimentación (Ballance, 1985).

En el Golfo de México, zona altamente productiva, habitan una variedad de especies de mamíferos marinos que incluyen a *Tursiops truncatus*. La parte sur del Golfo y en especial la Sonda de Campeche, presentan una dinámica de masas de agua tanto a nivel oceánico como continental (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988) que propicia la permanencia de grupos de toninas que encuentran protección y alimentación en el área durante todo el año (Delgado-Estrella, 1997).

La gran actividad pesquera y petrolera desarrollada en el Golfo de México a últimas fechas ha modificado el habitat de estas especies. En ambas costas mexicanas se tiene registro de la muerte incidental de toninas en redes agalleras y de camarón, sin embargo, al menos en el Golfo de México, no representa un problema serio para las poblaciones (Northridge, 1992). Por otro lado, se sabe que matan a las toninas para el uso de su carne como carnada en la pesca de tiburón sin existir hasta el momento un estudio enfocado a conocer la magnitud del problema (Gallo, 1986; Zavala-Hernández *et al.*, 1994).

Se sabe que la contaminación marina por la actividad petrolera afecta de diferentes maneras a las poblaciones de *Tursiops truncatus*, desde el ruido generado por el movimiento de las embarcaciones en las plataformas petroleras, hasta la descarga directa de petróleo y otras sustancias tóxicas (Wood y Van Vleet, 1996) que producen alteraciones en el sistema inmune y ADN de los animales (Pérez Cao, 1996).

Con excepción de la Laguna de Términos y algunas lagunas costeras del estado de Tabasco, no se ha realizado ningún estudio de los grados de contaminación, sin embargo la actividad petrolera que desde hace años se desarrolla en la zona y las descargas de contaminantes generados por actividad humana a través de los ríos, han generado un deterioro ambiental (Barrón, 1991).

#### Aspectos biológicos de la especie

*Tursiops truncatus* comúnmente llamado tonina, buefo o delfín nariz de botella según la región (Delgado Estrella, 1991), es un animal de cuerpo robusto adelgazándose entre la aleta dorsal y el pedúnculo caudal, presenta un rostro cónico, corto y grueso con la mandíbula que sobresale ligeramente de la maxila. Su tamaño varía de entre 2.4 - 4.2 m y su peso promedio es de 200 kg, con un máximo de 650 kg. Presenta una coloración gris claro a negro grisáceo en el dorso y blanca o rosada en la parte ventral. La aleta dorsal es triangular, falcada ligeramente hacia atrás con base ancha y en el pedúnculo caudal se presenta una quilla moderada (Leatherwood y Reeves, 1983).

Las crías son ligeramente azulosas, con una línea clara desde la aleta pectoral hasta el ojo y en individuos adultos, aparecen algunas motas en el vientre y pueden presentar una mancha blanca en la punta de la mandíbula (Leatherwood y Reeves, 1983).

Las poblaciones de toninas forman unidades sociales permanentes, que se distribuyen dentro de ámbitos hogareños, los cuales se definen como áreas regulares usadas de manera individual o grupal para realizar sus actividades cotidianas. Dichas asociaciones se basan, entre otros factores, en la edad y sexo de los individuos. Sus movimientos diarios y estacionales parecen estar determinados por sus necesidades de protección en el momento de la reproducción y por los movimientos del alimento que consumen (Shane *et al.*, 1986).

Esta especie muestra un carácter oportunista en su alimentación y desarrolla una variedad de patrones de comportamiento, entre los que se señalan las relaciones con actividad pesquera, formación en círculo y lineales con cooperación entre grupos y alimentación de manera individual (Shane *et al.*, 1986).

Dentro del comportamiento reproductivo, se describe a la especie como promiscua y de sistema poliginico. Los machos maduran sexualmente a los 13 años y longitud de 2.5 - 2.60 m y las hembras a los 12 años entre 2.2 - 2.4 m (Sergeant *et al.*, 1973). El periodo de gestación es aproximadamente de un año con un periodo de lactancia de 12 a 18 meses. Se ha sugerido que los partos ocurren en intervalos de dos años. Las crías al nacer miden entre 0.98 - 1.26 m, y permanecen con sus madres de tres a seis años (Mead y Potter, 1990). La actividad reproductiva se presentan durante todo el año mostrando generalmente mayor incidencia en una o dos épocas del año, que varía de un área a otra (Shane *et al.*, 1986).

Las actividades de juego, reproducción y de alimentación parecen tener patrones y horarios establecidos durante el día y en ocasiones, a través del año (Shane *et al.*, 1986).

## ANTECEDENTES

Los primeros estudios realizados sobre la biología de los delfines *Tursiops truncatus* se basan en observaciones de cautiverio, sobre todo aspectos fisiológicos y de comportamiento.

Posiblemente los primeros registros de la historia de vida de las toninas en su ambiente natural corresponden a pescadores en diversas regiones. Posteriormente, a mediados de este siglo, se realizan los primeros estudios de delfines en su medio natural. Estos se restringen a observaciones oportunistas y de corta duración que se incrementan notablemente a partir de los años setenta conformados como investigaciones a largo plazo. Se generan entonces estudios sobre los movimientos diarios y estacionales de las toninas y sus relaciones con las actividades pesqueras (Shane *et al.*, 1986; Delgado-Estrella, 1996; Ortega Ortíz, 1996).

El tamaño de grupo, composición y estabilidad social, así como el comportamiento de las toninas se conoce en forma detallada de los estudios realizados en las costas argentinas (Würsig, 1978).

Numerosos estudios acerca de la biología general de *Tursiops truncatus*, provienen de las costas de Florida (Odell, 1975; Irvine *et al.*, 1981; Leatherwood *et al.*, 1978; Leatherwood y Reeves, 1982; Ross *et al.*, 1988) y otros más se han realizado en las costas de Texas, (Shane, 1980; Gruber, 1981; Barham *et al.*, 1980).

Shane *et al.*, (1986) realizaron una revisión general de *Tursiops truncatus* con respecto a su agrupación social, movimientos diarios y estacionales, patrones de comportamiento, depredación e interacción hombre-delfín.

En costas mexicanas del Océano Pacífico, se han realizado estudios para determinar las áreas de acción de las toninas en Bahía Kino, Sonora (Ballance, 1985); en el sistema Topolobampo-Ohuira, Sinaloa (De la Parra y Galván, 1985), quienes obtuvieron la estimación del número de individuos. Zenteno (1986) describió la abundancia y distribución de las toninas en Bahía Magdalena, Baja California Sur.

El área mejor muestreada en las costas mexicanas del Golfo de México, es la Laguna de Términos con estudios que se continúan hasta la fecha (Gallo, 1988; Holmgren, 1988; Delgado-Estrella, 1991; Escatel-Luna, en preparación). Se realizaron también algunas estimaciones poblacionales en la Laguna de Alvarado y Tamiahua, Veracruz (Aguayo *et al.*, 1991; Heckel, 1992; Schramm, 1993).

La información de avistamientos de toninas es escasa en el estado de Tabasco. Alvarez *et al.*, (1991) hicieron un conteo de toninas en el área circundante a la Laguna de Mecacoacán y Delgado-Estrella y Pérez-Cortés (1993) realizaron una estimación poblacional para el mes de agosto en la zona de Dos Bocas. En esta misma región Delgado-Estrella (1994) registró varios avistamientos del delfín de dientes rugosos *Steno bredanensis* en asociación con un grupo de *Tursiops truncatus*.

La pesca de diferentes especies de peces y de camarón son actividades importantes a las que se han tenido que adaptar las agrupaciones de toninas en el área de la Sonda de Campeche. Gruber (1981) describe con detalle la asociación con la pesca en la costa de Texas y reconoce la existencia de ajustes del comportamiento de las toninas para aprovechar los recursos generados de la pesca. Una descripción similar hace Delgado-Estrella (1997) para las poblaciones de *Tursiops truncatus* y *Stenella frontalis* que se asocian con los barcos camaroneros en mar abierto en la Sonda de Campeche.

La pesca de camarón en el estado de Tabasco se realiza muy cerca de la costa, desde aproximadamente 100 m y hacia mar abierto en los meses de abril y hasta el mes de julio, además, durante todo el año se utilizan redes agalleras para la pesca de diversas especies de peces.

La población de toninas que habita la costa de Tabasco debe, por lo tanto, presentar una condición poblacional semejante a los grupos de toninas de otras regiones, especialmente con aquellas de sistemas marinos abiertos con incidencia importante de la actividad pesquera.

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

- Determinar la condición poblacionales de las toninas *Tursiops truncatus*, en la costa de Tabasco.

### Objetivos particulares:

- Realizar una estimación de la población en el área.
- Estimar la abundancia relativa.
- Determinar la distribución espacial y temporal.
- Establecer el comportamiento estacional.
- Determinar el porcentaje de crías a lo largo del año.
- Observar la formación de grupos sociales y su variación estacional.
- Determinar el grado de residencia de la toninas en el área de estudio.
- Observar las interacciones de las toninas con aves u otros mamíferos y describir las actividades en las cuales se presentan.
- Detectar la incidencia de varamientos y causas probables de muerte.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en la parte oriental del estado de Tabasco, que abarca desde la Barra de Dos Bocas, cerca de la Laguna de Mecocacán, al este, hasta la desembocadura del Río Grijalva-Usumacinta al oeste en la Sonda de Campeche. Se ubica entre los 18° 40' y 18° 25' latitud norte y 93° 15' y 92° 40' longitud oeste (Fig. 1).

En el área de estudio se localizan las desembocaduras de los Ríos Grijalva-Usumacinta y González y la boca de la Laguna de Mecocacán con grandes aportes de agua dulce, sobre todo para el primer caso. El Río Grijalva nace en Guatemala y a la altura de Tres Brazos, se junta con el Río Usumacinta y desembocan juntos en el Golfo de México en el poblado de Frontera. La descarga del río se considera la segunda más importante después del Río Mississippi en América del Norte. Tiene una escurrentía de  $83\ 883 \times 10^6 \text{ m}^3$  (Comisión Nacional de Ecología) con una gran descarga de materiales terrígenos y materia orgánica (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988).

El Río González en su parte terminal, denominada como Barra de Chiltepec, por su cercanía al poblado del mismo nombre, alcanza una profundidad de hasta siete metros y es una zona importante por su producción de ictiofauna caracterizada por especies alóctonas que ingresan a la barra en busca de alimento, área de crianza, desove y crecimiento (Páramo, 1982).

El Río González se comunica, a través del Río Escarbada, a la Laguna Mecocacán. Esta se abre permanentemente al mar a través de la Barra de Dos Bocas. Tiene un área aproximada de 5,168 ha, con una profundidad promedio de un metro. El canal de acceso presenta algunos tramos con profundidad de hasta ocho metros. Presenta una salinidad entre 1.3-14 ‰ y la temperatura superficial del agua varía de 24.1-30.2 °C (Contreras, 1988).

Esta zona, se encuentra bajo la influencia de la corriente del Lazo que entra al Golfo por el Canal de Yucatán, que al paso por la cuenca del Golfo va formando anillos que se desplazan al interior con circulación anticiclónica generando movimientos en sentido contrario constituyéndose remolinos ciclónicos. La corriente presenta una velocidad máxima en verano y una mínima en invierno (Pica *et al.*, 1991).

La zona presenta un clima dominante Amw, cálido subhúmedo (García, 1973), la temperatura anual promedio supera los 26°C y la precipitación varía entre los 1,100 y 2,000 mm.

Los vientos predominantes de la región son E-SE en marzo-abril hasta agosto-septiembre y N-NW de octubre a febrero caracterizando la época de "nortes". Las lluvias se presentan de junio a octubre y la época de secas de febrero a mayo. Para la Sonda de Campeche, presenta una variación de temperatura y salinidad moderada, con un rango de 33 a 38 ppm y de 20° a 30°C respectivamente, dependiendo de la época climática (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988).

El área es somera con fondos conformados por arena limosas-terrigenas a cada lado del río. Sobre la plataforma continental de Tabasco, se detecta una zona de arenas gruesas terrigenas. Sobre el talud continental hacia mar profundo se localizan sedimentos lodosos. El contenido de carbonatos es de 25% (Pica, *et. al.*, 1991).

La diversidad mayor de peces en la Sonda de Campeche se registra en la época de "nortes" asociado al incremento de la productividad primaria en época de lluvias, cuyos efectos se manifiestan a finales de ésta y comienzos de "nortes". La biomasa muestra los niveles más altos en estas épocas debido a la máxima descarga de los ríos y altos niveles de nutrientes (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988).

Se ha generado poca información sobre la productividad del área y la descripción y temporalidad de la ictiofauna. Los estudios realizados sobre las lagunas costeras del estado han identificado una alta heterogeneidad en tiempo y espacio de la productividad planctónica, siendo la salinidad el factor que la determina. La laguna de Mecocacán se define como medianamente productiva (Santoyo y Signoret, 1981).



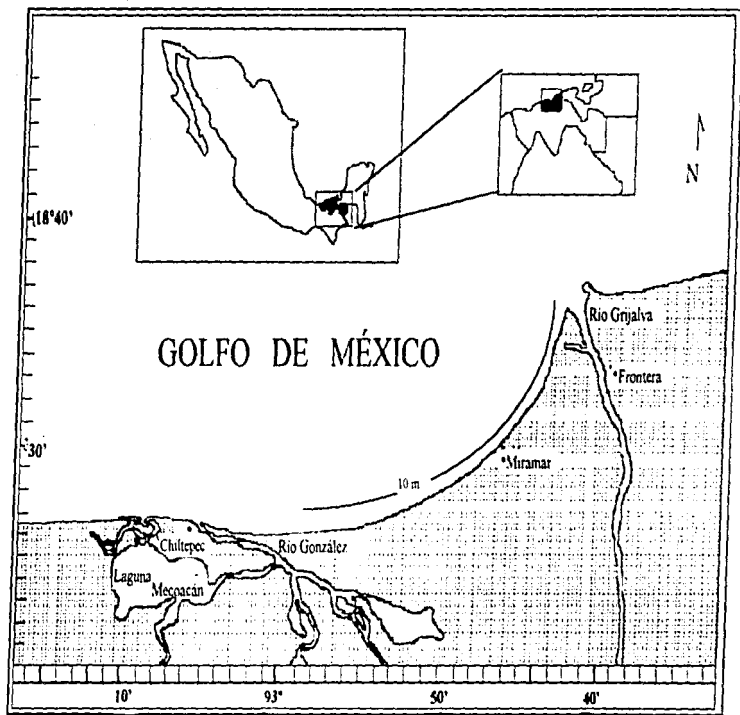


Figura 1. Área de estudio.

Para esta zona las poblaciones de peces son especies de áreas de alta turbidez, elevada descarga de aguas estuarinas, sedimentos limo-arcillosos y ausencia de vegetación (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988). Según Chávez (1970), el robalo, el bobo, el cazón y el tiburón son las especies de mayor volumen para la pesca de la Boca del Río Grijalva-Usumacinta, incluyendo en menor grado chucumite, sierra, cherna, lisa y jurel. Páramo (1982) encontró que la mojarra (*Cichlasoma* sp.) y bagre (*Cathorops* sp.) son las especies más abundantes cerca de la desembocadura del Río González y por otro lado, Contreras (1988) menciona a la liseta (*Mugil* sp.), robalo (*Centropomus* sp.), mojarra de mar (Familia: Gerridae), sábalo (*Tarpon* sp.) y pámpano (*Trachinotus* sp.) como especies comercialmente importantes cerca de la Laguna de Mecocacán y Barra de Chiltepec. Algunas de estas especies son alimento de las toninas que ingieren en menor o mayor cantidad dependiendo de su abundancia y de las preferencias de los animales.

Otros estudios en las lagunas de Mecocacán y La Machona determinan que la zona presenta contaminación incipiente de tipo crónico (Botello *et al.*, 1981) y los problemas son por contaminación fecal (Bañuelos, 1982), contaminación por hidrocarburos y vibrios en sedimento y ostiones (CECODES, 1981) reconociéndose así mismo, concentraciones elevadas de organoclorados (Salas, 1986).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron seis salidas de trabajo de campo a lo largo de un año de estudio, de mayo de 1996 a abril de 1997, cubriendo cada temporada (secas, lluvias y nortes) con dos muestreos. Los meses de mayo de '96 y abril de '97 se consideraron para la época de secas, julio y septiembre '96 temporada de lluvias y diciembre '96 y febrero/marzo '97 para nortes. Las observaciones se realizaron por recorridos en lancha con motor fuera de borda de 45 y 75 H.P., trabajando por cinco o seis horas diarias durante cuatro días en los dos primeros meses y tres días en el resto de las salidas. A bordo de la lancha participaron dos observadores y un anotador.

Para determinar la abundancia y distribución de los grupos de toninas, se realizaron recorridos a lo largo de la costa de acuerdo con el método de transectos lineales estratificados (Fig. 2) (Hammond, 1986; Buckland, 1987) siguiendo un rumbo fijo a una velocidad aproximada de 10 nudos con un ancho de banda de observación de 100 m a cada lado de la lancha y un ángulo de observación de 180° (Ortega-Ortiz, 1996; Delgado-Estrella, 1996). Se siguió un sistema de rotación entre las tres personas, cambiando de posición al inicio de cada transecto con duración aproximada de 30 min. Los observadores fueron los mismos en cinco de las seis salidas para evitar sesgos en las observaciones.

El anotador en turno, con el apoyo de un GPS (Posicionador Geográfico por Satélite) indicó al lanchero el rumbo y velocidad de la lancha registrando estos datos, además de la nubosidad (cobertura del cielo), temperatura superficial del agua (con un termómetro de cubeta) y condición del mar (en escala Beaufort) al inicio y término de cada transecto.

El área total de estudio se repartió en los tres o cuatro días de muestreo, haciendo observaciones en el mismo lugar una sola vez en cada ocasión. Sin embargo, dado que había que trasladarse al punto de partida, en una misma salida se transitó por el mismo lugar varias veces sin considerar esa distancia como transecto. Los avistamientos que se registraron fuera de transecto no se tomaron en cuenta para el cálculo de abundancias relativas, pero sí para obtener los promedios de grupo, porcentaje de crías y actividades.

El esfuerzo de observación se calculó en días y horas de observación y en kilómetros lineales y cuadrados, recorridos en transecto. Para calcular las horas de esfuerzo, se tomó en cuenta el tiempo invertido en la observación durante los transectos y el que se ocupó cada día para ubicarse en el inicio de cada transecto y del punto terminal al lugar de salida de la lancha, que fue siempre la boca del río González.

Al observar un grupo de toninas se suspendía el transecto para tomar los datos completos del avistamiento. Se registró el número de animales, composición de grupo (adultos y crías) y posición geográfica del avistamiento, comportamiento al primer contacto visual y al sentir la presencia de la lancha y las posibles asociaciones con otros grupos de animales (aves u otras especies de mamíferos marinos). Para registrar las conductas se tomaron en cuenta las siguientes categorías observadas por Shane *et al.*, (1986) y Delgado-Estrella (1996): alimentación, juego, surfteo (deslizamiento en las olas), cortejo, tránsito y aquella conducta que no fue posible determinar se registró como indeterminada. Se anotaron además las condiciones ambientales ya mencionadas, además de la profundidad (profundímetro digital CASIO).

En cada avistamiento de delfines se tomaron fotografías de las aletas dorsales de las toninas con dos cámaras reflex de 35 mm con película blanco y negro ASA 400, usando lentes de acercamiento de entre 200 y 400 mm. Por medio del método de fotoidentificación, se diferenciaron los individuos aprovechando las marcas naturales y así obtener capturas y recapturas visuales de los animales y realizar una estimación poblacional (Würsig y Jefferson, 1990 y Defran *et al.*, 1990). Con las fotografías se determinó la posible residencia temporal de los animales recapturados y se calculó la velocidad de movimiento de los grupos que se observaron dos veces durante el mismo día.

En los avistamientos observados dentro y fuera de transecto, se tomaron tantas fotografías como fuera necesario hasta que se consideró que se habían capturado todos los animales o hasta que se hubiera perdido de vista el grupo.

Se catalogaron las fotografías de las aletas dorsales de los individuos identificados utilizando la siguiente clave: TT (especie *Tursiops truncatus*) TA (área de estudio - TABasco) y tres dígitos para señalar el número de individuo (por ejemplo: TTTA-000).

Dadas las malas condiciones del tiempo en la época de nortes, en el mes de febrero de 1997, al primer día de muestreo, se tuvo que suspender el trabajo de campo. En el mes de marzo se regresó a la zona de estudio para hacer la observación del área faltante y se consideraron estos dos periodos como una sola salida para la época de nortes.

Se usaron pruebas estadísticas no paramétricas para determinar la diferencia estacional en las frecuencias de las actividades observadas (Prueba de Friedman), pruebas de independencia como la "chi-cuadrada" para los valores de tamaños de grupo y análisis de varianza, con un solo criterio de clasificación por rangos de Kruskal-Wallis, para los valores de esfuerzo de observación, abundancia relativa y densidad (Noether, 1976; Daniel, 1990). La estimación poblacional se calculó con el modelo para poblaciones abiertas de Jolly-Seber y modelos para estimación de poblaciones cerradas (Delgado-Estrella, 1996; Ortega-Ortiz, 1996) (Apéndice 1).

Adicionalmente se realizaron recorridos a pie por la playa (Fig. 2) a lo largo de la costa en busca de animales varados. Al encontrar el ejemplar se registró la posición geográfica, el grado de descomposición y las partes óseas que se colectaron. Las muestras recogidas se analizaron con el método de Pixe para determinación de metales pesados (Miranda, 1991) en el Instituto de Física de la UNAM, para conocer las concentraciones de estos contaminantes en el animal y evaluar sus repercusiones en su estado de salud. No se hicieron otros análisis sobre presencia de patógenos como virus, bacterias o parásitos porque no se encontró ningún tejido o vísceras de donde obtener muestras.

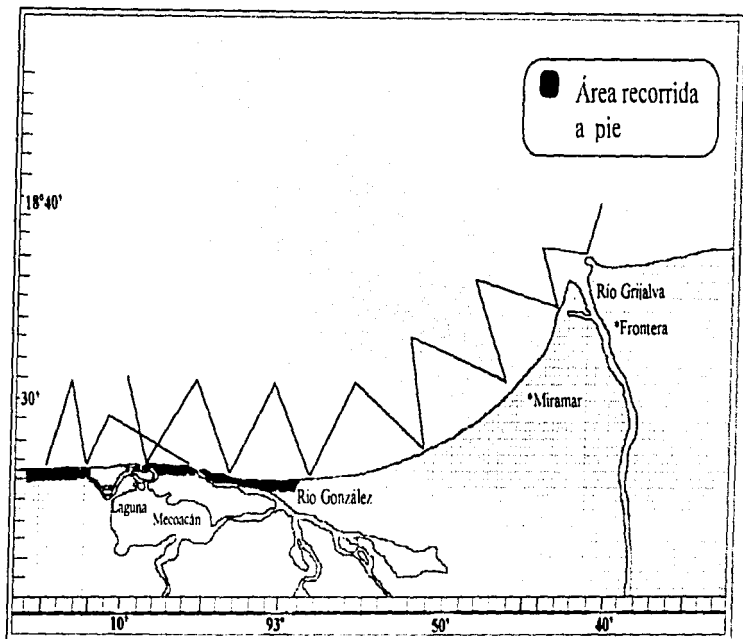


Figura 2. Ubicación de transectos y área recorrida en la playa.

## RESULTADOS

### Esfuerzo de observación

Se trabajó durante 20 días en el área de estudio y se realizaron 119 transectos con un promedio de 20 transectos por salida dando un total de 1,000.2 km recorridos. No se encontraron diferencias significativas en el número de km recorridos por cada salida ni para cada temporada ( $H - 0 p > 0.05$ ) (Cuadro 1). En lluvias se recorrieron 310.1 km (31.0%), en secas 335.5 km (33.5%) y en nortes 354.6 km (35%). El área total recorrida fue de 200.1 km<sup>2</sup> tomando en cuenta que el ancho de banda de observación fue siempre de 200 m aproximadamente. Se calculó también el área de la franja rectangular de terreno donde se realizaron los transectos, que fue de 482 km<sup>2</sup>.

El tiempo de esfuerzo de observación fue de 86.9 horas, los meses de lluvias cubrieron un 35.7% del total de horas observadas, los de secas 35% y los de norte 29.1%. (Cuadro 1). No se encontraron diferencias significativas para este caso ( $H = 2 p > 0.05$ ).

Durante la mayoría de las horas de observación el estado del mar estimado en Beaufort fue de uno, excepto en julio que varió de 1 a 3 y en febrero que incluso se suspendieron las observaciones por mal tiempo. El área se caracteriza por presentar profundidades de hasta 26 m a poca distancia de la costa (cinco km); por tal razón, generalmente durante las observaciones se trabajó con marejada de fondo que dificultaba un poco la navegación y en ocasiones la toma de fotografías. La cobertura del cielo por nubes varió de 30 a 70% y solo unas horas, un día, del mes de diciembre se presentó llovizna durante los transectos.

**CUADRO 1. Esfuerzo de observación en distancia y tiempo, durante el estudio.**

Mes	km (lineales)	km <sup>2</sup> (área)	No. transectos	Esfuerzo (hr.)
abril '97	185.5	37.3	20	15.0
mayo '96	150.0	30.0	20	15.5
julio '96	154.6	30.9	23	19.0
sept. '96	155.5	31.1	20	12.1
dic. '96	141.2	28.24	18	11.0
feb/mar '97	213.4	42.6	18	14.3
TOTAL	1000.2	200.1	119	86.9

Estación	km (lineales)	km <sup>2</sup> (área)	No. transectos	Esfuerzo (hr.)
secas	335.5	67.3	40	30.5
lluvias	310.1	62.0	43	31.1
nortes	354.6	70.8	36	25.3

### **Abundancia relativa y valores de densidad**

Durante el año de estudio se observaron 32 grupos de delfines con un total de 332 toninas.

La temporada en la que se registró un mayor número de avistamientos fue en secas, seguida por la de lluvias y finalmente la de nortes, siguiendo el mismo patrón en el número total de animales observados en cada una. Para la época de secas se registraron 132 delfines en 14 avistamientos, para lluvias 123 en 10 avistamientos y en nortes 77 individuos en ocho avistamientos.

Se calcularon valores de abundancia relativa a las horas y días de observación (Cuadro 2). El valor general fue de 3.8 delf./hr y 16.6 delf./día. Los valores más altos para los dos casos fueron los de la temporada de secas siendo para cada uno de 4.3 delf./hr y 18.8 delf./día y los más bajos los de la época de nortes de 3.04 delf./hr y 12.8 delf./día. Tomando en cuenta los resultados mensuales, en julio se presentó la mayor abundancia de toninas (5.6 delf./hr y 26.7 delf./día), que están por encima, incluso, de los valores generales y por temporada.



La menor abundancia relativa se obtuvo en el mes de diciembre (0.09 delf./hr y 0.3 delf./día).

Se aplicó una prueba estadística de Kruskal-Wallis y se obtuvo que entre los valores de abundancia de delfines por horas de observación no hay diferencias significativas ( $H = 0.28$   $p > 0.05$ ) a lo largo del año. Tampoco hay diferencia en cuanto al número de toninas por día de observación ( $H = 0.28$   $p > 0.05$ ), sin embargo hay una tendencia a aumentar en época de secas seguido por lluvias.

Para obtener los valores de densidad (delf./km<sup>2</sup>) se tomaron en cuenta únicamente aquellos avistamientos que se hubieran registrado en la línea de transecto (Apéndice 2) y dentro del ancho de banda de observación (hasta 100 m y 90° a cada lado de la lancha); del total de avistamientos, 22 grupos (68.7%) cumplieron estas condiciones.

El valor de densidad general calculado para el área y año de estudio es de 1.2 delf./Km<sup>2</sup> (Cuadro 2). Las temporadas de secas y lluvias presentaron los valores más altos con 1.6 y 1.1 delf./km<sup>2</sup> respectivamente. Para secas hay una diferencia considerable de casi el doble, respecto al valor de densidad obtenido para la época de nortes que fue de 1.0 delf./km<sup>2</sup>.

Aunque en la temporada de secas se registró el número más alto de toninas, el registro mayor, durante todo el estudio, se tuvo en el mes de julio (temporada de lluvias), que contrastó con el total de animales del mes de septiembre (segundo muestreo de lluvias) que fue de los más bajos, igual que su valor de densidad correspondiente.

La diferencia entre los valores de densidad de los meses de nortes fue grande dado que en diciembre no se registraron animales sobre los transectos de observación. Por lo tanto, la densidad para nortes fue baja, sin embargo no muy distinta del valor para la temporada de lluvias. El análisis estadístico de Kruskal-Wallis no mostró diferencia significativa en la densidad de toninas (delf./km<sup>2</sup>) a lo largo del año ( $H = 1.14$   $p > 0.05$ ).

Como se muestra en el Cuadro 2, los valores calculados para el mes de diciembre resultaron muy bajos. Se hicieron cálculos estadísticos con la prueba de Kruskal-Wallis sin considerar esos datos y se corroboró que no hay diferencias significativas ni entre los meses de estudio ni entre cada temporada para la

abundancia de delfines por hora ( $H = 0.6$   $p > 0.05$ ), por día ( $H = 0.06$   $p > 0.05$ ) y densidad ( $H = 0.4$   $p > 0.05$ ) a lo largo del año.

CUADRO 2. Valores de abundancia relativa de toninas en el área.

Mes	No. avistamientos	No. total toninas	Toninas en transecto	Densidad (delf./km <sup>2</sup> )	(delf./hr)	(delf./día)
abril '97	8	68	69	1.8	4.6	22.6
mayo '96	6	64	43	1.4	4.1	16.0
julio '96	8	107	53	1.7	5.6	26.7
sept. '96	2	16	16	0.51	1.3	5.3
dic. '96	1	1	0	0.0	0.09	0.3
feb/mar '97	7	76	71	1.6	5.3	25.3

Estación	Total avistamientos	No. total toninas	Toninas en transecto	Densidad (delf./km <sup>2</sup> )	(delf./hr)	(delf./día)
secas	14	132	112	1.6	4.3	18.8
lluvias	10	123	69	1.1	3.9	17.5
nortes	8	77	71	1.0	3.04	12.8
TOTAL	32	332	252	1.2	3.8	16.6

### Distribución espacial

La mayor incidencia de avistamientos se registró en el área comprendida entre seis km al este de la desembocadura del Río González y la barra de Dos Bocas, sin embargo, se observaron grupos de toninas a lo largo de toda el área de estudio, con excepción de la desembocadura del Río Grijalva-Usumacinta (Figura 3). Los grupos de toninas se encontraron de manera general, cercanos a la línea de costa desde 100 m de distancia hasta ocho km aproximadamente mar adentro. En el mes de diciembre se registró una tonina saliendo del Río González por el lado oeste de la desembocadura, lo que indica que en algunas ocasiones los animales se internan en el río seguramente en busca de alimento.

La mayoría de los grupos se observaron en un área con profundidades de entre 13 y 26 m, aunque se registraron profundidades menores de 10 m en los avistamientos más cercanos a la costa ( $\bar{x} = 17.5 \pm 5.6$ ). La profundidad menor fue de tres metros en la desembocadura del Río González.

Los grupos de toninas se distribuyeron indistintamente a lo largo del área de estudio en las diferentes épocas del año. Tampoco se observaron preferencias de los animales por desarrollar actividades específicas en áreas particulares.

Los registros de avistamientos con crías se distribuyen también a todo lo largo del área de estudio, desde el grupo que se observó más cercano a la desembocadura del Río Grijalva-Usumacinta hasta frente a la Boca de la Laguna de Mecoacán. Sin embargo, se observó una concentración de grupos con crías frente a la desembocadura del Río González (el 50% del total de avistamientos). Por otro lado todos los grupos con crías se encuentran entre los avistamientos más alejados de la costa (al menos a cinco km de distancia) y por lo tanto los de mayor profundidad (Figura 3).

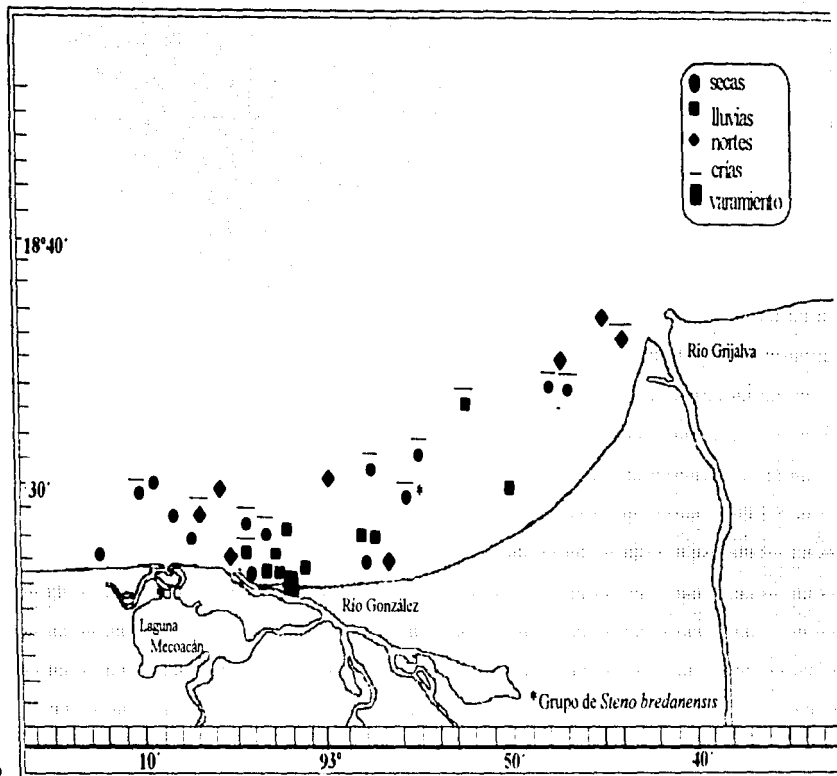


Figura 3. Localización de avistamientos en el año de estudio.

### Abundancia de crías

De los 32 avistamientos, en 12 de ellos se registraron crías (37.5%). El mes de mayo de '96 presentó el mayor porcentaje de los avistamientos con crías (83.3%) y en los meses de septiembre y diciembre de '96 sólo se registraron animales jóvenes y adultos (Cuadro 3).

Del total de animales observados en todo el estudio, las crías representaron el 5.2%. El mayor porcentaje se registró en el mes de mayo con 8.9% y septiembre y diciembre sin crías. Considerando la abundancia de crías por época del año, el mayor porcentaje se presentó en los meses de secas con un 6.8%, seguido de nortes con 6.4% y lluvias con 2.4% (Cuadro 3).

Se realizó una prueba de "chi-cuadrada" la cual no arrojó diferencias significativas en el número de crías a lo largo del año ( $\chi^2=9.89$   $p > 0.05$ ) aunque sí se presentaron dos picos de abundancia, en la temporada de secas y de nortes, con una tendencia a aumentar en el mes de mayo (Figura 4).

Entre las crías, algunas de ellas eran notablemente pequeñas, con los pliegues fetales aún evidentes, salían a respirar constantemente y lo hacían a manera de saltos. A estos individuos se les consideró como neonatos y de las 17 crías observadas representaron un 29.4% (seis neonatos), con mayor abundancia a finales de la época de nortes. Estos resultados permiten señalar que, a pesar de que durante todo el año se pueden observar crías, a partir de febrero y marzo empiezan a nacer los individuos y en época de secas se presenta el pico de abundancia (Figura 4).

Generalmente en cada grupo se registró sólo una cría, en dos grupos se contaron dos y en el grupo más grande de todo el estudio (50 individuos) durante la época de nortes, se observaron cuatro de ellas (8%), dos de las cuales se identificaron como neonatos (Apéndice 2).

CUADRO 3. Porcentaje de avistamientos con crías.

Mes	Estación	No. Avists.	No. toninas	Avists c/rias (%)	No. crías (%)	
					por mes	por temporada
abril '97	secas	8	68	3 (37.5)	3 (4.4)	9 (6.8)
mayo '96		6	64	5 (83.3)	6 (8.9)	
julio '96		8	107	2 (25.0)	3 (2.8)	
sept. '96	lluvias	2	16	-	-	3 (2.4)
dic. '96		1	1	-	-	
feb/mar '97		7	76	2 (28.5)	5 (6.5)	5 (6.4)
TOTAL	nortes	32	332	12 (37.5)	17 (5.2)	

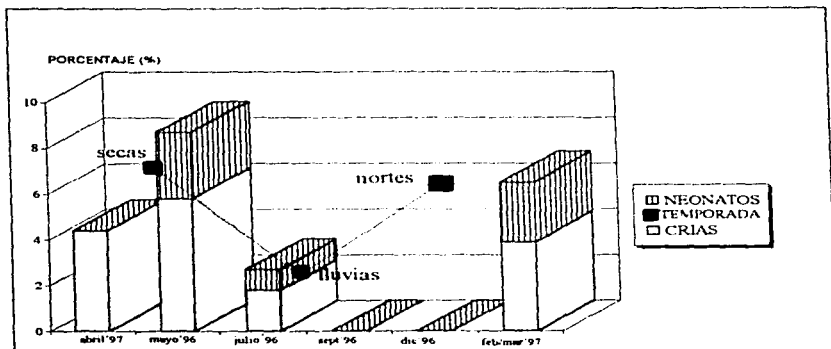


Figura 4. Abundancia mensual y temporal de crías

### Tamaño de grupo

El tamaño promedio general de grupo durante el estudio fue de  $10.4 \pm 11.2$  individuos. La desviación estandar indica que hay mucha variación de agrupamiento desde animales solitarios hasta grupos de 40 y 50 toninas. La moda fue de cinco y también son comunes las agrupaciones de 1, 4, 7 y 15 animales (Figura 5).

Las agrupaciones más numerosas se registraron en el mes de julio ( $\bar{x} = 13.3 \pm 14.2$ ) y en la época de lluvias ( $\bar{x} = 12.3 \pm 13.6$ ), en diciembre solo se observó un animal, por lo que la temporada con el menor tamaño de grupo fue nortes ( $\bar{x} = 9.4 \pm 5.7$ ) (Cuadro 4). Aplicando una prueba estadística de "chi-cuadrada" no se encontró diferencia significativa en los tamaños de grupo para cada temporada del año ( $\chi^2 = 9.8$   $p > 0.05$ ).

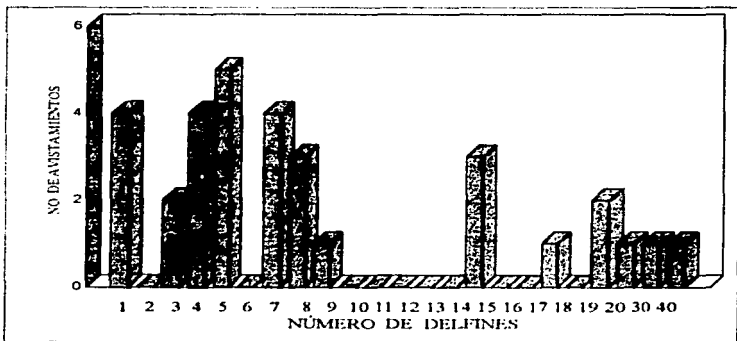


Figura 5. Frecuencias de tamaño de grupo.

Los tamaños de grupo tendieron a aumentar considerablemente cuando se encontraban crías ( $\bar{x} = 18.8 \pm 14.3$ ) (Cuadro 5). El mes de julio presentó el mayor tamaño de grupo con crías de  $\bar{x} = 35 \pm 7.07$  individuos, obteniéndose el mayor valor para la temporada de lluvias ( $\bar{x} = 35.0$ ) y el menor para los meses de secas ( $\bar{x} = 12.8 \pm 5.3$ ). La tendencia al aumento de los tamaños de grupo en presencia de crías resultó estadísticamente significativa aplicando la prueba de "chi-cuadrada" ( $\chi^2 = 34.61$   $p < 0.001$ ).

CUADRO 4. Promedio de tamaños de grupo.

Mes	Tamaño de grupos en general	Tamaño general de grupos asociados a la pesca	
		Barcos camaroneros	Redes agalleras
Abril '97	8.0±6.3	-	-
Mayo '96	10.6±5.9	11±6.5	
Julio '96	13.3±14.2	12±4.2	10.3±8.7
		19.4±15.1	
		14.2±11.4	40±0
Sept. '96	8.0±9.8	-	-
Dic. '96	1±0	5.0	-
Feb/mar '97	10.8±6.3	-	-
TOTAL	10.4±11.2	14.2±9	
		12.2±8.9	17.7±16.4

Estación	Tamaño de grupos en general	Tamaño de grupos asociados a la pesca	Tamaño de grupos sin asociación con la pesca
Secas	9.8±5.6	11±6.5	8.6±5.4
Lluvias	12.3±13.6	19.4±15.1	5.2±5.7
Nortes	9.6±9	5.0	10.2±17.6



CUADRO 5. Tamaños promedio de grupos con crías.

Mes	Estación	Con crías		Sin crías	
abril '97		14.0±6.5		5.4±1.5	
mayo '96	secas	12.2±5.1	12.8±5.3	3.0	5.0±1.6
julio '96		35.0±7.0		6.1±4.8	
sept. '96	lluvias	0.0	35.0	8.0±9.8	6.6±5.6
dic. '96		0.0		1.0	
feb/mar '97	nortes	26.5±33.2	26.5	4.6±2.1	4.0±2.4
TOTAL			18.8±14.3		5.3±3.9

#### Avistamientos relacionados con la actividad pesquera

En el área de estudio, durante los meses de mayo a julio se desarrolla una gran actividad pesquera sobretodo de pesca de camarón pero también con redes agalleras. De los 32 avistamientos registrados, 11 de ellos (34.3%) se relacionaron con alguna de estas dos formas de pesca (Cuadro 6). En seis de estos avistamientos se registraron crías, representando el 18.7% y siendo justamente la mitad del total de los grupos con crías (Cuadro 7).

CUADRO 6. Porcentaje de avistamientos relacionados con la pesca.

SIN RELACIÓN		CON RELACIÓN						TOTAL	
		Barcos camaroneiros		Redes agalleras		Total			
No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
21	65.6	7	21.8	4	12.5	11	34.3	32	100

CUADRO 7. Porcentaje de avistamientos con crías relacionados con la pesca.

TOTAL DE AVISTS.	GRUPOS CON CRÍAS	SIN	RELACIÓN CON PESCA		
		RELACIÓN CON PESCA	Barcos camarotoneros	Redes agalleras	Total
32	12	6	3	3	6
100%	37.5%	18.7%	9.3%	9.3%	18.7%

La interacción con actividad pesquera afectó los tamaños de grupo (Cuadro 4). De manera general se observó un aumento del tamaño de grupo cuando éstos se asociaban a las actividades de pesca ( $\bar{x} = 14.2 \pm 9$ ), lo cual fue más notable en el mes de julio donde la mayoría de los avistamientos se relacionaron con esta actividad ( $\bar{x} = 19.4 \pm 15.1$ ). Estadísticamente no se encuentra diferencia entre el tamaño del total de los grupos y aquellos que se relacionaron con actividades de pesca ( $\chi^2 = 5.9$   $p > 0.05$ ).

Durante el estudio se observaron grupos de toninas en interacción con barcos camarotoneros y con redes agalleras. Se separaron los grupos de acuerdo a esta relación y se obtuvieron los resultados que se muestran en el cuadro 4. De manera general el aumento de tamaño resulta significativo comparando los grupos que interactuaron con redes agalleras ( $\bar{x} = 17.7 \pm 16.4$ ) y aquellos que no lo hicieron ( $\bar{x} = 10.4 \pm 11.2$ ) ( $\chi^2 = 8.9$   $p < 0.05$ ). También se encontró una diferencia significativa ( $\chi^2 = 13.8$   $p < 0.03$ ) entre los tamaños promedio de los grupos asociados a cada tipo de pesca. Sin embargo, de los cuatro avistamientos asociados a redes agalleras, uno de ellos fue de 50 delfines (el tamaño de grupo más grande del estudio), por lo que los cálculos anteriores pueden estar sesgados por este dato, para lo cual es necesario que se tengan más registros para corroborar estas diferencias.

El tamaño de los grupos relacionados con barcos camarotoneros ( $\bar{x} = 12.2 \pm 8.9$ ) y los que no presentaron relación con la pesca ( $\bar{x} = 10.4 \pm 11.2$ ) no resultó significativamente diferente ( $\chi^2 = 5.8$   $p > 0.05$ ).

Durante el muestreo del mes de abril y septiembre se observó actividad de arrastre de redes de barcos camarotoneros a lo largo del área, sin embargo, no se registraron grupos de toninas cerca de ellos.

**Estimación poblacional y residencia de los grupos de toninas  
(Fotoidentificación)**

Se tomaron un total de 2103 fotografías, de las cuales 618 (29.3%) (Cuadro 8) se utilizaron para identificar a los individuos por medio de marcas naturales en la aleta dorsal, aunque también se consideraron patrones de coloración, marcas superficiales en la piel y presencia de epibiontes (Defran *et al.*, 1990; Würsig y Jefferson, 1990; Lockyer and Morris, 1990). Estos últimos tipos de marca permitieron diferenciar a los animales únicamente en la misma salida.

Las marcas más comunes identificadas fueron las que pudieron haber sido provocadas por redes de pesca, lo que habla de la interacción de las toninas con la actividad humana. También se registraron animales con mutilación de aleta dorsal (3.4%) a diferentes grados y, en un 6.2% de los animales, se observaron balanos.

De las fotografías utilizables (618 fotografías) quedaron incorporadas 209 al catálogo que corresponden a 233 animales fotoidentificados, 10 de los cuales son reavistamientos del mismo día o de meses diferentes, dando un total de 223 animales diferentes fotoidentificados (67.1% del total de animales observados).

CUADRO 8. Eficiencia de fotografía.

Mes	Fotografías útiles con marca	Fotografías sin marca	Fotografías inútiles	Total	Individuos identificado s
abril '97	121	6	453	580	39
mayo '96	124	35	174	333	38
julio '96	144	5	424	573	77
sept. '96	27	-	37	64	15
dic. '97	-	-	-	-	-
feb/mar '97	152	4	397	553	54
TOTAL	568 (27%)	50 (2.4%)	1485 (70.6%)	2103 (100%)	223

El estimador de Jolly-Seber no permitió obtener una estimación poblacional dado el número reducido de reavistamientos (Cuadro 9).

CUADRO 9. Individuos recapturados durante el estudio

No. de catálogo	Fecha de captura (estación)	No. de ind.	Posición	Actividad	Fecha de recaptura (estación)	No. de ind.	Posición	Actividad
TT-TA-066	30 05 96 (secas)	20	18°27.56'N- 93°04.09'W	Tránsito Juego	07 04 97 (secas)	4	18°28.00- 93°06.56	Tránsito
TT-TA-080	31 05 96 (secas)	9	18°29.26'N- 92°57.35'W	Alimentación	31 05 96 (secas)	9	18°29.56- 92°56.06	Alimentación Descanso
TT-TA-081	31 05 96 (secas)	9	18°29.26'N- 92°57.35'W	Alimentación	31 05 96 (secas)	9	18°29.56- 92°56.06	Alimentación Descanso
TT-TA-082	31 05 96 (secas)	9	18°29.26'N- 92°57.35'W	Alimentación	31 05 96 (secas) 18 07 96 (lluvias)	9 5	18°29.56- 92°56.06 18°27.47 92°57.43	Alimentación Descanso Alimentación Juego
TT-TA-083	31 05 96 (secas)	9	18°29.26'N- 92°57.35'W	Alimentación	31 05 96 (secas)	9	18°29.56- 92°56.06	Alimentación Descanso
TT-TA-086	31 05 96 (secas)	9	18°29.56'N- 92°56.06'W	Alimentación Descanso	19 07 96 (lluvias)	4	18°26.47- 93°03.39	Alimentación
TT-TA-151	20 07 96 (lluvias)	30	18°27.14'N- 93°04.53'W	Alimentación Tránsito Juego	05 04 97 (secas)	15	18°33.27 92°47.54	Tránsito
TT-TA-203	30 03 97 (nortes)	50	18°28.19'N- 93°06.59'W	Alimentación Juego, Surfco Cortejo	06 04 97 (secas)	7	18°28.45- 93°07.57	Juego
TT-TA-221	30 03 97 (nortes)	50	18°28.19- 93°06.59	Alimentación Juego, Surfco Cortejo	06 04 97 (secas)	7	18°29.33- 93°09.44	Alimentación

Para las estimaciones siguientes no se consideraron los animales recapturados en el mismo día, sino únicamente los de recapturas para salidas diferentes, o sea, seis reavistamientos (Cuadro 9).

Los valores de las estimaciones poblacionales utilizando modelos para poblaciones cerradas (Cuadro 10), resultaron muy altos y dado que la población no cumple con todas las restricciones que señalan los estimadores es posible que se encuentren sobreestimados.

Se hizo otra estimación calculando por un lado, el área efectiva de recorrido (se refiere solo a los km<sup>2</sup> de transectos) que tuvo para cada salida una variación mínima, sin ser estadísticamente diferente ( $H = 0$   $p > 0.05$ ) (Cuadro 1) y por otro el área de la zona de estudio (considerando los km<sup>2</sup> del total de la franja del área) que se calculó de 482 km<sup>2</sup>. Los resultados del Cuadro 11 son poco útiles para extrapolarlos a toda la población porque se está considerando únicamente el área que se observó, sin embargo, los valores del Cuadro 12 son los mas confiables si se piensa que se calcularon como una muestra del área real de distribución de las toninas.

CUADRO 10. Estimaciones poblacionales para poblaciones cerradas.

ESTIMADOR POBLACIONAL	ESTIMACIÓN	ERROR ESTANDARD
Petersen	7470	
Bailey	6660	92.3

CUADRO 11. Estimación poblacional calculada a partir del área efectiva recorrida

MES	ESTACIÓN	DENSIDAD	ESTIMACIÓN	PROMEDIO
abril '97	secas	1.3	39	39.6
mayo '96		1.08	40.2	
julio '96		0.74	22.8	
sept. '96	lluvias	0.51	15.8	19.3
dic. '96		0.0	0	
feb/mar '97	nortes	1.6	68.1	34.0
				30.9

CUADRO 12. Estimación poblacional considerando el área de la franja recorrida.

MES	ESTACIÓN	DENSIDAD	ESTIMACIÓN	PROMEDIO
abril '97		1.3	626.6	
mayo '96	secas	1.08	520.5	573.5
julio '96		0.74	356.6	
sept. '96	lluvias	0.51	245.8	301.2
dic. '96		0.0	0.0	
feb/mar '97	nortes	1.6	771.2	385.6
				420.1

Por último se graficaron las toninas nuevas fotoidentificadas para cada mes de estudio (Figura 6) donde se observa de manera general una recta notablemente ascendente. El incremento mínimo de nuevos individuos del mes de julio a diciembre de 1996 se debe a que se observaron pocos animales en esos meses y no a que fueron animales recapturados.

En la salida de mayo de '96 se observaron cuatro animales en dos grupos diferentes el mismo día con 3.6 km de distancia y el tiempo calculado en que las toninas recorrieron esta distancia fue de nueve min. En ambas observaciones el número de animales fue de nueve aunque no todos fueron los mismos para la segunda observación. Uno de los animales que se observó en estos dos grupos se volvió a registrar en julio del mismo año aproximadamente cuatro km mas cerca de la costa pero a la misma latitud (Figura 7).

Excepto los organismos TT-TA-086 cuyo reavistamiento se tuvo a más de 10 km de la primera observación y TT-TA-151 a 34 km uno del otro, en general los demás reavistamientos se registraron en la misma zona cerca de la desembocadura del Río González (Figura 7).

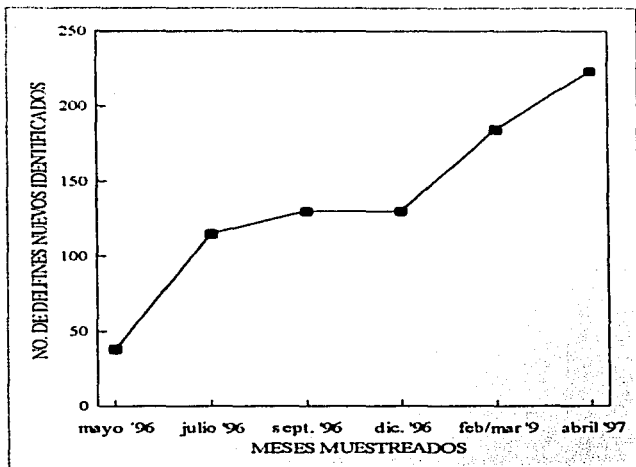


Figura 6. Curva de aparición de nuevos individuos identificados en cada salida.

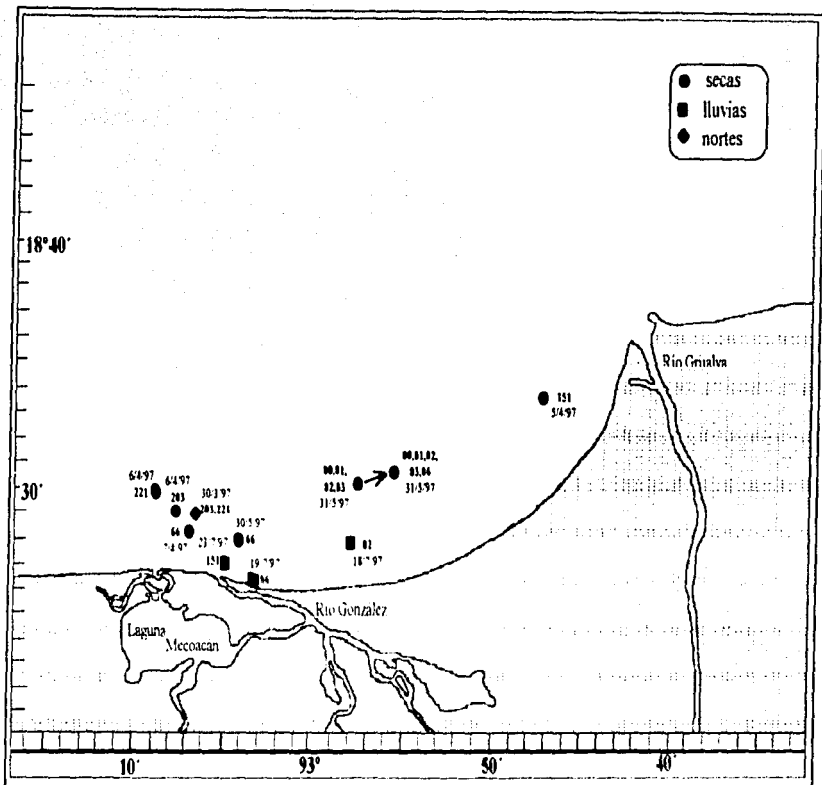


Figura 7. Ubicación y movimientos de grupos recapturados durante el estudio. La flecha indica el movimiento del grupo en el mismo día.



## Comportamiento estacional

Se registraron siete categorías de comportamiento:

La conducta de **alimentación** se denominó para los animales que se observaban claramente con el pescado en el hocico o persiguiéndolos rápidamente cerca de la superficie, caso en el cual se podía ver a los peces saltando. Podían realizar inmersiones más largas de lo acostumbrado (entre 1:00 y 1:30 minutos y en sólo una ocasión de 2:30 minutos), en algunos casos sacando la cola sin golpear el agua con fuerza. Se observó que estas inmersiones se presentaron en aquellos grupos que se localizaron en profundidades entre 20 y 30 m. En las manadas grandes de entre 15 y 30-40 toninas, se registró alimentación cooperativa entre varios subgrupos pequeños que se mantenían unidos tratando de rodear un cardumen. Posteriormente se juntaban en un círculo amplio moviéndose en una misma zona para entrar por orden a alimentarse al centro del cardumen y después volver a repetir la misma operación. Generalmente esta conducta se relacionaba con juegos.

La dieta registrada *in situ*, en algunas de las toninas fue de sardina (Familia:Cupleidae), liseta (*Afugil* sp.), sierra (*Scomberomorus maculatus*) y corvina (Familia:Sciaenidae).

La conducta de los grupos observados detrás de los barcos camaroneros arrastrando las redes siguió, en todos los casos, un patrón similar, parecido al descrito por Gruber (1981) en la Bahía de Matagorda, Texas y en la Sonda de Campeche (Delgado-Estrella, 1997):

Las toninas se encontraban a ambos lados del barco, situadas en los límites laterales de las redes, a una distancia de la popa del barco no menor de 40 m ni mayor a 90 m. A una distancia corta las toninas realizaban inmersiones sacando la cola, presumiblemente comiendo en el fondo, a los peces que iban saliendo de las redes. Para evitar que fueran atrapados por las redes se mantenían en una misma zona alimentándose para posteriormente acercarse nuevamente a la popa del barco con medios saltos y saltos completos de frente a una velocidad mayor (2.7 - 3.8 nudos), separándose del barco no más de 90 m. Al situarse nuevamente cerca de las redes volvían a repetir la misma conducta. En los grupos que se tomaron tiempos, las toninas se mantuvieron capturando presas de las redes aproximadamente siete min para después volver a acercarse rápidamente al barco por medio de saltos.

La conducta se consideró de **tránsito** cuando los animales se movían a una velocidad constante y siguiendo el mismo rumbo, saliendo a respirar a intervalos de tiempo semejantes y generalmente por subgrupos o el grupo completo. En ocasiones el tránsito fue por medio de medios saltos o saltos completos.

Gran parte de los avistamientos ubicados dentro de esta categoría seguían una dirección hacia el NW, W o N, que de acuerdo a la ubicación del área es hacia mar adentro y hacia la zona del estado de Tabasco donde hay más ríos y lagunas.

La actividad de **juego** fue muy variable y se observó en muchos casos relacionada con la alimentación y cortejo. Las toninas interactuaban constantemente acercándose mucho unos a los otros, dándose empujones, lo que generaba una agitación notable del agua. Se observaron nadando con el vientre hacia arriba y de lado, dando saltos cayendo de costado y sobre el dorso y en un grupo se observó un giro. En un animal se observó juego con peces que los aventaba y volvía a recoger varias veces, sin tragarlo. Otro animal estuvo jugando por algunos minutos con un lirio acuático (muy abundante en la zona), sumiéndola con el rostro repetidas veces. Algunos animales, sobre todo jóvenes, se acercaban a la lancha cuando ésta iba en movimiento, jugando con la corriente producida y en ocasiones sacaban a la superficie únicamente la cabeza mirando a las personas de la lancha, lo que se llamó actividad de espionaje.

Algunos saltos completos se consideraron como un tipo de comunicación entre los delfines de un solo grupo ya que un animal o grupo de animales que se encontraban al frente daban una serie de saltos seguidos, aproximadamente cada minuto y se modificaba la actividad del grupo, que generalmente era para alejarse de la lancha. Se presentaban también coletazos en serie (cada minuto aproximadamente), que posiblemente también tengan alguna relación con la comunicación entre individuos. En otros casos cuando había mucha marejada es posible que los saltos los dieran para ubicar la posición de los integrantes.

Se consideró la actividad de **surfeo** (desplazamiento en las olas) como una conducta separada del juego, porque se presentó en muchas ocasiones y muy bien diferenciada de las variaciones de juego descritas con anterioridad (Ortega Ortiz, 1996). Dado que el área generalmente presentaba marejada era común observar a los animales deslizándose sobre las olas sin salir a respirar.

Durante la poca actividad sexual o de cortejo se observaron grupos pequeños de tres a cinco toninas rozándose con las aletas, dándose ligeros empujones; se mantenían muy cerca dos o tres animales, vientre con vientre y daban coletazos fuertes sobre el agua. No se observaron cópulas por la turbidez del agua.

Se consideró la actividad de descanso cuando los animales se mantenían en un solo sitio casi sin movimiento, saliendo a respirar pausadamente y a intervalos regulares.

Las conductas que por el poco tiempo de observación no se pudieron ubicar en ninguna de las categorías anteriores se consideraron como conductas indeterminadas. En los diferentes meses de toma de datos se registraron cuatro grupos de toninas del total de 32 (12.5%) que con el acercamiento de la lancha cambiaron de posición rápidamente y se mostraron muy evasivos impidiendo determinar la actividad que estaban realizando antes del encuentro.

Se registraron las frecuencias de observación de las conductas, registrando para cada avistamiento desde una sola conducta hasta incluso todas ellas, dependiendo del comportamiento del grupo. En el cuadro 13 se muestran los porcentajes para cada mes y por temporada.

La proporción de frecuencias de conductas dadas en porcentajes fue la siguiente: alimentación 30%, tránsito 28%, juego 14%, surfeco 12%, conductas que no se lograron determinar 8% y descanso y cortejo con 4% (Figura 8).

Se calcularon los porcentajes de actividades para cada temporada de muestreo y se observaron las siguientes diferencias: la alimentación en las temporadas de secas y lluvias presentaron el mayor porcentaje (36.8% y 31.4%, respectivamente), seguida en los dos casos por la conducta de tránsito (31.6% y 21.1%, respectivamente). Sin embargo para la temporada de nortes la conducta de tránsito presentó el porcentaje más alto (33.3%) seguida de las conductas de surfeco, alimentación y conductas indeterminadas con el mismo porcentaje (16.7%), mostrando una diferencia bastante importante (Figura 9). Para corroborar este hecho se realizó un análisis de varianza no paramétrico (Prueba de Friedman) que marcó la existencia de diferencias estacionales significativas en las conductas que desarrollan las toninas ( $Q = 2394.5$   $p < 0.000021$ ). Es notable la semejanza de las temporadas de secas y lluvias en contraste con la temporada de nortes.

CUADRO 13. Porcentaje (%) de conductas registradas por temporada.

SECAS

Mes	Indetermin.	Alimentación	Juego	Tránsito	Descanso	Surfeo	Cortejo	TOTAL
Abril '97	0.0	15.8	5.3	26.3	0.0	0.0	0.0	47.4
Mayo '96	0.0	21.0	10.5	5.3	10.5	5.3	0.0	52.6
<b>TOTAL</b>	<b>0.0</b>	<b>36.8</b>	<b>15.8</b>	<b>31.6</b>	<b>10.5</b>	<b>5.3</b>	<b>0.0</b>	<b>100.0</b>

LLUVIAS

Mes	Indetermin.	Alimentación	Juego	Tránsito	Descanso	Surfeo	Cortejo	TOTAL
Julio '96	5.3	31.4	15.8	15.8	0.0	15.8	5.3	89.4
Sept. '96	5.3	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	10.6
<b>TOTAL</b>	<b>10.6</b>	<b>31.4</b>	<b>15.8</b>	<b>21.1</b>	<b>0.0</b>	<b>15.8</b>	<b>5.3</b>	<b>100.0</b>

NORTES

Mes	Indetermin.	Alimentación	Juego	Tránsito	Descanso	Surfeo	Cortejo	TOTAL
Dic. '96	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	8.3
Feb/Mar '96	16.7	16.7	8.3	25.0	0.0	16.7	8.3	91.7
<b>TOTAL</b>	<b>16.7</b>	<b>16.7</b>	<b>8.3</b>	<b>33.3</b>	<b>0.0</b>	<b>16.7</b>	<b>8.3</b>	<b>100.0</b>

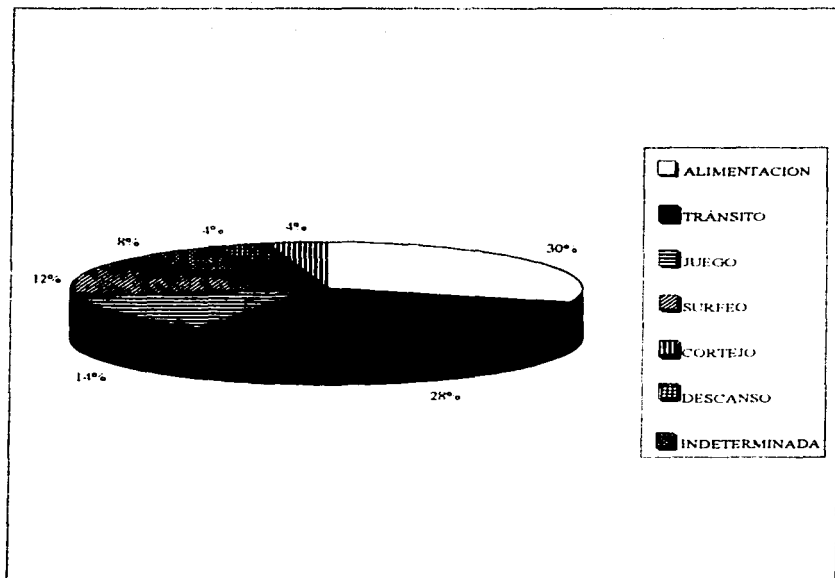


Figura 8. Porcentajes generales de conducta

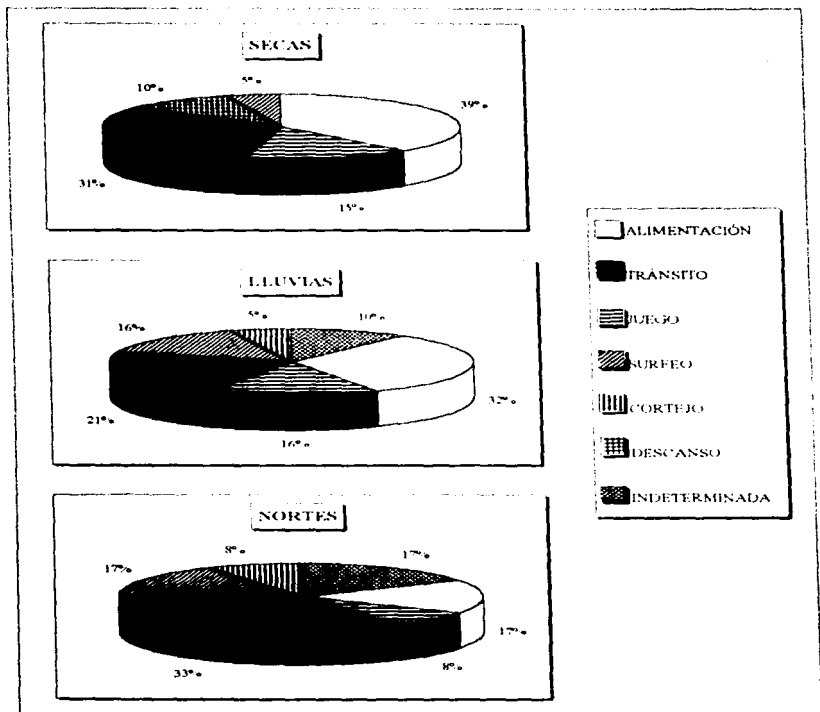


Figura 9. Porcentajes de conductas para cada estación del año

El análisis de los organismos asociados a la pesca muestra porcentajes notablemente mas altos de alimentación (18.0%) y los grupos sin relación con pesquerías desarrollaron mas la conducta de tránsito (22.0%), igualmente con una diferencia importante respecto a las demás (Cuadro 14). Incluso en los avistamientos relacionados con la pesca, el juego y el surfeo siguieron a la conducta de alimentación con un 8.0% cada una y la actividad de tránsito disminuyó notablemente (6.0%) (Figura 10).

Se aplicó una Prueba de "chi-cuadrada" para establecer estadísticamente si hay diferencias en las conductas de alimentación y tránsito que desarrollan los grupos de toninas asociadas a la pesquería y aquellos en los que no hay relación, sin obtener diferencias significativas entre los grupos ( $\chi^2 = 3.29$   $p > 0.05$ ).

CUADRO 14. Frecuencias y porcentaje de actividad de avistamientos.

CONDUCTA	CON RELACIÓN A LA PESCA	SIN RELACIÓN CON LA PESCA	TOTAL
Alimentación	(9) 18.0%	(6) 12.0%	(15) 30.0%
Tránsito	(3) 6.0%	(11) 22.0%	(14) 28.0%
Juego	(4) 8.0%	(3) 6.0%	(7) 14.0%
Surfeo	(4) 8.0%	(2) 4.0%	(8) 12.0%
Cortejo	(1) 2.0%	(1) 2.0%	(2) 4.0%
Descanso	(1) 2.0%	(1) 2.0%	(2) 4.0%
Indeterminada	(0) 0.0%	(4) 8.0%	(4) 8.0%
TOTAL	(22) 44.0%	(28) 56.0%	(50) 100.0%

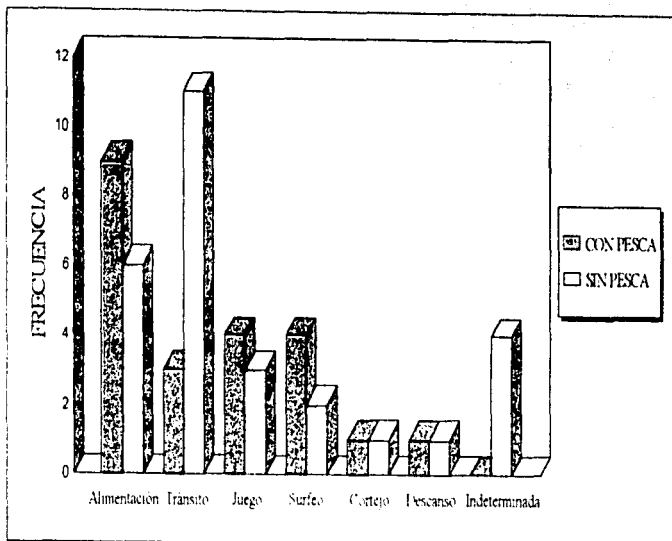


Figura 10. Comparación de frecuencia de conductas de avistamientos con y sin relación con actividades pesqueras



### Interacción con otros grupos de animales

La relación de los grupos de toninas con las aves sólo se registró en cuatro avistamientos relacionados en todos los casos con actividad de alimentación. Las aves asociadas fueron pelicanos (*Pelecanus occidentalis*), fragatas (*Fregata magnificens*), gaviotas (*Larus* sp.) y gallitos de mar (*Sterna maxima* y *Sterna sandvicensis*). En dos casos se encontraron dos o tres especies distintas de aves juntas.

Se registró además la relación de un grupo de toninas de cinco individuos con un grupo de 35 estenos o delfines de dientes rugosos (*Steno bredanensis*) ambos con presencia de crías, una y dos respectivamente. El avistamiento se observó en una zona cuya profundidad es de 17 metros a siete km de la costa (Figura 3). Aunque los animales se encontraban en la misma área, no estaban mezclados unos con otros y realizaban actividades diferentes. Las toninas se alimentaban y los estenos presentaban actividades de juego y descanso. En cuanto se acercó la lancha las toninas se alejaron, quedándose solo el grupo de estenos. Se fotoidentificaron 13 animales.

### Incidencia de varamientos

La distancia total recorrida en la playa fue de 17 km repartidos en los tres días de cada salida por lo que se revisó la misma zona seis veces durante el estudio. No fue posible caminar a lo largo de la playa correspondiente al total del área de estudio, pues era una distancia muy grande y los caminos de acceso eran limitados. Se caminó sobre la costa que correspondía al área marina de mayor incidencia de avistamientos (Figura 2).

En febrero de 1997, en la posición 18°26'03" N-93°03'36" W se encontraron pedazos de piel y grasa de delfín en proceso de descomposición sin restos óseos.

En abril del mismo año se encontraron únicamente restos óseos de una tonina, aparentemente joven en la posición 18°26'03" N-93°03'00" W a cuatro km al este de la desembocadura del Río González (poblado de Chiltepec). Se colectaron el cráneo, vértebras y parte de una aleta pectoral. No se encontró ningún diente pero se estimó una edad de dos años por la fusión incompleta de

los huesos del cráneo. El cráneo y demás partes óseas se incorporaron a la Colección Nacional de Mastozoología del Instituto de Biología con el número de catálogo 39305.

Se analizaron los restos óseos de las vértebras y de la aleta pectoral en el Instituto de Física de la UNAM, por medio de la Emisión de Rayos X Inducida por Protones (PIXE), para identificar y cuantificar metales pesados (Miranda, 1991) y se obtuvieron los datos que se muestran en el Cuadro 15. El espectro que se utilizó fue MAY2601-2709 tomando la lectura en varios puntos de la muestra para asegurarse que no hubiera concentraciones de algún metal en algún punto específico.

Los resultados se compararon con los obtenidos en otros análisis de ejemplares de toninas y otros cetáceos pequeños (entre ellos *Phocoena sinus*) (Villa-R. *et al.*, 1994) y se encontraron dentro de los intervalos "normales" sin embargo, hay que considerar que el método y las unidades en que se presentan los resultados son diferentes entre uno y otro estudio. Aún así, el método de Pixe no detectó elementos tóxicos para las toninas como sería el caso del mercurio y plomo principalmente, por lo que se puede decir que el ejemplar no presentaba problemas por concentración de metales pesados, aunque se trataba de un animal joven.

CUADRO 15. Resultados del análisis de metales pesados en restos óseos de un ejemplar varado.

TIPO DE MUESTRA	PROMEDIO DE ELEMENTOS REGISTRADOS (% en masa)					
	Oxígeno	Calcio	METALES PESADOS			
			Fósforo	Cromo	Hierro	Zinc
Vértebra 1	39.4±0.0 5	40.9±0.23	19.03±0.11	-	0.34±0.3 5	0.13±0.0 5
Vértebra 2	39.4±0.0 5	40.8±0.23	18.9±0.11	-	0.59±0.3 9	0.15±0.0 9
Aleta pectoral	38.8±0.7 6	38.7±2.44	18.0±2.44	1.87±0.62	3.88±3.7 2	0.25±0.0 5

Incertidumbre: 15%

## DISCUSIÓN

### Abundancia y distribución de delfines

Los valores de densidad de toninas en la costa de Tabasco se encuentra entre los intervalos hallados en otros estudios poblacionales en costas mexicanas del Golfo de México, que van de 0.69 delf./km<sup>2</sup> en la costa de Tabasco (Delgado-Estrella y Pérez-Cortés, 1993) hasta 4.0 delf./km<sup>2</sup> en la Laguna de Términos, Campeche (Delgado-Estrella y Ortega-Ortiz, 1995).

Como se ha mencionado en trabajos recientes sobre la abundancia de *Tursiops truncatus*, ésta depende de tres factores principales: la disponibilidad de alimento en el área, la presencia de depredadores y los requerimientos reproductivos (Scott *et al.*, 1990).

Se ha realizado un solo estudio en la costa de Tabasco, en el mes de agosto de 1991 (Delgado-Estrella y Pérez-Cortés, 1993); la densidad para ese mes fue de 0.69 toninas/km<sup>2</sup> similar a los valores obtenidos en este estudio en el mes de septiembre de '96 (0.51 delf./km<sup>2</sup>).

Considerando otras áreas de estudio, entre las más cercanas a Tabasco están la Laguna de Tamiahua en donde Heckel (1992), registró valores de 2.5, 1.7 y 1.2 delf./km<sup>2</sup> en lluvias, secas y nortes respectivamente. Para el caso de secas, que fue la temporada de mayor abundancia y nortes los valores son muy semejantes (1.6 y 1.0 delf./km<sup>2</sup>, respectivamente), sin embargo, el valor de lluvias en ese estudio es el más alto y para el presente es un valor intermedio pero muy cercano al más bajo (1.1 delf./km<sup>2</sup>). En la Laguna de Términos, Delgado-Estrella (1991) encontró una densidad general de 1.05 delf./km<sup>2</sup> y Delgado-Estrella y Ortega-Ortiz (1995), en la misma área pero solo para el mes de abril de 4.0 delf./km<sup>2</sup>. Para el primer valor cabe aclarar que los recorridos no estaban preestablecidos y que el ancho de banda de observación fue de la mitad de la distancia (100 m) lo que seguramente está influyendo en el resultado. El segundo valor, aunque fue solamente para un mes se obtuvo siguiendo exactamente la misma metodología de este estudio. Estacionalmente la Laguna de Términos muestra una diferencia significativa en la abundancia relativa a lo largo del año (Delgado-Estrella, 1991).

El valor general de densidad, 1.6 delf./km<sup>2</sup>, en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo (Delgado-Estrella, 1996), es de alguna manera el más parecido al de este estudio (1.2 delf./km<sup>2</sup>), sin embargo coincide con el mayor valor de densidad en la temporada de lluvias (2.4 delf./km<sup>2</sup>) de la Laguna de Tamiahua y no con la mayor abundancia en secas de este estudio.

Aunque no hay diferencias estadísticas en la densidad temporal de toninas en la costa de Tabasco, si se observa una tendencias de mayor densidad en alguna época del año, como sucede en las diferentes áreas de estudio. El valor tan bajo que se obtuvo para el mes de diciembre puede deberse no solo a la menor densidad de animales en ese momento, sino además, a que las condiciones climáticas desfavorables no permitieran una buena visibilidad.

Considerando estudios realizados en costas norteamericanas del Golfo de México, los valores calculados quedan intermedios entre el intervalo de 0.93 delf./km<sup>2</sup> en Pass Cavallo, Texas, (Gruber, 1981) 1.7 en Sarasota, Florida (Irvine *et al.*, 1981) y 4.8 en Aransas Pass Texas (Shane, 1980).

Hay pocos estudios en costas mexicanas del Golfo de México que consideren las abundancias relativas de toninas (horas y días). Al respecto, Heckel (1992) encontró que el número de toninas observadas por hora fue mayor en lluvias (6.2) disminuyendo en secas (2.0) y nortes (1.7)

En la Laguna de Términos (Delgado-Estrella, 1991) se encontró diferencia significativa en la abundancia estacional de toninas por día, siendo mayor en lluvias ( $\bar{x}$  = 18.77 delf./día), disminuyendo en secas (15.63 delf./día) y nortes (12.87 delf./día). Los valores en la costa de Tabasco son muy semejantes registrándose también diferencias de abundancia a lo largo del año, sin embargo las mayores abundancias se presentan en secas aunque el valor de la temporada de lluvias se encuentra muy cercano (secas 18.8, lluvias 17.5 y nortes 12.8 delf./día).

Aunque ya se comentó que estadísticamente no hay diferencia significativa en la densidad de toninas a lo largo del año en la costa de Tabasco, si se registra una variación. Como se ha descrito la misma situación se registra en la Laguna de Términos y Laguna de Tamiahua, sin embargo, a diferencia de estas dos zonas la mayor abundancia en Tabasco se presenta en la temporada de secas. Es posible que esta diferencia se deba a que los sistemas de comparación son todos lagunares caracterizados por presentar bajas profundidades, influencia de ríos, patrones de circulación del agua regulados por viento y salinidades bajas (oligohalinas). Por lo

tanto, los movimientos de agua y presas son distintos a los que se presentan en una zona costera de mar abierto. No hay suficiente información sobre el área que permita determinar si la mayor abundancia en secas tenga relación con la mayor producción del área en esos meses. El área mas cercana y con características similares es la Sonda de Campeche. En términos generales, para el sistema Laguna de Términos-Sonda de Campeche, los valores mas altos de biomasa, número de especies y abundancia de estadios juveniles de la fauna ictiológica, se registraron a fines de la época de lluvias y comienzo de nortes. Sin embargo, en la zona A (correspondiente con la provincia terrigena y de aporte de aguas epicontinentales) y B (correspondiente con la provincia carbonatada) de la Sonda de Campeche, el mayor número promedio de especies y de biomasa ( $\text{gm}^{-2}$ ) se presenta en la temporada de secas (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988). Por otro lado, las observaciones directas en la zona han mostrado una actividad pesquera notablemente mayor con redes de monofilamento en el mes de mayo y de pesca de camarón desde abril hasta principios de julio.

Tal parece que la abundancia de toninas en la costa de Tabasco está determinada por la variación en la abundancia de las presas, sus movimientos estacionales y posiblemente al número de especies de peces que se presentan en cada temporada, factores determinantes también en el Golfo de Guayaquil, Ecuador, donde las toninas se mueven a áreas de mayor salinidad de enero a mayo buscando mayor abundancia de presas y especies preferidas (Félix, 1994).

En la desembocadura del Río González y un área considerable alrededor de ella, se registró la mayor incidencia de avistamientos, donde también se observó la mayor actividad de pesca. Esta zona se ha caracterizado por ser importante en producción de ictiofauna y como un área de crianza y desove (Páramo, 1982).

La ausencia de avistamientos en las cercanías de la desembocadura del Río Grijalva-Usumacinta parece deberse a la menor productividad del área que presenta una mayor influencia de agua dulce por la salida tan caudalosa del río. Es muy posible que el área de confluencia sea algunos kilómetros más mar adentro donde las toninas se estén alimentando con mayor frecuencia que a una distancia tan cercana a la salida del río. Sin embargo, Delgado-Estrella (*com. pers.*) ha observado algunas toninas en las proximidades del área. La baja cantidad de presas debida a la gran descarga de materiales acarreados por el río influyen en la distribución de toninas en la zona, sin embargo debe realizarse un mayor esfuerzo de observación para poder determinar los factores de influencia.

Entre la toma de datos en el campo se midió la temperatura varias veces al día y la profundidad en cada avistamiento. Los cambios de temperatura no muestran una variación importante (Figura 11) y por lo tanto parece que no es un factor que determine la distribución de las toninas en esta área. Por lo demás, la distribución de toninas de acuerdo con la distancia a la costa y a la profundidad (m), tampoco parece ser un factor determinante, pues las observaciones en el área fueron homogéneas ( $\bar{x} = 17.5 \pm 5.6$ ).

La presencia de delphin en el área parece estar determinada entonces, por los movimientos y temporalidad de presas que permiten una mayor o menor actividad pesquera. Los grupos de toninas prefieren alimentarse de presas agrupadas cerca de las embarcaciones que invertir un gasto extra de energía en perseguirlas. Por lo tanto, la abundancia y distribución de las toninas se relaciona posiblemente con las presas, con la actividad pesquera o con la combinación de ambas si se considera que esta área presenta una dinámica parecida a la Sonda de Campeche.

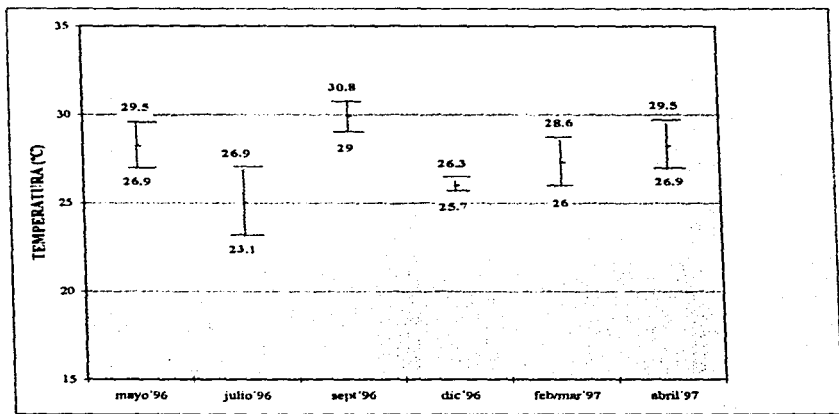


Figura 11. Variación anual de la temperatura

### Abundancia de crías

En la costa de Tabasco se presentan crías durante todo el año, pero se presentan dos picos de mayor abundancia en secas y a finales de nortes, esta última con el mayor número de neonatos.

El pico de abundancia coincide con la temporada donde se registra el mayor valor de densidad y aunque no hay datos concretos de la estacionalidad de peces, la actividad pesquera de escama y de camarón se incrementa precisamente en la misma temporada. Por lo tanto, es posible que, como se ha establecido en otros estudios del Golfo de México, los nacimientos de toninas están relacionados con la disponibilidad de alimento requerido por las hembras para mantener la lactancia. En algunas zonas, los picos de abundancia se relacionan con los registros más altos de temperatura en el año (Würsig, 1978).

En el estudio realizado en Tabasco en agosto de 1991 (Delgado-Estrella y Pérez-Cortés, 1992), del total de toninas observadas el 45% fueron crías; este valor es superior a los que se registraron para la temporada de lluvias y los meses de julio y septiembre de '96 que incluso son los más bajos del estudio. Este valor es semejante al general para el periodo '96-'97 e intermedio entre los evaluados para cada mes.

Como ya se mencionó, los valores de densidad de toninas se encuentran entre los intervalos registrados para el Golfo de México, la disminución tan notable en el porcentaje de crías de este estudio comparado con el de 1991 es posible que se deba a los trabajos de captura que se han realizado en el área desde 1992 hasta la última a principios de 1997. Se sabe que las toninas presentan cambios de conducta al percatarse de la presencia de embarcaciones y tienen una respuesta evasiva (Au y Perryman, 1982; Janik y Thompson, 1996) y si además se ha provocado cierta aversión hacia ellas por la relación que implica con la captura, los grupos con cría se alejarán del área buscando zonas de mayor seguridad. Al respecto, en un avistamiento de inicialmente tres toninas, una hembra con su cría y otro individuo, se observó que al acercarse la lancha, la hembra y su cría se alejaron rápidamente y el otro individuo se quedó cerca de la lancha dando coletazos hasta que la pareja se perdió de vista (conducta evasiva).

Comparando con las áreas estudiadas de la costa mexicana del Golfo de México, el pico de abundancia en la temporada de secas coincide con los calculados en la Laguna de Términos (Delgado-Estrella, 1991), pero difiere con el pico de abundancia en la época de lluvias de la Laguna de Tamiahua, Veracruz (Heckel, 1992) y la Laguna de Yalahau, Quintana Roo (Delgado-Estrella, 1996).

Las crías se observaron siempre junto a un adulto, presumiblemente una hembra y sus salidas a la superficie para respirar fueron más frecuentes que las del adulto. Se ha observado que en sistemas poco perturbados por actividad humana las crías se alejan de la madre por ciertos periodos en los que desarrollan conductas de juego e investigación, en sistemas donde se presenta un movimiento constante de embarcaciones las crías permanecen siempre cerca de su madre o al menos bien protegidas por el grupo (Würsig, 1978).

### **Tamaños de grupo**

Los tamaños de grupo de las toninas son muy variables agrupándose desde uno hasta cientos de individuos aunque hay una mayor incidencia a encontrar grupos de uno a 15 individuos (Shane *et al.*, 1986).

El tamaño promedio de grupo (10.4) es similar al registrado para un sistema abierto en la costa de Argentina que fue de 14.9 individuos (Würsig, 1978), sin embargo, en general los valores para cada estación son ligeramente mayores a los encontrados en otras áreas de la costa mexicana del Golfo de México, incluso para la misma área en agosto de '91 (Delgado-Estrella y Pérez-Cortéz, 1993) con un tamaño promedio de 5.9 animales. En la Laguna de Términos los tamaños promedio fueron de 3.9 (Delgado-Estrella, 1991), 4.0 (Holmgren, 1988) y el más alto de 11.6 (Delgado-Estrella y Ortega-Ortiz, 1995), en la Laguna de Yalahau de 7.5 (Delgado-Estrella, 1996) y en la Bahía de la Ascensión de 3.7 (Ortega-Ortiz, 1996).

El tamaño de grupo parece estar determinado por varios factores, según sean las características del área donde se encuentren como la profundidad y algunos aspectos biológicos como presencia de crías, depredadores, abundancia de presas, la actividad que estén realizando (Shane *et al.*, 1986) y las actividades de pesca con las que se relacionen (Gruber, 1981). Agregarse en grupos numerosos implica una mejor vigilancia y protección contra depredadores, búsqueda y captura de alimento.



De acuerdo con los trabajos de Würsig (1978) en Argentina, de Ballance (1990) en Bahía Kino, Golfo de California y de Fertl (1994) en Texas, a mayores profundidades las toninas tienden a agregarse en grupos de mayor tamaño. Todas las áreas de las costas mexicanas con las que se comparó el presente estudio son lagunas costeras con profundidades de no más de 10 m. Para la costa de Tabasco se registraron profundidades de cerca de 30 m y aunque la diferencia de profundidad no es realmente tan importante como los más de 200 m que mencionan Mullin *et al.*, (1991), sí parece ser un factor que influye en la agrupación de toninas.

En Tabasco los grupos más numerosos son aquellos que presentaron crías incluso en el grupo más grande donde se presentaron cuatro crías, excepto en dos grupos de 15 toninas (Apéndice 2). Haciendo una evaluación mensual se muestra que los meses de mayor porcentaje de crías están entre los meses de promedios mayores de agrupación, con excepción de julio con el tamaño de grupo más grande y que tiene uno de los porcentajes más pequeños de abundancia de crías. Estacionalmente, los promedios más altos de tamaño de grupo no coinciden con las temporadas donde se presentan los picos de mayor abundancia de crías, sin embargo, estadísticamente hay diferencias en el número de toninas por grupo a lo largo del año.

Por lo anterior, los promedios de tamaño por temporada destacan que además de los factores mencionados por Shane *et al.*, (1986), la actividad pesquera en esta área también puede estar influyendo en la agrupación de las toninas.

### **Relación con la actividad pesquera**

Existe una fuerte relación de los grupos de toninas con la actividad pesquera en el área, lo cual ha sido registrado para otras áreas en el Golfo de México (Gruber, 1981; Delgado-Estrella, 1996), lo que se explica por la facilidad de adquirir recurso por parte de las toninas de esta forma sin hacer un gasto energético muy grande de búsqueda y acarreamiento de los bancos de peces y sólo se limitan a seguir al barco o a "robar" el pescado de las redes. Gruber (1981) observa un incremento evidente de delfines en las zonas de tráfico y pesca de barcos camareros.

Un porcentaje semejante de avistamientos relacionados con la pesca al que registran Delgado-Estrella y Pérez-Cortés (1993) (38.8%) se observó para este estudio (34.3%) lo cual indica que esta actividad periódica tiene influencia cada año en la población de toninas de la zona.

En la temporada de secas el 35.7% de los avistamientos se relacionaron en general con pesca de redes agalleras, en lluvias el 50% de los grupos se relacionó en su mayoría con pesca de camarón con redes de arrastre y en nortes se presentó un solo avistamiento (12.5%) relacionado a estas embarcaciones. Por un lado esto sugiere que aunque los grupos se relacionan con ambos tipos de pesca parece ser más remunerante asociarse a barcos camaroneros que a redes agalleras, por otro lado, la interacción de las toninas con cada tipo de pesca se dá por temporadas y finalmente, para cada tipo de pesca los patrones de comportamiento parecen ser diferentes.

La cercanía a las actividades pesqueras no parece afectar a aquellos grupos que presentan crías, dado que el porcentaje de avistamientos con crías relacionados o no con la actividad es el mismo. Por otro lado, aunque es reducido el número de avistamientos, tampoco parece haber diferencia al respecto entre los grupos cercanos a barcos camaroneros y a lanchas pescando con redes agalleras. Puede decirse que las madres protegen a sus crías manteniéndolas cerca de ellas y ubicándose entre sus crías y la red pues de alguna manera se está llevando a cabo una actividad importante como lo es la alimentación y además es necesario que se adquiera la habilidad de esta conducta que más adelante como adultos deberán llevar a cabo. Se sabe que son los individuos más jóvenes los que en algunas ocasiones se enredan en las redes por ser aún inexpertos en la actividad (Delgado-Estrella, 1996).

Los promedios de grupo más numerosos de toninas por temporada ( $12.3 \pm 13.6$  y  $9.8 \pm 5.6$  en lluvias y secas, respectivamente) son aquellos que se asocian con las actividades pesqueras, de redes agalleras o de camarón, que se presentan en los meses de mayo y julio.

Al evaluar los grupos asociados a las pesquerías en general separados de aquellos sin relación, los valores promedio de tamaño son mayores ( $19.4 \pm 15.1$  en julio y  $11 \pm 6.5$  en mayo) a los registrados por Delgado-Estrella (1997) en la Sonda de Campeche relacionados con la fase de arrastre de redes ( $4.7 \pm 2.0$ ) y los registrados por Fertl (1994) en Galveston, Texas asociados a la pesca de camarón

en actividad de alimentación. Para este caso los tamaños de grupo relacionados con pesquería, tuvieron los valores más pequeñas del estudio ( $2.7 \pm 1.8$ ).

Es posible que esto se deba por un lado a la profundidad de la zona y a que es un sistema costero abierto y, por otro, que a pesar de lo que menciona Fertl (1994) de que la actividad camarонера es una actividad periódica y predecible que ofrece alimento seguro a las toninas, la zona no es un área restringida y, al parecer, no proporciona la cantidad necesaria de recurso por sí sola.

Aunque estadísticamente hay una diferencia significativa entre los tamaños de grupo sin relación con las pesquerías y los que interactúan con redes agalleras y entre los grupos relacionados con los dos tipos de pesca (redes agalleras y barcos camaroneros), habrán de tomarse con cautela los resultados pues de los pocos grupos cercanos a redes agalleras uno de ellos es de los más grandes de todo el estudio por lo que los resultados pueden estar sesgados. Siendo así, no es posible afirmar, por el momento, que los grupos asociados a redes agalleras sean más numerosos a aquellos relacionados con barcos camaroneros, hasta tener un muestreo más extenso de la relación.

En esta área una actividad específica no parece estar relacionada determinadamente con los patrones de agrupación en los grupos no asociados a las pesquerías. En otras áreas de estudio se ha encontrado que lo grupos más numerosos son aquellos que se relacionan con las conductas de socialización (Fertl, 1994) y son menores cuando desarrollan conductas de alimentación y tránsito (Bräger *et al.*, 1994). En este caso la alimentación, consecuencia de la relación con los barcos camaroneros, si resulta determinante en la formación de grupos.

### **Movimientos y patrones de residencia**

De acuerdo con el análisis de fotoidentificación, los pocos reavistamientos que se observaron (4.03%) demuestran un patrón de residencia muy bajo al menos para periodos de tiempo anuales, es posible que como menciona Fertl (1994), semejante a lo que ocurre en Texas, haya patrones de residencia para periodos de tiempo más largos para lo que sería necesario seguir estudiando el área.

Lo anterior se apoya también si se consideran las fotografías tomadas en años anteriores (agosto de 1991, febrero de 1992, marzo de 1992 y febrero 1996)

por Delgado-Estrella y Pérez-Cortés (1993) en recorridos esporádicos en el área de estudio, de donde resulta que sólo se observó un reavistamiento de un año (1991) a otro (marzo de 1992) y no se tuvo ninguna recaptura respecto a los animales observados en el presente estudio.

La residencia en todo caso podría determinarse como estacional para una parte de la población. Sólo el individuo TT-TA-066 presentó una residencia en el área para los dos meses de secas aún en años diferentes.

Los individuos 082 y 086 se observaron por primera vez en secas y se reavistaron en lluvias, los individuos 203 y 221 de nortes a secas y el individuo 151 de lluvias a secas.

Dado que en todos los casos la temporada de secas es donde se presentaron reavistamientos y considerando los valores de abundancia de la temporada, es muy posible que la residencia sea únicamente estacional debido probablemente a la presencia de presas en la zona en esa temporada y que entre la población la residencia en los grupos o individuos se dé en épocas diferentes.

En el grupo cinco se identificó el individuo 086 que más adelante se observó en el grupo 10 y en el grupo 24 se identificó a dos individuos (203 y 221) que después se observaron en grupos diferentes cada uno (avistamiento 29, individuo 203 y 31 individuo 221). Estos últimos, como se menciona arriba, se observaron en la temporada de secas y se volvieron a ver aunque en grupos distintos en la temporada de nortes.

La velocidad de nado que se ha calculado para los avistamientos observados en el mismo día de 24 km/h está muy por encima de los registrados con anterioridad en Holbox de 5.5 y 6.7 km/h (Delgado-Estrella, 1996), en Florida de 4.9 km/h con equipo de satélite (Mate *et al.*, 1995) y en la Laguna de Términos de 30 km en poco menos de tres horas (Delgado-Estrella y Ortega-Ortiz, 1995). Es posible que esto se deba a que en el caso de las otras áreas de estudio los animales se encontraban en tránsito a largas distancias, sin embargo, en este caso los grupos se encontraban en un periodo de alimentación estrictamente persiguiendo peces y el tiempo de movimiento a esa velocidad no rebazó los 15 minutos. Es posible que los animales no pudan mantenerse a una velocidad semejante por tiempos prolongados.

Entre estos grupos a tan corta distancia (menos de 4 km) se registró un intercambio de individuos muy dinámico que describe el gran intercambio entre grupos de toninas tanto en tiempos cortos de menos de una hora, como en tiempos mayores de una temporada a otra como lo plantean Ballance (1990), Bräger *et al.*, (1994) y Delgado-Estrella (1996).

De manera general, los reavistamientos se observaron entre la desembocadura del Río González y la barra de Dos Bocas, boca de la Laguna de Mecocacán por lo que se confirma nuevamente que esta área parece registrar una mayor abundancia de peces que les haga a las toninas regresar a ella.

Excepto en dos casos los individuos en alguna de las dos observaciones se vieron en relación con actividades pesqueras lo que permite suponer que en general todos los individuos pueden, en algún momento, relacionarse con la actividad.

La curva de individuos nuevos identificados demuestra que para cada mes se registra un gran número de animales no observados con anterioridad, por lo que esto reafirma que la costa es una zona de mucho movimiento de toninas, debido posiblemente a que el área les ofrezca condiciones óptimas de estancia solo temporalmente y necesiten moverse a otras zonas.

Weller (1991) encontró que en áreas cerradas la mayor concentración de recursos permite una mayor residencia de individuos a diferencia de áreas abiertas donde los animales requieren de una mayor movilidad en busca de presas.

### **Estimación poblacional**

El método de fotoidentificación, como un instrumento que permite conocer las características poblacionales por medio de captura-recaptura sin manipular a los animales, tiene sus limitantes en cuanto que los animales más jóvenes y los machos son los que más se acercan a la lancha y por lo tanto de los que se obtienen mejores fotografías y que hay marcas en las aletas, tan pequeñas que aún con el acercamiento de la imagen no se pueden captar (Wells y Scott, 1990; Ortega-Ortiz, 1996 y Delgado-Estrella, 1996).

En general una proporción considerable de los individuos presentaban marcas evidentes en las aletas dorsales. Las marcas de balanos, observadas como

machas blancas en la piel, marcas pequeñas producidas por la interacción entre las mismas toninas y marcas de dientes de tiburones que evidencian los encuentros de los delfines con estos depredadores abundantes en el área (Chávez, 1970), son marcas naturales que demuestran las actividades cotidianas de los delfines. Por otro lado, se observaron marcas más serias como mutilaciones parciales o totales de las aletas dorsales que pueden deberse a la interacción de las toninas con embarcaciones, o bien, con redes de pesca.

En este estudio, aún cuando el porcentaje de fotografías útiles del total de las tomadas fue bajo, el porcentaje de individuos fotoidentificados del total observados fue bastante aceptable (67%) considerando que es una zona con condiciones ambientales que no permiten tomar fácilmente fotografías y además, donde los animales son ariscos y se alejan rápidamente de la lancha como resultado de las interacciones con los pescadores.

La estimación de poblaciones de mamíferos marinos siempre ha resultado un tanto complicada, dado que es difícil cumplir con todos los supuestos de los modelos, sobre todo cuando se trata de estimadores de poblaciones cerradas (Buckland, 1987).

Las estimaciones que se calcularon a través de estos modelos, es muy posible que estén sobreestimadas, considerando las escasas recapturas que se obtuvieron. Por otro lado, estos modelos consideran que durante el periodo de muestreo no ocurran entradas y salidas de animales ya sea por nacimientos y muertes o por migraciones. Estas condiciones no se cumplen para esta población pues aunque se ha calculado el porcentaje de crías no se ha obtenido el índice de natalidad. El índice de mortalidad no se conoce y aunque aún no se sabe con detalle la dinámica poblacional en el área, existen movimientos de los animales a lo largo de la costa. Definitivamente estos valores no deben considerarse para ningún tipo de manejo de la población.

Para el estimador de Jolly-Seber, no hay restricciones referentes a las entradas y salidas de las toninas sin embargo, no se obtuvo ningún valor, nuevamente por la escasez de recapturas (Buckland, 1987). En este caso el principio que no se cumplió fue el que todos los animales hubieran tenido la misma posibilidad de ser capturados. Generalmente existen diferencias en la probabilidad de captura para las distintas clases de edad y sexo (Wells y Scott, 1990).

Para este estudio, los valores que se pueden considerar más acertados son los calculados a partir de la relación de los valores de densidad y la distancia recorrida y el área muestreada (Cuadros 11 y 12 de Resultados). Es notable la diferencia en los valores para cada una de las relaciones. Wells *et al.* (1987) mencionan que los tamaños poblacionales de las poblaciones residentes se mantienen más o menos constantes aunque Delgado-Estrella (1996) comenta que hay variaciones estacionales en los tamaños poblacionales y que de alguna manera dependen de factores ambientales y bióticos.

Por un lado se calculó una estimación considerando sólo la distancia recorrida en transectos obteniendo valores para puntos muy localizados. Esto no es muy útil si al parecer la distribución de las toninas es homogénea en el área. Sin embargo, será conveniente considerar que hay tendencia a que las toninas se concentren en las desembocaduras de ríos o lagunas costeras.

La otra estimación se calculó a partir de la franja del área recorrida. Estos valores parecen ser los más razonables y los que en el momento de hacer algún manejo de la especie pudieran considerarse. Es necesario que tanto en la estimación anterior como en ésta, se tomen en cuenta los valores para cada temporada e incluso para cada mes del año pues como se ha mencionado hay una variación temporal en la abundancia de *Tursiops truncatus* en el área.

El tamaño poblacional está entre 245.8 y 771.2 con un valor promedio de 420.1 toninas. Se puede observar una variación mensual y temporal con un incremento en la temporada de secas. El valor para la época de lluvias (301.2 toninas) está muy por encima del calculado en el área en agosto de 1991 (113.75 delfines) (Delgado-Estrella y Pérez-Cortés, 1993).

Los valores promedio de la Laguna de Términos (Delgado-Estrella, 1991) y de la Laguna de Yalahau están por encima de los que aquí se presentan (560 y entre 600 y 1600 individuos, respectivamente). Cabe señalar que tanto la Laguna de Yalahau (800 km<sup>2</sup>) como la laguna de Términos (1,700 km<sup>2</sup>), son superficies del doble y cuatro veces más grandes, son sistemas lagunares y por lo tanto diferentes.

Los grupos de toninas que se observaron durante el estudio son seguramente parte de una población mayor cuyos límites no se conocen aún, pero puede pensarse que corresponden a un área grande a lo largo de la costa del Golfo de México. Estos resultados son semejantes a los obtenidos en el área de la Laguna de Yalahau, Quintana Roo (Delgado-Estrella, 1996) y Bahía Ascención (Ortega-Ortiz, 1996), y en sistemas abiertos como la costa de Argentina (Würsig, 1978), donde igualmente parece ser una población que se distribuye más allá del área estudiada.

### **Comportamiento estacional**

Existe una diferencia notable en las frecuencias de las conductas que desarrollan las toninas en el área, siendo la alimentación y el tránsito las de mayor importancia. Las toninas, por lo tanto, están haciendo un uso diferente de la zona en cada temporada del año.

En los cambios de la conducta de las toninas están involucradas las variaciones de distribución y abundancia del alimento que, a su vez, se determinan por las fluctuaciones estacionales de las condiciones ambientales.

Como se describe en el capítulo del área de estudio, la zona presenta fluctuaciones estacionales importantes (Santoyo y Signoret, 1981) aunque no se mencionan los picos de mayor productividad planctónica. Las frecuencias más altas de conducta de alimentación se registraron durante la temporada de secas, cuando muy posiblemente el área esté ofreciendo una mayor cantidad de alimento por lo que las toninas estén acudiendo y concentrándose en el área. Los valores más altos de abundancia se presentan en esta temporada y el 90% de los individuos que se consideraron residentes estacionales se observaron en la temporada de secas.

El 35.7% de los avistamientos registrados en la temporada se relacionaron con actividad pesquera en su mayoría con redes agalleras y aunque no en todos los casos estaban en alimentación es posible que hubieran concluido ya la actividad, dado que los individuos presentaron conductas de socialización (juego) registradas como conductas de reforzamiento social postalimenticias (Delgado-Estrella, 1996).

En la temporada de lluvias se registraron también frecuencias altas de alimentación y excepto un avistamiento, todos se relacionaron con barcos camaroneros.



En la temporada de nortes, cuando se registra poca actividad de alimentación, la conducta de tránsito se hace evidente. Esta relación se observó también en Bahía de la Ascención (Ortega-Ortiz, 1996) como una respuesta a la necesidad de mayor movilidad en busca de alimento.

Los porcentajes de la conducta de alimentación son semejantes a los registrados en la Bahía de la Ascención, Quintana Roo (27.3-33.3%) (Ortega-Ortiz, 1996) sin embargo, cuando en Tabasco se registran las frecuencias más altas en esa área disminuyen ligeramente. En la Laguna de Términos se registra una disminución en las frecuencias de alimentación en la época de lluvias (Delgado-Estrella, 1991), cuando en la Laguna de Yalahau aumentan en la misma temporada (Delgado-Estrella, 1996).

Como se puede apreciar, las temporadas de mayor alimentación en cada zona dependen de la biomasa y densidad planctónica de cada región y por lo tanto de la abundancia y distribución del alimento.

Entre las especies de las que se observó alimentarse a las toninas, sólo la liseta y la sierra se encuentran entre los listados de especies de mayor abundancia en el área (Chávez, 1970; Contreras, 1988). Aunque *Tursiops truncatus* se ha definido como una especie de hábitos alimentarios oportunistas, parece tener ciertas preferencias en sus presas. Al respecto Delgado-Estrella (*com. pers.*) ha observado que en los corrales de aclimatación donde se mantienen a toninas capturadas de esta zona, los individuos prefieren ingerir en orden de importancia las siguientes especies: sierra, peto, jurel, lisa, bonito y corvina.

Entre las especies ingeridas por las toninas en la relación con barcos camaronesos se encuentran principalmente sardinas (Familia: Cupleidae) y algas mojarra (Familia: Gerridae) (Delgado-Estrella, 1997).

La costa de Tabasco es una zona medianamente productiva que no ofrece a las toninas la cantidad de presas necesarias durante todo el año para que presenten una residencia permanente. Sin embargo, han aprendido a aprovechar algunas actividades humanas como los diferentes tipos de pesquerías en cada temporada, que reclutan alimento y hacen más fácil utilizar el recurso sin un gasto energético significativo.

Cuando las actividades pesqueras no son suficientemente intensas, los individuos utilizan el área primordialmente como una zona de tránsito desarrollando en menor grado las demás actividades. Esta afirmación se apoya con los resultados del Cuadro 13 del capítulo de Resultados, donde en los avistamientos no relacionados con actividades pesqueras la conducta de tránsito es notablemente mayor sobre el resto de las conductas y en los grupos relacionados con la pesca la alimentación representa casi el 50% del total de las actividades.

Es recomendable seguir haciendo observaciones sobre estas relaciones para poder detallar acerca del grado de influencia de la actividad pesquera sobre las toninas en el área, ya que Gruber (1981) considera que estas interacciones no solo afectan la actividad de alimentación, composición de grupos y conducta social sino también influye sobre los ciclos de actividad y movimientos estacionales.

Las conductas de juego y cortejo como se ha mencionado, son actividades relacionadas con la alimentación y este hecho se presentó también en el área. En los grupos relacionados con barcos camaroneros donde siguieron el mismo patrón, el juego se acompañó de actividad aérea y coletazos con mayor frecuencia y más intensos como lo observó Gruber (1981) en la Bahía de Matagorda, Texas.

Los animales que realizaban saltos cerca de la lancha como una conducta de juego con las olas producidas por la embarcación, fueron generalmente individuos jóvenes.

Las dos ocasiones en que se observaron conductas de cortejo fue en temporada de lluvias y de nortes. El registro de esta última concuerda con el dato de una hembra capturada en Tabasco que en cautiverio quedó preñada en el mes de enero y aunque hubo muerte fetal (Sánchez, 1997), la cría nacería 12 meses más tarde aproximadamente, considerando el periodo de gestación (Sergeant *et al.*, 1973). Es interesante que la conducta de cortejo en vida silvestre corresponde al momento de la preñez de esta hembra y a uno de los picos altos de abundancia de crías registrados para el área. Por otro lado, los individuos aún en cautiverio parecen conservar sus temporadas reproductivas aunque se encuentren en un área distinta y ya no existan variaciones en los factores determinantes como la temperatura y la abundancia de alimento.

La actividad de surfeo (deslizamiento en las olas) ha sido considerada como una categoría de la conducta de juego (Shane *et al.*, 1986), sin embargo, en este estudio se presentó tan evidente y frecuente que se decidió registrarla de manera

independiente. En la costa de Tabasco las toninas se deslizan en las olas producidas por el viento como ocurre en la Bahía de la Ascención (Ortega-Ortiz, 1996) y en la marejada generada por las profundidades de más de 25 m.

Un porcentaje considerable dentro de las categorías de actividad fue el de conducta indeterminada y se debe a que en general los individuos del área una vez que registran el sonido del motor de la lancha se mueven grandes distancias por debajo del agua intentando evadir la embarcación. Esta conducta es muy posible que sea una respuesta a la insistente persecución que hacen los pescadores de tiburón sobre las toninas para matarlas y usarlas como carnada.

#### Interacción con otros grupos de animales

Únicamente en el 12.5% de los avistamientos se registró asociación de aves con los grupos de toninas, todos los grupos se encontraban en conducta de alimentación y las aves aprovechan el reclutamiento de peces hacia la superficie que hacen las toninas para facilitar su captura.

Esta interacción se ha descrito en numerosas ocasiones (Pierotti, 1988) y en Laguna de Términos se presenta con bastante frecuencia (*obs. pers.*).

La interacción de toninas con estenos ha sido el tercero de los registros que se tienen en el Golfo de México en costas mexicanas, todos en la costa de Tabasco a cinco km de la costa. La especie de delfines de dientes rugosos *Steno bredanensis* se ha registrado generalmente en ambientes oceánicos del Golfo de México, siendo estos los primeros registros de la especie cercanos a la costa (Delgado-Estrella, 1994; Delgado-Estrella y López-Hernández, 1997).

## Varamientos

El único animal varado que se encontró en la playa y los trozos de carne son una evidencia de que la carne y grasa de toninas están siendo utilizadas como carnada en la región. El que haya sido un animal joven coincide con lo encontrado por Gallo (1986), el cual considera que los animales más jóvenes son presa fácil de los arponcos pues se acercan demasiado a las embarcaciones.

Hasta la fecha se ha documentado escasamente esta actividad en ambas costas mexicanas (Gallo, 1986; Zavala-Hernández *et al.*, 1992) y no se conoce la magnitud del problema, pero entre los mismos pescadores del área se afirma que todavía se realizan arponcos sobre diferentes especies de delfines.

El hecho de que no se hayan encontrado más delfines varados en la playa puede deberse a los siguientes factores:

Dado el uso que se le da a la carne, los animales que llegan a la playa moribundos son utilizados por los pescadores, o bien sabidos de la prohibición legal de capturar delfines para cualquier propósito lleven mar adentro a los animales.

Otra posibilidad es que los animales que se mueren mar adentro y llegan a la playa son regeresados por la corriente pues se han observado variaciones considerables en los límites de marea. Si los animales se encuentran heridos o enfermos y se mueren mar adentro pueden ser aprovechados como presas por los tiburones. Aunque no hay observaciones directas del ataque a toninas por tiburones hay evidencias en las marcas que dejan los dientes en las aletas dorsales y otras partes del cuerpo y en los contenidos estomacales analizados de tiburones en Australia (Connor y Heithaus, 1996). En la Laguna de Términos se encontró un macho joven flotando en la superficie con tres mordidas de tiburón en la parte ventral, no se pudo determinar si había sido atacado y muerto por esta razón o si el tiburón lo haya aprovechado después de muerto (Escutel-Luna, en preparación).

En el Golfo de México, sobre todo en Tabasco y Campeche, hay una gran actividad pesquera con redes agalleras y redes de arrastre de barcos camaroneros, sin embargo según un estudio realizado por la FAO (Northridge, 1992) aunque *Tursiops truncatus* es la especie con mayor interacción y las que mueren incidentalmente en las redes, los valores no se consideran un riesgo para la población.

Delgado-Estrella (1996) ha observado que los enmallamientos de las toninas son generalmente de animales jóvenes que aún inexpertos se atorán en las redes al intentar escapar de ellas.

La actividad petrolera en el área es un factor que de alguna manera está afectando a la población de toninas al menos temporalmente por ciertas actividades que se realizan. Durante el año de estudio se observaron movimientos de embarcaciones hacia la plataforma petrolera que se encuentra a varios kilómetros mar adentro, se detectaron actividades de mantenimiento de la tubería que llega a la plataforma y que pasa frente a la zona de la Laguna de Mecocacán y se revisó un documento que daba aviso a los pescadores del desarrollo de actividades de exploración geofísica marina por un periodo de cinco meses que incluía la generación de ondas sísmicas. Estas actividades por lo menos están generando una serie de ruidos ajenos al ambiente que provocan alteraciones en la comunidad marina en general y en las toninas por lo menos dificultades en la comunicación entre individuos y en la localización de presas. Fertl (1994) comenta la gran adaptabilidad de *Tursiops truncatus* a las modificaciones al ambiente generadas por el hombre y que se distribuyen en áreas de gran tráfico de embarcaciones, de ruido y contaminación, sin embargo, para cada zona habrán de considerarse los grados de afectación.

Se han realizado estudios de impacto ambiental en la laguna de Mecocacán considerando la parte marina circundante y se establecen los asentamientos humanos y sus desechos y las obras de dragado y derrames de petróleo como posibles impactos en las relaciones tróficas de la comunidad neotónica (De la Cruz y Navarrete, 1980).

En Florida se ha encontrado que la contaminación del ambiente juega un papel importante en la muerte de varios ejemplares de *Tursiops truncatus*, en los que se evaluaron valores de cobre, cadmio y zinc en hígado, riñón y músculo, encontrando en los dos últimos altas concentraciones de metales (Wood y Van Vleet, 1996).

Aunque los valores de la lectura de metales pesados en los restos óseos no fueron elevados, hay que tomar en cuenta que algunos metales se van acumulando en diferentes tejidos a lo largo del tiempo hasta que empiezan a representar un riesgo para el individuo (Wood and Van Vleet, 1996).

En estudios de sangre realizados a animales capturados en el área, machos y hembras de edades variables, no se encontraron tampoco niveles tóxicos de ningún contaminante (Delgado-Estrella, *com. pers.*).

En un estudio realizado en dos especies de tiburones del Golfo de México en costas mexicanas (*Carcharhinus limbatus* y *Rizoprionodon terraenovae*) se encontraron en algunos animales niveles de acumulación de metales que rebasaban los límites de toxicidad y cuyo suministro al medio fueron principalmente de origen antropogénico (Núñez, 1996). Esta referencia resulta interesante si se considera que ambas especies de tiburones coinciden en sus hábitos alimenticios con algunas especies de peces consumidas por toninas y que igual en estos cetáceos la acumulación de metales en los tejidos varía según la talla y edad de los individuos.

Aunque como se ha comentado es difícil encontrar animales varados de los que se puedan seguir realizando análisis de detección de metales pesados, sería muy interesante evaluar muestras de animales de diferentes edades e incluso sexo para establecer hasta que grado el deterioro ambiental está influyendo en los organismos.

## CONCLUSIONES

Los valores de abundancia relativa y densidad de las toninas (3.8 del./hr, 16.6 del./día, 1.2 del./km<sup>2</sup>) en la costa de Tabasco se encuentran entre los valores intermedios registrados para la especie en el Golfo de México y se presenta una tendencia encontrar un mayor número de animales en la temporada de secas (1.6 del./km<sup>2</sup>).

Se registran dos picos de mayor abundancia de crías, en la temporada de secas y en la de nortes.

La distribución de las toninas en el área, está determinada por la abundancia y distribución de las presas.

La formación de grupos en el área está determinada por factores ambientales como la profundidad, por factores bióticos como la presencia de crías y por factores antropogénicos como la actividad pesquera que puede ser el de mayor importancia.

Los valores promedio de tamaño de grupo son superiores a los registrados en otras áreas de la costa mexicana del Golfo de México, lo cual puede estar determinado por las características netamente marinas.

La población muestra variación estacional en el número de individuos estimados (301.2 - 573.5 toninas) con un fuerte intercambio de toninas a lo largo del año.

Los animales observados forman parte de una población más grande cuyos límites se extienden mas allá del área de estudio. Hay una baja residencia entre la población y es estacional.

La costa de Tabasco es utilizada como área de alimentación y de tránsito y estas actividades varían en función de las diferentes temporadas climáticas y de la actividad pesquera.

Los grupos de toninas presentan una marcada interacción con la actividad pesquera en esta zona (con redes de arrastre para pesca de camarón y con redes agalleras) principalmente con la pesca de camarón, pero es necesario una mayor observación, para detallar esta asociación.

Aunque se reconoce el uso de las toninas como carnada en la pesca del tiburón en el área, es necesario recabar mayor información para evaluar su incidencia sobre la población.

Dado el marcado crecimiento de los asentamientos humanos y la constante actividad petrolera en la zona es necesario realizar una evaluación para conocer hasta que grado estas actividades están perturbando la permanencia de esta población de toninas.



## LITERATURA CITADA

- Aguayo, L., G. Heckel y Y. Schramm. 1991. Biología del delfín *Tursiops truncatus* en el sur de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Proyecto de investigación. Informe no publicado. Facultad de Ciencias, UNAM, México, 27 pp.
- Alvarez, F., C. M. Aguayo y S. Nolasco. 1991. Prospección de tursiones (*Tursiops truncatus*) en el área circundante a la Laguna de Mecocacán en el estado de Tabasco. No publicado. Facultad de Ciencias, UNAM, México, 18 pp.
- Au, D., and W. Perryman. 1982. Movement and speed of dolphin school responding to an approaching ship. Fish. Bull., 80(2):371-379.
- Ballance, L. 1985. Area de acción del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en Bahía Kino, Sonora. X Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos (memorias) pp. 161-165.
- Ballance, L.T. 1990. Residence patterns, group organization, and surfacing association of bottlenose dolphin in Kino Bay, Gulf of California, México. In: S. Leatherwood y R.R. Reeves. The bottlenose dolphin. Academic Press, USA, pp. 267-283.
- Bañuelos, R. 1982. Variación estacional de la contaminación bacteriana coliforme de tres lagunas costeras del estado de Tabasco, México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 34 pp.
- Barham, E. G., J. C. Sweeney, S. Leatherwood, R. K. Reggs and C. L. Barham. 1980. Aerial census of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in a region of the Texas coast. Fish. Bull., 77:585-595.
- Barrón, E. 1991. Contaminación. Pp. 106-110. en: De la Lanza E. (comp.) Oceanografía de mares mexicanos. A.G.T. Editor, México, 569 pp.
- Botello, V., A. Castro A. y P. A. De la Torre. 1981. Niveles actuales de hidrocarburos en los sistemas lagunares del estado de Tabasco, México. Pp. 70. In: Serie: Bibliografía comentada sobre ecosistemas costeros mexicanos. Vol. IV: Golfo de México II (de Tabasco a Quintana Roo). (O. Castañeda y F. Contreras, comp.). CONABIO/UAM-I/CEDELM.

- Bräger, S., B. Würsig, A. Acevedo and T. Henningsen. 1994. Association patterns in Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Galveston Bay, Texas. Journ. Mamm., 75(2):431-437.
- Buckland, S. 1987. Métodos para la estimación de abundancia de mamíferos marinos. CIAT:62 pp.
- Chávez, R. 1970. Programa para el desarrollo de la pesca de peces de fondo. Reunión para el desarrollo pesquero del estado de Tabasco. Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras DGP,CNCP,SIC, Villahermosa, Tabasco:12 pp.
- CECODES, 1981. Las lagunas costeras de Tabasco. Un ecosistema en peligro. Centro de Ecodesarrollo. 109 p.
- Comisión Nacional de Ecología. 1988. Informe General de Ecología. pp. 38-40.
- Connor, R., and M.R. Heithaus 1996. Approach by great white shark elicits flight response in bottlenose dolphins. Mar. Mamm. Sci., 12(4):602-606.
- Contreras, F. 1988. Lagunas costeras mexicanas. Colegio de la Frontera Sur.
- Daniel, W.W. 1990 Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 3a. ed. Limusa, México, 667 pp.
- De la Cruz, G. y N. Navarrete. 1980. Posibles efectos del impacto ambiental sobre la comunidad neotónica de la laguna de Mecouacán, Tabasco, México. Res. I Congreso sobre problemas ambientales en México. 45 pp.
- De la Parra, R. y E.Galván. 1985. Observación del tursión costero del Pacífico en el sistema Topolobampo-Ohuira, Sinaloa (con notas acerca del comportamiento, ritmo respiratorio e identificación individual). X Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, Memorias 24-27 marzo 1985, La Paz, B. C. S., México, pp. 137-160.

- Defran, R.H., G.M. Shultz, and D.W. Weller. 1990. A technique for the photographic identification and cataloging of dorsal fin of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Pp. 53-55. In: Individual recognition of cetacean populations: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. (Edited by P.S. Hammond, S.A. Mizroch, and G.P. Donovan). Rep. Int. Whal. Comm. (Special Issue 12). Cambridge.
- Delgado-Estrella, A. 1991. Algunos aspectos de la ecología de población de las toninas (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821), en la Laguna de Términos y Sonda de Campeche, México. Tesis profesional, UNAM, ENEP Iztacala, México, 149 pp.
- Delgado-Estrella, A. 1994. Presencia del delfín de dientes rugosos *Steno bredanensis* en la costa de Tabasco, México. An. Inst. Biol., UNAM, Ser. Zool., 65(2):303.305.
- Delgado-Estrella, A. 1996. Ecología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus*, en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo, México. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 93 pp.
- Delgado-Estrella, A. 1997. Relación de las toninas *Tursiops truncatus* y de las toninas moteadas, *Stenella frontalis* con la actividad camaronera en la Sonda de Campeche. An. Inst. Biol., UNAM, Ser. Zool., 58(2).
- Delgado-Estrella, A. y H. Pérez-Cortés. 1993. Abundancia y distribución de toninas (*Tursiops truncatus*) en las costas del sur del Golfo de México. Cartel presentado en la XVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, La Paz, B.C.S., Abril.
- Delgado-Estrella, A. y J. G. Ortega-Ortiz. 1995. Observaciones de movimiento y actividad de las toninas *Tursiops truncatus* en la Laguna de Términos, Campeche. XX Reunión Internacional para el Estudio de los mamíferos marinos, SOMEMMA, La Paz, Baja California Sur, México.
- Delgado-Estrella, A. y López Hernández, I. 1997. Avistamientos costeros del delfín de dientes rugosos *Steno bredanensis* en la costa de Tabasco, México. XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, SOMEMMA, Nuevo Vallarta, Nayarit, México.

- Escatel-Luna, E. En preparación. Biología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus* en la Laguna de Términos. Campeche. Tesis de maestría. UACPyP-CCII, UNAM.
- Félix, F. 1994. Ecology of costal bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. Investigation on cetacea. Vol. XXV, pp. 235-256.
- Fertl, D. 1994. Ocurrence, patterns and behavioral of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Galveston Chip Channel, Texas, The Texas Journ. Sci. 46(4):300-317.
- Gallo, J.P. 1986. Sobre los mamíferos marinos mexicanos. Rev. Tec. Pesq., 19(219):10-16.
- Gallo, Reynoso, J. P. 1988 Informe de las observaciones de grupos de toninas en la Boca del Carmen, Laguna de Términos y en la Sonda de Campeche. Informe no publicado. México 14 pp.
- García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Inst. Geografía, UNAM, México 246 pp.
- Gruber, J.A. 1981. Ecology of the Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Pass Cavallo area of Matagorda Bay, Texas. M. Sc. Thesis Texas A & M University, College Station, 182 pp.
- Hammond, P. 1986. Line transect sampling of dolphin population. Pp 251-279. In: (Edited by R. Bryden). Research on dolphins. Claredon Press, Oxford.
- Holmgren, D. T. 1988. Registro de *Tursiops truncatus* (Cetacea:Delphinidae) en las bocas de la Laguna de Términos, Campeche, durante las estaciones de invierno y primavera de 1988. Informe de servicio Social. UAM-X, México, 60 pp.
- Heckel, G. 1992. Fotoidentificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 169 pp.

- Irvine, A.B., M.D. Scott, R.S. Wells, and J.H. Kaufmann. 1981. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. Fish. Bull., 79(4):671-688.
- IUCN. 1988. Dolphins, porpoises and whales. An action for the conservation of biological diversity: 1988-1992. International Union for Conservation of Natural Resources, Gland Switzerland, 28 pp.
- Janik, V.M., and P.H. Thompson. 1996. Changes in surfacing patterns of bottlenose dolphins in response to boat traffic. Mar. Mamm. Sci., 12(4):597-602.
- Leatherwood, S., J.R. Gilbert, and D.G. Chapman. 1978. An evaluation of some techniques for aerial censuses of bottlenosed dolphin. Journ. Wildl. Manage, 42(2):239-250.
- Leatherwood, S., and R.R. Reeves. 1982. Bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, and other toothed cetaceans. Pp. 369-414. In: Wild Mammals of North America. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Leatherwood, S., and R. R. Reeves. 1983. The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins. Sierra Club Books. Sn. Francisco, CA. 302 pp.
- Lockyer, C.H., and R.J. Morris. 1990. Some observations on wound healing and persistence of scars in *Tursiops truncatus*. Pp. 113-118. In: Individual recognition of cetacean populations: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. (Edited by P.S. Hammond, S.A. Mizroch, and G.P. Donovan). Rep. Int. Whal. Comm. (Special Issue 12). Cambridge.
- Mate, B.R., K.A. Rossbach, S.L. Nieukirk, R.S. Wells, A.B. Irvine, M.D. Scott, and A.J. Read. 1995. Satellite-monitored movements and dive behavior of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Tampa Bay, Florida. Mar. Mamm. Sci., 11(4):452-463.
- Mead, J.G. and C.W. Potter. 1990. Natural history of the bottlenose dolphins along the central Atlantic coast of the United States. Pp. 165-195. In: S. Leatherwood, and R.R. Reeves (eds.). The bottlenose dolphin. Academic Press, USA.

- Miranda, J. 1991. La Emisión de Rayos X inducida por protones como técnica de análisis. Informe no publicado. Instituto de Física, UNAM, 7 pp.
- Müllin, K., W. Hoggard, C. Roden, R. Lohofener, C. Rogers, and B. Taggart. 1991. Cetaceans on the upper continental slope in the North Central Gulf of Mexico. OCS Study/MMS 91-0027. U.S. Dept of the Interior, Minerals Mgmt. Service Gulf of Mexico OCS Regional Office, New Orleans, La. 108 pp.
- Noether, G. E. 1976. Introduction to statistics, a non parametric approach. 2a. ed. Boston, Houghton Mifflin, 292 pp.
- Northridge, S. P. 1992. Actualización del Estudio mundial de las interacciones entre los mamíferos marinos y la pesca. FAO, Documento Técnico de Pesca, 251, Supl. 1, 62 pp.
- Núñez, N. G. 1991. Concentración de As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Se, Zn en cerebro, branquias, hígado, músculo, páncreas y riñón de dos especies de tiburón (*Carcharhinus limbatus* y *Ricoprionodon terraenovae*) del Golfo de México con importancia comercial. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 89 pp.
- Ortega-Ortiz, J.G. 1996. Distribución y abundancia de las toninas *Tursiops truncatus* en la bahía de la Ascención, Quintana Roo, México. Tesis de maestría. UACPyP-CCII, UNAM, México, 82 pp.
- Odell, D.K. 1975. Status and aspects of the life history of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Florida. Journ. Fish. Res. Board Can., 32:1055-1058.
- Páramo, S. 1982. Ictiofauna del Río González y lagunas adyacentes, Tabasco. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 75 pp.
- Pérez-Cao, H. 1996. Genética-Bioquímica poblacional del delfín tonina *Tursiops truncatus* (Montagü, 1821) de Cuba. Trabajo de Diploma. Facultad de Biología, Universidad de la Habana, Cuba, 64 pp.
- Pica, G., V. Ponce y E. Barrón. 1991. Oceanografía geológica del Golfo de México y Mar Caribe. Pp. 14-30. en: De la Lanza E. (comp.) Oceanografía de mares mexicanos. A.G.T. Editor, México, 569 pp.

- Pierotti, R. 1988. Associations between marine birds and mammals in the Northwest Atlantic Ocean. Pp. 31-58. In: J. Burger (ed.). Seabirds and other marine vertebrates. Columbia University Press, New York, USA.
- Ponce, V., L. Pineda y G. Pica. 1991. Oceanografía química del Golfo de México y Mar Caribe. pp. 83-106. en: De la Lanza E. (comp.) Oceanografía de mares mexicanos. A.G.T. Editor, México, 569.
- Ross, G.J.B., V.G. Cockcroft, D.A. Melton, and D.S. Butterworth. 1988. Population estimates for bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in Natal and Transkei waters. S. Afr. Journ. Mar. Sci., 8:119-129.
- Salas, G.R. 1986. Estudios hidrológicos y nivel de alteración causado de organoclorados en las lagunas Meacoacán y Machona, Tabasco, México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 44 pp.
- Sánchez, O.R. 1997. Muerte fetal y complicaciones en un delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* en cautiverio. Reporte de un caso. XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos SOMEMMA, Nuevo Vallarta, Nayarit, México, 27 abril-1 mayo.
- Santoyo, H. y M. Signoret. 1981. Producción primaria planctónica de tres lagunas costeras de México. VII Simp. Latinoamericano, Ocen. Biol., México.
- Schramm, Y. 1993. Distribución, movimiento, abundancia e identificación de delfín *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en el sur de la Laguna de Tamiahua, Veracruz y aguas adyacentes (Cetacea, Delphinidae). Tesis profesional, UAG, México, 174 pp.
- Scott, M.D., R.S. Wells, and A.B. Irvine. 1990. A long term study of bottlenose dolphin on the west coast of Florida. In: S. Leatherwood, and R.R. Reeves. The bottlenose dolphin. Academic Press, USA, pp. 235-244.
- Sergeant, D.E., D.K. Caldwell and M.C. Caldwell. 1973. Age, growth and maturity of bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*. from northeast Florida. J. Fish. Res. Board Can. 30:1009-1011.
- Shane, S. H. 1980. Occurrence, movements, and distribution of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Southern Texas. Fish. Bull., 78(3):593-601.

- Shane, S., R. Wells and B. Würsig. 1986. Ecology, behavior and social organization of bottlenose dolphin: Review. *Mar. Mam. Sci.*, 2 (1): 34-63.
- Villa-R. B, F. Paéz-Osuna, H. Pérez-Cortéz. 1993. Concentraciones de metales pesados en el tejido cardiaco, hepático y renal de la vaquita *Phocoena stinus* (Norris y Mc Farland, 1958) (Mammalia: Phocoenidae). *An. Inst. Biol., UNAM, México. Ser. Zool.* 64 (1): 61-72.
- Weller, D.W. 1991. The social ecology of Pacific coast bottlenose dolphin. M.A. thesis, San Diego State University, San Diego, Ca. 93 pp.
- Wells, R.S., and M.D. Scott. 1990. Estimates bottlenose dolphin population parameters from individual identification and capture-release techniques. Pp. 407-415. In: Individual recognition of cetacean populations: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. (Edited by P.S. Hammond, S.A. Mizroch, and G.P. Donovan). *Rep. Int. Whal. Comm. (Special Issue 12)*. Cambridge.
- Wells, R.S., L.J.Hansen, T.P. Dohl, D.L. Kelly and R.H. DeFran. 1990. Northward extensions of the range of bottlenose dolphin along California coast. Pp. 421-431. In: S. Leatherwood, and R.R. Reeves (eds.) *The bottlenose dolphin*. Academic Press, USA.
- Wood, C, and E. Van Vleet. 1996. Copper, cadmium and zinc in liver, kidney and muscle tissues of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) stranded in Florida. *Mar. Pollut. Bull.* 32(12):886-889.
- Würsig, B. 1978. Occurrence and group organization of Atlantic bottlenose porpoise (*Tursiops truncatus*) in an Argentina Bay. *Biol. Bull.*, 154:348-359.
- Würsig, B., and M. Würsig. 1979. Behavior and ecology of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the South Atlantic. *Fish. Bull.* 77:399-412.
- Würsig, B. and T. A. Jefferson. 1990. Methods of photoidentification for small cetaceans. *Rep. Int. Wha. Comm. (Special Issue 12)* Edited by P., Hammond, S.A Mizroch, and G.P. Donovan. Cambridge. 43-52 pp.



- Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil. 1988. Caracterización ambiental de la Sonda de Campeche frente a la Laguna de Términos. Pp. 41-50. In: Yáñez-Arancibia, A. y J.W. Day, Jr. (Eds). Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos. ICMyl., UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU. Edit. Univ., México.
- Yáñez-Arancibia, A., A. L. Lara-Domínguez, P. Sánchez-Gil y H. Alvarez-Guillén. 1988. Evaluación ecológica de las comunidades de peces en la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche. Pp. 323-355. In: Yáñez-Arancibia, A. y J.W. Day, Jr. (Eds). Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos. ICMyl., UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU. Edit. Univ., México.
- Zavala-Hernández, A., J. Urbán, and C. Esquivel-Macias. 1994. A note on artisanal fisheries interactions with small cetaceans in Mexico. Rep. Int. Whal. Comn., (Special Issue 15):235-237.
- Zenteno, T. 1986. Abundancia y distribución del delfín nariz de botella, *Tursiops truncatus*, en la zona norte de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Reporte de servicio Social. UABCS. 29 pp.

## APÉNDICE 1

Para la estimación del tamaño poblacional con los modelos de captura-recaptura se asumieron los siguientes supuestos:

- Todos los individuos pueden ser identificados por medio de marcas naturales
- Los individuos son capturados en el primer avistamiento en que presentes
- Las marcas no cambian ni se pierden durante el periodo de tiempo en que se lleva a cabo el estudio

En los modelos para **poblaciones cerradas** se asume que:

- No ocurren ni nacimientos ni muertes durante el periodo de muestreo
- No hay migraciones durante el periodo de muestreo

### Estimador de Petersen

$$N \approx Mn/m$$

### Estimador de Bailey

$$N \approx M(n+1)/m+1$$

$$E.E. = \sqrt{[m^2(n+1)(n-m)/(m+1)^2(m+2)]}$$

N = Tamaño poblacional estimado

M = Animales marcados

n = Total de animales registrados

m = Animales marcados recapturados

En los modelos para poblaciones abiertas se asume que:

- Cada animal de la población, tiene la misma probabilidad de ser capturado en la *iésima* salida, siempre y cuando esté vivo y dentro de la población al momento de la salida
- Cada animal tiene la misma probabilidad de sobrevivir de la *iésima* salida a la siguiente y de estar presente en esta última al momento de la captura

#### Estimador de Jolly-Seber

$$N_i = n_i + n_i Z_i R_i / m_i r_i$$

$$E.E. = \sqrt{[ N_i(N_i - n_i) M_i - m_i + R_i / M_i (1/r_i - 1/R_i) + 1 - a_i / m_i ]}$$

$N_i$  = Tamaño poblacional estimado

$n_i$  = Tamaño de la muestra

$M_i$  = Número de animales marcados antes de la *iésima* ocasión

$m_i$  = Número de animales marcados en la muestra

$R_i$  = Número de animales marcados y liberados

$r_i$  = Número de animales de la  $R_i$  liberados en una recaptura subsecuente

$Z_i$  = Número de animales marcados antes de la *iésima* ocasión que fueron recapturados en la *iésima* ocasión pero que fueron recapturados subsecuentemente

$a_i$  = Proporción de animales marcados en la población en el *iésimo* muestreo

## Apéndice 2. Datos generales de los avistamientos

AVISTAM	DIA	MES	AÑO	HORA	ESTACION	LATITUD	LONGITUD	IND	CREAS	ACT1	ACT2	ACT3	ACT4	ACT5	ACT6	ACT7	BF	TEMP	PROF	DIST	ANG	PLSQ	
1	30	5	96	10:07	SEFAS	1826.35	9304.47	J	0	A								1	28	8.6	0	0	REDES
2	30	5	96	11:07	SEFAS	1827.56	9304.09	20	1		T	J						1	29.5	23	15.9	20	REDES
3	30	5	96	13:35	SEFAS	1829.35	9309.45	0	1	A							D	1	28.5	26.2	70	20	REDES
4	31	5	96	10:32	SEFAS	1829.26	9257.35	9	1	A								1	27	16	0	0	BARCOS
5	31	5	96	11:01	SEFAS	1829.36	9258.06	9	1	A							D	1	27.5	17	0	0	SRELAC
6	31	5	96	13:35	SEFAS	1828.12	9304.53	15	2			J	S					1	31	18	43	45	BARCOS
7	18	7	96	10:25	LUNYAS	1827.47	9257.43	5	0	A		J						1	24	19.7	0	0	SRELAC
8	19	7	96	10:15	LUNYAS	1827.18	9303.39	1	0									3	25	19	0	0	SRELAC
9	19	7	96	11:12	LUNYAS	1832.21	9253.46	40	1	A	T	J	S			C		1	25	23.3	0	0	REDES
10	19	7	96	16:26	LUNYAS	1826.47	9303.39	4	0	A								2	24	12.9	0	0	BARCOS
11	19	7	96	16:52	LUNYAS	1826.39	9303.11	1	0		T							3	21	12.8	0	0	SRELAC
12	20	7	96	10:06	LUNYAS	1826.53	9302.15	4	0	A		J	S					1	24	13	62	43	BARCOS
13	20	7	96	11:01	LUNYAS	1827.13	9304.53	36	2	A	T	J	S					2	28	24.1	23.9	70	BARCOS
14	21	7	96	11:35	LUNYAS	1828.02	9304.1	15	0	A			S					2	26	21.8	23.6	26	BARCOS
15	13	9	96	14:2	LUNYAS	1830.31	9253.53	15	0		T							1	35	18.8	12	50	SRELAC
16	16	9	96	11:24	LUNYAS	1827.45	9257.31	1	0				I					1	29	21.1	50	60	SRELAC
17	16	12	96	14:12	NORTES	1826.25	9305.13	1	0		T							3	26	31	0	0	SRELAC
18	8	2	97	11:47	NORTES	1830.08	9300.44	7	0		T							1	25	27.7	60	30	SRELAC
19	8	2	97	11:21	NORTES	1827.01	9257.43	3	0		T		S					2	27	14.3	0	0	SRELAC
20	29	3	97	12:34	NORTES	1835.57	9243.52	3	1	T								1	28	13	80	45	SRELAC
21	29	3	97	12:25	NORTES	1836.11	9245.54	5	0	A								1	29	13	56	0	BARCOS
22	29	3	97	13:55	NORTES	1831.1	9248.1	1	0							I		1	28	16.6	100	14	SRELAC
23	30	3	97	11:43	NORTES	1828.43	9305.44	5	0				I					1	29	26	30	60	SRELAC
24	30	3	97	12:09	NORTES	1828.19	9306.59	50	4	A		J	S			C		1	28	13.2	43	30	SRELAC
25	3	4	97	10:2	SEFAS	1827.04	9258.67	8	0	A								1	25	15.7	N.E	N.E	SRELAC
26	5	4	97	10:51	SEFAS	1829.42	9255.22	7	1	A	T							2	26.5	21.4	N.E	N.E	SRELAC
27	5	4	97	11:39	SEFAS	1833.27	9247.54	15	1		T							1	24	16.5	N.E	N.E	SRELAC
28	3	4	97	11:59	SEFAS	1833.45	9247.42	20	1		T							1	26.5	16.8	N.E	N.E	SRELAC
29	6	4	97	12:06	SEFAS	1828.45	9307.57	7	0			J						1	27.3	24.3	2	10	SRELAC
30	6	4	97	13:56	SEFAS	1827.01	9313.04	4	0		T							1	29	12.1	100	45	SRELAC
31	6	4	97	14:51	SEFAS	1829.33	9309.44	7	0	A								1	29	20	50	90	SRELAC
32	7	4	97	14:29	SEFAS	1829	9306.56	4	0		T							1	30	20.3	100	30	SRELAC

Bf = estado del mar; TEMP (°C), PROF (m), DIST (m), N.E = No estimado (dentro de la banda de observación)  
 A=alimentación, T=tránsito, J=juego, S=surfido, I=interferencia, C=correte, D=descanso