



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA
DE *Tursiops truncatus*
EN LA BAHÍA SANTA MARÍA,
SINALOA, MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA

Norma Ivette Reza García

Director de tesis: M. en C. Alberto Delgado Estrella



México, DF.



2001

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



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
AVIENNA 14
MEXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

"Distribución y Abundancia de *Tursiops truncatus* en la Bahía Santa María, Sinaloa, México"

realizado por Norma Ivette Reza García

con número de cuenta 8837180-3 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario M. en C. Alberto Delgado Estrella

Propietario Dr. Luis Medrano González

Propietario M. en C. María Guadalupe Barajas Guzmán

Suplente M. en C. Leticia Huidobro Campos

Suplente Biól. Paloma Ladrón de Guevara Porras

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología



Dra. Edna María Suárez Díaz DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS

En este espacio quiero agradecer principal y especialmente a mi familia. A mi mamá, porque sin ella no hubiera podido llegar al final de este trabajo, por ser la parte fundamental de mi formación como la persona que soy ahora, por su constante cariño, dedicación, consejo, apoyo y paciencia en todo instante de mi vida; no podría agradecerle con palabras todo lo que me ha dado. A mi hermano le agradezco el guiarme a la perseverancia como medio para alcanzar un fin y para afrontar cada obstáculo en el camino. A ambos gracias de todo corazón.

Le agradezco al M. en C. Alberto Delgado Estrella por confiar en mi como una persona responsable para realizar el presente trabajo, por ayudarme a resolver los problemas que se presentaron durante la realización del trabajo de campo y por los consejos finales que le hizo al escrito.

Sin restar importancia, le agradezco al Dr. Luis Medrano González por las aportaciones que le hizo al escrito final; a la M. en C. Guadalupe Barajas Guzmán por apoyarme y ayudarme en la estadística de este trabajo; a la Biól. Paloma Ladrón de Guevara por las sugerencias y aportaciones que le hizo al escrito; y a la M. en C. Leticia Huidobro Campos por la ayuda que me proporcionó con la determinación de las especies de peces que se mencionan en el presente trabajo. A todos ellos un especial agradecimiento por formar parte del jurado de éste trabajo de Tesis, además de las observaciones, comentarios y correcciones finales que aportaron al mismo. Igualmente le agradezco al Dr. Bernardo Villa Ramírez por prestarme un espacio para procesar mi material durante la primera parte del trabajo y por la revisión extraoficial que le hizo al escrito final.

La parte fundamental del presente trabajo se realizó en la Bahía Santa María, por lo tanto, agradezco de todo corazón el apoyo, la dedicación y la responsabilidad de mis compañeros durante el trabajo de campo: al Biól. Arturo Romero Tenorio, que forma parte importante de este trabajo; a la Biól. Irelia López Hernández por apoyarme durante la primera parte del trabajo de campo; y a los Pas. de Biól. Sara Torres Araujo y Juan Manuel Sánchez Parra por apoyarme en las últimas salidas a la bahía.

Agradezco a la empresa DELFINES PARADISE S.A. de C.V. por darme su apoyo financiero para la realización del trabajo de campo y de laboratorio; en especial al Ing. Adán Zurbia quién fue parte fundamental en la aprobación financiera del presente trabajo. Así mismo agradezco al M. en A. Fernando Delgado y a la C. Susana Mayen por su ayuda en el proceso financiero durante las salidas a la bahía.

Asimismo, al Sr. Rosario Rosas Ochoa y al Sr. Anacleto Valdés, los dos conductores de las pangas que nos trasladaron por la bahía durante los periodos de muestreo, les agradezco mucho el tiempo, la disposición y la confianza que me brindaron.

Igualmente, le agradezco al Lic. José R. Morales García por aportar sus conocimientos y dedicar tiempo en la conformación y estilo del presente trabajo.

Por último agradezco infinitamente a todos aquellos que son mis amigos, que forman parte de mi vida y que siempre han estado conmigo. Gracias.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	1
Biología de <i>Tursiops truncatus</i>	2
ANTECEDENTES.....	4
OBJETIVOS.....	6
ÁREA DE ESTUDIO.....	7
MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
RESULTADOS.....	14
Esfuerzo de observación.....	14
Temperatura superficial del agua.....	15
Distribución espacio-temporal.....	16
Densidad y abundancia por día y hora.....	19
Tamaño promedio de grupo.....	21
Abundancia de crías.....	23
Variación estacional de la conducta.....	24
Residencia y movimientos estacionales.....	30
Estimación poblacional.....	34
Registros de varamientos en Isla Altamura.....	36
DISCUSIÓN.....	38
Distribución.....	38
Densidad y abundancia relativa.....	39
Tamaño promedio de grupo.....	41

	Página
Abundancia de crías.....	43
Conducta.....	44
Residencia y movimientos estacionales.....	46
Estimación poblacional.....	47
CONCLUSIONES.....	51
LITERATURA CITADA.....	52
Apéndice I.....	58
Apéndice II.....	59

LISTA DE TABLAS

Página

1. Calendario de salidas a la Bahía Santa María con relación a las temporadas climáticas del año.....	10
2. Esfuerzo de observación realizado en cada fecha de muestreo (distancia y tiempo), con relación a la variación estacional.....	14
3. Registros de temperatura superficial del agua: mínimas, máximas y promedio, durante cada periodo de muestreo.....	15
4. Valores de abundancia de toninas registrados durante el año de estudio.....	20
5. Densidad, abundancia por día y hora promedio, con relación a la variación estacional.....	20
6. Tamaño promedio de grupo a lo largo del año de estudio y por temporada climática...21	
7. Porcentaje de crías e índice de natalidad, con relación a la variación estacional.....	23
8. Porcentaje de conductas registradas con relación a las fechas de muestreo.....	25
9. Porcentaje de conductas durante el año, con relación a la variación estacional.....	26
10. Recapturas de toninas durante el año de estudio.....	31
11. Estimación poblacional de las toninas de Santa María, según el modelo de Jolly-Seber para poblaciones abiertas, y de acuerdo con las temporadas climáticas.....	34
12. Estimación poblacional de las toninas de Santa María, según los modelos de Bailey y Petersen para poblaciones cerradas.....	35
13. Datos de los varamientos registrados en Isla Altamura.....	37
14. Densidad de toninas calculada en algunas zonas de estudio en México.....	40
15. Promedio de toninas por grupo y porcentaje de crías, calculados en algunas zonas de la costa mexicana.....	42
16. Estimación poblacional de toninas calculada en otras áreas de estudio.....	49

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Mapa del área de estudio del presente trabajo, Bahía Santa María, Sinaloa.....	9
2. Transectos que se recorrieron en la Bahía Santa María durante el año de muestreo, y registros de varamientos de mamíferos marinos en Isla Altamura.....	13
3. Temperatura superficial promedio del agua (°C) durante cada salida.....	15
4. Localización de avistamientos de toninas, durante las salidas en temporada de secas (noviembre-abril).....	17
5. Localización de avistamientos de toninas, durante las salidas en temporada de lluvias (mayo-octubre).....	18
6. Número de toninas registradas y tamaño promedio de grupo, durante cada fecha de muestreo.....	22
7. Porcentaje de conductas registradas en los meses de septiembre, noviembre y enero.....	27
8. Porcentaje de conductas registradas en los meses de marzo, mayo y julio.....	28
9. Porcentaje de conductas de acuerdo con la variación estacional.....	29
10. Curva de aparición de nuevos individuos identificados durante cada periodo de muestreo.....	35

RESUMEN

De septiembre de 1999 a julio del 2000, se llevó al cabo un estudio sobre la distribución espacial y temporal, abundancia absoluta y relativa, conducta, natalidad y patrones de residencia, de las toninas (*Tursiops truncatus*), en la Bahía Santa María, Sinaloa.

Se realizaron seis salidas a la bahía, con el fin de cubrir las dos temporadas climáticas (lluvias y secas) que presenta esta zona; se trabajaron un total de 23 días, con un esfuerzo de observación de 123 horas. Durante el tiempo de estudio, se recorrió un total de 75 transectos lineales, cada uno con un ancho de 200 m, abarcando un área de 196.25 km².

Se registraron en total 131 grupos de toninas; se contaron un total de 1,189 individuos. La densidad general calculada fue de 3.97 toninas/km²; las densidades por temporada fueron de 6.66 toninas/km² en lluvias y 4.34 toninas/km² en secas.

Del total de individuos, 85 fueron crías (7.14%). El mayor porcentaje de crías se observó en la temporada de lluvias; durante éste período, la tasa de natalidad tuvo un valor más elevado a finales de la primavera y a principios del otoño.

Respecto al tamaño promedio de grupo, no se tuvieron diferencias significativas a lo largo del año. El promedio anual de toninas por grupo fue de 9.07±9.58 D.E.; 7.80±7.76 D.E. en lluvias y 10.58±11.50 D.E. en secas.

Se registraron siete tipos de actividad conductual en la población de la bahía: alimentación, juego, descanso, cortejo, tránsito, evasión e indeterminada. La conducta registrada con mayor frecuencia durante el año fue la de alimentación.

Se observó que la distribución de toninas en la laguna se dá de forma homogénea a todo lo largo de ésta.

Mediante el método de fotoidentificación, se reconocieron individualmente a 637 toninas, de las cuales, 42 presentaron recapturas. De acuerdo con el método de captura-recapturas, se pudo determinar que las toninas de Santa María presentan patrones de residencia, no residencia y movimientos estacionales dentro de la bahía.

El tamaño poblacional estimado, mediante el Estimador de Jolly-Seber para poblaciones abiertas, fue de 867 (E.E.=36.64) toninas.

Durante el año, se realizaron recorridos en la Isla Altamura para determinar la incidencia de varamientos de mamíferos marinos en esa zona. Se encontraron restos de dos delfines del género *Delphinus* y de un lobo marino de la especie *Zalophus californianus californianus*.

INTRODUCCIÓN

La investigación de la ecología poblacional comprende el estudio científico de las interacciones que regulan la distribución y la abundancia de los organismos de una población (Krebs, 1985). Además, nos permite conocer factores importantes que determinan el estado actual de la densidad la población en cuestión; como los eventos reproductivos (edad de la primera reproducción, número de descendientes por evento reproductivo) y los pronósticos del futuro de esa población.

Para conocer la distribución espacial y temporal que presentan los individuos de una de una población, es necesario tener en cuenta diversos factores que son limitantes para que ésta ocurra, como los movimientos, la conducta, las relaciones con otros organismos y los factores físicos y químicos de su hábitat. Por otro lado, para determinar la abundancia de la especie en estudio, se requiere tomar en cuenta cuatro parámetros que afectan el tamaño poblacional: la natalidad, la mortalidad, la migración y la inmigración (Krebs, 1985).

De acuerdo con lo anterior, en México son pocas las investigaciones que se han realizado sobre el estado actual de las poblaciones de cetáceos odontocetos. En las costas mexicanas, varios investigadores han dedicado tiempo y esfuerzo en la realización de estudios sobre ecología poblacional de una especie en particular: *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae), comúnmente llamada tonina o delfín nariz de botella.

Los trabajos anuales sobre abundancia y distribución que se han realizado con las toninas, se han efectuado tanto en el Pacífico como en el Golfo de México (De la Parra y Galván, 1985; Ballance, 1990; Acevedo, 1991; Delgado-Estrella, 1991; Heckel-Dziendzielewski, 1992; Zacarías-Araujo, 1992; Schramm-Urmutia, 1993; Ruiz-Boijseauneau, 1995; Ortega-Ortiz, 1996; Delgado-Estrella, 1996; Escatel-Luna, 1997; López-Hernández, 1997); en algunos casos se ha llevado el seguimiento de investigación en la misma zona de estudio, en años consecutivos hasta la actualidad. A pesar de lo anterior, resulta necesario realizar más estudios que nos permitan establecer programas adecuados para el manejo y la conservación de este recurso biológico (Ortega-Ortiz, 1996).

T. truncatus es una de las especies de cetáceos más conocida y estudiada en el mundo; los delfines pertenecientes a esta especie han sido estudiados tanto en cautiverio como en su ambiente natural (Shane *et al.*, 1986). Según la literatura, su distribución abarca la franja tropical de todo el mundo, y también se reconocen diferencias entre las poblaciones de esta especie debidas a su distribución y uso de hábitat (Rice, 1998); en el Pacífico mexicano se reconocen principalmente dos variedades, una costera y otra pelágica (Urban-Ramírez, 1983).

Las poblaciones costeras son abundantes y se ha observado que las mayores concentraciones de toninas se dan en localidades con alta productividad primaria, como en las desembocaduras de ríos, lagunas costeras y zonas de surgencia. En México se encuentran principalmente a lo largo de toda la zona costera; específicamente en el Golfo de California, han sido vistos frecuente y preferentemente dentro de lagunas. Aunado a esto, es común encontrar una interacción entre toninas y pescadores, ya que se han observado alimentándose de la fauna de acompañamiento de la pesquería del camarón,

en el norte del Golfo de California y en el Golfo de México (Delgado-Estrella y Pérez-Cortés, 1993; López-Hernández, 1997).

La investigación de la biología poblacional de *T. truncatus* requiere de ciertos métodos de estudio adecuados. La identificación de los diferentes individuos de una población puede ser utilizada como la manera para obtener una gran variedad de información de la historia de su vida. Las marcas naturales en el cuerpo son usadas para la identificación individual dentro de las poblaciones de cetáceos, las cuales permiten conocer mucho de su biología sin afectarlos directamente. De acuerdo con lo anterior, el proceso de fotoidentificación es una herramienta adecuada para conocer las diferencias naturales de cada individuo dentro de una población específica (Würsig y Würsig, 1977; Ballance, 1990); a las toninas se les reconoce individualmente por las muescas, cicatrices, rayas y manchas o pigmentos que presentan en la aleta dorsal (Würsig y Jefferson, 1990; Defran *et al.*, 1990; Lockyer y Morris, 1990). La fotoidentificación ha facilitado el estudio de cetáceos en México, mediante este método se ha logrado avanzar una parte en el camino del conocimiento de las poblaciones de toninas.

Por otro lado, en nuestro país, las toninas no son explotadas de manera comercial para consumo, pero sí son utilizadas como atracción turística con fines de espectáculo en acuarios y en la delfinoterapia con humanos; esto ha facilitado su estudio en cautiverio, generando así, mayor información. También es importante señalar que los trabajos de investigación para evaluar la biología de esta especie en vida libre son de gran importancia, ya que se adquieren conocimientos que de otra forma no se podrían obtener. Además, las toninas forman parte del ecosistema marino y son consideradas como depredadores terciarios o secundarios, por lo que su abundancia refleja el estado de la producción primaria en una zona determinada (Ruiz-Boijseauneau, 1995).

Biología de *Tursiops truncatus*

Las poblaciones de esta especie forman grupos de aproximadamente 15 individuos y también grupos pequeños de dos o tres animales. En vida libre viven en manadas de hasta 1000 ó más individuos (poblaciones oceánicas; Shane *et al.*, 1986).

Durante casi todo el año los machos adultos forman grupos independientes y sólo se mezclan con el grupo de hembras y crías en el período de apareamiento; por esto, la base de las manadas son las hembras con sus crías de diferentes edades, las cuales actúan como guías. Sin embargo, se ha observado una cierta jerarquización dentro de algunas manadas, en las que, el macho más grande es el dominante dentro de la manada. En otros grupos no se ha observado esta jerarquía, en ellos, dos hembras juegan el papel de guías y protectoras pero no manifiestan rasgos típicos de dominancia (Caldwell y Caldwell, 1972).

En cuanto a su anatomía, las toninas son animales de tamaño mediano y con un cuerpo robusto; su longitud total promedio varía de 1.75 a 4.2 m de acuerdo a la zona en la que habitan. Los adultos tienen una longitud promedio de 3.8 m y los machos son más grandes que las hembras de la misma edad. Su peso promedio se ha registrado en los 200 kg. Las crías al nacer tienen una longitud aproximada de 117 cm, las hembras y 160 cm los machos; el peso promedio de estas es de 20 kg. A los 11 años de edad, tanto hembras como machos alcanzan la madurez sexual, con una longitud de 2.34 m y un

peso de 150 kg (Leatherwood y Reeves, 1990). Por otro lado, la longevidad de la especie va de 25 a 30 años (Caldwell y Caldwell, 1972).

Una característica de esta especie es el marcado prognatismo, es decir, que la mandíbula sobresale de la maxila. También presentan un promedio de 19 a 26 dientes en cada lado de la mandíbula y la maxila. El rostro es corto, cónico y ancho. La coloración es variable y va de gris oscuro a negro en el dorso y blanco a rosado en el vientre; generalmente las hembras adultas tienen manchas claras en el vientre (Jefferson *et al.*, 1993).

El período de gestación comprende entre 11 y 12 meses. La lactancia dura en algunas ocasiones hasta los 18 meses, aunque la cría puede comer alimentos sólidos a partir de los seis meses de edad; ésta permanece junto a su madre de dos a tres años (Caldwell y Caldwell, 1972).

Estos delfines usan áreas de manera individual o grupal para realizar sus actividades cotidianas. Sus movimientos diarios y estacionales parecen estar determinados por sus necesidades de protección en el momento de la reproducción y por los movimientos de los animales que le sirven de alimento. El comportamiento de las toninas en vida libre se basa en las relaciones sociales que hay en las poblaciones, éste puede variar y presentar especificidad definida en grupos diferentes; esta habilidad de estructura social es un signo de alto nivel en las relaciones sociales de esta especie. La composición del grupo depende de la actividad que estén desarrollando, la estación del año, la hora del día y las condiciones ambientales del momento. Las actividades de juego, alimentación y reproducción tienen patrones y horarios establecidos durante el día, y en ocasiones, a través del año (Shane *et al.*, 1986).

Respecto a su alimentación, se ha informado que las toninas consumen una gran variedad de especies marinas, entre ellas, peces costeros como lisas (*Mugil cephalus*) y macarelas (*Scomberomorus maculatus*, *S. cavalla*), también se ha publicado que comen camarones, calmares, pulpos y rayas, entre otros (Mead y Potter, 1990).

Por lo antes mencionado, es importante señalar que se han sumado esfuerzos para la realización de estudios poblacionales de toninas, en diferentes regiones costeras de México. Sin embargo, son pocos los trabajos anuales que se han realizado dentro del Golfo de California; por lo tanto, la presente investigación se llevó a cabo en la Bahía Santa María, en Sinaloa, zona en la que no se había hecho ningún estudio anual sobre toninas.

Debido a esto, se plantearon algunos aspectos poblacionales que dieran una idea clara del estado biológico de la población de toninas, dentro de la bahía. Durante el presente, se determinó su distribución espacio-temporal, abundancia relativa y absoluta, tamaño promedio de grupo, patrones de residencia, conducta e índice de natalidad; esto se llevó a cabo de septiembre de 1999 a julio del 2000.

ANTECEDENTES

Se han realizado diversos estudios con *T. truncatus*, en vida libre; algunos de estos trabajos se han basado en objetivos específicos como: ecología (Würsig y Würsig, 1979; Shane, 1980); biología general (Leatherwood y Reeves, 1982); la utilización de fotoidentificación para determinar abundancia, distribución y organización grupal (Wells y Scott, 1990); estudios de composición social, comportamiento y movimientos diarios y estacionales (Shane *et al.*, 1986). Cabe mencionar que estos trabajos de investigación científica han sido desarrollados en áreas que no pertenecen al territorio mexicano.

En lo que se refiere a trabajos de investigación realizados en México, el área del Golfo de México ha sido la más estudiada respecto a este tema. La Laguna de Términos, Campeche, es la zona mejor muestreada en cuanto a la ecología de toninas (Gallo-Reynoso, 1988; Holmgren-Urba, 1988; Delgado-Estrella, 1991; Escatel-Luna, 1997); sin embargo, en otras zonas también se han hecho investigaciones sobre éste tema.

En la Laguna de Alvarado y Tamiahua, Veracruz, se realizaron estudios sobre fotoidentificación, distribución, abundancia y estimación poblacional de esta especie (Aguayo *et al.*, 1991; Heckel-Dziendzielewski, 1992; Schramm-Urrutia, 1993).

Por otro lado, en el estado de Quintana Roo se realizaron trabajos sobre abundancia y distribución de toninas: en la zona sur del Caribe mexicano (Zacarias-Araujo, 1992), en la Laguna de Yalahau (Delgado-Estrella, 1996) y en la Bahía de la Ascensión (Ortega-Ortiz, 1996).

Y en la costa de Tabasco se hizo un estudio sobre ecología poblacional (López-Hernández, 1997).

Con relación al área del Pacífico mexicano, los estudios realizados sobre aspectos de ecología han sido diversos. Urbán-Ramírez (1983) publicó un trabajo sobre taxonomía y distribución de *Tursiops*, *Delphinus* y *Stenella* en aguas adyacentes a Sinaloa y Nayarit.

Espinoza-Ley (1983) hizo un estudio sobre biología poblacional de toninas en la Costa Noroccidental de Baja California.

En las costas del Golfo de California, en el sistema Topolobampo-Ohuira de Sinaloa, De la Parra y Galván (1985) realizaron un trabajo sobre la abundancia y distribución de toninas, utilizando por primera vez en México las marcas naturales de los individuos para su identificación.

Zenteno (1986) publicó un estudio sobre la abundancia y distribución de las toninas en Bahía Magdalena, Baja California Sur.

Por su parte, Sandoval-García (1987) estudió los movimientos y comportamiento de las toninas en la Bahía de Todos Santos, Baja California.

Posteriormente, en Bahía Kino, Ballance (1990) realizó un estudio para determinar la asociación de individuos y patrones de residencia, en esa área de Sonora.

En Ensenada de La Paz, Baja California, Acevedo (1991) publicó un estudio sobre el desarrollo y movimientos de toninas.

Vidal-Hernández (1993) desarrolló un trabajo de investigación sobre la variación geográfica de las dimensiones craneanas en toninas del Mar de Cortés.

Por su parte, Ruiz-Boijseauneau (1995) realizó un trabajo sobre la distribución y abundancia de toninas en la Bahía de Banderas y aguas adyacentes.

En la Bahía de Agiabampo, Sonora-Sinaloa, Delgado-Estrella y Ortega-Ortiz (1996) realizaron un estudio de abundancia de toninas.

Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza (1998) realizaron un informe (recopilación de 15 años), sobre el número de observaciones de cetáceos en las aguas cercanas al puerto de Guaymas, Sonora. Respecto a las toninas, los resultados fueron la observación de estas durante 16 veces, con hábitos costeros.

Más recientemente, Ramírez-Ruiz *et al.* (1999) realizaron un estudio sobre la estimación poblacional de toninas en la Bahía de Agiabampo, Sonora-Sinaloa.

Y Ramírez-López *et al.* (1999), por su parte realizaron un estudio sobre la estimación poblacional de toninas en las Bahías de Navachiste y Macapule, Sinaloa.

Por otro lado, con respecto a varamientos, Delgado-Estrella *et al.* (1994b) publicaron un trabajo sobre el registro de varamientos de mamíferos marinos de noviembre de 1990 a junio de 1993 en el norte del Golfo de California. En este trabajo se encontró que *Delphinus delphis*, *Zalophus californianus* y *T. truncatus*, fueron las especies de mamíferos marinos con una mayor incidencia de varamientos en esa zona.

OBJETIVOS

Objetivo general

Conocer la distribución, abundancia y situación actual de las toninas *Tursiops truncatus*, en la Bahía Santa María, Sinaloa, México.

Objetivos particulares

- Determinar la distribución espacio-temporal de toninas en la bahía.
- Determinar la densidad de toninas en el área de muestreo y la abundancia de estas por día y hora, con relación a la variación estacional.
- Estimar el promedio de toninas por grupo durante cada muestreo y de acuerdo a las temporadas climáticas.
- Estimar la abundancia de crías, el índice de natalidad y conocer en qué temporada se presenta el valor más alto.
- Conocer el comportamiento de las toninas a lo largo del año de estudio.
- Determinar la residencia y los movimientos estacionales de las toninas en la laguna.
- Estimar la abundancia absoluta de toninas en la Bahía Santa María.
- Registrar los posibles varamientos de mamíferos marinos en algunas zonas de la Isla Altamura, Bahía Santa María.
- Elaborar un catálogo de fotoidentificación de las toninas de la Bahía Santa María.

ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de California es un mar interior que se encuentra situado en la porción noreste de México, bordeado al oeste por la Península de Baja California y al este por los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit; limita al norte con la desembocadura del Río Colorado y al Sur con Cabo Corrientes, sitio donde se presenta una comunicación abierta con el Océano Pacífico (Atlas Nacional de México, 1990).

La zona en la que se desarrolló el presente estudio fue en la Bahía Santa María; ésta se encuentra en la costa oriental del Golfo de California, entre los paralelos 24°50' y 25°10' latitud Norte (N) y los meridianos 107°55' y 108°20' longitud Oeste (W) en el estado de Sinaloa (Fig. 1; De la Lanza y Cáceres, 1994).

La bahía se clasifica como del tipo plataforma de barrera interna (Contreras, 1985). Se comunica con otras dos cuencas, una al norte, la Laguna Playa Colorada y otra al sur, la Laguna Santa María, que en conjunto forman un extenso sistema lagunar. Al oriente está la planicie costera y al occidente la barrera arenosa Isla Altamura, de 45 km de largo, que separa el vaso de la laguna del Golfo de California; la comunicación entre esta agua se realiza a través de dos bocas, una al noroeste entre las islas Saliaca y Altamura y otra al sureste, en el extremo sur de la Isla Altamura (De la Lanza y Cáceres, 1994).

La laguna tiene una forma alargada, con su eje mayor de 70 km de longitud paralelo a la línea de la costa y 11 km de ancho, su superficie aproximada es de 450 km², la profundidad media es de dos metros (De la Lanza y Cáceres, 1994).

Destaca la presencia de la Isla Talchichitle en la parte sur de la laguna, que establece dos provincias; una cuenca septentrional relativamente profunda y otra meridional somera, donde ésta isla forma estrechos tanto con la barrera arenosa como con el margen continental (De la Lanza y Cáceres, 1994).

La bahía tiene afluencias de dos ríos, uno en la zona norte, el Río Mocerito y otro en la parte sur, el Río Tule, esto hace que se presenten las condiciones propicias para el tipo de vegetación que presenta dicha bahía: bosques de mangle en el área cercana a las bocas de éstos ríos (Fig. 1; Atlas Nacional de México, 1990).

El clima en la laguna es cálido, muy seco o árido, con temperatura media anual sobre 22°C y media del mes más frío de unos 18°C; con lluvias en verano (Contreras, 1985). La temperatura fluctúa de acuerdo a las temporadas climáticas; la media máxima se ha registrado en 36°C, en los meses de mayo a julio, mientras que la media mínima en 12°C, de noviembre a enero (Carta de Efectos Climáticos Regionales, INEGI).

Respecto a la temperatura superficial del agua, en invierno tiene un promedio de 20°C, en verano puede presentar una temperatura promedio de más de 30°C (Atlas Nacional de México, 1990).

Los vientos dominantes del suroeste (SW) entran del mar hacia la plataforma continental en los meses de enero a julio; mientras que la temporada de huracanes es de septiembre a diciembre. Cabe señalar, que en la zona sur, predominan los vientos del SW

durante todo el año (Contreras, 1985); estos bajan de intensidad de agosto a diciembre (Atlas Nacional de México, 1990).

Las temporadas climáticas al año presentan periodos de seis meses cada una, de noviembre a abril es la temporada de secas y de mayo a octubre la de lluvias; en cada una los milímetros de precipitación pluvial varían, teniendo en secas de 50 a 100 mm y en lluvias de 325 a 475 mm. Por otro lado, la precipitación pluvial anual tiene un promedio de 25 a 500 mm (Carta de Efectos Climáticos Regionales, INEGI).

Los sedimentos dominantes en el fondo lagunar son arenas medias y finas con poca presencia de limos y arcillas, excepto en la parte central, donde parece que convergen las ondas de marea que penetran por ambas bocas (De la Lanza y Cáceres, 1994).

Se pueden observar antiguas líneas de costa, ampliándose paulatinamente por la alta tasa de sedimentación de fracción arenosa que es acarreada por las corrientes de marea que se internan por sus bocas. La boca sur es la de mayor profundidad con 20 m y 3.6 km de ancho, mientras que la boca norte presenta una profundidad máxima de 12 m y 5.6 km de ancho, de esta manera la zona norte es la más erosionada (Contreras, 1993).

Por otro lado, en la bahía Santa María existe una gran diversidad de peces, se ha reportado que existen 109 especies pertenecientes a 45 familias. Entre las especies que presentan una abundancia relativa notable se encuentra *Eugerres axillaris* (mojarra malacapa); sin embargo, también se encuentran peces que no son tan abundantes, como por ejemplo, *Mugil cephalus* (lisa; Balart et al., 1992).

Respecto a la vegetación, en Santa María predominan los bosques de mangle y los bosques espinosos. Además, la bahía es una importante zona de arribo, de una gran variedad de aves migratorias (Contreras, 1993).

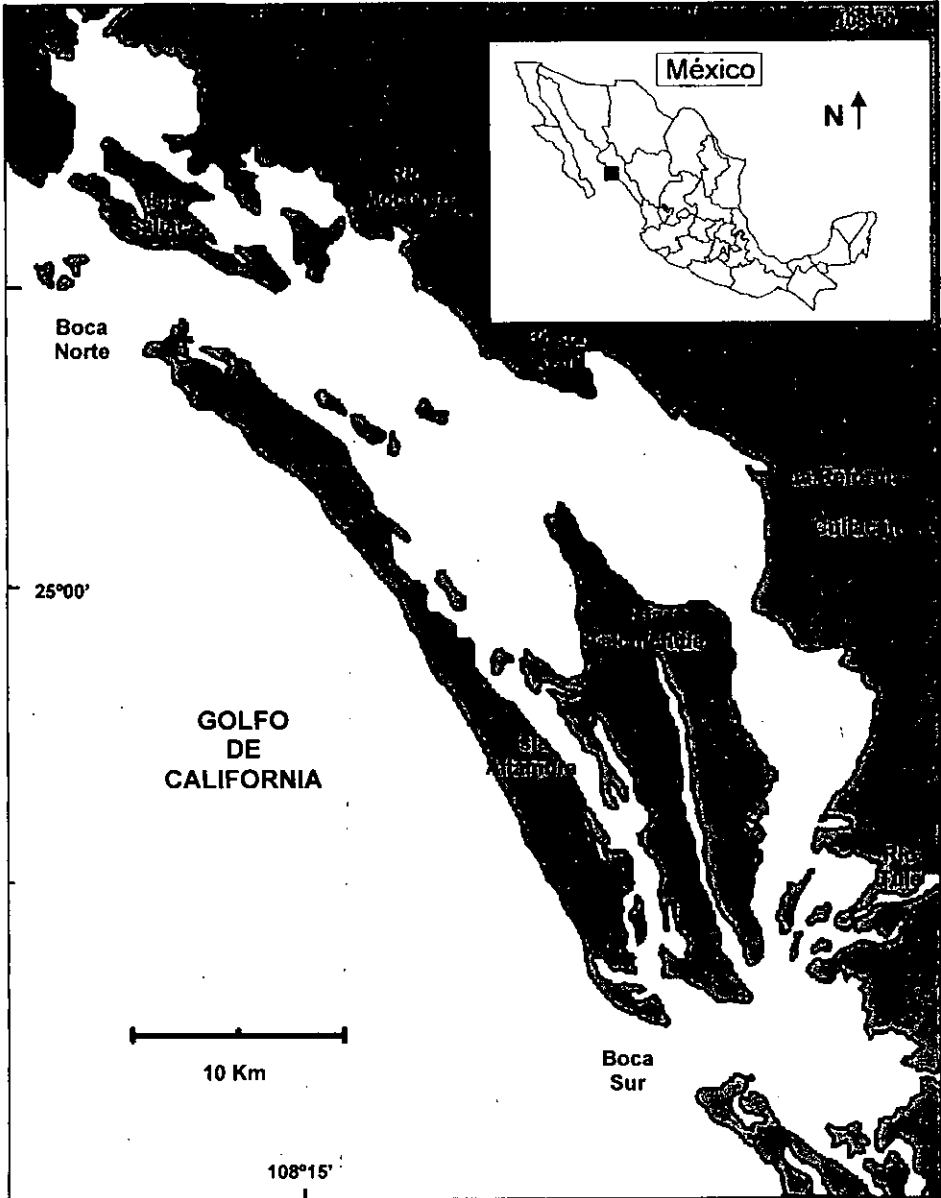


Figura 1. Mapa del área de estudio del presente trabajo, Bahía Santa María, Sinaloa (De la Lanza y Cáceres, 1994).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron seis salidas a la Bahía Santa María, aproximadamente cada dos meses entre una y otra, abarcando las dos temporadas climáticas del año (lluvias y secas). El año de muestreo comprendió de septiembre de 1999 a julio del 2000 (Tabla 1). La duración de cada salida fue de cuatro días, con excepción de la primera, que duró tres días.

Tabla 1. Calendario de salidas a la Bahía Santa María con relación a las temporadas climáticas del año.

Número de salidas	Fecha	Temporada climática
Primera	15,16,17 de septiembre de 1999	Lluvias
Segunda	27,28,29,30 de noviembre de 1999	Secas
Tercera	27,28,29,30 de enero del 2000	Secas
Cuarta	23,24,25,26 de marzo del 2000	Secas
Quinta	25,26,27,28 de mayo del 2000	Lluvias
Sexta	20,21,22,23 de julio del 2000	Lluvias

Trabajo de campo y laboratorio

El área total de estudio se repartió en los cuatro días de muestreo, las observaciones se realizaron una sola vez en el mismo lugar. Estas se hicieron a bordo de lanchas con una longitud de 21 a 22 pies, equipadas con motores fuera de borda de 65 y 110 H.P., respectivamente. El esfuerzo de observación duró el tiempo necesario para recorrer los transectos trazados por día; el tiempo de duración de éste a bordo de la embarcación fue de, aproximadamente, cuatro a siete horas por día, variando de acuerdo a las condiciones ambientales cambiantes en la laguna.

Las observaciones para determinar la distribución y abundancia de toninas en Santa María, se llevaron a cabo por medio de transectos, en los que se procuró abarcar toda el área de la bahía (Fig. 2); esto fue de acuerdo con el método de transectos lineales (Hammond, 1986; Buckland, 1987; Delgado-Estrella, 1996). No siempre se pudo recorrer algún transecto previamente establecido debido a diversos factores, como el aumento de la escala de Beaufort y cambios en el nivel de profundidad (más bajo), así como a la falta de experiencia del conductor para recorrer el área previamente establecida; en estos casos se modificó el rumbo del transecto en cuestión.

Para realizar cada transecto, se siguió un rumbo fijo a una velocidad aproximada de 10 nudos; la distancia de observación (a partir de los observadores en la embarcación) fue de 100 m perpendicularmente a cada lado de la lancha, dando un total de 200 m de ancho de banda, y el ángulo que se cubrió para realizar las observaciones fue de 90° de la mitad de proa hacia cada lado de la misma, dando un total de 180° de área de observación para detectar a los grupos de toninas que estuvieran dentro y cerca del transecto (Delgado-Estrella, 1996; Ortega-Ortiz, 1996; Escatel-Luna, 1997; López-Hernández, 1997).

El equipo de trabajo a bordo de la lancha constó de tres personas: dos observadores y un anotador; se siguió un sistema de rotación, cambiando de posición cada 30 minutos para evitar el cansancio y de esta forma, eliminar la posibilidad de error en la toma de datos. El anotador en turno dirigió la embarcación con la ayuda de un geoposicionador por satélite (GPS), controlando así, el rumbo y la velocidad de la embarcación; además se encargó de registrar el porcentaje de nubosidad, temperatura superficial del agua y la condición del mar en escala de Beaufort, al inicio y término de cada transecto.

Durante cada avistamiento de toninas, se registró la hora de inicio y término del avistamiento, la posición geográfica del lugar en coordenadas, se midió la temperatura superficial del agua con un termómetro, se calculó el porcentaje de nubosidad en el cielo y la fuerza del viento en la escala de Beaufort. Además, se registró la profundidad de la zona en donde se vió por primera vez al grupo, con un profundímetro digital.

Con relación al grupo en observación, se anotaron datos importantes como número de individuos, composición del grupo (adultos, crías), conducta (s) del grupo e interacción con otros animales. También se tomó la mayor cantidad de fotos de las aletas dorsales de todos los individuos hasta que se consideró tener capturados a la mayoría, si no es que a todos cuando se trataba de grupos poco numerosos o bien hasta que se perdían de vista.

Se utilizaron dos cámaras Reflex de 35 mm, con lentes de acercamiento de 80-210 mm y teleconvertidores de imagen (2X), la película utilizada fue en blanco y negro ASA 400 forzada a ASA 800. Las exposiciones las realizaron dos personas, mientras una tercera registraba los datos. Con estas fotografías se aplicó la técnica de fotoidentificación en la cual se aprovechan las marcas naturales presentes en las aletas dorsales propias de cada tonina capturada en fotografía (Würsig y Jefferson, 1990; Defran *et al.*, 1990; Delgado-Estrella, 1996). Posteriormente, se elaboró un catálogo de las toninas identificadas en la Bahía Santa María, éstas se catalogaron utilizando la siguiente clave: TT (especie: *Tursiops truncatus*) SM (área de estudio: Santa María) y tres dígitos que corresponden al número de individuo, quedando registradas de la siguiente manera TTSM-001, TTSM-002, y así sucesivamente hasta el último individuo del catálogo (TTSM-637), similar a lo propuesto por Delgado-Estrella (1996) y Ortega-Ortíz (1996).

Por otro lado, se utilizaron dos días de cada salida para realizar recorridos a pie en las playas norte y sur de Isla Altamura y así, observar la incidencia de varamientos de mamíferos marinos en la zona; esto se llevó a cabo después del tiempo establecido para los muestreos de toninas en la laguna. Debido a las condiciones de dicha isla (dunas de arena suelta) y también a que está deshabitada, no se pudo recorrer toda. Es importante señalar que no siempre se pudo caminar en alguna zona debido, principalmente, a las condiciones del mar que imposibilitaron el acercamiento de la lancha a la línea de costa para descender a la isla. Cuando se encontraron restos de algún mamífero marino varado, se registró la posición geográfica exacta, el estado y el grado de descomposición del animal, su longitud total (cuando se pudo) y las partes óseas encontradas. En un caso, se pudo extraer el estómago completo del animal y se introdujo en alcohol al 70% para conservarlo hasta su posterior revisión en el laboratorio.

Es importante señalar, que durante la última salida en julio, se llevaron a cabo actividades de captura de toninas en las zonas norte y centro de la bahía. Esto permitió

conocer específicamente dos especies de peces de los que se alimentan las toninas en la laguna. Se colectaron dichas presas y posteriormente en el laboratorio se determinó a que especie pertenecían.

Proceso de los datos obtenidos y análisis estadístico

Para determinar la distribución espacio-temporal, se compararon los mapas de avistamientos de cada salida, con el fin de cuantificar en qué zona de la laguna se observó un mayor número de toninas. De esta forma se pudieron establecer las preferencias de los individuos por áreas específicas dentro de la bahía, esto con relación a las diferentes temporadas climáticas.

Se utilizó la Prueba de Mann-Whitney para determinar diferencias significativas a lo largo del año respecto a la abundancia de toninas observadas por día y por hora; así como diferencias entre temporadas climáticas con relación a la densidad y porcentaje de crías (Daniel, 2000; Delgado-Estrella, 1996).

Por otro lado, para calcular la densidad de toninas en el área de muestreo, se tomó en cuenta sólo a los grupos observados dentro del área del transecto (Hammond, 1986).

También se aplicó la Prueba de Independencia de "Ji-cuadrada" con el fin de determinar alguna diferencia significativa entre los tamaños promedio de toninas por grupo durante cada estación del año (Daniel, 2000; Ruíz-Bojiseauneau, 1995).

El porcentaje de natalidad se obtuvo mediante el total de toninas observadas y el número de crías. El índice de natalidad se calculó tomando en cuenta el total de individuos observados y el número de recién nacidos.

Para saber si existieron diferencias en las diversas conductas con relación a la temporada climática, se aplicó el Análisis Bilateral de Varianza por Rangos de Friedman (Daniel, 2000; Ruíz-Bojiseauneau, 1995).

Una vez terminado el catálogo de las toninas de la Bahía Santa María, se procedió a estimar el tamaño absoluto de la población; para esto se tomó en cuenta el método de captura-recaptura (Hansen, 1990; Ballance, 1990; Read *et al.*, 1993; Wells *et al.*, 1999). Al respecto, se utilizó el modelo de estimación de captura-recaptura de Jolly-Seber para poblaciones abiertas (Ruíz-Bojiseauneau, 1995; Delgado-Estrella, 1996; Ortega-Ortiz, 1996; Escatel-Luna, 1997; López-Hernández, 1997) (Apéndice II); y los estimadores de marcado-recaptura de Petersen (Buckland, 1987; Ruíz-Bojiseauneau, 1995; Delgado-Estrella, 1996) y de Bailey (Delgado-Estrella, 1996; Ortega-Ortiz, 1996; López-Hernández, 1997), para poblaciones cerradas (Apéndice I).

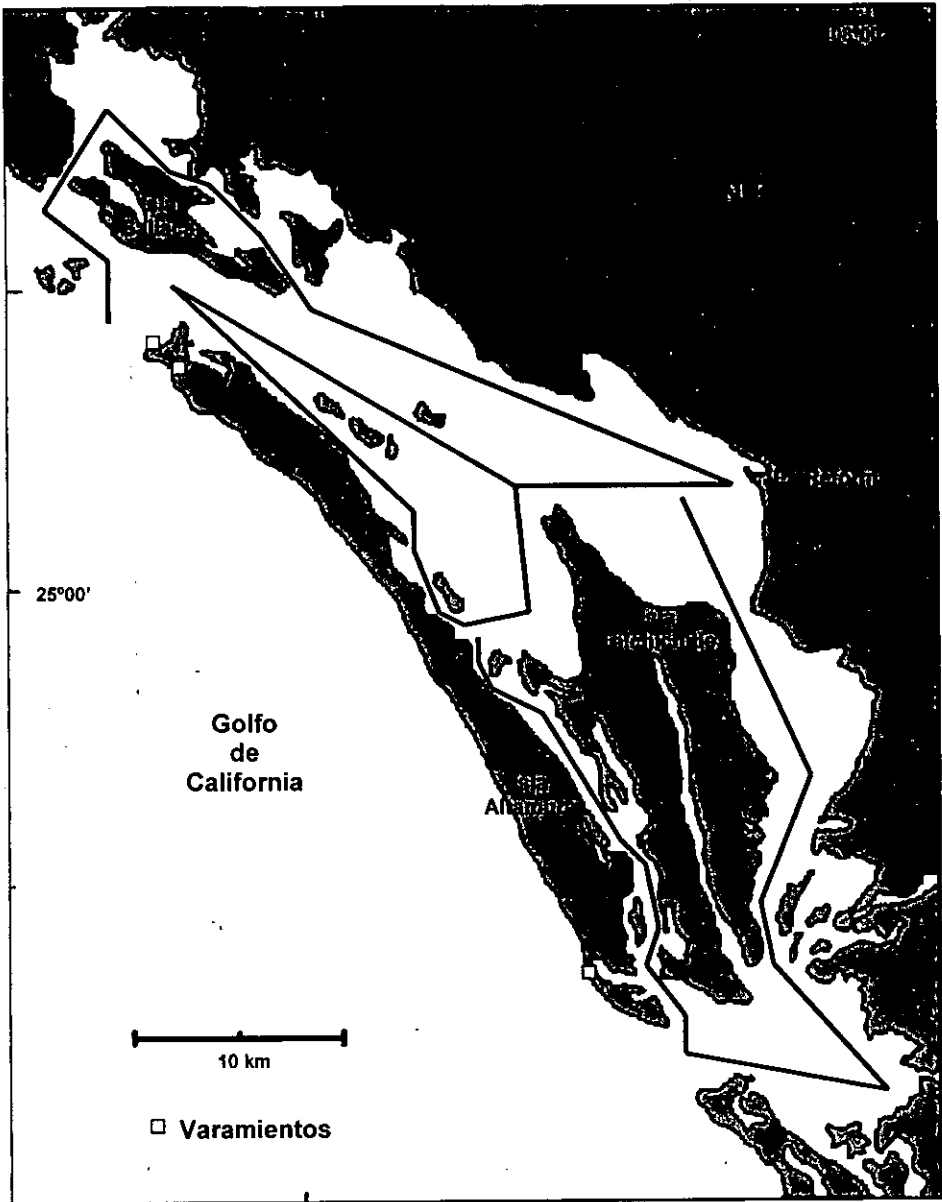


Figura 2. Transectos que se recorrieron en la Bahía Santa María durante el año de muestreo, y registros de varamientos de mamíferos marinos en Isla Altamura (□).

RESULTADOS

Esfuerzo de observación

Durante el año de estudio en la Bahía Santa María, se trabajó un total de 23 días repartidos en seis salidas. En el área de estudio se realizaron 75 transectos en total, dando un promedio de 12.5 ± 2.81 transectos por salida, estos estuvieron distribuidos en los días de muestreo. El total de kilómetros lineales recorridos en transectos fue de 981.43 km; a partir de la longitud total de los transectos recorridos y del ancho de la banda de observación (200m), se obtuvo un total de 196.25 km² de área recorrida. Al respecto, el ancho de cada transecto se determinó calculando 100 m a cada lado de la embarcación. Por otro lado, el tiempo total del esfuerzo de observación fue de alrededor de 123 horas (Tabla 2).

En general, las condiciones ambientales de la laguna permitieron que se desarrollara adecuadamente el trabajo de campo. En la mayoría de las salidas se pudieron realizar los transectos previamente calculados, aunque en una sola ocasión no se pudo realizar un transecto debido a la falta de gasolina, y en más de una ocasión se tuvo que desviar el rumbo de algún transecto, debido a la baja profundidad del agua que no permitió el paso de la embarcación. La medición de la profundidad varió con relación a las épocas estacionales y a la diferencia de mareas de acuerdo con los ciclos lunares; las profundidades mínima y máxima que se registraron fueron de un metro y de 26 m (en la boca norte de la laguna), respectivamente.

Tabla 2. Esfuerzo de observación realizado en cada fecha de muestreo (distancia y tiempo), con relación a la variación estacional.

Mes / Año	Días	Nº de transectos	Km lineales	Km ² (área)	Esfuerzo (hrs./min.)
Septiembre / 99 (lluvias)	3	7	233.14	46.62	15:19
Noviembre / 99 (secas)	4	15	144.61	28.92	22:16
Enero / 00 (secas)	4	13	154.89	30.97	21:46
Marzo / 00 (secas)	4	13	155.58	31.11	21:59
Mayo / 00 (lluvias)	4	13	148.38	29.67	22:38
Julio / 00 (lluvias)	4	14	144.83	28.96	20:02
Total anual	23	75	981.43	196.25	122:80

En cuanto al estado del mar en la escala de Beaufort, casi siempre se tuvieron condiciones óptimas para navegar, sólo en pocas ocasiones y debido a los vientos del suroeste en la boca sur de la laguna, esta escala se incrementó a dos, dificultando de esta forma la observación de toninas y el paso de la embarcación por zonas profundas.

Temperatura superficial del agua

Respecto a la temperatura superficial del agua registrada durante los muestreos, se observó que fluctuó considerablemente de acuerdo con los cambios estacionales; teniendo registros de 18°C como mínima en los meses más fríos y de 34°C como máxima en los meses más calurosos (Tabla 3).

Las temperaturas promedio por salida, tuvieron igualmente diferencias de acuerdo con la temporada climática. En enero (secas), se registró el valor más bajo (18°C), en ese mes se tuvieron registros de 4°C más elevados (22°C). En julio (lluvias), por el contrario, se tuvo el registro más elevado (34°C) y al igual que en época de secas, hubo mediciones de 4°C de diferencia (Tabla 3). Teniendo como resultado que en época de secas, que coincide con la temporada de frío, la temperatura fue más baja que en lluvias (temporada cálida; Fig. 3).

Tabla 3. Registros de temperatura superficial del agua: mínimas, máximas y promedio, durante cada período de muestreo.

Período de muestreo	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Promedio (°C)
15-17 Septiembre	31	33	32.06 ± 0.57
27-30 Noviembre	20	24	22.11 ± 0.81
27-30 Enero	18	22	20.98 ± 1.01
23-26 Marzo	20	23.5	21.24 ± 0.71
25-28 Mayo	28	30	28.48 ± 0.61
20-23 Julio	30	34	31.61 ± 0.72

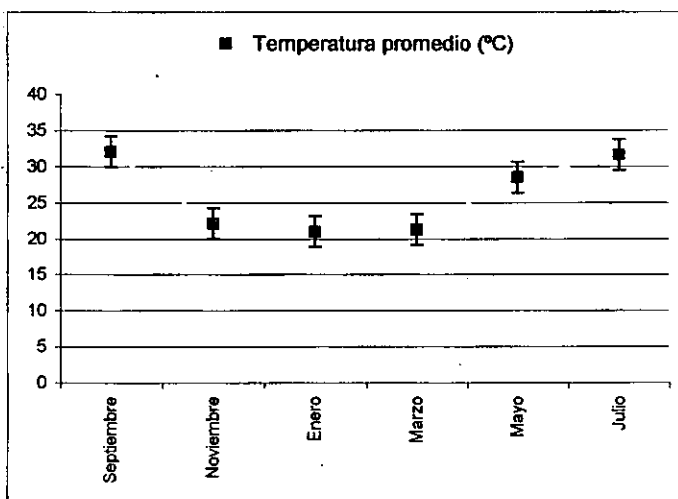


Figura 3. Temperatura superficial promedio del agua (°C) durante cada salida.

Distribución espacio-temporal

De acuerdo con los resultados obtenidos, se pudo observar que las toninas se mueven por toda la laguna y que utilizan algunas áreas específicas para determinadas actividades.

Se pudo comprobar a lo largo del año, que la mayor concentración de delfines se registró en las zonas centro y sur de la laguna, de Costa Azul, bordeando la costa hacia el sur y entre la isla Talchichitle (Figs. 4 y 5).

Del total de los avistamientos de toninas registrados en el año (131), el 49.61% (65) se observaron en esa área; de los cuales, 30 grupos se vieron durante la temporada de secas y 35 en lluvias. Por otro lado, el 28.24% (37) de grupos que presentaron crías, se vieron siempre en esa zona (Figs. 4 y 5).

Otro punto importante de observación de grupos con crías está cerca de la boca norte, entre Isla Saliaca y el continente. Estos grupos siempre fueron vistos alimentándose muy cerca de la línea de costa, aproximadamente de 5 a 10 m de distancia. Cabe señalar que esa área presenta baja profundidad, además de contar con la desembocadura del Río Mocorito. Para esta zona, se registraron 9 avistamientos con crías (12.21%). Es importante señalar que en este lugar no se observaron individuos recién nacidos (Figs. 4 y 5).

Generalmente, cerca del poblado de la Reforma (lugar de embarco y desembarco) se avistaron varios grupos. Esta zona no puede compararse con las antes mencionadas, porque no se tuvieron patrones generales de composición grupal y de conducta durante el año, como lo observado en otras áreas de la bahía. Por lo que cabe destacar que en marzo, casi no se tuvieron avistamientos en esa área (Fig. 4).

Con relación a las temporadas climáticas, se registraron menos avistamientos en temporada de secas, que en lluvias; sin embargo, en secas el número de toninas contadas fue mayor (635) comparado con los individuos observados en lluvias (554) (Tabla 4). Hacia el norte de Isla Saliaca y cerca de la boca norte de la bahía, se tuvieron más avistamientos en la temporada de secas (Fig. 4); mientras que en la temporada de lluvias, la mayor parte de los grupos se vieron cerca de la desembocadura del Río Tule (Fig. 5). En ambas temporadas, la mayor cantidad de registros se tuvo en la parte central de la bahía.

En el canal que se localiza entre Isla Talchichitle e Isla Altamura, no se tuvo la misma cantidad de avistamientos, comparada con el número obtenido en otras áreas de la laguna (Figs. 4 y 5). Este canal presenta una profundidad baja, que en algunos puntos es menor a un metro, lo que dificulta el desplazamiento de los delfines. En esta zona, también se vieron a algunos grupos alimentándose a menos de cinco metros de la costa. Cabe mencionar, que la mayoría de los grupos observados en este canal no estaban integrados por más de seis individuos.

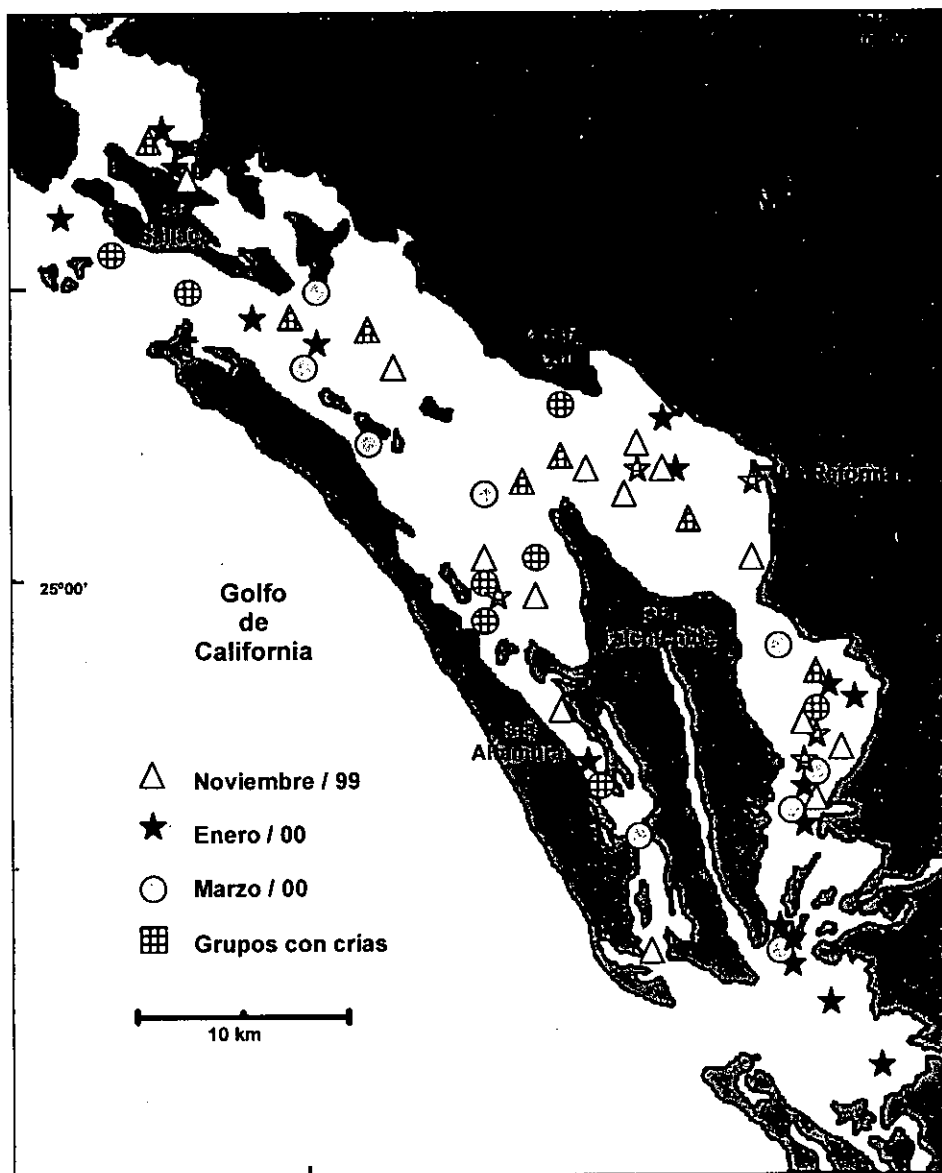


Figura 4. Localización de avistamientos de toninas, durante las salidas en temporada de secas (noviembre-abril).

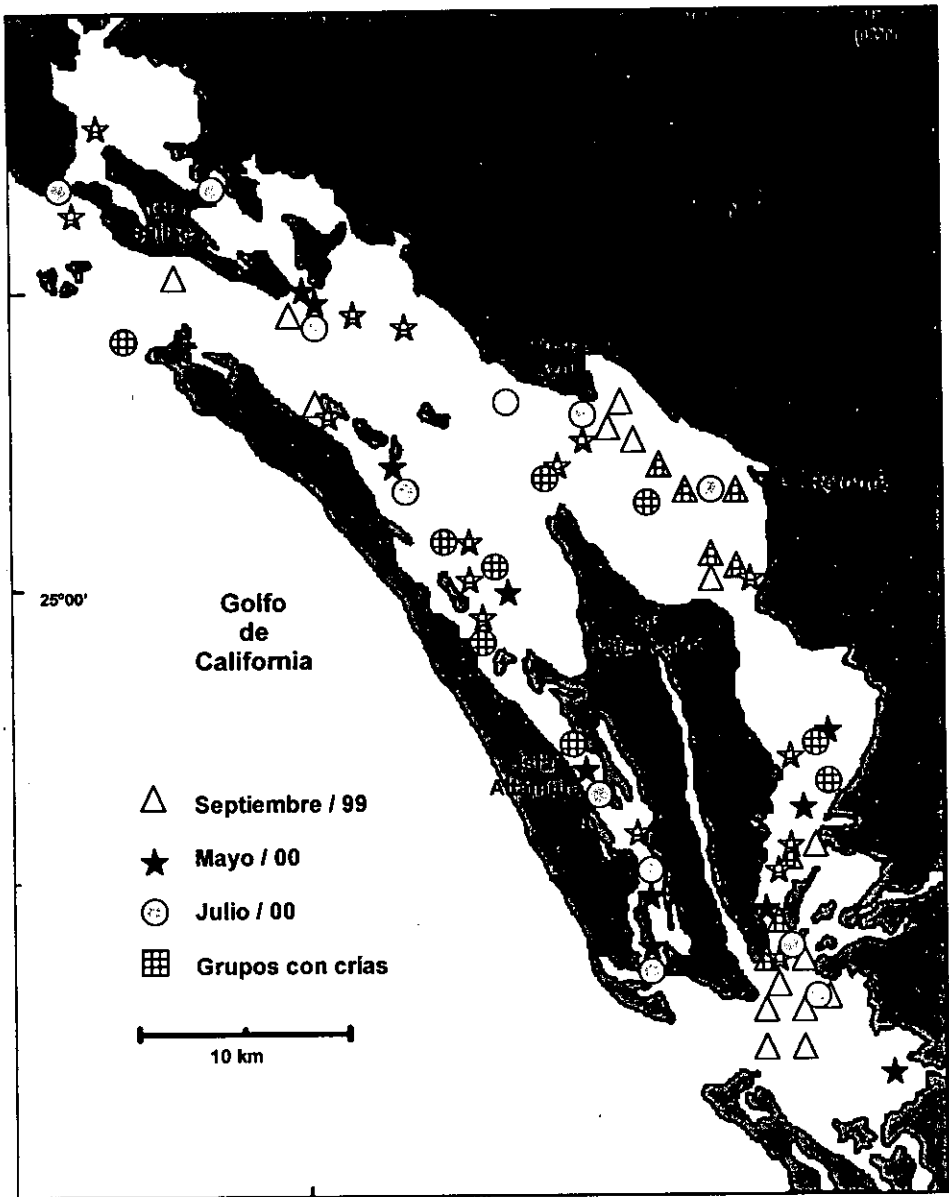


Figura 5. Localización de avistamientos de toninas, durante las salidas en temporada de lluvias (mayo-octubre).

Densidad y abundancia por día y hora

El total de individuos contados fue de 1,189 toninas en 131 avistamientos (Tabla 4). El 7.14% (85) del total de delfines observados fueron crías.

La densidad global de toninas en el año de estudio fue de 3.97 toninas/km² (Tabla 5). Para calcular la densidad de toninas en el área de muestreo, se tomaron en cuenta sólo los datos obtenidos dentro de los transectos lineales

De acuerdo con los valores globales obtenidos tenemos que, durante mayo, en temporada de lluvias, se tuvo el mayor número de registros de avistamientos, estos fueron 27 dentro de los cuales se contó un total de 186 individuos. En marzo (temporada de secas), el número de avistamientos disminuyó considerablemente a 17 y el de toninas a 178 (Tabla 4).

Los resultados mensuales muestran que en el mes de enero se tuvo el índice más alto de densidad de toninas, 5.0 toninas/km², por el contrario, en el mes de marzo se obtuvo el valor más bajo, 3.11 toninas/km². Es importante señalar que los dos meses pertenecen a la misma temporada de secas (Tabla 4).

Respecto a la abundancia de toninas por día, el valor mayor fue de 58.66 toninas/día en septiembre, y en marzo el menor, de 44.5 toninas/día; por lo que hubo mayor número de toninas observadas en lluvias por día, que en secas (Tabla 4). Sin embargo, al aplicar la Prueba de Mann-Whitney (Daniel, 2000), los resultados muestran que no hubo diferencias significativas en el número de toninas observadas por día a lo largo del año ($T=1123p>0.05$).

Igualmente sucedió con los resultados de abundancia por hora, el mayor fue de 11.58 toninas/hr y el menor de 8.24 toninas/hr, en septiembre y marzo, respectivamente (Tabla 4). Para estos valores tampoco hubo diferencias significativas durante el año de muestreo ($T=52.6p>0.05$).

Con relación a las dos temporadas climáticas, se tuvo un mayor número de avistamientos en la temporada de lluvias; sin embargo, el número de toninas observadas fue mayor en secas, teniendo como resultado valores de densidad por kilómetro cuadrado y de abundancia por día y por hora mayores (Tabla 5). Al realizar el análisis estadístico con la Prueba de Mann-Whitney (Daniel, 2000), no se encontró una diferencia significativa en los valores de densidad calculados entre temporadas ($T=18.01p>0.05$).

Tabla 4. Valores de abundancia de toninas registrados durante el año de estudio.

Mes / Año	N° de avistamientos	N° total de toninas	N° de toninas en transecto	Densidad	Abundancia	
				toninas/ km ²	toninas/ día	toninas/ hr
Septiembre / 99 (lluvias)	23	176	176	3.77	58.66	11.58
Noviembre / 99 (secas)	21	224	142	4.91	56.00	10.10
Enero / 00 (secas)	22	233	155	5.00	58.25	10.85
Marzo / 00 (secas)	17	178	97	3.11	44.50	8.24
Mayo / 00 (lluvias)	27	186	117	3.94	46.50	8.31
Julio / 00 (lluvias)	21	192	95	3.28	48.00	9.59
Total anual	131	1,189	782	3.97		

Tabla 5. Densidad, abundancia por día y hora promedio, con relación a la variación estacional.

Temporada climática	N° de avistamientos	N° total de toninas	N° de toninas en transecto	Densidad	Abundancia	
				toninas/ km ²	toninas/ día	toninas/ hr
LLUVIAS	71	554	388	3.68	50.36	9.61
SECAS	60	635	394	4.34	52.91	9.73
Total anual	131	1,189	782	3.97		

Tamaño promedio de grupo

Para calcular el promedio de toninas por grupo, se tomó en cuenta a todos los individuos observados dentro y fuera del área de transecto. El tamaño promedio de grupo global, durante el año de muestreo, fue de 9.07 ± 9.58 , aunque el número de individuos en cada avistamiento fue muy variable; el valor más elevado para un grupo observado en enero, fue de 52 toninas, por el contrario, se registraron dos grupos en donde sólo se vió una tonina, esto sucedió en septiembre y en marzo.

Según los datos obtenidos, en la temporada de secas el promedio de toninas por grupo fue mayor que el de lluvias, de 10.50 ± 11.50 ; al igual que el número total de individuos observados (Tabla 6).

De acuerdo con los meses de muestreo, se calculó el menor promedio de individuos por grupo, en el mes de mayo, de 6.88 ± 5.37 , correspondiente a la temporada de lluvias; y el mayor fue de 10.66 ± 10.58 toninas por grupo, en el mes de noviembre, que corresponde a secas (Tabla 6). Estos resultados concuerdan con lo expuesto anteriormente, en relación con las profundidades bajas de algunas zonas de la bahía en temporada de secas, reduciendo de esta manera el espacio y haciendo más difícil el acceso a ellas.

Tabla 6. Tamaño promedio de grupo a lo largo del año de estudio y por temporada climática.

Mes /Año	Nº total de toninas	Promedio de toninas por grupo
Septiembre / 99	176	7.65 ± 9.62
Noviembre / 99	224	10.66 ± 10.58
Enero / 00	233	10.59 ± 12.0
Marzo / 00	178	10.47 ± 12.60
Mayo / 00	186	6.88 ± 5.37
Julio / 00	192	9.14 ± 8.41

Temporada climática	Nº total de toninas	Promedio de toninas por grupo
SECAS	635	10.58 ± 11.50
LLUVIAS	554	7.80 ± 7.76

En la figura 6 se muestran los valores de toninas registradas en cada salida, comparados con el tamaño promedio de grupo calculado para cada fecha de muestreo.

Por otro lado, al aplicar la Prueba de Independencia de Ji-cuadrada (Daniel, 2000), el resultado fue de $X^2=7.07p>0.05$, lo cual indica que no hubo una diferencia significativa entre los tamaños promedio de grupo a lo largo del año.

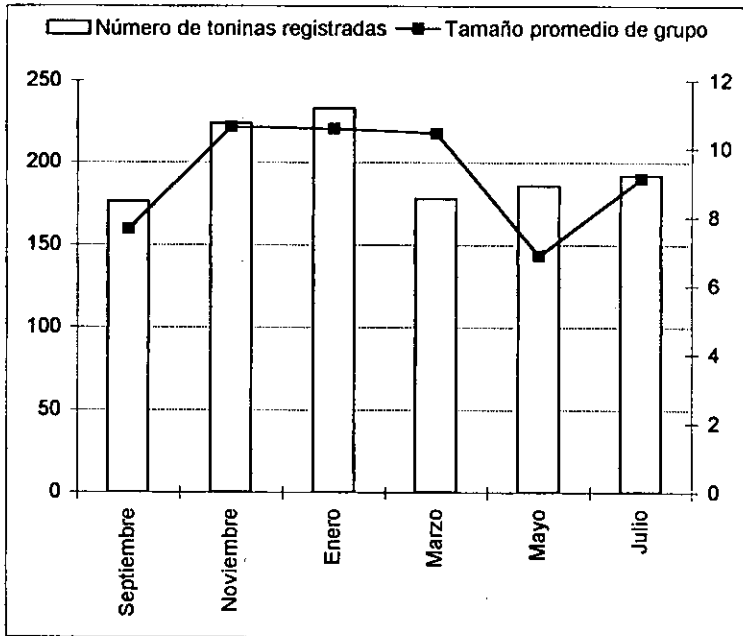


Figura 6. Número de toninas registradas y tamaño promedio de grupo, durante cada fecha de muestreo.

Abundancia de crías

De los avistamientos registrados, 53 grupos observados presentaron crías, es decir, el 40.45%. Por otro lado, del total de individuos contados, el 7.14% corresponde a las crías, de las cuales el 0.75% fueron recién nacidos.

De acuerdo con las temporadas climáticas, el resultado fue que en lluvias se vieron 33 grupos con crías, que comprendieron el mayor número de recién nacidos (8 para esa temporada). Sin embargo, en secas, sólo se observaron 20 grupos con crías y sólo presentó un recién nacido (Tabla 7).

Se tuvo un mayor número de crías para la temporada de lluvias (53), con un porcentaje de 62.34%. Durante el período de secas se contaron 32 crías, que correspondió al 37.63%.

Con relación al índice de natalidad, durante mayo y septiembre (temporada de lluvias) se incrementó el número de nacimientos, de 1.61% y 1.70%, respectivamente (Tabla 7).

Y respecto al porcentaje de natalidad, durante julio (temporada de lluvias) se vieron más crías, con un porcentaje de 10.94, y en enero (temporada de secas) se tuvo el valor más bajo, de 3.43% (Tabla 7).

Por otro lado, se realizó la Prueba de Mann-Whitney (Daniel, 2000) y el resultado fue $T=33p<0.05$, lo que confirmó que hubo diferencias significativas entre temporadas con relación al número de crías observadas. En lluvias se tuvo el mayor porcentaje de crías, representando de esta forma, la temporada de nacimientos.

Tabla 7. Porcentaje de crías e índice de natalidad, con relación a la variación estacional.

Temporada climática	Mes /Año	Nº total de toninas	Nº total de crías	Nº total de neonatos	Porcentaje de natalidad (%)	Índice de natalidad (%)
SECAS	Noviembre/99	224	9	--	4.02	--
	Enero / 00	233	8	1	3.43	0.43
	Marzo / 00	178	15	--	8.43	--
LLUVIAS	Mayo / 00	186	19	3	10.21	1.61
	Julio / 00	192	21	2	10.94	1.04
	Septiembre/99	176	13	3	7.39	1.70
Total		1,189	85	9	--	--

Variación estacional de la conducta

Durante el año de muestreo y de acuerdo con Shane *et al.* (1986), Delgado-Estrella (1996) y Ortega-Ortiz (1996), se definieron seis tipos de conducta: alimentación, juego, descanso, cortejo, tránsito y evasión; por otro lado, hubo grupos en los cuales no se pudo determinar que actividad presentaron debido a factores externos a los observadores, a esto se le llamo conducta indeterminada.

La conducta de alimentación tuvo el porcentaje más alto en septiembre, que fue de 51.72%, y en mayo el menor, de 16.67% (Tabla 8). Se pudo determinar fácilmente cuando estaban en alimentación debido a que se les observó directamente comiendo pescado o camarón en la superficie del agua; a algunos grupos se les vió haciendo inmersiones de buceo, de 1:30 minutos de duración aproximadamente, para alimentarse en el fondo. Otros individuos se observaron trabajando conjuntamente acorralando un cardumen de peces. Algunas veces esta actividad estuvo acompañada de juego y/o descanso generalmente, aunque en otras, al acercarse la embarcación, sobre todo en grupos con crías, las toninas se alejaban; hubo sólo un registro, en mayo, durante el cual se vió a un grupo en alimentación y al mismo tiempo algunos individuos estaban en cortejo.

En el mes de julio se colectaron dos especímenes de peces que, según dicen los pescadores, han visto que comen las toninas en la bahía; estos se identificaron en la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología, UNAM. Las especies identificadas fueron: *Eugerres axillaris* (Günther, 1864) de nombre común mojarra malacapa (Fischer *et al.*, 1995a); y *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, llamada comúnmente lisa (Fischer *et al.*, 1995b). Cabe mencionar que, debido a que la bahía es una importante zona de arribo de varias especies de aves migratorias, se observó interacción de toninas con diferentes tipos de aves marinas durante la alimentación, en los que se comúnmente se llaman "comederos"; las especies de aves registradas fueron: *Phalacrocorax olivaceus* (comorán oliváceo), *Pelecanus erythrorhynchus* (pelicano blanco de Norteamérica), *Larus heermanni* (gaviota mexicana) y *Fregata magnificiens* (fragata; Tuck, 1978).

En marzo se tuvo el valor más elevado de grupos vistos en juego, de 14.29%; por el contrario, en julio casi no se vieron toninas jugando, en este mes el porcentaje fue de 3.57% (Tabla 8). Los individuos que presentaron esta conducta, daban saltos completos fuera del agua, también medios saltos de costado, sacaban parte del cuerpo en posición vertical haciendo sonidos muy cerca de la lancha; algunas crías se movilizaban muy rápido cerca de la lancha o alrededor del adulto que las acompañaba, para luego saltar completamente fuera del agua y volver a repetir la misma conducta. Algunos grupos se deslizaron en la proa de la embarcación durante minutos y luego saltaban dando medios giros, otros se acercaban haciendo círculos rápidos alrededor de la lancha y en un grupo se pudo observar a un individuo jugando con vegetación flotante.

A los individuos que estuvieron en descanso se les observó en completa inactividad, es decir, que se mantenían flotando en la superficie del agua sin moverse o con movimiento lento; también se les vió saliendo a respirar lenta y pausadamente sin hacer otro tipo de movimiento. En un caso, al detectar un grupo, las toninas estaban flotando en la superficie del agua, al acercarse la embarcación siguieron en la misma posición sin tomarla en cuenta, unos minutos después se percataron de lo cerca que ésta se encontraba de ellos y reaccionaron lentamente hasta volver a tener actividad. En

noviembre y enero se tuvieron relativamente los mismos valores para grupos en descanso, de 16.68% y 16.67%, respectivamente, los más elevados con relación a las demás fechas de muestreo. El porcentaje más bajo se presentó en el mes de septiembre, con 3.45% (Tabla 8).

Tabla 8. Porcentaje de conductas registradas con relación a las fechas de muestreo.

Mes/Año	Porcentaje (%) de grupos que presentaron las conductas de:						
	Alimentación	Juego	Descanso	Cortejo	Tránsito	Evasión	Indeterminada
Sep./99	51.72	13.80	3.45	3.45	20.68	--	6.90
Nov./99	50	8.33	16.68	4.16	8.33	12.50	--
Enero/00	36.66	10	16.67	--	3.33	16.67	16.67
Marzo/00	17.86	14.29	14.29	3.58	7.14	21.42	21.42
Mayo/00	16.67	11.90	11.90	4.77	7.14	40.48	7.14
Julio/00	32.14	3.57	7.14	--	17.86	17.86	21.43

De acuerdo con los resultados registrados, se vió que la actividad de cortejo fue la menos registrada, en comparación al resto de las conductas; de hecho en enero y en julio no se observaron grupos que tuvieran ese comportamiento. En todo el año de estudio se tuvo que cinco grupos de toninas presentaron esta conducta, en septiembre, noviembre y marzo, sólo se registró un solo grupo en cortejo, en cada mes; sin embargo, en mayo, se observaron dos grupos en cortejo. Los pocos grupos vistos realizando esta conducta se caracterizaron por estar formados de tres a seis toninas; principalmente, su proceder fue: roces entre individuos, acercamiento constante y paulatino de la parte ventral de sus cuerpos, algunos se observaron agitando sus aletas sobre la superficie del agua y contra las otras toninas participantes.

El tránsito de toninas a lo largo de la bahía es una actividad frecuente ya que se desplazan constantemente en busca de alimento. Para septiembre se calculó el mayor porcentaje (20.68%) de grupos observados mientras se desplazaban; por otro lado, en enero casi no se vieron toninas en tránsito, el porcentaje calculado fue de 3.33% (Tabla 8). Al realizar las observaciones de toninas en tránsito, se pudo determinar si se movían lenta o más velozmente, también si cambiaban de dirección y hacia donde se dirigían.

Generalmente, se pudo observar que los grupos que tuvieron crías, evitaban al máximo el acercamiento de la embarcación. El mayor porcentaje de avistamientos que presentaron evasión durante los muestreos, se obtuvo en mayo, que coincide con uno de los meses en donde hubo mayor número de crías y de neonatos (Tabla 7). Para este mes el porcentaje calculado fue de 40.48% de grupos evasivos; por el contrario, en el mes de septiembre no se registró evasión en ningún grupo (Tabla 8). La mayoría de las veces, al inicio del avistamiento, se observó otra conducta diferente y cuando se intentaba tomar las fotografías correspondientes al grupo (mayor movimiento de la embarcación), las toninas presentaron conducta evasiva.

En ocasiones no se pudo determinar que conducta presentó el grupo en observación. Esto correspondió a grupos de pocos individuos (uno o dos) que sólo se vieron una vez y al dirigirse hacia ellos no se volvieron a ver, debido a las condiciones de un Beaufort elevado y a la marejada de fondo en las zonas profundas de la laguna. En

una ocasión, al inicio del avistamiento (en los primeros cinco minutos), un enjambre de abejas africanas pasó por donde estaba la embarcación y por obvias razones se tuvo que dejar al grupo de toninas; en esa ocasión no se pudo determinar que conducta presentaron y sólo se registraron los datos más importantes. Por otro lado, en noviembre a todos los grupos se les pudo determinar conducta.

De acuerdo con los meses de muestro y abarcando todas las conductas registradas se obtuvo que, en septiembre la actividad que se presentó más fue la de alimentación, con un 51.72%; los porcentajes menores fueron para las conductas de descanso y cortejo. Igualmente, en noviembre los grupos vistos en alimentación tuvieron un mayor número con relación a las demás conductas, por lo que el porcentaje fue del 50%, y el menor valor fue para el cortejo, con 4.16%. También para enero el porcentaje mayor fue calculado para toninas en alimentación, de 36.66%, y el menor para delfines en tránsito, de 3.33% (Fig. 7).

Por otro lado, en marzo disminuyó el número de grupos observados en alimentación, por lo que el porcentaje más elevado lo tuvieron compartido la actividad de evasión y los avistamientos en los que no se pudo determinar conducta alguna, con un 21.42%, y al igual que en los meses anteriores, casi no se registró cortejo. En mayo hubo un porcentaje muy alto de toninas evasivas en comparación con las demás fechas de muestreo, el resultado fue del 40.48%, y al igual que el resto del año muestreado, el valor más bajo de 4.77%, fue para toninas en cortejo. Y finalmente, en julio volvió a incrementarse la actividad de alimentación en la población de toninas de la bahía, con un porcentaje del 32.14%; en esta ocasión no se vieron a muchos grupos en juego (3.57%) y no se observó cortejo (Fig. 8).

De manera global y con relación a la variación estacional, se tuvo que en la temporada de lluvias, el mayor porcentaje lo tuvo la conducta de alimentación, con un 31.31% y el valor menor fue para los grupos observados en cortejo (3.03%). Igualmente ocurrió con los grupos vistos en secas, en donde se calculó un porcentaje del 33.33% en alimentación y un 4.76% en cortejo (Tabla 9). Al comparar las otras conductas, se observó que las toninas fueron más evasivas durante la temporada de lluvias y, también se registraron más grupos en tránsito durante ésta temporada. Por el contrario, en secas, se vió a un mayor número de grupos en descanso, al igual que individuos de los cuales no se pudo determinar conducta alguna. El juego fue la actividad que tuvo un porcentaje similar durante todo el año (Figura 9).

Al hacer el análisis estadístico mediante la prueba de Friedman (Daniel, 2000), se obtuvo un valor de $X^2=1742.38p>0.000021$, indicando que si hubo una diferencia significativa entre las frecuencias de las conductas observadas durante cada temporada. Igualmente, hubo diferencia al realizar la misma prueba, comparando las fechas de muestreo y las conductas ($X^2=216.47p>0.00013$).

Tabla 9. Porcentaje de conductas durante el año, con relación a la variación estacional.

Temporada climática	Porcentaje (%) de grupos que presentaron las conductas de:						
	Alimentación	Juego	Descanso	Cortejo	Tránsito	Evasión	Indeterminada
SECAS	33.33	10.71	15.48	4.76	5.95	16.67	13.10
LLUVIAS	31.31	10.10	8.09	3.03	14.14	22.22	11.11

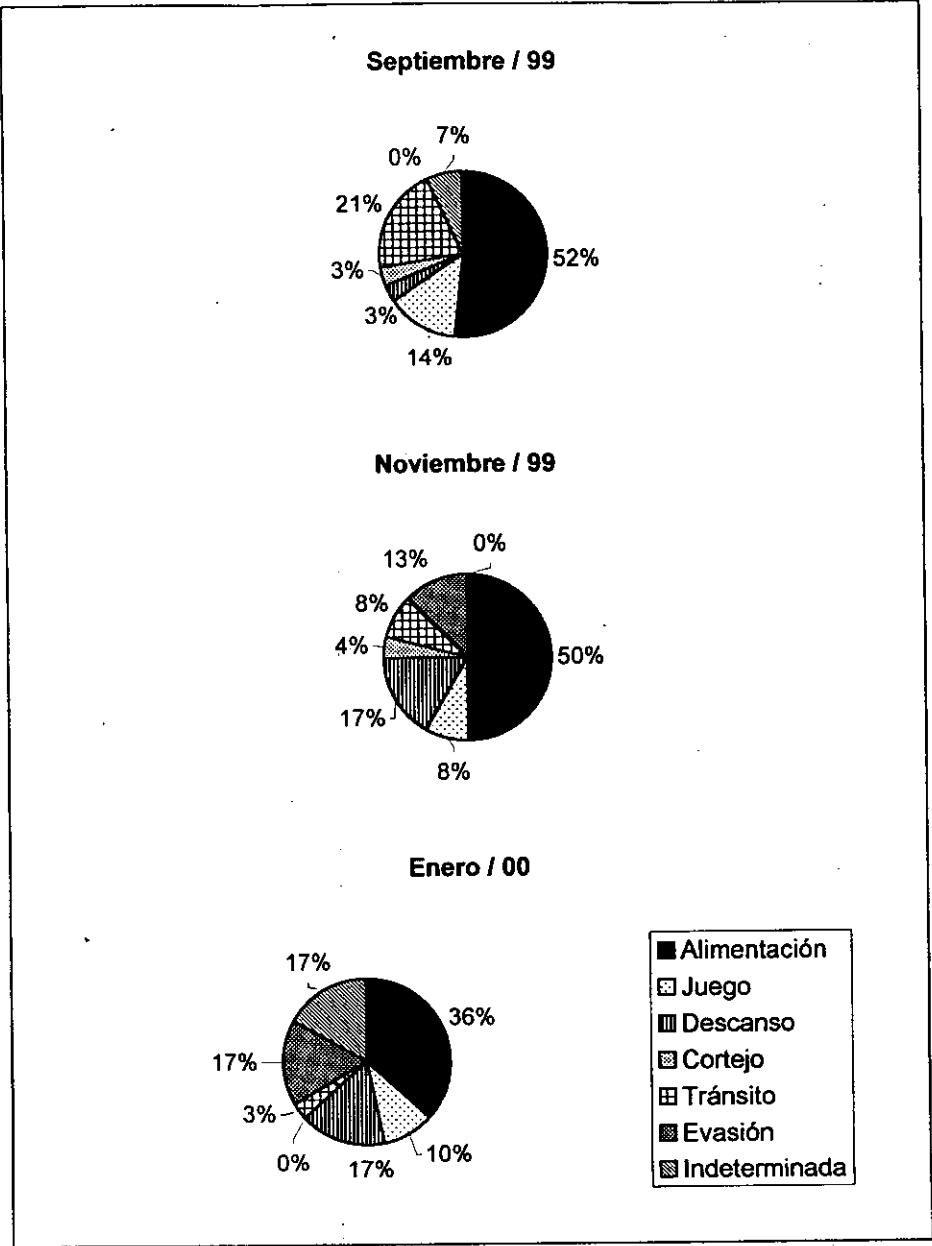


Figura 7. Porcentaje de conductas registradas en los meses de septiembre, noviembre y enero.

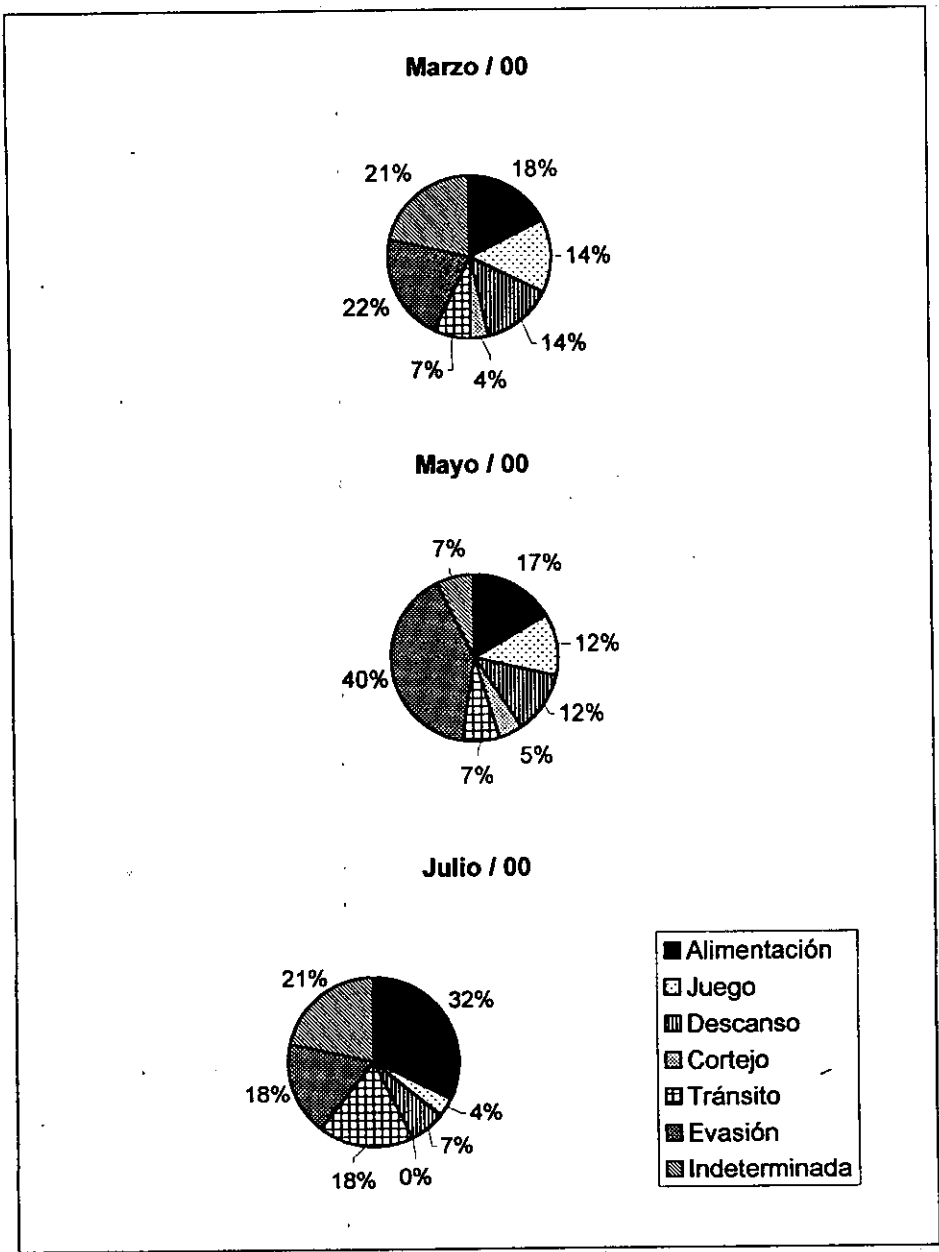


Figura 8. Porcentaje de conductas registradas en los meses de marzo, mayo y julio.

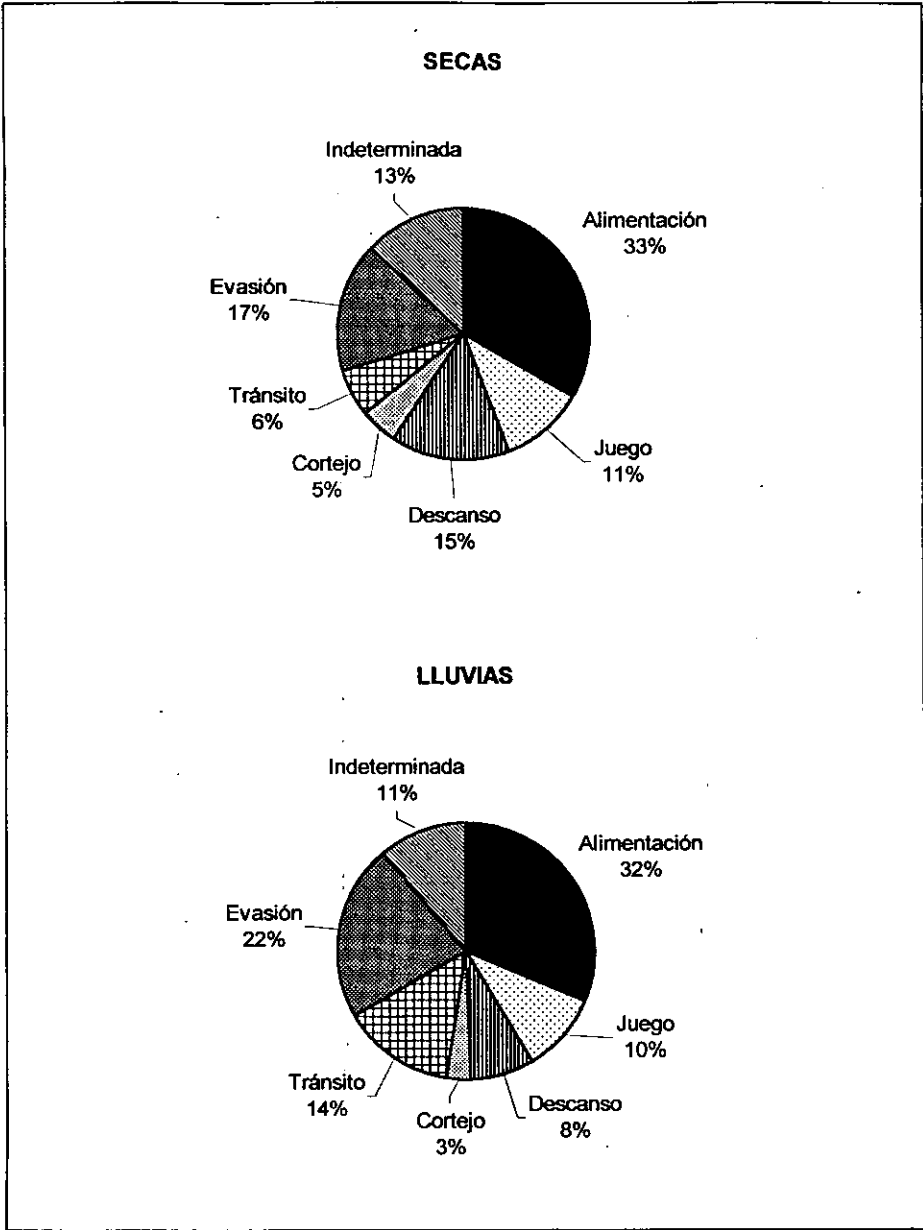


Figura 9. Porcentaje de conductas de acuerdo con la variación estacional.

Residencia y movimientos estacionales

Como se mencionó anteriormente, una herramienta utilizada para la realización del presente trabajo fue la fotoidentificación, esta permitió diferenciar individualmente a las toninas observadas en cada grupo; es importante señalar, que no todos los individuos contados fueron capturados fotográficamente.

Al realizar el análisis del esfuerzo de fotografía, se obtuvo que de 6,455 fotografías tomadas a las aletas dorsales de las toninas, 2,809 fueron cuadros que se utilizaron para la identificación, el 43.52% del total. Por otro lado, la mayoría de las toninas del catálogo de la Bahía Santa María, presentan una (s) copia (s) que confirma (n) su identificación.

Se contaron un total de 1,189 toninas durante el año de estudio, de las cuales se identificaron a 637 individuos. Se tuvo un 58.20% de eficiencia de fotoidentificación con respecto al total observado, esto sin descontar los reavistamientos.

Con relación a lo anterior, se calculó un porcentaje del 52.98% de toninas capturadas para la temporada de lluvias y un 47.02% para la temporada de secas.

El total de recapturas que se tuvo fue de 42; de estas, en lluvias se tuvieron 25 y en secas 17 (Tabla 10). El porcentaje calculado para las recapturas con relación al total de individuos identificados fue del 6.60%.

De los 42 individuos que presentaron reavistamientos, 33 de estos se capturaron en dos avistamientos diferentes, es decir, tuvieron una recaptura; sólo seis toninas se reconocieron con dos recapturas y los demás con más de dos (Tabla 10).

De acuerdo con los datos obtenidos, se tuvo que la mayoría de las toninas recapturadas presentaron una tendencia a la estacionalidad, con un porcentaje del 71.42% del total de los reavistamientos; al respecto, 17 toninas (40.47%) se vieron más de una ocasión sólo en temporada de lluvias y 13 (30.95%) se observaron más de una vez en secas. Por otro lado, 12 individuos se recapturaron en ambas temporadas climáticas, siete de estos (16.66%) tuvieron la mitad de recapturas para cada período estacional, probablemente, estos sean residentes.

Tabla 10. Recapturas de toninas durante el año de estudio.

Nº de catálogo	Fecha de captura	Localización de captura	Fecha de recaptura	Localización de recaptura
TTSM-007	15/09/99 (lluvias)	25°05'14"N 108°07'38"W	22/07/00 (lluvias)	25°02'17"N 108°12'15"W
			22/07/00 (lluvias)	24°55'04"N 108°07'10"W
TTSM-009	15/09/99 (lluvias)	25°05'14"N 108°07'38"W	15/09/99 (lluvias)	25°05'08"N 108°15'14"W
			29/11/99 (secas)	25°01'15"N 108°03'36"W
TTSM-011	15/09/99 (lluvias)	25°08'24"N 108°16'11"W	17/09/99 (lluvias)	24°52'05"N 108°01'12"W
TTSM-018	16/09/99 (lluvias)	25°03'39"N 108°04'07"W	17/09/99 (lluvias)	24°51'48"N 108°02'21"W
TTSM-019	16/09/99 (lluvias)	25°00'52"N 108°03'34"W	17/09/99 (lluvias)	25°02'05"N 108°05'12"W
TTSM-023	16/09/99 (lluvias)	25°00'42"N 108°03'31"W	29/11/99 (secas)	24°57'39"N 108°02'13"W
			30/11/99 (secas)	25°04'07"N 108°08'38"W
TTSM-025	16/09/99 (lluvias)	25°00'34"N 108°03'10"W	28/01/00 (secas)	25°11'34"N 108°19'16"W
			30/01/00 (secas)	24°55'19"N 108°01'41"W
			30/01/00 (secas)	24°48'44"N 108°00'59"W
TTSM-042	16/09/99 (lluvias)	24°50'58"N 108°01'33"W	30/01/00 (secas)	24°55'19"N 108°01'41"W
TTSM-060	16/09/99 (lluvias)	24°49'25"N 108°02'46"W	17/09/99 (lluvias)	24°52'05"N 108°01'12"W
			30/01/00 (secas)	24°55'19"N 108°01'41"W
TTSM-066	17/09/99 (lluvias)	25°02'29"N 108°05'54"W	27/01/00 (secas)	25°04'27"N 108°06'59"W
TTSM-090	17/09/99 (lluvias)	24°51'14"N 108°01'58"W	28/11/99 (secas)	25°08'52"N 108°15'34"W
TTSM-093	17/09/99 (lluvias)	24°51'48"N 108°02'21"W	29/11/99 (secas)	25°02'25"N 108°05'35"W
			30/11/99 (secas)	25°04'07"N 108°08'38"W
			27/01/00 (secas)	25°04'27"N 108°06'59"W
			30/01/00 (secas)	24°55'19"N 108°01'41"W
TTSM-101	27/11/99 (secas)	25°03'40"N 108°07'97"W	30/01/00 (secas)	24°56'54"N 108°01'52"W
TTSM-106	27/11/99 (secas)	25°03'40"N 108°07'97"W	28/11/99 (secas)	25°08'52"N 108°15'34"W

TTSM-127	28/11/99 (secas)	25°12'04"N 108°19'47"W	28/11/99 (secas)	25°12'16"N 108°19'54"W
TTSM-133	28/11/99 (secas)	25°12'16"N 108°19'54"W	30/01/00 (secas)	24°55'19"N 108°01'41"W
TTSM-140	29/11/99 (secas)	25°02'25"N 108°05'35"W	30/11/99 (secas)	25°04'07"N 108°08'38"W
TTSM-150	29/11/99 (secas)	24°57'39"N 108°02'13"W	29/11/99 (secas)	24°55'51"N 108°01'56"W
TTSM-158	29/11/99 (secas)	24°55'51"N 108°01'56"W	28/01/00 (secas)	25°11'34"N 108°19'16"W
TTSM-163	29/11/99 (secas)	25°01'15"N 108°03'36"W	30/11/99 (secas)	25°04'07"N 108°08'38"W
TTSM-167	29/11/99 (secas)	25°01'15"N 108°03'36"W	30/01/00 (secas)	24°56'54"N 108°01'52"W
TTSM-190	30/11/99 (secas)	25°04'07"N 108°08'38"W	23/07/00 (lluvias)	25°11'31"N 108°18'29"W
TTSM-198	30/11/99 (secas)	25°03'57"N 108°09'30"W	30/01/00 (secas)	24°48'44"N 108°00'59"W
TTSM-209	30/11/99 (secas)	24°49'52"N 108°05'26"W	30/01/00 (secas)	24°51'33"N 108°02'12"W
TTSM-248	28/01/00 (secas)	25°11'34"N 108°19'16"W	30/01/00 (secas)	24°55'19"N 108°01'41"W
			30/01/00 (secas)	24°51'33"N 108°02'12"W
TTSM-285	30/01/00 (secas)	24°55'19"N 108°01'41"W	30/01/00 (secas)	24°51'44"N 108°02'06"W
TTSM-311	30/01/00 (secas)	24°51'44"N 108°02'06"W	26/03/00 (secas)	24°57'54"N 108°02'04"W
			26/03/00 (secas)	24°53'17"N 108°02'02"W
			27/05/00 (lluvias)	24°50'35"N 108°05'42"W
			20/07/00 (lluvias)	24°47'43"N 108°00'39"W
			22/07/00 (lluvias)	24°53'20"N 108°06'13"W
TTSM-325	24/03/00 (secas)	25°05'24"N 108°09'04"W	25/05/00 (lluvias)	25°03'07"N 108°11'07"W
TTSM-348	25/03/00 (secas)	25°02'56"N 108°11'03"W	25/05/00 (lluvias)	25°03'07"N 108°11'07"W
TTSM-390	25/05/00 (lluvias)	25°03'07"N 108°11'07"W	27/05/00 (lluvias)	25°02'20"N 108°12'19"W
TTSM-393	25/05/00 (lluvias)	25°03'07"N 108°11'07"W	21/07/00 (lluvias)	25°05'23"N 108°08'20"W
TTSM-398	25/05/00 (lluvias)	25°03'07"N 108°11'07"W	21/07/00 (lluvias)	25°03'55"N 108°13'49"W
TTSM-407	25/05/00 (lluvias)	25°03'07"N 108°11'07"W	25/05/00 (lluvias)	25°02'30"N 108°12'41"W

TTSM-413	25/05/00 (lluvias)	25°02'30"N 108°12'41"W	27/05/00 (lluvias)	24°54'14"N 108°02'05"W
TTSM-420	25/05/00 (lluvias)	25°05'43"N 108°15'39"W	21/07/00 (lluvias)	25°03'55"N 108°13'49"W
TTSM-425	25/05/00 (lluvias)	25°05'43"N 108°15'39"W	21/07/00 (lluvias)	25°03'55"N 108°13'49"W
TTSM-426	25/05/00 (lluvias)	25°05'43"N 108°15'39"W	26/05/00 (lluvias)	25°08'05"N 108°15'17"W
TTSM-428	25/05/00 (lluvias)	25°05'43"N 108°15'39"W	20/07/00 (lluvias)	24°55'01"N 108°01'39"W
TTSM-432	25/05/00 (lluvias)	25°05'07"N 108°10'05"W	22/07/00 (lluvias)	25°04'18"N 108°06'19"W
TTSM-479	27/05/00 (lluvias)	24°52'29"N 108°05'47"W	27/05/00 (lluvias)	24°50'35"N 108°05'42"W
			28/05/00 (lluvias)	24°56'18"N 108°01'50"W
TTSM-556	21/07/00 (lluvias)	25°03'55"N 108°13'49"W	22/07/00 (lluvias)	25°02'17"N 108°12'15"W
TTSM-589	22/07/00 (lluvias)	25°02'17"N 108°12'15"W	22/07/00 (lluvias)	24°55'04"N 108°07'10"W

Estimación poblacional

Suponiendo que la población de toninas en Santa María presenta nacimientos, muertes, migraciones e inmigraciones de manera homogénea, se analizaron los datos obtenidos, mediante el modelo de estimación de Jolly-Seber para poblaciones abiertas (Apéndice II), con el fin de obtener el tamaño poblacional (Krebs, 1985).

Para realizar el análisis se tomaron en cuenta sólo a las toninas capturadas y recapturadas durante el año de estudio.

Como ya se mencionó, se tuvo un total de 637 individuos capturados, de los cuales, 42 presentaron recapturas (Tabla 10); según estos resultados, la estimación poblacional calculada fue de 867 toninas (E.E.=36.64), en un área de 450 km², que de acuerdo con De la Lanza y Cáceres (1994) presenta la bahía.

También se calculó la estimación poblacional por temporada climática (Tabla 11). Para la temporada de secas, el valor fue muy similar al de toninas capturadas en el año; sin embargo, en temporada de lluvias, fue más elevado, no sólo comparado con secas, sino con el obtenido anualmente. Esto está relacionado probablemente con el número de recapturas que se registraron en cada temporada; en la Tabla 10 se muestra que en lluvias hubo más recapturas que en secas.

Igualmente, se intentó calcular el tamaño poblacional para cada período de muestreo, pero no se pudieron obtener resultados, debido a que en la mayoría de las salidas no se tuvieron muchos reavistamientos y eso influyó en los cálculos que preside este modelo.

Tabla 11. Estimación poblacional de las toninas de Santa María, según el modelo de Jolly-Seber para poblaciones abiertas, y de acuerdo con las temporadas climáticas.

Temporada climática	Estimación poblacional (Error Estándar)
SECAS	691.46 (E.E.=91.24)
LLUVIAS	1,115.03 (E.E.=163.93)

Se graficó el número de individuos nuevos capturados durante cada salida (Figura 10), como medio para determinar la frecuencia acumulada de éstos durante el año de estudio (Ruíz-Boijseauneau, 1995; Delgado-Estrella, 1996). Se observó que durante todo el año, el número de toninas diferentes a las ya capturadas en salidas anteriores, se incrementó constantemente; con excepción del mes de marzo, en donde la curva presenta un pequeño decremento.

Por otro lado, los estimadores de Petersen y Bailey para poblaciones cerradas (Apéndice I), se utilizaron suponiendo que la población de toninas en Santa María es cerrada o limitada geográficamente y que no se presentan nacimientos, muertes, ni migraciones en ella (Buckland, 1987).

Los valores obtenidos en los dos modelos resultaron sobrestimados (Tabla 12). Esto quizá se debió a que no hubo muchas recapturas durante el estudio, ocasionando

que se tuvieran datos incompletos al realizar el cálculo, mediante las fórmulas de estos estimadores.

Tabla 12. Estimación poblacional de las toninas de Santa María, según los modelos de Bailey y Petersen para poblaciones cerradas.

Estimador	Estimación poblacional	Error estándar
Bailey	17,628.60	172.03
Petersen	18,033.17	—

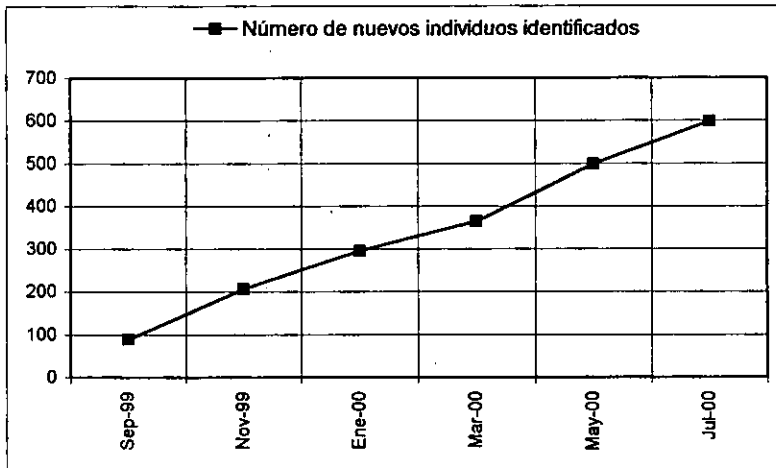


Figura 10. Curva de aparición de nuevos individuos identificados durante cada período de muestreo.

Registros de varamientos en Isla Altamura

Anterior a este trabajo, no se tienen publicaciones de varamientos de mamíferos marinos en Isla Altamura, aunque se sabe, por comentarios de los pescadores del lugar, que son muy frecuentes los varamientos de una gran variedad de especies en esta isla, entre ellas, de grandes ballenas.

Por otro lado, se sabe que existe una cantidad considerable de delfines pertenecientes a las especies *Delphinus capensis* y *D. deplhis*, en todo el Golfo de California. La distribución de *D. deplhis* se dá más hacia la parte norte del Golfo, en zonas alejadas del costa, más profundas y de menor productividad; por el contrario, *D. capensis* se distribuye en aguas cercanas a la costa y de mayor productividad, además es la más abundante (Valles-Jiménez *et al.*, 1998). Por otro lado, Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza (1998) publicaron que *D. capensis* es la especie más frecuente en aguas cercanas a Sonora.

Con relación a los lobos marinos de la especie *Zalophus californianus californianus*, se ha publicado que se distribuyen en gran número a lo largo de la costa del Golfo de California y que sus poblaciones tienen una distribución homogénea en esta franja costera (Lowry *et al.*, 2000; Samaniego-Herrera y Auriol-Gamboa, 2000).

Durante el año de estudio, se recorrió parte de la Isla Altamura para detectar la presencia de mamíferos marinos varados en esa zona. El máximo recorrido se realizó en la punta norte, de 5.5 km y el mínimo en la parte sur, de aproximadamente dos kilómetros. Es importante mencionar que se tenía que regresar por el mismo lugar para volver a la embarcación.

Se registraron tres varamientos de mamíferos marinos, dos de los cuales fueron restos de delfín del género *Delphinus*; el otro registro fue para los restos de un lobo marino macho, perteneciente a la especie *Z. californianus californianus*. Los cráneos del lobo marino y de un delfín se encontraron en la punta norte de la isla; por otra parte, un delfín casi completo se encontró en la punta sur (Fig. 2). No se encontraron restos de *Tursiops truncatus*.

El primer registro de varamiento en la isla, fue el de un delfín casi completo (Tabla 13), el cual se encontró en un estado de descomposición avanzado, presentaba la piel y las vísceras, no tenía la aleta caudal y tenía un agujero profundo en la parte anterior del cuerpo, entre las aletas pectorales; tenía una longitud de 186 cm. Aunque no se pudo determinar el tiempo y la causa de su muerte, probablemente, esta se debió a causa de depredadores naturales como el tiburón, ya que las marcas en el pedúnculo caudal no se parecían a las hechas por alguna herramienta o cuchillo. En cuanto al agujero en la parte superior del cuerpo, probablemente fue hecho por carroñeros como aves o coyotes. Al realizar las medidas del esqueleto se observó que era un animal joven y, por tanto, sólo se pudo determinar el género al que pertenecía mediante el conteo de vértebras de la columna vertebral y medidas del cráneo, pero no se pudo establecer la especie. Las medidas se realizaron con el método propuesto para este género por Heyning y Perrin (1994).

También se recuperó el estómago para aportar conocimiento sobre la alimentación de estos delfines. El estómago se revisó en la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología, UNAM y en él se encontraron los restos de cinco peces del género *Scomberomorus*, comúnmente llamados macarelas, que el delfín había ingerido antes de su muerte; probablemente éstos pertenecían a la especie *S. japonicus* (Fischer *et al.*, 1995b), pero debido al proceso digestivo, no se pudo determinar con exactitud la especie. Al respecto, se sabe que éstos peces forman parte de la dieta normal de *Delphinus* (Heyning y Perrin, 1994).

Posteriormente, en el laboratorio se limpiaron los huesos para su inclusión en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología, UNAM.

El segundo registro se realizó en mayo, en este caso se encontró el cráneo de un delfín en un elevado grado de intemperización; no presentaba la mandíbula y además no tenía dientes (Tabla 13). En este caso, no se pudieron determinar algunas medidas craneales, ni la edad. Por lo que, al igual que en el caso anterior, sólo se determinó el género.

En el último día de muestreo en Santa María, se encontró el cráneo de un lobo marino, esto sucedió en julio, en el último día de estudio (Tabla 13). A pesar de presentar un avanzado grado de intemperización y de que sólo tenía un colmillo, se pudo determinar la especie y el sexo, debido a la cresta craneal tan característica que presentan los machos adultos de esta especie.

Tabla 13. Datos de los varamientos registrados en Isla Altamura.

Género y especie	Fecha	Hora	Posición geográfica	Restos colectados
<i>Delphinus</i>	29/01/00	12:00 hrs.	24°48'43"N-108°05'30"W Punta Sur	Cráneo completo, dientes, aletas pectorales y dorsal, espina dorsal, costillas, estómago.
<i>Delphinus</i>	26/05/00	16:20 hrs.	25°05'38"N-108°18'20"W Punta Norte	Cráneo incompleto sin mandíbula (sin dientes)
<i>Zalophus californianus californianus</i> (macho)	23/07/00	15:19 hrs.	25°07'15"N-108°19'20"W Punta Norte	Cráneo incompleto sin mandíbula (con un colmillo)

Por último, es importante decir que, de haber tenido las condiciones favorables y necesarias para recorrer toda la isla, seguramente se hubieran encontrado más restos de mamíferos marinos varados, ya que sólo se logró recorrer menos de un tercio de la longitud total de la isla por las condiciones fisiográficas de ésta.

DISCUSIÓN

Distribución

Se sabe que *T. truncatus* es una especie que se encuentra preferentemente en zonas de alta productividad primaria. La bahía Santa María, presenta las afluencias de dos ríos, que al mezclarse con el agua salda de mar, dan como resultado una estuarinidad; tales masas acuíferas conforman ecosistemas con una elevada productividad biológica, en los distintos niveles tróficos (Contreras, 1993); por lo tanto, proporcionan alimento abundante para diferentes especies marinas, entre ellas a las toninas.

Al hacer el análisis de las observaciones de toninas realizadas durante el estudio, se observó que éstas se desplazan por toda la laguna homogéneamente, probablemente en busca de alimento o con relación a sus actividades reproductivas; por otro lado, la gran diversidad de zonas que presenta la bahía, áreas de alta y baja profundidad, estuarios y barreras naturales (islas), favorece el que las toninas utilicen ésta área para sus requerimientos diarios. Al respecto, se pudo comprobar a lo largo del año, que la mayor concentración de delfines se observó en las zonas cercanas a la desembocadura de los Ríos Mocerito y Tule, y en toda el área entre estos (Figs. 4 y 5).

Contrario a los resultados obtenidos en otros trabajos en bahías cercanas, Agiabampo, Navachiste y Macapule (Ramírez-Ruiz *et al.*, 1999; Ramírez-López *et al.*, 1999), en donde la distribución preferente de las toninas fue en las bocas; en Santa María se observó que las zonas que preferentemente utilizan las toninas son las que quedan más protegidas de mar abierto, es decir, que casi no se registraron avistamientos en las bocas de la laguna, donde es más fuerte la corriente que entra del Golfo de California. En otro trabajo realizado en la Bahía Kino (Ballance, 1990), se pudo apreciar que las toninas hacen uso de toda la bahía, sin ninguna preferencia por alguna área en particular, igual que en Santa María.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en temporada de lluvias se contaron más grupos, coincidentalmente, estos grupos presentaron un número más alto de crías y de recién nacidos con relación a los observados en secas; probablemente esto tenga explicación con la disponibilidad del alimento, ya que durante las lluvias, la producción primaria es mayor, lo que incrementa el número de organismos de los que se alimentan las toninas (Ortega-Ortiz, 1996). La disponibilidad del alimento también está relacionada con la temperatura del agua por donde se desplazan las toninas, ya que en aguas donde la temperatura es baja, la productividad tiende a incrementarse; por lo tanto, la temperatura junto con otros factores físicos y químicos, afectan de manera directa o indirecta la distribución de toninas en una zona determinada (Shane *et al.*, 1986).

Lo anterior coincide con los resultados obtenidos en otras zonas de estudio en México. En el Pacífico mexicano, Ballance (1990), en Bahía Kino contó un mayor número de toninas en temporada de lluvias; sin embargo, Ruiz-Boijseauneau (1995), en Bahía Banderas tuvo un valor mayor en invierno (secas) y en verano (lluvias) disminuyó, la razón que explica esto es que durante el invierno se presenta la Corriente de California (templada-fría), la cual presenta una alta productividad primaria. También en el Golfo de México se han publicado resultados similares al presente trabajo, Delgado-Estrella (1996)

en la laguna de Yalahau y Ortega-Ortiz (1996) en la Bahía de la Ascensión, obtuvieron un número más elevado de toninas para la temporada de lluvias.

Un problema que se presentó durante la temporada de secas fue que las profundidades de una gran parte de la laguna eran mínimas, haciendo imposible el paso de la embarcación por algunas zonas, sobre todo en la bahía de Algodones (parte norte de Isla Talchichitle). Al respecto, se pudo observar que las toninas tienen las mismas dificultades para desplazarse y conseguir alimento en ciertos lugares que se secan en extremo, teniendo acceso solamente a las áreas y canales con profundidades mayores. Un ejemplo de esto fue el canal que se localiza entre Isla Talchichitle e Isla Altamura, en el cual no se tuvieron una gran cantidad de avistamientos, con relación a los grupos observados en el área restante de la laguna (Figs. 4 y 5). Este canal presenta una profundidad baja durante las dos temporadas climáticas, pero tiende a disminuir el nivel del agua en secas, probablemente esto hace más difícil el desplazamiento de los delfines por zonas donde hay un menor espacio, ya que en algunos puntos del canal la profundidad es de menos de un metro.

Cabe señalar, que se observaron a varios grupos desplazándose muy cerca de la línea de costa e inclusive algunos estaban en alimentación a menos de cinco metros de esta, y con relación a las profundidades, estas se registraron desde menos de un metro, hasta cinco metros cerca de la costa; por lo que se puede asumir, que los delfines de la bahía hacen uso de ésta, según sus necesidades diarias.

Densidad y abundancia relativa

El resultado de densidad de toninas en la Bahía Santa María, calculado durante el año de muestreo, tuvo un valor intermedio-alto (3.97 toninas/km²) en comparación a los obtenidos en algunas zonas estudiadas, tanto en el Pacífico como en el Golfo de México.

En el Pacífico mexicano, se han calculado densidades de 0.39 a 9.0 toninas/km²; a diferencia, en algunas áreas del Golfo de México, la densidad más alta de toninas ha sido calculada de 1.2 toninas/km² (Tabla 14). Estos resultados pueden tener una diferencia significativa, entre uno y otro, porque no todos han sido realizados durante el mismo tiempo de muestreo, además, los métodos empleados para determinar la densidad no son iguales entre los trabajos mencionados en la Tabla 14. Sin embargo, éstas densidades pueden utilizarse para saber la cantidad de toninas por unidad de área que se calculó en cada zona de estudio y así, poder compararlas con la obtenida en el presente.

La razón por la que la densidad de delfines varía de una parte a otra (aunque no estén alejadas), está relacionada con los requerimientos de éstos al hacer uso de un hábitat en particular, por ejemplo, el hecho de obtener alimento en zonas de mayor productividad (Shane *et al.*, 1986). Al respecto, Scott *et al.* (1990) en un estudio de toninas realizado en la Costa de Florida, propusieron tres factores que influyen en los diferentes valores de abundancia de toninas, durante las estaciones del año, estos son: la disponibilidad de presas durante el año, la presión de depredadores y los requerimientos reproductivos.

Por otro lado, se puede afirmar que hay una alta productividad en Santa María, debido a que se observó a la mayoría de los grupos de toninas, alimentándose. Probablemente esto sea un factor determinante en el uso preferido por estas, como zona de alimentación, y aunado a las características físicas de la laguna, se favorece el tener un lugar adecuado para la reproducción y para la protección contra depredadores; teniendo como resultado que el tamaño de la población se mantenga estable.

Tabla 14. Densidad de toninas calculada en algunas zonas de estudio en México.

Lugar de estudio	Autor (es)	Período de estudio	Densidad
Bahía de Topolobampo, Sinaloa	De la Parra-Venegas y Galván-Pastoriza	1985	0.39 toninas/km ²
Bahía de Banderas y aguas adyacentes. Nayarit-Jalisco	Ruiz-Boijseauneau	Febrero de 1992 a Julio de 1993	0.01 toninas/M.N. a 2.0 toninas/M.N. (de acuerdo con las estaciones anuales)
Bahía de Agiabampo, Sonora-Sinaloa	Ortega-Ortíz y Delgado-Estrella	Julio de 1995	9.0 toninas/km ²
Bahía de Navachiste y Bahía de Macapule, Sinaloa	Ramírez-López <i>et al.</i>	Noviembre de 1997 Septiembre-Octubre de 1998	1.74 toninas/M.N. (1997) 2.93 toninas/M.N. (1998)
Bahía de Agiabampo, Sonora-Sinaloa	Ramírez-Ruiz <i>et al.</i>	Septiembre-Octubre de 1998	5.41 toninas/M.N.
Costa de Nayarit	López-Hernández <i>et al.</i>	Agosto de 1999	0.98 toninas/km ²
Laguna de Yalahau, Quintana Roo	Delgado-Estrella	Febrero de 1994 a Septiembre de 1995	1.2 toninas/km ²
Bahía de la Ascensión, Quintana Roo	Ortega-Ortíz	Febrero de 1994 a Noviembre de 1995	0.41 toninas/km ²
Costa de Tabasco	López-Hernández	Mayo de 1996 a Abril de 1997	1.2 toninas/km ²

Según la Tabla 4, los resultados de densidad obtenidos durante los meses de muestreo fueron muy similares entre sí; al analizar estos valores estadísticamente, se confirmó que durante las temporadas climáticas del año no hay una diferencia significativa en el número de toninas observadas por unidad de área ($T=18.01p>0.05$). Por lo que se puede decir, que la densidad de toninas en la laguna es homogénea durante todo el año.

El índice más alto de densidad fue de 5.0 toninas/km² en temporada de secas, en el mes de enero (Tabla 4), cuando se registró la temperatura superficial del agua más baja (Tabla 3). Esto se puede explicar de acuerdo con Hansen (1983), quién observó que la temperatura del agua es un factor posible que limita, tanto la distribución como la abundancia de toninas en el Sur de California, debido a que las corrientes de agua fría presentan una mayor productividad primaria, lo que provoca una tasa elevada de alimento

para éstas. Para otras zonas también se ha reportado algo similar, Felix (1994) publicó un estudio en el Golfo de Guayaquil, Ecuador, en donde el número de toninas fue mayor en temporada de secas, que también está relacionado con la temperatura del agua. Por su parte, Ruiz-Bojiseauneau (1995) en Bahía de Banderas, igualmente obtuvo una abundancia de toninas por millas náuticas mayor, durante la temporada de secas; y López-Hernández (1997), en la Costa de Tabasco, también registró el valor más elevado de toninas por kilómetro cuadrado, durante secas.

Por el contrario, Delgado-Estrella (1996) en la Laguna de Yalahau y Ortega-Ortiz (1996) en la Bahía de la Ascensión, calcularon la mayor densidad de toninas para la temporada de lluvias. La explicación posible de esto está relacionada con ciertos factores, como la temperatura y salinidad del agua, así como la disponibilidad del alimento.

Respecto a los valores de abundancia relativa de toninas por día y por hora, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en los resultados obtenidos durante las dos temporadas climáticas (por día $T=1123p>0.05$; por hora $T=52.6p>0.05$). Por lo que, se puede asumir que el número de toninas observadas en la bahía por día y por hora de muestreo, es similar durante las temporadas climáticas y durante las estaciones del año.

Tamaño promedio de grupo

Con relación al promedio de toninas por grupo, en Santa María se tuvo un valor de 9.07, el cual es elevado comparado con algunos resultados de estudios hechos en el Golfo de México. Sin embargo, se encuentra entre los valores intermedios comparado con los obtenidos en trabajos realizados en el Pacífico mexicano.

Los promedios de grupo calculados en zonas cercanas a la zona de estudio del presente trabajo, muestran que los grupos de toninas están compuestos de 2.4 a 28.1 individuos. Los cálculos más elevados se dieron en: Bahía Kino, donde Ballance (1990) obtuvo un promedio de 28.1 toninas/grupo, en la Costa sur de California, en la cual Hansen (1990) calculó 19.1 toninas/grupo, y en la Costa de Nayarit, en la que López-Hernández *et al.*, (1999) tuvieron como resultado 19.3 toninas/grupo (Tabla 15).

En la Bahía de Agiabampo, Ortega-Ortiz y Delgado-Estrella (1996) realizaron un estudio poblacional en el cual obtuvieron un promedio de 13.3 toninas/grupo; posteriormente, Ramírez-Ruiz *et al.* (1999) registraron 2.4 y 3.9 individuos por grupo en esa misma bahía (Tabla 15).

Se sabe, que el tamaño de grupo varía de acuerdo a la actividad que estén desarrollando, a la estación del año, a la hora del día y a las condiciones ambientales del momento (Shane *et al.*, 1986). Por esto, se puede explicar el que se hayan tenido resultados tan distintos en las diferentes zonas de estudio. Posiblemente otra razón de esta diferencia, fueron las condiciones de observación y experiencia de los observadores al realizar el conteo de toninas.

Por otro lado, Shane *et al.* (1986) y Delgado-Estrella (1991) han observado que, un factor que influye en el número de toninas que conforman un grupo, en un momento determinado, es la alimentación, ya que es muy frecuente encontrar a un grupo grande en

esta actividad. Esto es similar a los datos registrados en el presente trabajo, en donde se vieron a todos los grupos formados de 30 a 52 individuos, en alimentación.

Asimismo, las diferencias en el tamaño de grupo también pueden deberse a las distintas densidades o tamaños poblacionales, que existen entre el Pacífico y el Golfo de México.

Respecto al Golfo de México, López-Hernández (1997), en la Costa de Tabasco tuvo un valor similar al calculado en el presente trabajo (10.4 toninas/grupo). Ortega-Ortiz (1996) en la Bahía de la Ascensión, registró 3.7 individuos por grupo, que fue un resultado relativamente bajo en comparación a los demás promedios mencionados en la Tabla 15.

Tabla 15. Promedio de toninas por grupo y porcentaje de crías, calculados en algunas zonas de la costa mexicana.

Lugar de estudio	Autor (es)	Promedio de toninas/grupo	Porcentaje de crías (%)
Bahía de Topolobampo, Sinaloa	De la Parra-Venegas y Galván-Pastoriza (1985)	7.2	7.8
Bahía Kino, Sonora	Balance (1990)	28.1	—
Costa sur de California	Hansen (1990)	19.1	7.15
Bahía de Agiabampo, Sonora-Sinaloa	Ortega-Ortiz y Delgado-Estrella (1996)	13.3	5.0
Bahía de Navachiste y Bahía de Macapule, Sinaloa	Ramírez-López <i>et al.</i> (1997-1998)	2.4 (1997) 2.5 (1998)	33.0 (1997) 6.0 (1998)
Bahía de Agiabampo, Sonora-Sinaloa	Ramírez-Ruiz <i>et al.</i> (1997-1998)	2.4 (1997) 3.9 (1998)	13.63
Costa de Nayarit	López-Hernández <i>et al.</i> (1999)	19.3	12.0
Laguna de Yalahau, Quintana Roo	Delgado-Estrella (1996)	7.5	30.4
Bahía de la Ascensión, Quintana Roo	Ortega-Ortiz (1996)	3.7	8.85
Costa de Tabasco	López-Hernández (1997)	10.4	45.0

Al realizar la prueba estadística, ésta no determinó alguna diferencia significativa entre los tamaños promedio de grupo a lo largo del año ($\chi^2=7.07p>0.05$). Sin embargo, en la Tabla 6, se puede observar una diferencia en el mes de mayo, en donde se obtuvo el promedio más bajo (6.88 toninas/grupo). Probablemente, esto se debió a que el muestreo fue realizado en temporada de secas, en la que, algunas profundidades registradas fueron muy bajas (de menos de un metro), lo que dificultó el que muchas toninas pudieran reunirse en un área más reducida.

Lo anterior, es un resultado similar al obtenido por Scott *et al.* (1990), en el cual, se explica que la profundidad es un factor que posiblemente esté relacionado con el tamaño de grupo. Ellos observaron en la Costa de Florida que los grupos formados por un número mayor de individuos, ocupaban áreas con mayor profundidad. Lo que se asemeja con la

disminución del tamaño promedio de grupo en Santa María, durante la temporada de secas, cuando la profundidad del agua es más baja y hay un área menor por donde puedan movilizarse las toninas.

Abundancia de crías

Como ya se comentó, probablemente la bahía Santa María sea utilizada por las toninas como área preferente para la reproducción, por tener las características necesarias para el nacimiento y desarrollo de las crías, que benefician la continuidad de la especie.

Lo anterior se infiere porque destaca la presencia de crías y neonatos durante los muestreos. De acuerdo con los datos obtenidos durante el estudio, a lo largo de todo el año se tuvieron registros de crías, aunque el mayor porcentaje se presentó durante la temporada de lluvias, al igual que el mayor número de recién nacidos.

En los resultados de mayo y julio (lluvias), el número de crías observadas fue el más alto; igualmente, el número de recién nacidos fue mayor en esa temporada (Tabla 7). Estos resultados se analizaron estadísticamente, lo que confirmó que si hubo diferencias significativas entre temporadas climáticas con relación al número de crías y al número de nacimientos ($T=33p<0.05$). Por otra parte, también hubo un porcentaje considerable de crías en marzo, a finales de la temporada de secas.

Al comparar algunos estudios realizados con toninas en otras zonas, se encontró que el porcentaje de crías observadas varía de acuerdo al área de estudio. Con relación a esto, el porcentaje de crías en Santa María (7.14%) fue muy parecido al obtenido en las otras áreas de estudio en el Pacífico; en Topolobampo, De la Parra-Venegas y Galván-Pastoriza (1985) calcularon un 7.8% de crías y Hansen (1990), en la Costa Sur de California, tuvo un porcentaje de 7.15. Otro resultado similar al de Santa María corresponde al trabajo realizado en las Bahías de Navachiste y Macapule, en donde Ramírez-López *et al.* (1999) obtuvieron, en 1988, un 6% con respecto al total de individuos. Por otro lado, en el Caribe, Ortega-Ortiz (1996) publicó un 8.85% de crías en la Bahía de la Ascensión (Tabla 15).

En la Tabla 15 se pueden apreciar los porcentajes que presentaron una mayor discrepancia en comparación a la abundancia de crías en Santa María. Resalta el obtenido por López-Hernández (1997) en la Costa de Tabasco, en el que calculó un 45% de crías, un valor elevado comparado con los registrados en las otras regiones, que probablemente tiene explicación en el reducido número de individuos observados durante el estudio. Por otro lado, Ramírez-López *et al.* (1999) en las Bahías de Navachiste y Macapule, en 1997, obtuvieron un porcentaje del 33%; este es un dato mucho mayor al resultado de 1998, en esa misma área y se puede deber a que los muestreos se realizaron en diferentes temporadas climáticas.

Con relación a lo anterior, Mead y Potter (1990) registraron que los nacimientos ocurren durante todo el año en la costa central del Atlántico, pero con un índice más alto durante la primavera. Esto es parecido a lo observado en Santa María, en donde el índice de natalidad es más elevado a finales de la primavera y en verano, durante las lluvias, cuando el alimento es más abundante y las hembras pueden obtenerlo fácilmente para el

requerimiento de la lactancia y la gestación (Shane *et al.*, 1986). Por su parte, Shane (1986) publicó que en el norte del Golfo de México, también se presentan nacimientos todo el año y la mayor cantidad de estos ocurre en primavera y verano.

Es importante señalar, que la observación de crías pudo haber estado influenciada por el hecho de que, generalmente, los grupos con crías evaden a las embarcaciones una vez que detectan el sonido del motor, a una distancia en la que el observador no puede verlos.

Conducta

Según Shane *et al.* (1986), señalan que la conducta de *T. truncatus* en vida libre, se basa en las relaciones sociales que hay en las poblaciones. Asimismo, las actividades de alimentación, reproducción y juego, presentan patrones y horarios establecidos durante el día.

En la Bahía Santa María se vió que hubo diferencias en las frecuencias de las conductas observadas con relación a las fechas de muestreo ($\chi^2=216.47p>0.00013$). La actividad más frecuente en casi todos los muestreos fue la de alimentación; aunque en marzo y mayo, la mayoría de grupos presentó evasión. Por el contrario, el cortejo fue el comportamiento que se observó menos veces durante el año (Tabla 8).

Al respecto, Ramírez-López *et al.* (1999), en las Bahías de Navachiste y Macapule publicaron que la alimentación es la conducta más habitual observada en esas zonas. Por su parte, Delgado-Estrella y Ortega-Ortiz (1996), en la Bahía de Agiabampo, observaron que debido a la cantidad abundante de alimento, la alimentación es la actividad más importante de las toninas. Igualmente, López-Hernández *et al.* (1999) determinaron que la alimentación es el comportamiento que más se observa en las toninas de la costa de Nayarit.

Por otro lado, en la mayoría de los grupos que se vieron en Santa María, durante el tiempo de avistamiento o muestreo, se registró más de una actividad. Por ejemplo, los individuos que estuvieron en alimentación, presentaron actividades como juego, descanso o cortejo y en algunas ocasiones, los grupos con crías, se alejaban de la embarcación. Esto último, se ha visto en otros lugares de estudio en la costa mexicana, en donde es frecuente que los grupos que presentan crías tienden a evadir las embarcaciones (Ortega-Ortiz, 1996; López-Hernández, 1997).

Con relación al alimento, Mead y Potter (1990) publicaron que además de otras especies marinas, las toninas se alimentan de peces costeros como lisas y macarelas. Se mencionó con anterioridad en el capítulo de resultados, que se colectaron dos especímenes de peces (como posible alimento de las toninas en la bahía), uno de cuales corresponde a la especie *Mugil cephalus* o lisa, una de las especies publicadas por los autores ya mencionados y por Scott *et al.* (1990).

Además, se sabe que es usual que haya una interacción de toninas con aves marinas, en el momento de la alimentación (Ortega-Ortiz, 1996; Delgado-Estrella, 1996; López-Hernández, 1997). En Santa María, fue muy común encontrar a muchas especies de aves marinas residentes y migratorias alimentándose junto con grupos de toninas.

El juego es otra actividad que frecuentemente realizan las toninas, este se puede presentar a cualquier edad y de diversas maneras. En Santa María, el incremento de toninas observadas en juego se dio en la temporada de lluvias; probablemente esto puede estar relacionado con el índice pico de nacimientos para esta temporada. Scott *et al.* (1990) propusieron que las crías de edades similares socializan entre ellas mediante el juego, esta relación dura años, inclusive hasta que se vuelven sexualmente maduras. Por otro lado, en la bahía se observó un grupo con tres crías, éstas desarrollaron actividades de juego entre sí y alrededor de la embarcación, mientras duró la observación. Por esto, posiblemente el juego sea una conducta que se presenta más frecuentemente en crías e individuos jóvenes de *T. truncatus*, como ocurre con los animales juveniles de otras especies de animales, e incluso del ser humano.

Aunado a esto, se sabe que la actividad de juego está relacionada con la alimentación, ya que generalmente éste se presenta posterior al alimento, esto tiene una función de reforzamiento social entre individuos (Delgado-Estrella, 1996).

Por otra parte, en Santa María se observó que las toninas no le temen mucho a la presencia del hombre, salvo cuando un grupo presenta crías; algunos grupos se acercaron para jugar con la proa de la embarcación, e inclusive la seguían durante algunos minutos. Esto se debe, probablemente, a que no sea común matar toninas dentro de la laguna para carnada en la pesca del tiburón, según lo dicho por pescadores de la región.

En la bahía es no es muy común observar grupos de toninas en descanso, de hecho, en la temporada de secas se tuvo el mayor índice de grupos que presentaron este comportamiento (Tabla 9). Es particularmente coincidental, que la mayoría de registros de esta conducta se diera en secas, cuando la cantidad del alimento disminuye y las toninas no pueden alimentarse tan seguido como lo hacen en la temporada de lluvias.

La mayoría de los grupos que se detectaron en descanso, después de unos minutos de estar así, volvieron a tener actividad. Un caso particular es el de cuatro toninas que estaban completamente inmóviles flotando en la superficie del agua, posteriormente, al percatarse de la embarcación, procedieron a evadirla rápidamente. En otro caso, un grupo grande con crías, estuvo en descanso durante algunos minutos y después, éstas empezaron a jugar con la embarcación. Por lo que se puede decir, que las toninas pueden estar en descanso mientras no sean perturbadas o no haya alguna razón por la que cambien de actividad.

La conducta de cortejo en la bahía, fue la actividad que se vió con menos frecuencia durante el año; en enero y julio, no se presentó esta conducta. Las pocas veces que se logró ver este comportamiento, dieron como resultado un porcentaje homogéneo en los meses de muestreo en que se registró el cortejo. Esto indica que no es habitual en la laguna el observar a individuos en cortejo, aunque esto no es determinante, ya que existen factores que pueden influir en la no detección de estos grupos; como por ejemplo, la hora del día, la conformación del grupo en observación (machos, hembras, crías) y otra actividad diferente en el momento de observación, que posiblemente puede cambiar en cuestión de minutos, cuando el observador ya no está con el grupo (Shane *et al.*, 1986).

El tránsito de toninas fue más frecuente durante la temporada de lluvias (Tabla 9), coincide con el mayor número de nacimientos y con más abundancia de peces en la

bahía. Al respecto, se observó por lo menos un grupo de toninas que salían por la boca norte de la laguna, los individuos iban en tránsito lento hacia fuera de la laguna. Ésta conducta puede tener varias explicaciones que están relacionadas con la variación estacional. Probablemente la más importante, es la búsqueda del alimento, otra explicación es la necesidad sexual de los machos para encontrar hembras y reproducirse; aunado a esto, está el huir de depredadores naturales, y también, el entrar y salir de la bahía hacia aguas oceánicas.

Se sabe que por protección hacia sus hijos, los individuos adultos tienden a evadir cualquier objeto o animal que ellos consideren un peligro (Davidoff, 1984). Esta acepción tiene mucho que ver con la conducta evasiva observada en las toninas de Santa María, ya que, generalmente, los grupos observados con crías evadieron la embarcación. Por otro lado, el mayor porcentaje de individuos en evasión coincide con la temporada de nacimientos, en lluvias.

Posiblemente, en casi todos los estudios de ecología poblacional, en vida libre (Delgado-Estrella, 1996; Ortega-Ortiz, 1996; López-Hernández, 1997; el presente trabajo), siempre va a haber algún grupo de *T. truncatus* del que no se pueda determinar su conducta en el momento de observación, esto puede deberse a factores externos al observador, como pueden ser: escasa visibilidad, bruma, distancia lejana.

Cuando el mar está en un grado elevado en la escala de Beaufort o hay marejada de fondo en aguas profundas, es común detectar un grupo formado por pocos individuos, que sólo se ven una sola vez y no se vuelven a ver de nuevo. Aunado a esto, en Santa María se detectó a un grupo de toninas, en el momento que pasaba un enjambre de abejas africanas por esa zona y por esa razón, no se pudo determinar la conducta que presentaban. Estos dos factores fueron los que provocaron que no se pudiera determinar la actividad en algunos grupos observados durante los muestreos.

Por último, con relación a la variación estacional de la conducta, el análisis estadístico confirmó que si hubo diferencias significativas a lo largo del año ($\chi^2=1742.38p>0.000021$). Se determinó que la alimentación fue la actividad más común, mientras que el cortejo casi no se observó (Figura 9).

Residencia y movimientos estacionales

El área de distribución geográfica de una población de delfines, es la zona donde ésta se encuentra presente en el tiempo de observación (Hansen, 1990). Sin embargo, esta distribución puede cambiar de acuerdo con las estaciones del año, propiciando un patrón definido de movimientos estacionales de la población en cuestión (Shane *et al.*, 1986).

Por otro lado, se sabe que las toninas costeras de latitudes altas, presentan más marcados movimientos debido a los cambios de estación, esto es probablemente por la necesidad de alimentación y de reproducción (Shane *et al.*, 1986).

Los términos residente y no residente son utilizados frecuentemente para determinar el patrón de movimiento de un individuo, de un grupo o de una población, en un hábitat particular. Un individuo residente es aquel al que se le ha identificado más de

una vez durante cada temporada climática, en la misma zona (Ballance, 1990). Un ejemplo de esto, es el que registraron Scott *et al.* (1990), en donde una población de toninas se observó alrededor de 17 años, en una misma área.

Para analizar los movimientos y residencia de una población de toninas, Ballance (1990) propuso tres métodos que determinan el grado de residencia de éstas: la cantidad de veces que un individuo es observado en un área, el tiempo entre el primer y último avistamiento y el promedio de días entre los avistamientos de un individuo en particular.

Según los resultados obtenidos durante el año, se tuvo un total de 42 toninas que presentaron recapturas (Tabla 10).

La mayoría de las toninas con reavistamientos presentaron una marcada tendencia a la estacionalidad, es decir, sólo estuvieron presentes en la bahía durante una temporada estacional o climática específica. Este es el caso del individuo con número de catálogo TTSM-007, el cual sólo se capturó y recapturó en temporada de lluvias, o como la tonina TTSM-101 que se observó en dos ocasiones diferentes, en temporada de secas (Tabla 10). Esto puede estar relacionado con sus necesidades alimentarias y reproductivas como lo propuesto por Shane *et al.* (1986).

Por el contrario, casi no se tuvieron registros de toninas residentes en Santa María. Un ejemplo particular es el de una tonina con número de catálogo TTSM-311, la cual se observó durante casi todo el año de estudio, con cinco recapturas durante secas y lluvias, por lo que se podría asegurar que es residente en la bahía (Tabla 10). También hubo registros de algunos individuos que se recapturaron en ambas temporadas climáticas y que tuvieron la mitad de recapturas para cada periodo estacional, es muy probable que estas toninas sean residentes; ya que el hecho de no presentar más recapturas, no significa que necesariamente éstas no estuvieran presentes en la laguna durante el tiempo de observación. Igualmente, se puede explicar el hecho de las toninas capturadas que no registraron recapturas (595), no necesariamente dejan de ser residentes de la bahía por tener una captura.

Cabe señalar que probablemente algunos grupos entren a la laguna para alimentarse o que la utilicen como área de crianza sólo en alguna temporada, esto debido a que se observó un grupo saliendo de la laguna por la boca norte, el día 23 de julio del 2000, a las 15:35 horas, eran 25 individuos en total con dos crías. Ningún individuo de este grupo presentó recaptura, es decir, no se habían observado durante el año de estudio; por lo tanto, a ninguno se le consideró como residente de la laguna.

Para determinar con exactitud el grado de residencia y los movimientos estacionales que presenta cada tonina capturada durante el presente trabajo, se necesita un periodo de tiempo más largo para continuar los registros y de esta forma conocer ampliamente los patrones de residencia en Santa María.

Estimación poblacional

La densidad de una población en su área de distribución puede variar de acuerdo a los sucesos de natalidad, mortalidad y movimientos que ésta presente, además de los factores ambientales que influyan sobre dicha población. El método de captura, marcado,

liberación y recaptura es una herramienta importante que permite estimar el tamaño absoluto de una población particular, así como los índices de nacimiento y mortalidad (Krebs, 1985).

Hammond (1986) afirma que uno de los supuestos en los que se basa el modelo de captura-recaptura es en el que la probabilidad de capturar a un animal es la misma para todos los individuos dentro de la población. Al respecto, Wells y Scott (1990) comprobaron que las probabilidades de observación no son iguales para los individuos con distintas edades y sexos en una población de delfines; por ejemplo, los machos adultos son recapturados con menor frecuencia que las hembras.

Al realizar el análisis de las toninas capturadas, se pudo determinar que la mayoría no presenta un patrón de residencia permanente en la bahía, la razón es que además de que no se tuvieron muchas recapturas, en la tasa acumulativa de individuos nuevos identificados por fecha de muestreo, se observa un incremento constante en el número de toninas durante el año (Figura 10). Esto se pudo comprobar también, por el hecho de que la probabilidad de captura es desigual para cada individuo (Wells y Scott, 1990), sin embargo, en Santa María la mayor parte del tiempo de estudio se estuvieron capturando individuos nuevos, los cuales no presentaron casi recapturas.

Por otro lado, con el modelo de Jolly-Seber para poblaciones abiertas, se obtuvo una estimación poblacional de 867 toninas, un valor un poco elevado comparado con el número de capturas (637). Este resultado sería muy cercano a la realidad, si se toma en cuenta que la población de la bahía es abierta, con nacimientos, muertes y movimientos, y que, además, se tuvo la eficiencia requerida de captura en cada uno de los grupos observados. Probablemente, se hubiera tenido un valor de estimación más elevado, si se toma en cuenta que el número de recapturas fue bajo en comparación con el número de capturas.

Con relación a lo anterior, este modelo es el más adecuado para determinar el tamaño poblacional, ya que se registraron nacimientos durante todo el año y aunque no se registró ninguna muerte, no significa que no la hubiera. Igualmente, se registró el movimiento de un grupo de toninas saliendo hacia fuera de la bahía, el cual presentó sólo una captura. Según las recapturas, se observó que hay algunos individuos que presentan patrones estacionales de residencia.

Por el contrario, los resultados de sobrestimación poblacional obtenidos en el presente trabajo para poblaciones cerradas, pudieron deberse al reducido número de recapturas. Buckland (1987) afirma que un individuo puede volverse elusivo sólo después de haber sido capturado una vez, entonces habrá pocas recapturas y la población será sobrestimada. Probablemente esto fue lo que ocurrió, ya que los cálculos realizados con estos modelos, resultaron muy por arriba del obtenido con el de poblaciones abiertas. Otra posible razón de la sobrestimación es la pérdida de las marcas de los individuos entre las muestras, aunque el supuesto e ideal es que no se pierdan las marcas durante el estudio (Buckland, 1987).

La estimación de toninas calculada para el presente trabajo, se encuentra dentro de los índices más elevados, comparados con los obtenidos en otras zonas de estudio, tanto del Pacífico como del Golfo de México (Tabla 16). Como la mayoría de los individuos capturados no presentaron recapturas, se puede suponer que la composición

de toninas dentro de la bahía cambia constantemente o también que la población es muy grande, por lo que su densidad y distribución también varían; ésta podría ser la explicación de un valor mayor y sobrestimado.

En la Tabla 16 se pueden observar algunos ejemplos del tamaño poblacional calculado en otros lugares muestreados. En el Golfo de California, en la Bahía de Agiabampo, Delgado-estrella y Ortega-Ortiz (1996) obtuvieron una estimación de 420 toninas. Por otra parte, Delgado-Estrella *et al.* (1994a) calcularon una población de 558 individuos para el área de Laguna de Términos en el Golfo de México. Ortega-Ortiz (1996), por su parte, en la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, tuvo una estimación de 95 toninas.

Tabla 16. Estimación poblacional de toninas calculada en otras áreas de estudio.

Lugar de estudio	Autor (es)	Estimación poblacional (N° de toninas)
Costa de San Diego, California	Defran y Weller (en prensa)	
	1985	237
	1986	234
	1987	285
	1988	284
Costa de California	Hansen (1990)	173-240
Bahía de Agiabampo, Sonora-Sinaloa	Delgado-Estrella y Ortega-Ortiz (1996)	420
Bahía de Banderas y aguas adyacentes, Nayarit-Jalisco	Ruiz-Boijseauneau (1995)	104
Bahías de Navachiste y Macapule, Sinaloa	Ramírez-López <i>et al.</i> (1999)	284
Bahía de Agiabampo, Sonora-Sinaloa	Ramírez-Ruiz <i>et al.</i> (1999)	349.71
Costa de Nayarit	López-Hernández <i>et al.</i> (1999)	228
Bahía Sarasota, Florida	Scott <i>et al.</i> (1990)	
	1976	98
	1983	102
Laguna de Términos, Campeche	Delgado-Estrella <i>et al.</i> (1994a)	558
Bahía de la ascensión, Quintana Roo	Ortega-Ortiz (1996)	95
Costa de Tabasco	López-Hernández (1997)	420.1

Probablemente, de haber continuado el estudio en Santa María, se hubiera podido conocer si la población de toninas capturada se presenta continuamente en la laguna o varía cada año. Como en el caso de Defran y Weller (en prensa) quienes realizaron estimaciones durante cuatro años seguidos en una misma zona, presentando variaciones anuales en el número de individuos presentes (Tabla 16).

Aunado a esto, se sabe que es complicado determinar el tamaño poblacional de mamíferos marinos en vida libre, debido a que al realizar el estudio en un área determinada, resulta difícil satisfacer todos los supuestos de los estimadores poblacionales, en especial de los modelos para poblaciones cerradas (Buckland, 1987); por lo que es importante que los registros hechos durante el muestreo se lleven a cabo lo más confiable y cercano a la realidad, según el método propuesto para el análisis poblacional.

CONCLUSIONES

La distribución de *Tursiops truncatus* en la Bahía Santa María, se da de forma homogénea a todo lo largo de ésta. Los individuos de esta especie se movilizaron por toda el área, según sus requerimientos diarios.

La densidad de toninas en la bahía está dentro de los valores intermedio-alto (3.97 toninas/km²) comparada con otras zonas estudiadas en la costa mexicana. La densidad en Santa María no tiene gran variación durante el año.

El promedio de grupo fue de 9.07 toninas por grupo. Comparativamente, es un valor elevado de acuerdo con resultados obtenidos en el Golfo de México y uno intermedio para el Pacífico.

La abundancia de crías y de recién nacidos se incrementa en los meses de mayo y julio. Y en la temporada de lluvias es cuando ocurre la mayor cantidad de nacimientos.

Las conductas registradas en la bahía fueron: alimentación, juego, descanso, cortejo, tránsito, evasión e indeterminada. La alimentación fue la actividad más frecuente y el cortejo fue el comportamiento que se observó con menos frecuencia.

Se identificaron individualmente a 637 toninas en Santa María, de las cuales, 42 se vieron en más de una ocasión. De acuerdo con las capturas y recapturas, se pudo observar que las toninas presentan patrones de residencia, no residencia y movimientos estacionales dentro de la bahía.

Mediante el Estimador de Jolly-Seber para poblaciones abiertas se estimó un tamaño poblacional de 867 toninas dentro de la bahía. Se consideró que en Santa María la población de toninas es abierta, es decir, se presentan nacimientos, muertes y movimientos.

Con relación a varamientos de mamíferos marinos, en las playas de la Isla Altamura se encontraron restos de tres mamíferos marinos. Estos fueron de dos delfines del género *Delphinus* y de un lobo marino de la especie *Zalophus californianus californianus*. Mismos que serán incorporados a la Colección Nacional de Mámíferos del Instituto de Biología, UNAM.

LITERATURA CITADA

Acevedo, A. 1991. Behavior and movements of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the entrance to Ensenada de La Paz, México. *Aquatic Mammals*, 17(3):137-147.

Aguayo, L., G. Heckel y Y. Schramm. 1991. Biología del delfín *Tursiops truncatus* en el sur de la Laguna Tamiahua, Veracruz. Proyecto de Investigación. Informe no publicado. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 27 pp.

Atlas Nacional de México. 1990. Instituto de Geografía, UNAM. Vol. II.

Balart, E. F., J. L. Castro-Aguirre y R. Torres-Orozco. 1992. Ictiofauna de las bahías de Ohuira, Topolobampo y Santa María, Sinaloa, México. *Inv. Mar. CICIMAR*. Vol. 7 No. 2. México. Pp. 91-103.

Ballance, L. 1990. Residence patterns, group organization, and surfacing association of bottlenose dolphin in Kino Bay, Gulf of California, México. Pp. 267-283. In: S. Leatherwood y R. R. Reeves (Eds.) *The bottlenose dolphin*. Academic Press, Inc. USA. 653 pp.

Buckland, S. 1987. Métodos para la estimación de abundancia de mamíferos marinos. CIAT. 62 pp.

Caldwell, D. y M. Caldwell. 1972. *The world of the bottlenose dolphin*. St. Augustine: Biological Systems, Inc. USA.

Carta de Efectos Climáticos Regionales. INEGI. Noviembre-Abril, Mayo-October. Los Mochis G12-9; Isla Cerralvo G12-12. 1:250 000.

Contreras, F. 1985. *Las lagunas costeras mexicanas*. Centro de Ecodesarrollo. México. 263 pp.

Contreras, F. 1993. *Ecosistemas costeros mexicanos*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. México. 415 pp.

Daniel, W. 2000. *Bioestadística, base para el análisis de las Ciencias de la salud*. Ed. Uteha. México. 878 pp.

Davidoff, L. L. 1984. *Introducción a la Psicología*. Ed. Mac Graw-Hill. México, D. F. 794 pp.

Defran, R., G. Shultz y D. Weller. 1990. A technique for the photographic identification and cataloging of dorsal fin of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Pp. 53-55. In: *Individual recognition of cetacean populations: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters*. Rep. Int. Whal. Comn. (Special Issue 12). Cambridge.

Defran, R. H. y D. W. Weller. (en prensa). The occurrence, distribution, and site fidelity of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in San Diego, California. *Mar. Mamm. Sci.*

Delgado-Estrella, A. 1991. Algunos aspectos de la ecología de la 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. 1996. Ecología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus*, en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo, México. Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias, UNAM, México. 93 pp.

Delgado-Estrella, A. y H. Pérez-Cortés. 1993. Abundancia y distribución de toninas (*Tursiops truncatus*) en las costas del Sur del Golfo de México. XVII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S.. México. Abril.

Delgado-Estrella, A., J. Ortega-Ortiz y A. Sánchez-Ríos. 1994a. Prospección poblacional de tursiones *Tursiops truncatus*, en la Laguna de Términos, Campeche. México. 23 pp.

Delgado-Estrella, A., J. Ortega-Ortiz y A. Sánchez-Ríos. 1994b. Varamientos de mamíferos marinos durante primavera y su relación con la actividad humana en el norte del Golfo de California. *Anal. Inst. de Biol., UNAM, México. Ser. Zool.* 65(2):287-295.

Delgado-Estrella, A. y J. G. Ortega-Ortiz. 1996. Abundancia de toninas, *Tursiops truncatus*, en la bahía de Agiabampo (Sonora-Sinaloa, durante julio de 1995). XXI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. 8-12 abril, Chetumal, Quintana Roo. Pp. 50.

De la Lanza-Espino, G. y C. Cáceres-Martínez. 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano. UABCS. México. 525 pp.

De la Parra-Venegas, R. y B. E. Galván-Pastoriza. 1985. Observación del tursión costero del Pacífico en el sistema Topolobampo-Ohuira, Sinaloa. X Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, Memorias 24-27 marzo, La Paz, B.C.S., México. p. 137-160.

Escatel-Luna, R. E. 1997. Biología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus*, en la laguna de Términos, Campeche, México. Tesis de Maestría, Ciencias del Mar, UNAM. México. 91 pp.

Espinoza-Ley, M. A. 1983. Biología poblacional del delfín costero *Tursiops truncatus* en la costa Noroccidental de Baja California, México. Tesis profesional, Ciencias Marinas, UABC. México. 54 pp.

Felix, F. 1994. Ecology of the coastal bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. *Investigations on Cetacea*. Vol. XXV. Pp. 235-256.

Fischer, W, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. Carpenter y V. Niem. 1995a. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico-Oriental. Vertebrados-Parte 2. Roma, FAO. Vol. II: 1124.

Fischer, W, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. Carpenter y V. Niem. 1995b. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico-Oriental. Vertebrados-Parte 2. Roma, FAO. Vol. III: 1297, 1538-1539.

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.

Gallo-Reynoso, J. P. y A. L. Figueroa-Carranza. 1998. Los cetáceos de las aguas cercanas a Guaymas, Sonora, México. XXIII Reunión Internacional para el Estudios de los Mamíferos Marinos. Xcaret, Quintana Roo. México. p. 22

Hammond, P. 1986. Line transect sampling of dolphin population. Pp. 251-279. In: Research on dolphins. Clarendon Press, Oxford. U.S.A. 478 pp.

Hansen, L. J. 1983. Population biology of the coastal bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) of southern California. M.Sc. thesis. California. University, Sacramento, C.A. 104 pp.

Hansen, L. J. 1990. California coastal bottlenose dolphins. Pp. 403-420. In: The Bottlenose Dolphin. Academic Press, Inc. USA. 653 pp.

Heckel-Dziendzielewski, 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. 164 pp.

Heyning, J. E. y W. F. Perrin. 1994. Evidence for two species of common dolphins (genus *Delphinus*) from the eastern north Pacific. Contributions in Science. Nat. Hist. Mus. of Los Angeles County. California. Num. 442. 35 pp.

Holmgren-Urba, D. T. 1988. Registros 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-Xochimilco. 60 pp.

Krebs, CH. J. 1985. Ecología, estudio de la Distribución y Abundancia. Ed. Harla. México. 753 pp.

Jefferson, T., S. Leatherwood y M. Weber. 1993. FAO species identification guide. Marine mammals of the world. FAO, Roma. 320 pp.

Leatherwood, S. y 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. y R. Reeves. 1990. The bottlenose dolphin. Preface xi-xviii. Academic Press, Inc. USA. 653 pp.

Lockyer, C. H. y 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. Rep. Int. Whal. Comn. (Special Issue 12). Cambridge.

López-Hernández, I. 1997. Ecología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus* en la costa de Tabasco, México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 77 pp.

López-Hernández, I, N. I. Reza-García y A. Romero-Tenorio. 1999. Prospección Poblacional de toninas *Tursiops truncatus*, en las Costa de Nayarit, México. Trabajo no publicado. Instituto de Biología, UNAM. México. 8 pp.

Lowry, M. S., K. A. Forney y C. Stinchcomb. 2000. Abundancia y distribución de lobos marinos en el centro y norte de California durante 1998 y el verano de 1999. Resúmenes de la XXV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. 7 al 11 de mayo del 2000, La Paz, B.C.S. México. p. 14.

Mead, J. G. y Ch. W. Potter. 1990. Natural history of bottlenose dolphins along the central Atlantic coast of the United States. Pp. 165-195. In: The Bottlenose Dolphin. Academic Press, Inc. USA. 653 pp.

Ortega-Ortiz, J. 1996. Distribución y abundancia de las toninas *Tursiops truncatus*, en la Bahía de la Ascensión, Q. Roo; México. Tesis de Maestría. ICMYL, UACPyP-CCH, UNAM. 82 pp.

Ortega-Ortiz, J. y A. Delgado-Estrella. 1996. Abundancia de toninas *Tursiops truncatus* en la Bahía de Agiabampo (Sonora-Sinaloa) durante julio de 1995. Resúmenes de la XXI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. 9 al 12 de abril de 1996, Chetumal, Q. Roo. México. p. 50.

Ramírez-López, K., J. Patiño-Valencia y M. Pérez-Cortés. 1999. Estimación poblacional de toninas (*Tursiops truncatus*) en las Bahías Navachiste y Macapule, Sinaloa, México. Resúmenes de la XXIV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. 18 al 22 de abril de 1999, Mazatlán. México. p. 50.

Ramírez-Ruiz, H., M. Pérez-Cortés y J. Patiño-Valencia. 1999. Estimación poblacional de toninas (*Tursiops truncatus*) en la Bahía de Agiabampo, Sonora-Sinaloa, México. Resúmenes de la XXIV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. 18 al 22 de abril de 1999, Mazatlán. México. p. 49.

Read, A. J., R. S. Wells, A. A. Hohn y M. D. Scott. 1993. Patterns of growth in wild bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. J. Zool. Lond. Num 231:107-123. London.

Rice, D. W. 1998. Marine Mammals of the World, systematics and distribution. Special publication number 4 The Society for Marine Mammalogy. Pp. 105-107.

Ruiz-Boijseauneau, I. 1995. Distribución y abundancia de *Tursiops truncatus* Montagu, 1821 (Cetacea: Delphinidae) en la Bahía de Banderas y aguas adyacentes, México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 112 pp.

Samaniego-Herrera, A. y D. Auriol-Gamboa. 2000. Efecto del Niño 1997-98 en la población del lobo marino (*Zalophus californianus*) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur. Resúmenes de la XXV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. 7 al 11 de mayo del 2000, La Paz, B.C.S. México. p. 15.

Sandoval-García, A. 1987. Movimientos y comportamiento del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en la Bahía de Todos Santos, B. C., México. Tesis profesional, Ciencias Marinas, UABC. México. 100 pp.

Schramm-Urrutia, Y. 1993. Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), en el sur de la Laguna de Tamiahua, Ver. y aguas adyacentes (Cetacea: Delphinidae). Tesis Profesional, Escuela de Biología, UAG. México. 174 pp.

Scott, M. D., R. S. Wells y A. B. Irvine. 1990. A long term study of bottlenose dolphins on the west Coast of Florida. Pp. 235-244. In: The Bottlenose Dolphin. Academic Press, Inc. USA. 653 pp.

Shane, S. H. 1980. Occurrence, movements and distribution of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Southern Texas. Fish. Bull., 78 (3): 593-601.

Shane, S., R. Wells y B. Würsig. 1986. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: A review. Marine Mammal Science 2(1): 34-63.

Tuck, G. 1978. Guía de campo de las aves marinas de España y el mundo. Ed. Omega. España. 308 pp.

Urban-Ramírez, J. 1983. Taxonomía y distribución de los géneros *Tursiops*, *Delphinus* y *Stenella* en las aguas adyacentes a Sinaloa y Nayarit, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 86 pp.

Valles-Jiménez, R., D. Gendron y T. Gerrodette. 1998. Abundancia y reparto del hábitat para *Delphinus delphis* y *D. capensis* a lo largo de la costa occidental de la Península de Baja California. Resúmenes de la XXIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. 20 al 24 de abril de 1998. Xcaret, Q. Roo. México. p. 56.

Vidal-Hernández, L. E. 1993. Variación geográfica de las dimensiones craneanas en toninas (*Tursiops truncatus*) del mar de Cortes, México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 84 pp.

Wells, R. S. y 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 photoidentification and other techniques to estimate population parameters. Rep. Int. Whal. Comn. (Special Issue 12). Cambridge.

Wells, R. S., Rhinehart H. L., Cunningham, P., Whaley, J., Baran, M., Koberna, CH. y D. P. Costa. 1999. Long distance offshore movements of bottlenose dolphins. Marine Mammal Science, 15(4):1098-1114. October.

Würsig, B. y M. Würsig. 1977. Photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises, *Tursiops truncatus*. *Science*, 198: 755-756.

Würsig, B. y M. Würsig. 1979. Behavior and ecology of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the South Atlantic. *Fish. Bull.*, 77:399-412.

Würsig, B. y T. Jefferson. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. Pp. 43-52. In: Individual recognition of cetacean populations: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. *Rep. Int. Whal. Comn. (Special Issue 12)*. Cambridge.

Zacarias-Araujo, F. J. 1992. Distribución espacial y temporal de *Tursiops truncatus* en la zona sur del Caribe mexicano, durante los años 1987 7 1988. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 131 pp.

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 I

Estimador de marcado-recaptura de Petersen (Poblaciones Cerradas)

$$N = (M)(n) / m$$

Donde:

N = Tamaño poblacional estimado
M = Número de individuos marcados
n = Total de individuos registrados
m = Número de individuos marcados recapturados

Supuestos del modelo:

- La población es cerrada geográficamente, no se presentan nacimientos, muertes y movimientos.
- La probabilidad de capturar a un individuo es la misma para todos los individuos dentro de la población.
- El tipo de marcaje no afecta el que se capture el individuo posteriormente.
- Las marcas no se pierden entre los períodos de captura.

Estimador de Bailey (Poblaciones Cerradas)

$$N = M (n+1) / m+1$$

Donde:

N = Tamaño poblacional estimado
M = Número de individuos marcados
n = Número total de individuos registrados
m = Número de individuos marcados recapturados

Error Estándar

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

Supuestos del modelo:

- No se presentan nacimientos, muertes o movimientos.
- La probabilidad de capturar a un individuo es la misma para todos los individuos dentro de la población.
- El tipo de marcaje no afecta el que se capture el individuo posteriormente.
- Las marcas no se pierden entre los períodos de captura.

Apéndice II

Estimador de captura-recaptura de Jolly-Seber (Poblaciones Abiertas)

$$N_i = n_i + (n_i \times Z_i \times R_i / m_i \times r_i)$$

Donde:

N_i = Tamaño poblacional estimado

n_i = Número de individuos de la muestra

M_i = Número de individuos marcados antes del día i

m_i = Número de individuos marcados en la muestra

R_i = Número de individuos marcados y liberados

r_i = Número de individuos de la R_i liberados en una recaptura subsecuente

Z_i = Número de individuos marcados antes del día i , que fueron recapturados el día i , pero que fueron recapturados subsecuentemente

a_i = Proporción de individuos marcados en la población del día i de muestreo

Error Estándar

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

Supuestos del modelo:

- Cada individuo de la población, marcado o no, tiene la misma probabilidad de ser capturado en la muestra, siempre y cuando esté vivo y dentro de la población en ese momento.
- Cada individuo marcado tiene la misma probabilidad de sobrevivir de la primera muestra a la siguiente y de estar en la población al momento de la captura.
- Los individuos marcados no pierden sus marcas.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**₅₉