

00361

22
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DISTRIBUCION Y FOTOIDENTIFICACION DE
DELFINES TURSIOPS TRUNCATUS EN EL NORTE DE
QUINTANA ROO, MEXICO, DURANTE 1993 Y 1994.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)
P R E S E N T A :
FRANCISCO JAVIER ZACARIAS ARAUJO

DIRECTOR DE TESIS: M.en C. BENJAMIN MORALES V.



MEXICO, D.F.

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

272848.



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.

Al biólogo Julio Juárez por su auténtica vocación en la profesión.

A los niños de México, en especial a Eric, Andrea, Rodrigo, Carolina, Isabela, Diego y Rebeca, con la esperanza de dejarles un México justo y con suficientes recursos naturales.

Lo realmente aprendido en este nivel de conocimiento, no son los resultados en sí, sino el cambio que ejerce en su sociedad quien se esfuerza en conocer y decir la verdad...y de eso trata la ciencia.

AGRADECIMIENTOS

El principal soporte y apoyo para la realización de esta tesis ha sido el Dr. Mario Lara Pérez Soto. Sin su enorme ayuda, paciencia, conocimiento y el aliento que me dió aún cuando alguna vez desistí en terminar este trabajo, esto no estaría escrito. No solo dirigió la tesis, sino que además demostró ser uno de mis pocos verdaderos amigos. Mil gracias también a su muy inteligente compañera, la Dra. Claudia Padilla Souza pues sus sugerencias y respaldo fueron muy valiosos. Ella infundió en mí coraje para terminar lo que debía terminarse.

Al Dr. Benjamín Morales Vela quien tuvo una enorme paciencia para mí, cosa nada fácil. Su experiencia en el campo, su dirección y sus valiosas sugerencias permitieron mejorar en mucho este trabajo. El haber tenido que desvelarse en varias ocasiones en el camión entre Chetumal y Puerto Morelos para poder asistir como parte del comité evaluador para lograr una evaluación mas o menos justa, fué un gesto de solidaridad y auténtica vocación académica que nunca olvidaré. Muchísimas gracias a tí Benja y a tu familia.

Sin dinero no se hace nada: En el primer muestreo de abril y mayo, el apoyo logístico que me permitió usar Convimar S.A. de C.V. me comprometió a terminar los siguientes muestreos. Pido una enorme disculpa al Oceanólogo René Solorzano, pero espero que comprenda que mi único interés es acercarme lo más que se pueda a la verdad para favorecer un poquito en los cambios que México necesita para ser grande. Sin el apoyo económico, en dos ocasiones, de la Worl Nature Association cuyo director es el Sr. Messersmith, este trabajo se hubiera venido abajo y yo me hubiera quedado mas pobre de lo que estoy.

A la empresa "Ecolor" cuyos propietarios son el M. en C. Kenneth Johnson y su amabilísima esposa Miriam Vega fue una sustento económico importante para este trabajo, pero sobre todo, fueron quienes lograron materializar y comprometerse con un proyecto verdadero de ecoturismo que si favorece la ecología y la economía local, además del apoyo y continuidad de la investigación. Le debo mucho a Macy Joseph por su apoyo incondicional en desarrollar esta idea y la del ecoturismo.

La convivencia por 10 años con los pescadores de la costa de Quintana Roo me ha permitido ver sus puntos de vista y así comprenderlos. Son ellos quienes viven y mueren en la costa. No tengo mucho que ofrecerles como agradecimiento y alternativa a su economía, si no lo poco que descubrí como investigador. A ellos muchísimas gracias, en especial a Eloy Moguel y a Francisco Betancourt.

A tí Edith por tu apoyo incondicional a mis inquietudes como investigador, y por lo mucho que me enseñaste en tu ausencia.

Un especial agradecimiento a Aquiles, del Centro de Computo de la Facultad de Ciencias, pues muy pocas veces encuentra uno a auténticos genios que le ayuden desinteresadamente. También, muy valiosa la ayuda de mi verdadero y gran amigo M. en C. Pedro Ramirez en la elaboración de figuras.

A los académicos que componen el Jurado Dictaminador de la tesis: M. en C. Benjamín Morales V., M. en C. Mario Lara Perez Soto, Dra. Claudia Padilla Souza, M. en C. Stephanie Fernández F., Dr. Shelton Pleasant Applegate, M. en C. Luis Espinosa A. y Dr. Pablo Arenas F. por sus revisiones e importantísimas sugerencias al trabajo.

Finalmente, en el "paso de la muerte" entre Quintana Roo y la Ciudad de México para tramitar la tesis, quiero agradecer a Becerril, Coca y Becerril, en especial a la bióloga Rosa Elena Nuria, por que sin la gran oportunidad de trabajo que me ofrecieron, mientras se tardaban meses las revisiones, trámites y demás, esto se hubiera quedado en el olvido.

INDICE

RESUMEN.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE CUADROS.....	iii
1.-INTRODUCCION.....	1
1.1 Uso del delfin como recurso.....	1
1.2 Fotoidentificación.....	2
2.-OBJETIVO.....	3
2.1 Objetivos particulares.....	3
3.-ANTECEDENTES.....	3
3.1 Fotoidentificación.....	4
3.2 Estimadores de tamaños poblacionales.....	5
3.2.1 Número mínimo absoluto o conteos directos.....	5
3.2.2 Gráfica de la tasa de descubrimientos.....	5
3.2.3 Estimadores de tamaños poblacionales a partir de modelos de captura-recaptura.....	6
3.2.4 Distribución de Bernoulli.....	8
3.3 Estimaciones por avistamientos en el Golfo de México y Mar Caribe de México.....	8
4.-AREA DE ESTUDIO.....	11
4.1 Surgencias.....	11
4.2 Climatología.....	11
5.-METODO.....	13
5.1 Recorridos.....	13
5.2 Fotoidentificación.....	22
5.3 Datos de campo.....	25
5.4 Estimación del tamaño poblacional.....	27
6.-RESULTADOS.....	27
6.1 Esfuerzo y avistamientos.....	27
6.2 Observación de críos.....	27
6.3 Areas de distribución y abundancia relativa.....	27
6.4 Estimación mínima absoluta por fotoidentificaciones.....	29
6.5 Fidelidad de delfines al área. Capturas y recapturas fotográficas.....	39
6.6 Variación en las posiciones de delfines reconocidos.....	39
6.7 Número de fotoidentificaciones por ruta.....	40
6.8 Tamaños de manadas.....	40
6.9 Estimación del tamaño poblacional.....	40
7.-DISCUSION.....	46
7.1 Estimación por avistamientos.....	46
7.2 Observación de críos. Temporada reproductiva.....	48
7.3 Estimación mínima absoluta por fotoidentificación.....	49
7.4 Estimación de abundancia por fotoidentificación y método de captura-recaptura.....	51
7.5 Posible consecuencia socioeconómica regional de las capturas de delfines.....	56

7.6 Distribución y fidelidad al área.....	56
7.7 Desplazamientos de delfines fotoidentificados.....	59
7.8 Tamaños de manadas.....	60
7.9 Depredación por tiburones.....	60
8.-CONCLUSIONES.....	62
9.-REFERENCIAS.....	64
APÉNDICE I	
APÉNDICE II	
APÉNDICE III	

RESUMEN

Con el propósito de estimar la abundancia de delfines *Tursiops truncatus* en la laguna de Yalahau y en los alrededores de Holbox, Quintana Roo, se realizaron 81 horas de esfuerzo de navegación durante los meses de abril, mayo, julio, octubre de 1993 y febrero de 1994, empleando la técnica de fotoidentificación. En cada muestreo se hicieron 5 recorridos diferentes abarcando profundidades entre 1.5 m y 20 m.

La estimación mínima absoluta fue de 119 delfines, que es la cantidad de delfines diferenciados con la fotoidentificación. A partir de los estimadores para poblaciones cerradas se obtuvo, con el método de Petersen, un tamaño poblacional de 199.76 tursiones, y con el de Chapman, uno de 236.8. Con la técnica de Jolly-Seber, tanto para poblaciones abiertas como para poblaciones homogéneas con nacimientos y muertes, se estimó una población de 200 y 212 delfines respectivamente. Las manadas se concentraron en los alrededores de Holbox durante verano y otoño, mientras que en primavera e invierno fueron dispersas. Se observó una tendencia de los delfines a alejarse de las embarcaciones con motores fuera de borda en lugares someros, y de acercarse a las embarcaciones en lugares profundos. Las crías se observaron en los meses de abril y octubre de 1993, así como en febrero de 1994, fuera de la laguna en profundidades mayores a los 15 m. Por lo tanto, la primavera y el otoño se identificaron como los picos reproductivos en esta zona, lo que concuerda con los críos nacidos en cautiverio en distintas partes de México y la observación de estos en otros trabajos.

Se concluye que se trata de una población abierta, y que solamente 4 individuos (3.37%) de los 119 diferenciados mostraron una alta permanencia en la laguna de Yalahau. Se demostró que las suposiciones de los estimadores no se satisfacen, debido a las condiciones en la que se estudió a la población, aunque se estima que el número de individuos que conforman a la población es mayor a 200, pero menor a 300. Finalmente, es necesario emplear técnicas de censos aéreos para tener resultados más confiables y precisos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.-Zona de estudio en la costa norte del Estado de Quintana Roo.....	12
Figura 2.-Recorrido 1 entre Chiquilá y Holbox durante abril y mayo de 1993.....	15
Figura 3.-Recorrido 2 desde el embarcadero de Holbox hasta laguna Chakmochuk en abril, mayo de 1993.....	16
Figura 4.-Recorrido 2 desde el embarcadero de Holbox hasta Cabo Catoche en julio y octubre de 1993, y febrero de 1994.....	17
Figura 5.-Recorrido 3 durante los muestreos de abril y mayo de 1993.....	18
Figura 6.-Recorrido 3 durante los muestreos de julio y octubre de 1993 y febrero de 1994.....	19
Figura 7.-Recorrido 4 efectuado durante todos los muestreos de 1993 y 1994.....	20
Figura 8.-Recorrido 5 efectuado en barco con motor interno diesel, durante abril, mayo y julio de 1993.....	21
Figura 9.-Zona de estudio dividida en cuadrantes de 81 km ² para la estimación de abundancia.....	23
Figura 10.-Fotografía y diagrama de la aleta dorsal del delfín HX02-29/04/93(14).....	24
Figura 11.-Distribución de los avistamientos obtenidos durante abril, mayo, julio y octubre de 1993, y febrero de 1994.....	30
Figura 12.-Avistamientos de abril y mayo de 1993.....	31
Figura 13.-Avistamientos de julio de 1993.....	32
Figura 14.-Avistamientos de octubre de 1993.....	33
Figura 15.-Avistamientos de febrero de 1994.....	34
Figura 16.-Tursiones fotoidentificados por primera vez, recapturados y totales.....	37
Figura 17.-Frecuencia de fotografías para los 119 tursiones fotoidentificados.....	38
Figura 18.-Variación en la localización de 22 tursiones identificados.....	41
Figura 19.-Total de fotomarcados y recapturados en cada ruta de navegación.....	42
Figura 20.-Promedios y valores puntuales de la distancia mínima de aproximación en relación con la profundidad.....	43
Figura 21.-Frecuencia en el número de individuos que componen a las manadas de tursiones.....	44
Figura 22.-Tasa de descubrimiento de nuevos delfines.....	45

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.-Comparación del número de <i>Tursiops truncatus</i> en el Golfo y Caribe de México.....	9
Cuadro 2.-Estimaciones de poblaciones de <i>Tursiops truncatus</i> a partir de transectos aéreos en el norte del Golfo de México.....	10
Cuadro 3.-Horas de esfuerzo, kilómetro navegados y avistamientos en 1993 y 1994.....	28
Cuadro 4.-Delfines totales observados y fotoidentificados. Medias y varianzas de los 24 avistamientos.....	28
Cuadro 5.-Observación de crías y nacimientos en el Golfo de México y Caribe.....	28
Cuadro 6.-Delfines capturados y recapturados en abril/mayo, verano y otoño 1993 y febrero de 1994.....	35 y 36
Cuadro 7.-Número de delfines recapturados en cada muestreo.....	39
Cuadro 8.-Estimaciones de la población de delfines de Holbox con distintos modelos, durante 1993 y 1994.....	46
Cuadro 9.-Comparación de esfuerzo, datos, avistamientos y delfines observados por hora.....	48

DISTRIBUCION Y FOTOIDENTIFICACION DE DELFINES *Tursiops truncatus* EN EL NORTE DE QUINTANA ROO, MÉXICO, DURANTE 1993 Y 1994.

1.-INTRODUCCION

1.1 USO DEL DELFIN COMO RECURSO

El delfín *Tursiops truncatus* es el más estudiado y conocido en el mundo, por ser una especie que se encuentra cerca de las costas y por adaptarse relativamente rápido al cautiverio.

Esta especie es conocida por la gente local de las costas de la península de Yucatán como "bufeo". En el Caribe Mexicano y norte de Yucatán, la grasa de estos delfines, junto con la del manatí, tiburón y tortuga fueron utilizadas hasta 1970, para máquinas y talabartería (César y Arnaiz, 1985). Es decir, que los pescadores locales cazaban tanto delfines como manatíes para aprovecharlos en la pesca del tiburón y peletería.

La captura de estos odontocetos con fines de exhibición se ha incrementado desde 1985 ya que desde la década de los años setenta se había convertido en una especie muy lucrativa para espectáculos y convivencia en delfinarios de Europa y América. La utilidad más reciente que se les ha dado es la de capturarlos y entrenarlos para nadar con personas en caletas o cercos en la costa.

En laguna Yalahau, al norte de Quintana Roo, se realizaron capturas de estos mamíferos desde 1981, para el delfinario "Acuarama" en Isla Mujeres (Lavia y García, comn. pers.). La Administración de Pesquerías de la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca no tiene registros de las capturas entre 1981 y 1989, pero los pescadores locales saben de estas en el periodo mencionado (Avila y Moguel, comn. pers.). En este mismo sitio, se capturaron otros seis delfines en julio de 1991 por la empresa Via Delphi S.A. de C.V. para el parque Xcaret (Zacarias, 1992) y se otorgó otro permiso para capturar 6 delfines mas en este mismo sitio por parte de la administración de pesquerías de la Semarnap (Troop, comn. pers.). En laguna de Yalahau, en abril de 1993 se tomaron fotografías de las aletas dorsales de algunos delfines para iniciar estudios de fotoidentificación (Lechuga, 1996) financiados por la empresa Convivencia Marina, S.A. de C.V. que también aprovecha el recurso. A la siguiente semana esta misma empresa obtuvo el permiso de la Administración de Pesquerías de la Semarnap para capturar y mantener en cautiverio a 6 delfines.

En ese mismo año, estas circunstancias generaron una preocupación en los lugareños de Holbox, Chiquilá y habitantes de Cancún y Puerto Morelos en cuanto a una disminución grave en la población de delfines por sobreexplotación, tal como le sucedió al manatí en la laguna Yalahau y a la foca monje en todo el Caribe. Pero en realidad, no había estudios precisos sobre el tamaño de la población de tursiones en Yalahau, solamente había datos muy básicos tomados por Aguayo *et al.* (1986), Aguayo *et al.* (1987), Morales y Olivera (1994) y Zacarias (1994). La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente representada por Sangermán Elizondo en el Estado de Quintana Roo, se opuso a las capturas de delfines en Yalahau, argumentando una escasa investigación sobre la población de los tursiones en Yalahau basandose en las opiniones de investigadores de Eco Sur, Quintana Roo especialistas en mamíferos marinos de la

región (Morales y Olivera, 1994). No se tenía conocimiento sobre el tamaño de la población y su capacidad de soportar las tasas de aprovechamiento observadas.

Hasta 1993 se iniciaron estudios con metodología adecuada sobre la estimación de la población de tursiones en aguas circunvecinas a Holbox, y en 1996 las instituciones gubernamentales federales negaron los permisos en este lugar para las capturas de los delfines con fines de cautiverio, con el propósito de conocer el tamaño poblacional, y así contar con bases científicas para el uso del recurso. En consecuencia, bajo la supervisión del gobierno federal, los pescadores locales y las empresas dedicadas al aprovechamiento de este mamífero decidieron destinar recursos para investigarlo, (Delgado-Estrella, 1996 y Lechuga, 1996).

En la actualidad, la Isla de Holbox recibe las visitas de turistas de Canadá, Estados Unidos, Italia, Alemania, España, Francia, Argentina, y México, con la intención de conocer la cultura local y disfrutar sus atractivos naturales, dentro de los cuales se incluyen a los tursiones y las aves acuáticas y ribereñas como los flamencos. Los días de estancia de este turismo varían desde un día hasta un mes. La derrama económica aproximada es de 358, 400 dólares al año considerando 80 turistas por día en ocho meses de visitas diarias continuas, ya que los meses de septiembre y octubre la presencia de turistas es casi nula. Aún no hay estadísticas sobre esto por parte de la Secretaría de Turismo, ya que este turismo del Municipio de Lázaro Cárdenas aún es incipiente, sin embargo, el turismo se ha incrementado debido a que la isla se encuentra a tres horas por carretera de la ciudad de Cancún, la cual es un destino turístico muy importante en todo el país, y a dos horas por carretera de Mérida, la ciudad más importante de la Península de Yucatán. Actualmente existen cuatro empresas de turismo que llevan turistas a Holbox desde Cancún y el Corredor Turístico, estas son aerolíneas Saro que transporta personas en avionetas desde Playa del Carmen, Quintana Roo; Best Days que cuenta con camión propio para transportar turistas desde Cancún y el corredor turístico; agencia de viajes Thomas Moore la cual maneja turismo de España principalmente; y Ecocolors que es la única empresa de éstas cuatro que se dedica realmente al ecoturismo transportando turistas del corredor turístico, Cancún y directamente de Estados Unidos y Canadá.

Por todo lo anterior, es necesario incrementar los conocimientos de los recursos en cuanto a fauna se refiere, como los delfines en este caso, lo que puede aprovecharse para el creciente desarrollo del ecoturismo en esta zona. La investigación es fundamental para darles, ya sea un uso racional, o para argumentar una posición conservacionista.

1.2.-FOTOIDENTIFICACIÓN

La técnica de fotoidentificación se deriva de las estimaciones de marcaje y recaptura. Consiste en reconocer a cada individuo de una población de cetáceos por medio de cicatrices y rasgos naturales en las aletas dorsales y caudales, y hacerlas permanentes en imágenes fotográficas. Dicha técnica se inició para los cetáceos desde la década de los setenta, y se usó principalmente para desarrollar estudios en ballenas jorobadas (*Megaptera novaengliae*) (Würsig y Jefferson, 1990).

La fotoidentificación permite estimaciones más exactas y con menor sesgo en el número de individuos que componen una población, siempre y cuando exista un

esfuerzo considerable en el transcurso del tiempo. Dicho de otro modo, a mayor número de fotografías es mayor la precisión.

Respecto a los trabajos realizados sobre la distribución de *Tursiops truncatus* en el estado de Quintana Roo se encuentra el de Aguayo *et al.*, (1986); De la Parra, (1989); Zacarias, (1992); Zacarias, (1994); Morales y Olivera, (1994); Ortega-Ortíz (1996) y Delgado-Estrella (1996). En estos trabajos se observó, entre otros aspectos, que los tursiones se concentran con mayor frecuencia la norte de la costa de Quintana Roo y en menor grado en las bahías de la entidad. Esto último es de importancia para el presente trabajo pues es evidente que el área de estudio incluye a la mayor densidad de tursiones en la costa del Estado.

2.-OBJETIVO

Estimar el tamaño poblacional de *Tursiops truncatus* en la Laguna Yalahau y en un área aproximada sobre el mar de 2572.20 km² alrededor de Isla Holbox.

2.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.-Fotoidentificar individualmente tursiones que se encuentren en Isla Holbox.
- 2.-Determinar la variación en la distribución geográfica estacional de algunos tursiones fotoidentificados durante el tiempo de estudio.
- 3.-Estimar el tamaño de manadas de tursiones.
- 4.-Incrementar el catálogo fotográfico de aletas dorsales de tursiones en la costa de Quintana Roo.

3.-ANTECEDENTES

Las descripciones sobre éstos delfines son amplias y muy completas. El tamaño varía de 2.4 m a 4.2 m. Son de rostro cónico, corto y grueso (True, 1903). Su coloración va de gris-claro a negro-grisáceo, y en la parte ventral la coloración varía desde blanca a rosada. Se encontró que no existen papilas gustativas en su lengua (Sokolov y Chapskii, 1973).

Alrededor de los 2.0 m de longitud las hembras son reproductivamente activas y tienen un sólo crío cada 2 o 3 años. El tiempo de gestación dura de 12 a 13 meses (Leatherwood *et al.* 1983). Es conocido que la mayoría de los mamíferos marinos tienden a formar manadas o grupos, y los tursiones no son la excepción. Se han observado manadas formadas por 50 a 70 individuos de ésta especie, y tienden a formar manadas con mayor número de individuos conforme se encuentran más alejados de la costa (Leatherwood *et al.* 1983).

El área estimada de movimiento varía de los 20 a 30 km² en costas de Texas y en Florida (Gruber, 1981; Shane, 1980) y sus velocidades de nado se han estimado de 28.8 km/h \pm 0.8 km/h (Mac Donald y Burns, 1978). A través del monitoreo de movimiento de delfines utilizando radio transmisores para satélite en la Bahía de

esfuerzo considerable en el transcurso del tiempo. Dicho de otro modo, a mayor número de fotografías es mayor la precisión.

Respecto a los trabajos realizados sobre la distribución de *Tursiops truncatus* en el estado de Quintana Roo se encuentra el de Aguayo *et al.*, (1986); De la Parra, (1989); Zacarías, (1992); Zacarías, (1994); Morales y Olivera, (1994); Ortega-Ortíz (1996) y Delgado-Estrella (1996). En estos trabajos se observó, entre otros aspectos, que los tursiones se concentran con mayor frecuencia la norte de la costa de Quintana Roo y en menor grado en las bahías de la entidad. Esto último es de importancia para el presente trabajo pues es evidente que el área de estudio incluye a la mayor densidad de tursiones en la costa del Estado.

2.-OBJETIVO

Estimar el tamaño poblacional de *Tursiops truncatus* en la Laguna Yalahau y en un área aproximada sobre el mar de 2572.20 km² alrededor de Isla Holbox.

2.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.-Fotoidentificar individualmente tursiones que se encuentren en Isla Holbox.
- 2.-Determinar la variación en la distribución geográfica estacional de algunos tursiones fotoidentificados durante el tiempo de estudio.
- 3.-Estimar el tamaño de manadas de tursiones.
- 4.-Incrementar el catálogo fotográfico de aletas dorsales de tursiones en la costa de Quintana Roo.

3.-ANTECEDENTES

Las descripciones sobre éstos delfines son amplias y muy completas. El tamaño varía de 2.4 m a 4.2 m. Son de rostro cónico, corto y grueso (True, 1903). Su coloración va de gris-claro a negro-grisáceo, y en la parte ventral la coloración varía desde blanca a rosada. Se encontró que no existen papilas gustativas en su lengua (Sokolov y Chapskii, 1973).

Alrededor de los 2.0 m de longitud las hembras son reproductivamente activas y tienen un sólo crío cada 2 o 3 años. El tiempo de gestación dura de 12 a 13 meses (Leatherwood *et al.* 1983). Es conocido que la mayoría de los mamíferos marinos tienden a formar manadas o grupos, y los tursiones no son la excepción. Se han observado manadas formadas por 50 a 70 individuos de ésta especie, y tienden a formar manadas con mayor número de individuos conforme se encuentran más alejados de la costa (Leatherwood *et al.* 1983).

El área estimada de movimiento varía de los 20 a 30 km² en costas de Texas y en Florida (Gruber, 1981; Shane, 1980) y sus velocidades de nado se han estimado de 28.8 km/h \pm 0.8 km/h (Mac Donald y Burns, 1978). A través del monitoreo de movimiento de delfines utilizando radio transmisores para satélite en la Bahía de

esfuerzo considerable en el transcurso del tiempo. Dicho de otro modo, a mayor número de fotografías es mayor la precisión.

Respecto a los trabajos realizados sobre la distribución de *Tursiops truncatus* en el estado de Quintana Roo se encuentra el de Aguayo *et al.*, (1986); De la Parra, (1989); Zacarías, (1992); Zacarías, (1994); Morales y Olivera, (1994); Ortega-Ortiz (1996) y Delgado-Estrella (1996). En estos trabajos se observó, entre otros aspectos, que los tursiones se concentran con mayor frecuencia la norte de la costa de Quintana Roo y en menor grado en las bahías de la entidad. Esto último es de importancia para el presente trabajo pues es evidente que el área de estudio incluye a la mayor densidad de tursiones en la costa del Estado.

2.-OBJETIVO

Estimar el tamaño poblacional de *Tursiops truncatus* en la Laguna Yalahau y en un área aproximada sobre el mar de 2572.20 km² alrededor de Isla Holbox.

2.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.-Fotoidentificar individualmente tursiones que se encuentren en Isla Holbox.
- 2.-Determinar la variación en la distribución geográfica estacional de algunos tursiones fotoidentificados durante el tiempo de estudio.
- 3.-Estimar el tamaño de manadas de tursiones.
- 4.-Incrementar el catálogo fotográfico de aletas dorsales de tursiones en la costa de Quintana Roo.

3.-ANTECEDENTES

Las descripciones sobre éstos delfines son amplias y muy completas. El tamaño varía de 2.4 m a 4.2 m. Son de rostro cónico, corto y grueso (True, 1903). Su coloración va de gris-claro a negro-grisáceo, y en la parte ventral la coloración varía desde blanca a rosada. Se encontró que no existen papilas gustativas en su lengua (Sokolov y Chapskii, 1973).

Alrededor de los 2.0 m de longitud las hembras son reproductivamente activas y tienen un sólo crío cada 2 o 3 años. El tiempo de gestación dura de 12 a 13 meses (Leatherwood *et al.* 1983). Es conocido que la mayoría de los mamíferos marinos tienden a formar manadas o grupos, y los tursiones no son la excepción. Se han observado manadas formadas por 50 a 70 individuos de ésta especie, y tienden a formar manadas con mayor número de individuos conforme se encuentran más alejados de la costa (Leatherwood *et al.* 1983).

El área estimada de movimiento varía de los 20 a 30 km² en costas de Texas y en Florida (Gruber, 1981; Shane, 1980) y sus velocidades de nado se han estimado de 28.8 km/h \pm 0.8 km/h (Mac Donald y Burns, 1978). A través del monitoreo de movimiento de delfines utilizando radio transmisores para satélite en la Bahía de

Tampa, Florida, se pudo observar que en 25 días un delfín se desplazó 581 km promediando $23.7 \text{ km} \pm 2.4 \text{ km/día}$ con velocidad media de 1.2 km/h (Mate, *et al.* 1995).

Wells y Scott (1990) describen con sus fotoidentificaciones durante 1970 a 1987 que las manadas presentan una alta fidelidad a las costas de Sarasota, Florida y que se componen principalmente de hembras y críos. Demostraron que las hembras forman agrupamientos que ocupan porciones específicas del área global de movimiento, pero ocasionalmente se desplazan hacia otras áreas distintas e interactúan con hembras de otros grupos, y que los críos de ambos sexos tienden a permanecer en las áreas de movimiento cuando menos hasta que alcanzan la madurez sexual, pero en la mayoría de los delfines al alcanzar su madurez sexual, tienden a permanecer más tiempo en el área.

3.1 FOTOIDENTIFICACION

La técnica de fotoidentificación consiste en reconocer a los miembros de una población por medio de las fotografías de sus marcas o cicatrices naturales ya sean en el dorso, la parte inferior de las aletas caudales, o en este caso, el perfil de las aletas dorsales (Würsig y Jefferson, 1990). Con esta técnica es posible conocer la distribución geográfica estacional de los delfines ya que como se describió anteriormente, son cetáceos cuyos desplazamientos varían entre los 20-30 km².

Con estas individualizaciones es posible estimar el tamaño poblacional a través de métodos de captura-recaptura, considerando un "captura" como la primera vez que se fotoidentifica a un animal, y la "recaptura" como la segunda o más veces que se fotografía con buena definición a este mismo individuo (Davis y Winstead, 1987; Buckland, 1987). Con esta técnica también se pueden generar datos que permitan estimar reclutamiento por natalidad o inmigración, así como pérdidas por mortalidad o emigración (Wells y Scott, 1990, Nichols, 1992).

Darling y Morowitz (1986), propusieron el uso de la distribución de Bernoulli o binomial como un modelo probabilístico que describe a la fotoidentificación, por que en ésta sólo hay dos alternativas: el tursión aparecerá o no en la fotografía. Más adelante se explican las bases y los supuestos de este modelo para obtener estimaciones de tamaños poblacionales.

Ya que la fotoidentificación se basa principalmente en el reconocimiento de las cicatrices de las aletas dorsales se ha observado que el estrato germinativo de los tursiones en la piel es 200 veces más activo que el del ser humano (Sokolov y Chapskii, 1973). En la técnica de fotoidentificación Würsig y Würsig (1977) han estimado que las cicatrices que se usan para identificarlos individualmente duran en promedio de 6 a 12 meses. Lockyer y Morris (1990) establecen que en las heridas que afectan hasta la dérmis, la cicatriz se observa de 5 a 20 meses, y en heridas que afectan más allá del tejido graso y producen hemorragias la cicatriz permanece por varios meses e inclusive años.

Al incrementar el número de fotografías de los individuos, la estimación es más precisa y se aplica para métodos de captura-recaptura. Lo anterior se puede obtener gráficamente como una asíntota hacia el número total de individuos que conforman una población con el 95% de confiabilidad. teniendo en el eje de las ordenadas el porcentaje

de la probabilidad de que todos los individuos del grupo sean identificados, y en el eje de las abscisas al número de fotografías por individuo, a esto se le conoce como la gráfica de la tasa de descubrimiento de nuevos cetáceos, descrita por Darling y Morowitz (1986). El supuesto de esta estimación reside en que un conteo posterior de cuando menos 4 fotos identificables por delfín reconocido indica que ningún delfín quedó fuera del registro fotográfico (con un nivel de probabilidad del 95%). En otras palabras, si 10 delfines reconocidos son identificados durante una sesión fotográfica, y cuando menos existen 4 fotos de cada individuo, es probable que había solamente 10 delfines presentes. (Würsig y Jefferson, 1990).

En las costas mexicanas, la técnica descrita fue utilizada por Alvarez (1987) para conocer ballenas jorobadas en los alrededores de la isla Isabela en el Pacífico Mexicano. Esta técnica también ha sido utilizada para identificar individuos de *Tursiops truncatus* en la laguna de Mecocacán, Tabasco (Alvarez, *et al.*1991). En la laguna de Términos, Campeche, Holmgren (1988) inició el fotoreconocimiento de aletas de tursiones. Zacarías (1992) inició un catálogo de fotoidentificaciones de aletas de tursiones en las bahías de la Reserva de la Biósfera de Sian ka'an y la de Chetumal; Delgado-Estrella (1996), Ortega-Ortiz (1996) y Lechuga (1996) continuaron la fotoidentificación de aletas dorsales de *Tursiops truncatus* en las costas de Quintana Roo. El gobierno federal empezó a emplear esta técnica de forma rutinaria para determinar cuantos individuos se pueden capturar en cada área a partir de 1997, sin existir coordinación con alguna empresa que utiliza el recurso (Ulloa, *comn.pers.*).

Las modificaciones más recientes a la fotoidentificación, se basan en cámaras de video montadas en un pequeño dirigible en el aire para determinar jerarquías de los individuos en las manadas (Tyack, *comn.pers.*), o en tomas y observaciones submarinas a través de cámaras de video en cajas estancas o cámaras fotográficas sumergibles. También se emplean lentes objetivos sumergibles conectados a través de cables a cámaras de videos y/o a un monitor dentro de borda de alguna embarcación y de este modo no es necesario entrar al agua y así es posible diferenciar sexo y organización grupál. En México, De la Parra (*comn. pers.*) ha intentado identificar cetáceos con la técnica de cámaras y videos en cajas estancas al este de isla Mujeres, en Quintana Roo.

3.2 ESTIMADORES DE TAMAÑOS POBLACIONALES

3.2.1 Número mínimo absoluto o Conteos directos.

Son el número total de individuos identificados sobre un periodo de tiempo. Esto es el número absoluto mínimo de animales en la población, es decir, el número total de delfines identificados menos las fotografías repetidas de los mismos individuos (Darling y Morowitz, 1986).

3.2.2 Gráfica de la tasa de descubrimientos.

El número de delfines "nuevos", que no están identificados previamente se grafican contra el número de fotoidentificaciones dispuestas en el orden en que fueron tomadas. Si cada delfín identificado fuera "nuevo", la gráfica se elevaría en un ángulo de 45°. La tasa de descubrimiento de delfines nuevos es alta. Conforme se progresa en la identificación de la población, la tasa de descubrimiento de delfines "nuevos", decrece y la gráfica comienza a curvarse, para finalmente ser horizontal cuando todos los delfines son identificados. Prediciendo en donde alcanzará la gráfica la horizontal, se obtendrá una estimación de la población (Darling v Morowitz, 1986).

3.2.3 Estimadores de tamaños poblacionales a partir de modelos de captura-recaptura.

Permiten estimar el número de individuos en una población (N) y proporcionan índices que son utilizados para comparar tamaños de población en diferentes puntos en espacio y/o tiempo. Las fracciones que se muestran varían con el tiempo y el espacio, en respuesta a factores sobre los cuales no hay control (Nichols, 1992).

La población cerrada es cuando ésta permanece sin cambiar durante el periodo de investigación, por ejemplo, son despreciables los efectos de migración, mortalidad, y reclutamiento. Una población abierta es cuando ésta cambia debido al efecto de los procesos ya mencionados (Seber, 1973).

Estimador de Lincoln-Petersen para población cerrada.

El estimador de Lincoln-Petersen para una población cerrada (una sola liberación de marca) involucra la captura de una muestra inicial de n_1 animales, aplicando marcas a cada animal, y luego regresándolos a la población (Nichols, 1992). Para estimar \hat{N} , el número de animales en una población cerrada, una muestra de n_1 animales es tomada de la población, los animales son marcados (fotoidentificados en este caso) para una futura identificación y luego "regresados" a la población. Después se dá un tiempo para que se combinen en la población, los marcados con los no marcados, se toma una segunda muestra de n_2 animales y se observa que m_2 son marcados. Asumiendo que la proporción de marcados (fotoidentificados) en la segunda muestra es una estimación razonable de la proporción de la población desconocida, podemos equalizar las dos muestras y obtener una estimación de N :

$$m_2/n_2 = n_1/\hat{N}, \hat{N} = (n_1 n_2)/m_2 \text{ (Seber, 1973)}$$

$$\hat{N} = n_1 * (n_2/m_2) \text{ (Buckland, 1987)}$$

Para el llamado estimador de Petersen o índice de Lincoln se supone lo siguiente:

- a) La población es cerrada, de modo que N es constante.
- b) Todos los animales tienen la misma probabilidad de ser capturados en la primera muestra.
- c) El marcaje no afecta la capturabilidad de un animal.
- d) La segunda muestra es una muestra al azar simple, es decir, cada una de las posibles muestras tiene una oportunidad igual de ser escogida.
- e) Los animales no pierden sus marcas durante el tiempo de las dos muestras.
- f) Todas las marcas son reportadas en la recuperación de la segunda muestra.

Debe destacarse que los supuestos no son mutuamente excluyentes. Por ejemplo, d) dependerá sobre la validéz de b) y c), como cualquier variación en la capturabilidad de los animales, ya sea natural o inducida por el manejo y el marcaje, lo conducirá a una segunda muestra no aleatoria. Su ventaja es el poco esfuerzo necesario para tomar datos, pero su precisión es deficiente con respecto a otros métodos. En la mayoría de las poblaciones, sobre todo las de los mamíferos, difícilmente encontramos poblaciones cerradas, y la mayoría de éstas son abiertas.

Estimador modificado de Chapman para población cerrada.

El estimador \hat{N} es insesgado siempre que $n_1 + n_2 > N$, o se aproxime a esto para el caso de muestras mas pequeñas siempre que m_2 tome un valor de 7 o mayor. El estimador es:

$$\hat{N} = [(n_1+1)(n_2+1)/(m_2+1)]-1 \text{ (Buckland, 1987)}$$

Los supuestos son:

- a) Cada animal en la población tiene una probabilidad igual de ser capturado en la segunda muestra.
- b) Los animales no entran ni salen del área de estudio.
- c) Los animales no tienen preferencias territoriales.
- d) No eluden o buscan trampas (en este caso la embarcación).

Método de Jolly-Seber para poblaciones abiertas.

El método de Jolly-Seber (Seber, 1973) esta diseñado para poblaciones abiertas. Para este método hay posibilidad de muertes, reclutamiento, inmigración y emigración permanente, es decir, los animales entran y salen de la población sólo una vez. Se deben considerar una de s muestras de tamaños n_1, n_2, \dots, n_s , pero con la generalización agregada de que, por cada muestra, solamente R_i de n_i son marcados y regresados a la población. Este modelo más general permite muertes accidentales debido al marcaje y manejo, y también incluye los casos cuando alguno de R_i es cero, como en la explotación comercial donde la muestra es permanentemente eliminada de la población.

Los supuestos para este método son los siguientes:

- a) Cada animal en la población, ya sea marcado o no, tiene la misma probabilidad $p_i(=1-q_i)$ de ser capturado en la i -ésima muestra, dado que esta vivo y en la población cuando la muestra es tomada.
- b) Cada animal marcado tiene la misma probabilidad ϕ_i de sobrevivencia de la i -ésima a la $(i+1)$ ésima muestra y de estar en la población al tiempo de la i -ésima muestra, dado que esta vivo y en la población inmediatamente después de la i -ésima liberación ($i = 1, 2, \dots, s-1$).
- c) Cada animal capturado en la i -ésima muestra tiene la misma probabilidad V_i de ser regresado a la población: en muchos experimentos $1-V_i$ puede ser considerada como la probabilidad de muerte accidental por manejo, etc.
- d) Los animales marcados no pierden sus marcas y todas las marcas son reportadas en la recuperación.
- e) Todas las muestras son instantáneas, es decir, el tiempo de muestreo es despreciable.

Método de Jolly-Seber para poblaciones homogéneas con nacimientos y muertes.

La relación $M_{i+1} = M_i + n_i - m_i$ ya no se cumple; el número de animales marcados que todavía están vivos no se conoce, y por lo tanto debe ser estimado. ϕ_i es la probabilidad de que un animal sobreviva de la muestra i a la muestra $i+1$, $i=1, \dots, s-1$. Este estimador puede extenderse fácilmente para incluir muertes en la captura y para

incorporar retornos de marcas, que señalen el momento de muerte de algunos animales. (Buckland, 1987).

La mayor desventaja de las técnicas de poblaciones abiertas es el esfuerzo y costo económico que se necesita, sobre todo para técnicas en el mar, ya que originalmente se emplearon en muestreos terrestres. La principal ventaja es una mayor precisión en las estimaciones.

3.2.4 Distribución de Bernoulli.

Este modelo permite comparar valores observados con valores teóricos calculados de un número total, que en este caso son delfines totales; si la distribución de Bernoulli se ajusta se puede calcular cuantas veces se fotoidentificarán un número de delfines.

El modelo probabilístico de Darling y Morowitz (1986) determina que X_i es el número de delfines identificados (i) ocasiones distintas en " n " identificaciones. El modelo supone tres cosas:

- a) Que el número total de miembros de la población (N) no cambia durante la investigación.
- b) Las observaciones son independientes.
- c) La probabilidad de identificar un miembro de la población es igual para todos los que la componen, o sea, $1/N$. Así, que la probabilidad de aparecer en una fotografía es de $1/N$ y de no aparecer de $1-1/N$.

Entonces tenemos que la probabilidad de que aparezca un tursión (i) veces en " n " fotoidentificaciones es:

$$p(i) = [n!/(n-i)!i!](1/N)^i(1-1/N)^{n-i} \dots\dots\dots(ec.1)$$

donde:

- p = probabilidad de fotografiar un delfin
- i = número de ocasiones en las que se fotografía un delfin
- n = número de delfines fotoidentificados
- N = número total de miembros de la población

3.3 ESTIMACIONES POR AVISTAMIENTOS EN EL GOLFO Y MAR CARIBE DE MÉXICO.

En el Cuadro 1 se aprecian los diferentes trabajos hechos en la región del Caribe Mexicano y Golfo de México cercanos a la zona de estudio. Hay registros al este de Isla Mujeres por De la Parra (1989); centro y sur de la costa de Quintana Roo por Zacarías (1992), en toda la costa de Quintana Roo por Morales y Olivera (1994); laguna de Mecoacán en la costa de Tabasco por Alvarez *et al.* (1991); en Laguna de Términos, Campeche por Holmgren (1988); Puerto Aransas, Texas por Shane (1980), y en bahía de Tampa, Florida por Weigle (1990).

CUADRO 1.- COMPARACION DEL NÚMERO DE *T. truncatus* EN EL GOLFO Y CARIBE DE MEXICO

AUTORES	LOCALIZACIÓN	ESTACIONES	HORAS DE ESFUERZO	METODO DE ESTIMACION	NÚM. DE DELFINES
Lechuga (1996)	Holbox, Quintana Roo	Todas, 1994 y 1995	254	Recorridos en lancha	983
Delgado-Estrella (1996)	Holbox, Quintana Roo	Todas, 1994 y 1995	137.45	Transectos en lancha	701
Morales y Olivera (1994)	Toda la costa de O Roo Isla Contoy a Banco Chinchorro	Todas, en 1991	166.25	Transectos en barco 60 m	139
Zacarias (1992)	Bahías de Chetumal y San Juan Quintana Roo	Todas, en 1987 y 1988	90.9	Transectos en lancha	47
Alvarez y Nolasco (1991)	Laguna de Mecocacán, Tabasco	Verano, 1991	20	Transectos en lancha	132
De la Parra (1989)	Este de Isla Mujeres, Q Roo	Todas de 1985 a 1989	236(1)	Recorridos en yate 12 m	446
Holmgren (1988)	Laguna de Terminal, Campeche	Primavera 1988	19	Transectos en lancha	125
Weigle (1990)	Bahía Tampa Florida E U	primavera verano otoño e invierno de 1983 y 1984	420(2)	Transectos en lancha	1606
Shane (1989)	Puerto Suanza, Tera, E U	Todas de 1976 y 1977	1065	Transectos en lancha	48 a 164

(1) Suponiendo 6 hrs. por recorrido

(2) Suponiendo 6 hrs. por recorrido

En el caso de Isla Mujeres, se estiman 446 tursiones durante 1985 a 1989 en 226 horas de observación, suponiendo 6 horas por cada salida al mar. Weigle (1990) no menciona cuantas horas destinó para observar, pero explica que realizó un total de 70 recorridos en lanchas, si suponemos observaciones de por lo menos 6 horas por recorrido, en 70 de ellos tendríamos un total de 420 horas, el área observada fue de 230 km². La estimación de Morales y Olivera (1994) es de 139 tursiones y realizaron recorridos en zig-zag en barcos de la naval mexicana desde Isla Contoy hasta Banco Chinchorro y desde cerca del litoral hasta 40 millas mar adentro en un total de 166.25 hrs de esfuerzo en febrero, marzo, mayo, julio y octubre de 1991. Lo reportado por Ballance (1992) en Sarasota, Florida es de 100 individuos en aproximadamente 85 km², explica que los trabajos datan desde 1970 a 1990.

Por último, podemos apreciar en el Cuadro 2 las distintas estimaciones que se han realizado en la parte norte del Golfo de México a partir de transectos aéreos (Blaylock, *et al.* 1995). Son relevantes las estimaciones de 1401 y 1256 delfines en el delta del Missisipi por ser las mayores de todas las estimaciones y encontrarse en la boca de un río tan grande. De este mismo cuadro también son importantes las estimaciones de 559 y 458 delfines en Bahía de Tampa durante 1995 por ser similares a las estimaciones en Quintana Roo de Delgado-Estrella (1996) y Lechuga (1996).

CUADRO 2.- ESTIMACIONES DE POBLACIONES DE *T. truncatus* A PARTIR DE TRANSECTOS
AEREOS EN EL NORTE DEL GOLFO DE MÉXICO.

ESTUARIOS EN LA PARTE NORTE DEL GOLFO DE MÉXICO, E.U. Y QUINTANA ROO, MÉXICO	ESTIMACIÓN ABUNDANCIA MÁXIMA	ESTIMACIÓN ABUNDANCIA MINIMA	AÑOS
Laguna Madre	80	31	1992
Nueces Bay, Corpus Christy	58	36	1992
Compano, Aransas, San Antonio			
Red Fish, Espirito Santo Bays	55	30	1992
Matagorda, Lavaca Bays	61	42	1992
West Bay	29	14	1992
Galveston, East Trinity Bays	152	107	1992
Terre Bone, Timbalier Bay	100	66	1993
Barataria Bay	219	142	1993
Bay Boudreau, Missisipi sound	1401	1256	1993
Mobile y Bonsecour, Bays	122	92	1993
Pensacola y East Bay	33	18	1993
Choctawhatchee Bay	242	188	1993
St Andrew	124	79	1993
St. Vincent Sound, Apalachicola Bay y St. George sound	387	293	1993
Apalachee Bay	491	358	1993
Wascasassa, Withlacoochee, Crystal Bays, St. John's sound			
Clearwater harbor	37	18	1994
Tampa Bay	559	458	1994
Sarasota Bay	97	97	1992
Little Sarasota Bay	2	2	1985
Estereo Bay	104	62	1994
Whitewater Bay	242	179	1994
Florida Keys	29	14	1994
Laguna Yalahau, Quintana Roo	701	232	1996
Laguna Yalahau, Quintana Roo	983	310	1996
Laguna Yalahau, Quintana Roo	148	119	1994
Toda la costa de Quintana Roo	no se reportó	139	1994

Los datos de E.U. son tomados de Blaylock, R. A., J.W. Hain, L.J. Hansen, D.L. Palka y G.T. Waring, 1995

Los datos de México, Quintana Roo son de Delgado-Estrella (1996), Lechuga (1996), Morales y Olivera (1994), y este trabajo.

4.-AREA DE ESTUDIO

Las prospecciones se realizaron en la costa norte de la Península de Yucatán, en un área que comprende a la laguna Conil o Yalahau localizada entre la isla de Holbox y la parte continental norte del estado de Quintana Roo. Por fuera de la laguna, dichas prospecciones se hicieron hacia el norte hasta las 20 millas y la isobata de los 20 m. Hacia el oeste el límite corresponde al meridiano 87°41' el cual pasa muy cerca de la población "El Cuyo" en el estado de Yucatán. Al este, el límite es la costa occidental de Isla Contoy (Fig. 1).

En ésta área se encuentran manglares, que son una forma de estuarios tropicales, representados principalmente por Yalahau (Centro de Investigaciones de Quintana Roo, 1980).

4.1 SURGENCIAS

Al noreste de la zona existe una surgencia que varía estacionalmente. Se propone que la intensidad del afloramiento al noreste de la península de Yucatán, varía de forma estacional, presentándose la máxima intensidad en primavera. En este mismo lugar durante abril de 1985 se observó una situación similar a lo observado por Cochrane en 1969 (citado por Merino, 1992) en el mes de mayo de distintos años. El agua fría y rica en nutrientes se encuentra ausente de la mayor parte de la plataforma del continente a partir de otoño y durante invierno. De modo que el afloramiento, aunque es muy variable, es un evento importante en la zona (Merino, 1992).

4.2 CLIMATOLOGIA

La información actual obtenida de los centros meteorológicos ubicados al norte de Quintana Roo los cuales son el centro meteorológico de Cancún y de protección civil, los servicios de navegación en el espacio aéreo Mexicano (SENEAM) del aeropuerto de Cancún y la Capitanía de Puerto de Cancún, durante los meses de marzo, abril y mayo hay pocos vientos y no son mayores de los 40 km/h con dirección S, SE, aunque en ocasiones se presentan lluvias aisladas. En los meses de junio, julio, y agosto aumenta la precipitación pluvial con vientos predominantes del S, SE en ocasiones mayores de 40 km/h. Para los meses de septiembre, octubre y noviembre, los vientos predominantes son del S, SE, y en ocasiones vientos del norte con poca intensidad, es en los meses de septiembre y octubre cuando las posibilidades de entradas de ciclones son mucho mayores. En los meses de invierno, los vientos predominantes son del norte los cuales son fríos y secos, éstos al chocar con las masas de aire caliente y húmedo generan precipitaciones importantes (Chi-Ortiz, De la Serna, comn. pers.).

La precipitación anual en Quintana Roo es alrededor de los 1000 mm, concentrándose en el periodo que va de mayo a octubre, con máximos en junio y septiembre y una disminución relativamente importante, llamada sequía intraestival en agosto (Centro de Investigaciones de Quintana Roo, 1980). La época de formación de ciclones es de mayo hasta noviembre y coincide con los máximos de precipitación pluvial en Quintana Roo. Las estaciones lluviosas son en verano y otoño, y la lluvia invernal es importante en Quintana Roo debido a la presencia de masas húmedas frías, llamadas nortes, que se generan desde noviembre a febrero (Centro de Investigaciones de Quintana Roo, 1980). Las temperaturas mínimas se presentan en Kantunilkin con 21°C durante diciembre a enero.

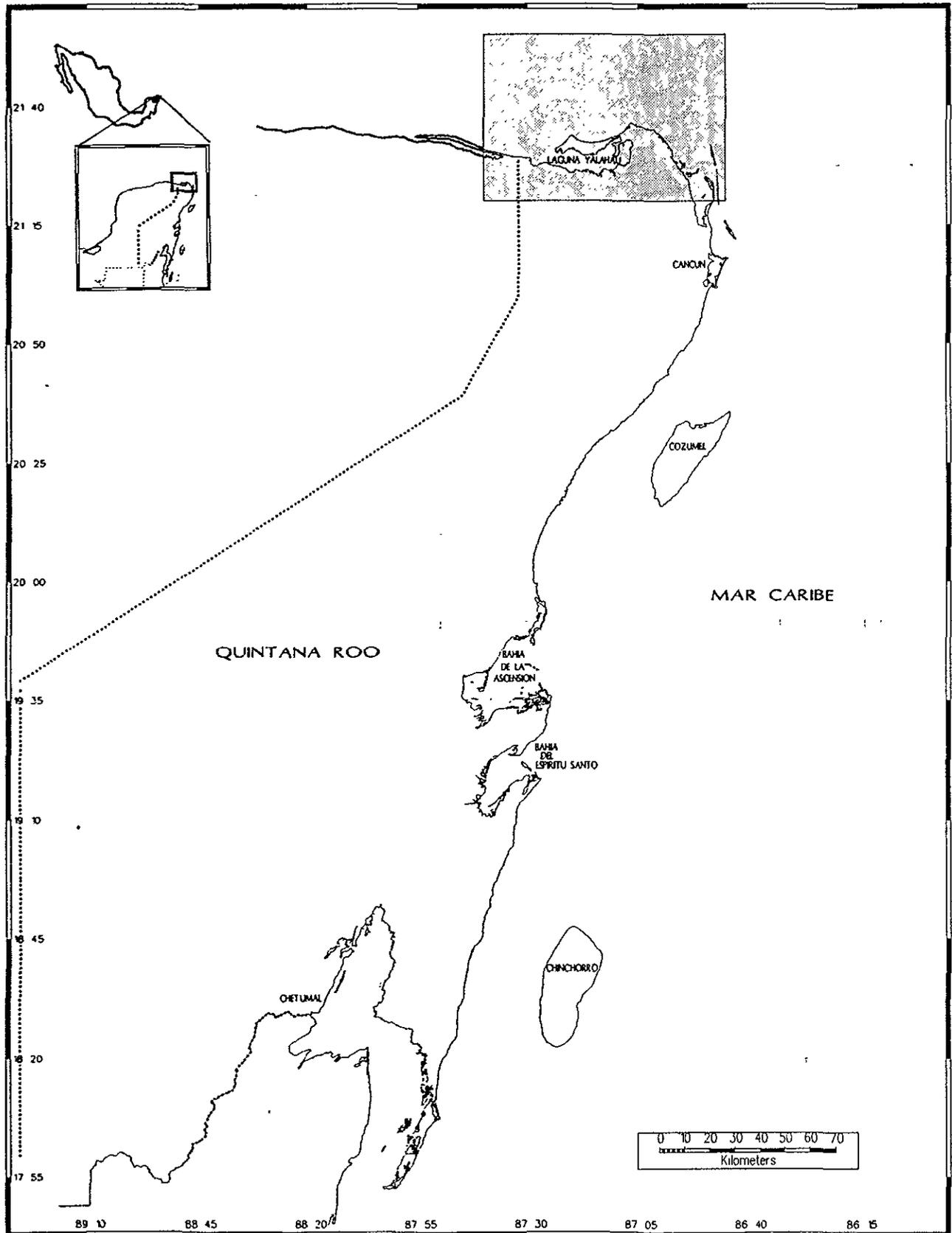


FIGURA 1.-EL AREA SOMBRADA INDICA LA ZONA DE ESTUDIO EN LA COSTA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO, AL NORTE DEL CARIBE MEXICANO.

5.- METODO

Los recorridos se basaron en observaciones previas al trabajo sobre posibles sitios de localización de los tursiones en el área a través de recorridos en lanchas, avionetas y barcos oceanográficos (Aguayo *et al.* 1986; Aguayo *et al.* 1987; Zacarías, 1992; Zacarías, 1994).

Para obtener las fotografías se determinaron recorridos aleatoriamente en los alrededores de Holbox, tomando en consideración:

-Los sitios de concentración de tursiones observados previamente, esto fue en la boca de Yalahau, en la costa de Isla Holbox y en la isóbata de 15-20 m.

-El rango de movimiento y velocidad de desplazamiento de los tursiones, esto es de 20 a 30 km² y 28.8 km/h respectivamente (Gruber, 1981; Shane, 1980; Mate *et al.* 1978). De modo que se cubrió un área de observación de 1217 km x 100 m = 121,700 km².

-El cubrir partes someras (2-5 m), partes profundas (7-20 m), y distintos ambientes como son costa de playa, laguna, manglar, mar abierto y la boca de la laguna Yalahau, es decir, un muestreo estratificado.

-La prioridad del trabajo, la cual fue tomar el mayor número posible de fotografías de cada individuo. Esto no implica que los recorridos fueron transectos lineales, si no recorridos destinados únicamente para las estimaciones de la población con las técnicas de captura-recaptura dentro de los límites de tiempo y presupuesto.

5.1 RECORRIDOS

Se clasificaron 5 tipos de recorridos, en todos los recorridos se emplearon lanchas ordinarias para pesca de 7 m de eslora con motores fuera de borda de 40 h.p., a excepción del recorrido 5 por que en este se uso un barco con motor diesel interno. Estos recorridos se hicieron en profundidades de aproximadamente 2 m y entre las isobatas de 15 y 20 m.

En los muestreos de abril, mayo y julio de 1993, los recorridos 1, 2, y 3 fueron más extensos, como se explicará enseguida, con el fin de encontrar con mayor precisión las principales zonas de concentración de las manadas, con respecto a las observaciones previas en avionetas y barcos oceanográficos.

El recorrido 1 fue el rumbo en línea recta entre Chiquilá y Holbox. Durante abril, mayo y julio de 1993, este recorrido fue más extenso ya que incluía también una ruta por enmedio de la laguna hasta el río Santa Paula para salir a Cabo Catoche. Se registró que a partir de los 87°18'W la profundidad de la laguna fue menor a los 1.2 m, es decir, con pocas probabilidades de observar delfines aquí. Por esa razón, en los muestreos de octubre de 1993 y febrero de 1994 esta ruta se limitó solamente a la distancia que hay entre Chiquilá y Holbox, (Fig. 2).

El recorrido 2 consistió en tomar rumbo desde el embarcadero de Holbox a Punta Mosquito o Francisca, y desde aquí hacia Cabo Catoche en línea recta, en los muestreos de abril, mayo, y julio de 1993 se continuaba desde Cabo Catoche hacia

laguna Chakmochuk también en línea recta pasando a 200 m del extremo este de Cayo Ratón (Fig. 3). Pero en los muestreos de octubre de 1993 y febrero de 1994 este recorrido se limitó del embarcadero de Holbox a Cabo Catoche (Fig. 4).

El recorrido 3 inició con rumbo de 15° hacia el norte hasta los $21^\circ 49' N$, $87^\circ 18' W$ y posteriormente 270° hacia el oeste. Durante los muestreos de abril-mayo de 1993, el recorrido continuaba hacia el sur-sureste hasta llegar a aproximadamente 500 m del litoral, frente al poblado "El Cuyo". De ahí se seguía el contorno del litoral hacia el este hasta llegar a Punta Caracol y luego atravesando la boca de Yalahau para finalmente llegar al embarcadero de Holbox (Fig. 5). Durante los muestreos de julio y octubre de 1993 y febrero de 1994 el recorrido se acortó en los $21^\circ 49' N$, $87^\circ 40' W$ y de ahí se procedía en línea recta hacia el embarcadero de Holbox (Fig. 6).

El recorrido 4 forma un triángulo, siendo los vértices el extremo norte de la boca de la laguna Yalahau, Punta Sots y Punta Caracol. En ese mismo orden se navegó, y desde Punta Caracol se retornaba en línea recta al primer punto. (Fig. 7).

El recorrido 5 es una línea recta entre Chiquilá y Holbox y este recorrido solamente se hizo en los muestreos de abril-mayo y julio de 1993 (Fig. 8).

El total de kilómetros navegados en el muestreo de abril-mayo de 1993 fue de 427 km divididos de la siguiente manera:

- Recorrido 1: 51 km
- Recorrido 2: 141 km
- Recorrido 3: 198.5 km
- Recorrido 4: 25.5 km
- Recorrido 5: 11 km
- TOTAL: 427 km

El total de kilómetros navegados en el muestreo de julio de 1993 fue de 346 km divididos en la siguiente manera:

- Recorrido 1: 51 km
- Recorrido 2: 141 km
- Recorrido 3: 117.5 km
- Recorrido 4: 25.5 km
- Recorrido 5: 11 km
- TOTAL: 346 km

El total de kilómetros navegados en el muestreo de octubre de 1993 fue de 222 km divididos en la siguiente manera:

- Recorrido 1: 22 km
- Recorrido 2: 57 km
- Recorrido 3: 117.5 km
- Recorrido 4: 25.5 km
- TOTAL: 222 km

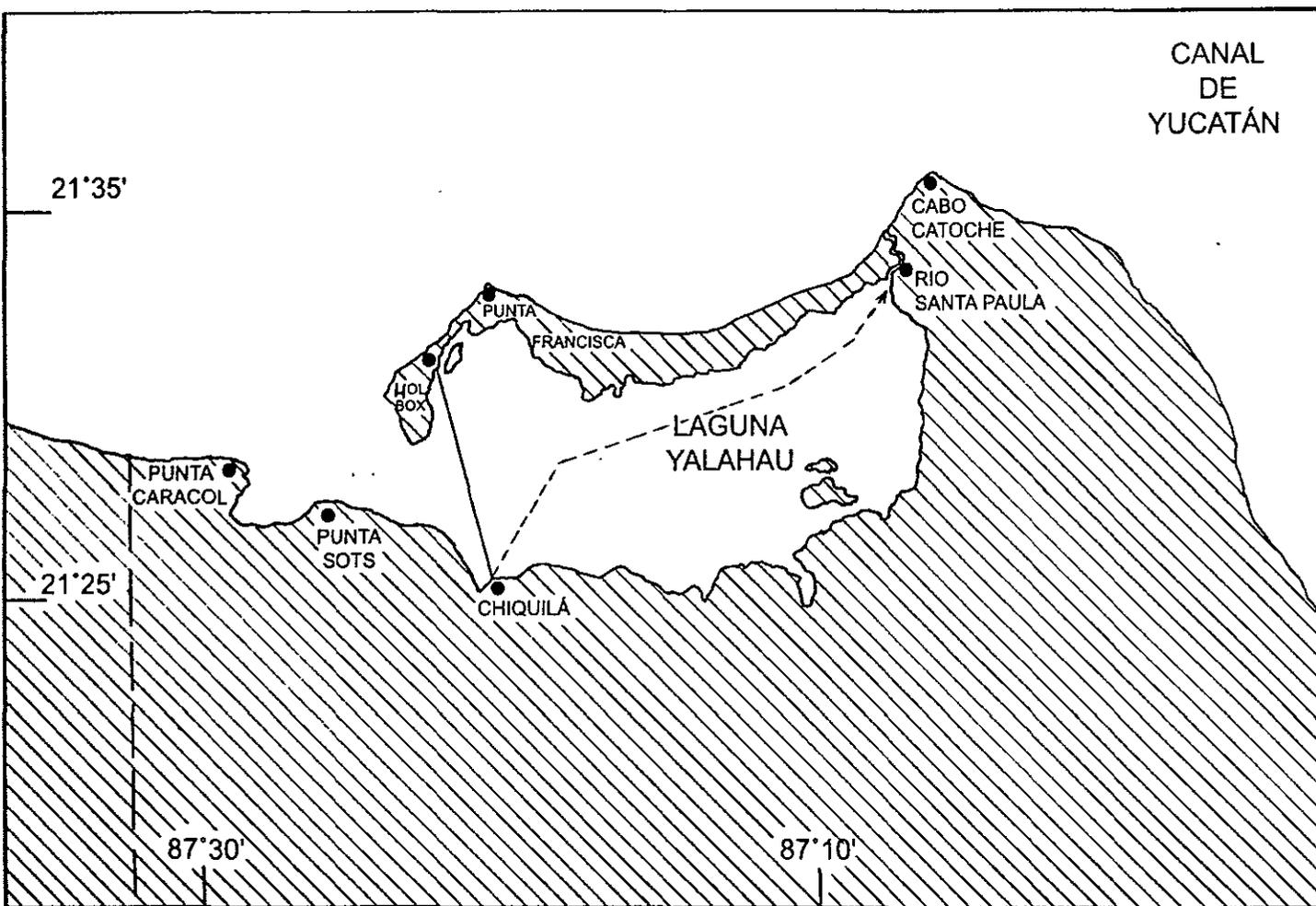


FIGURA 2.- RECORRIDO 1 ENTRE CHIQUILÁ Y HOLBOX. DURANTE ABRIL Y MAYO DE 1993 SE REALIZÓ UNA RUTA PROSPECTIVA POR ENMEDIO DE LA LAGUNA DE HOLBOX HASTA RIO SANTA PAULA (LINEA INTERRUPTA). EN JULIO Y OCTUBRE DE 1993 Y FEBRERO DE 1994 ESTE RECORRIDO SE LIMITÓ ENTRE CHIQUILÁ Y HOLBOX.

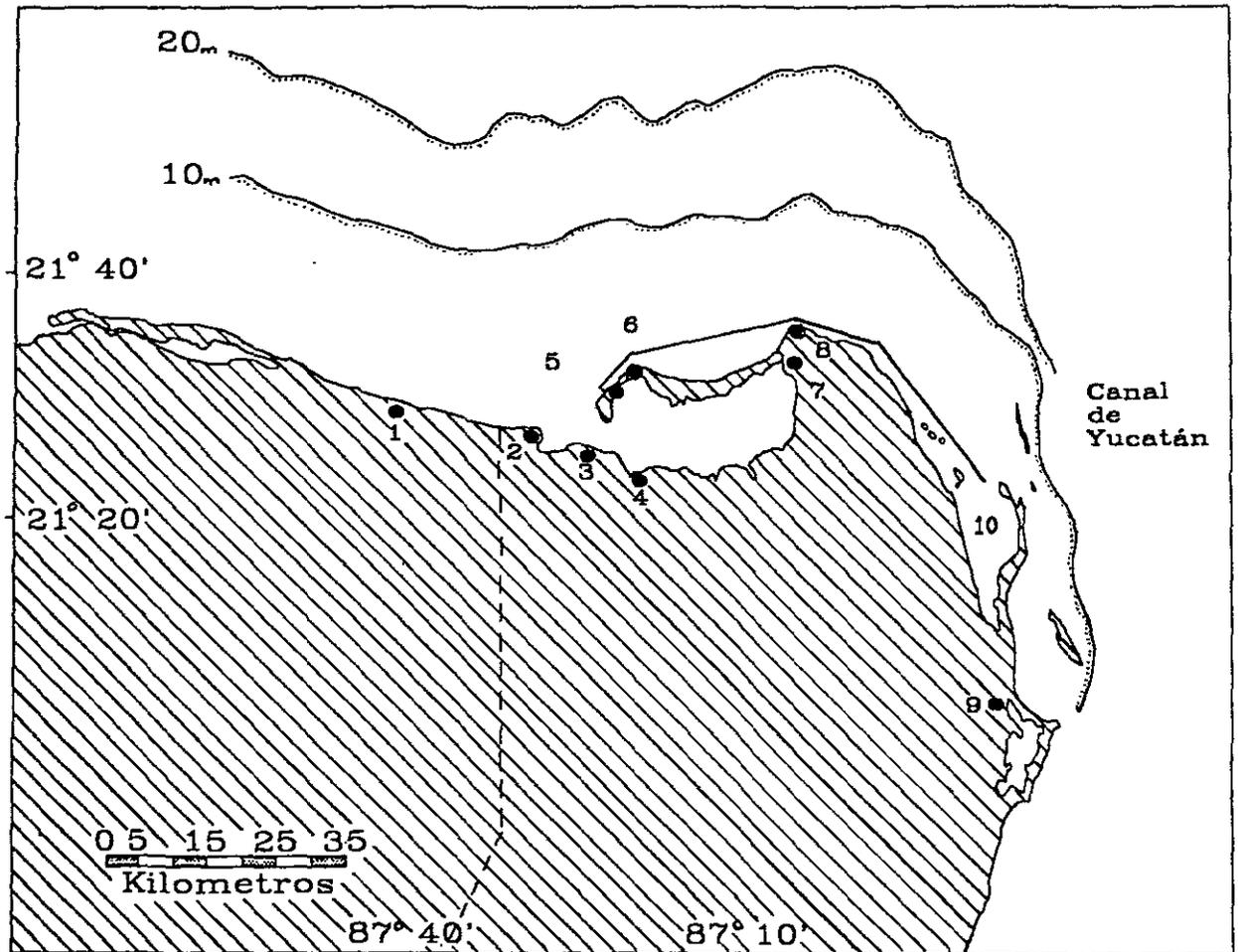


FIGURA 3.-RECORRIDO 2 QUE PARTE DEL EMBARCADERO DE HOLBOX (5), HACIA PUNTA FRANCISCA O MOSQUITO (6) Y DE AHÍ EN LÍNEA RECTA HACIA CABO CATOCHE (8), COSTA OCCIDENTAL DEL CANAL DE YUCATÁN HASTA LAGUNA CHAKMOCHUK (10) EFECTUADOS EN LOS MUESTREOS DE ABRIL, MAYO Y JULIO DE 1993. LAS LÍNEAS CON PUNTOS SON LAS ISOBATAS DE 10 Y 20 M. (1)EL CUYO, (2)PUNTA CARACOL, (3)PUNTA SOTS, (4)CHIQUILÁ, (7)RIO S.PAULA, (9)CANCÚN.

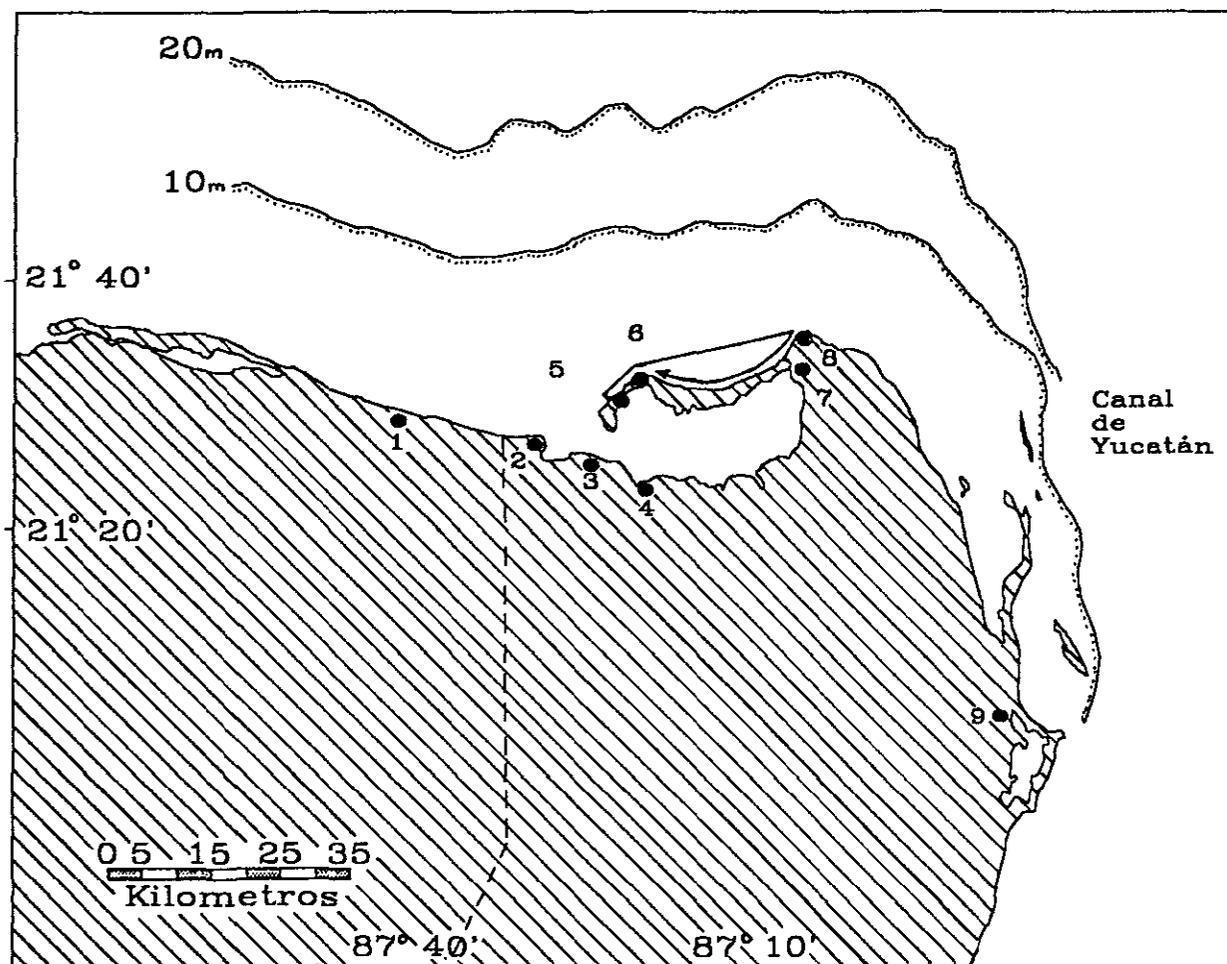


FIGURA 4.- RECORRIDO 2 QUE PARTE DEL EMBARCADERO DE HOLBOX (5), PASANDO POR PUNTA FRANCISCA (6), HASTA CABO CATOCHE (8), Y DE REGRESO A HOLBOX COSTEANDO. SE HIZO DURANTE OCTUBRE DE 1993 Y FEBRERO DE 1994. LAS LÍNEAS CON PUNTOS SON LAS ISOBATAS DE 10 Y 20 M. (1)EL CUYO, (2)PUNTA CARACOL, (3)PUNTA SOTS, (4)CHIQUILÁ, (7)RIO S.PAULA, (9)CANCÚN.

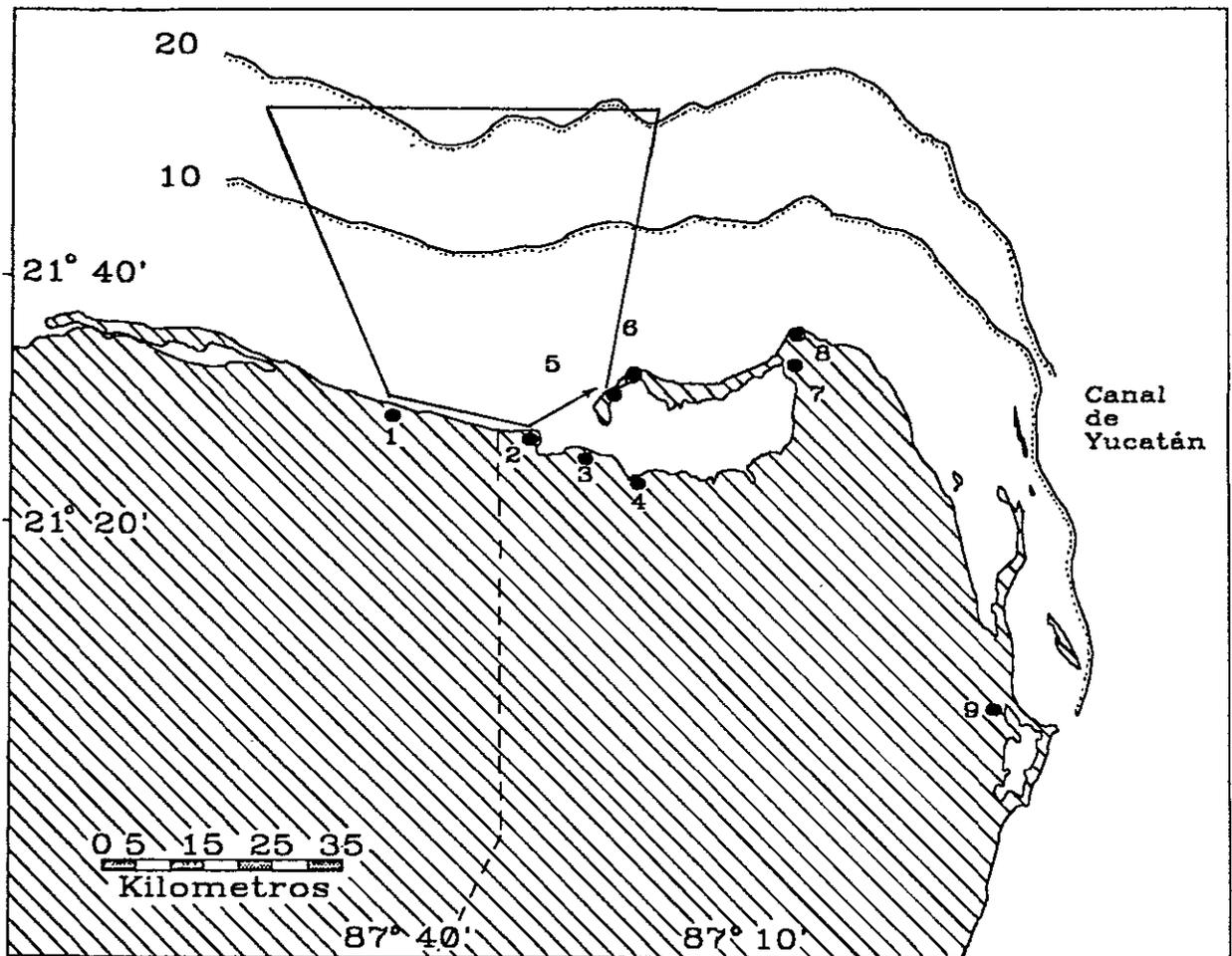


FIGURA 5.- RECORRIDO 3 EXTENDIDO DURANTE LOS MUESTREOS DE ABRÍL Y MAYO DE 1993. LAS LÍNEAS CON PUNTOS SON LAS ISOBATAS SON LAS ISOBATAS DE 10 Y 20 M. (1)EL CUYO, (2)PUNTA CARACOL, (3)PUNTA SOTS, (4)CHIQUILÁ, (5)HOLBOX, (6)PUNTA FRANCISCA, (7)RIO S.PAULA, (8)CABO CATOCHE (9)CANCÚN.

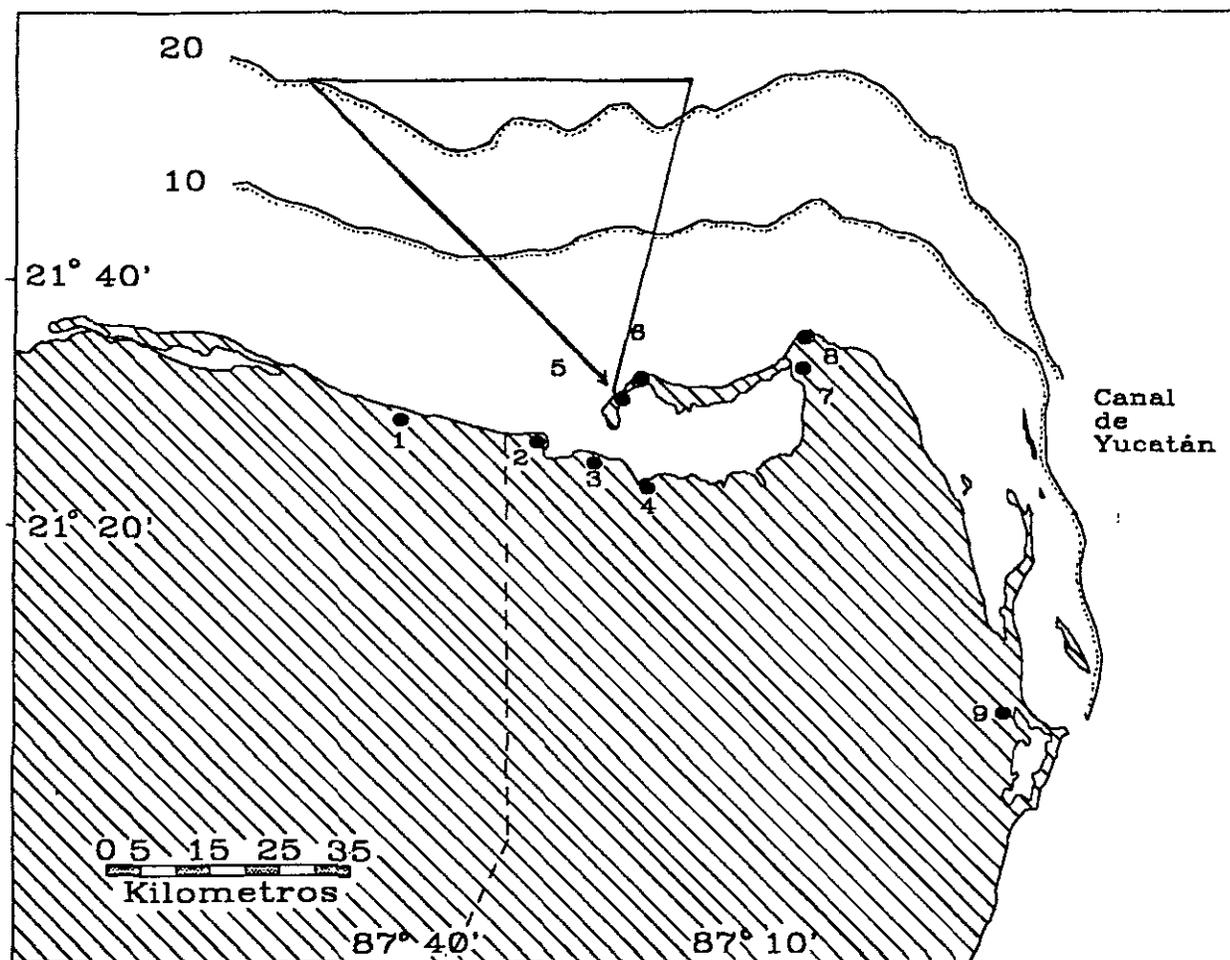


FIGURA 6.- RECORRIDO 3 REDUCIDO DURANTE LOS MUESTREOS DE JULIO, OCTUBRE DE 1993, Y FEBRERO DE 1994. LAS LÍNEAS CON PUNTOS SON LAS ISOBATAS DE 10 Y 20 M. (1)EL CUYO, (2)PUNTA CARACOL, (3)PUNTA SOTS, (4)CHIQUILÁ, (5)HOLBOX, (6)PUNTA FRANCISCA, (7)RIO S.PAULA, (8)CABO CATOCHE (9)CANCÚN.

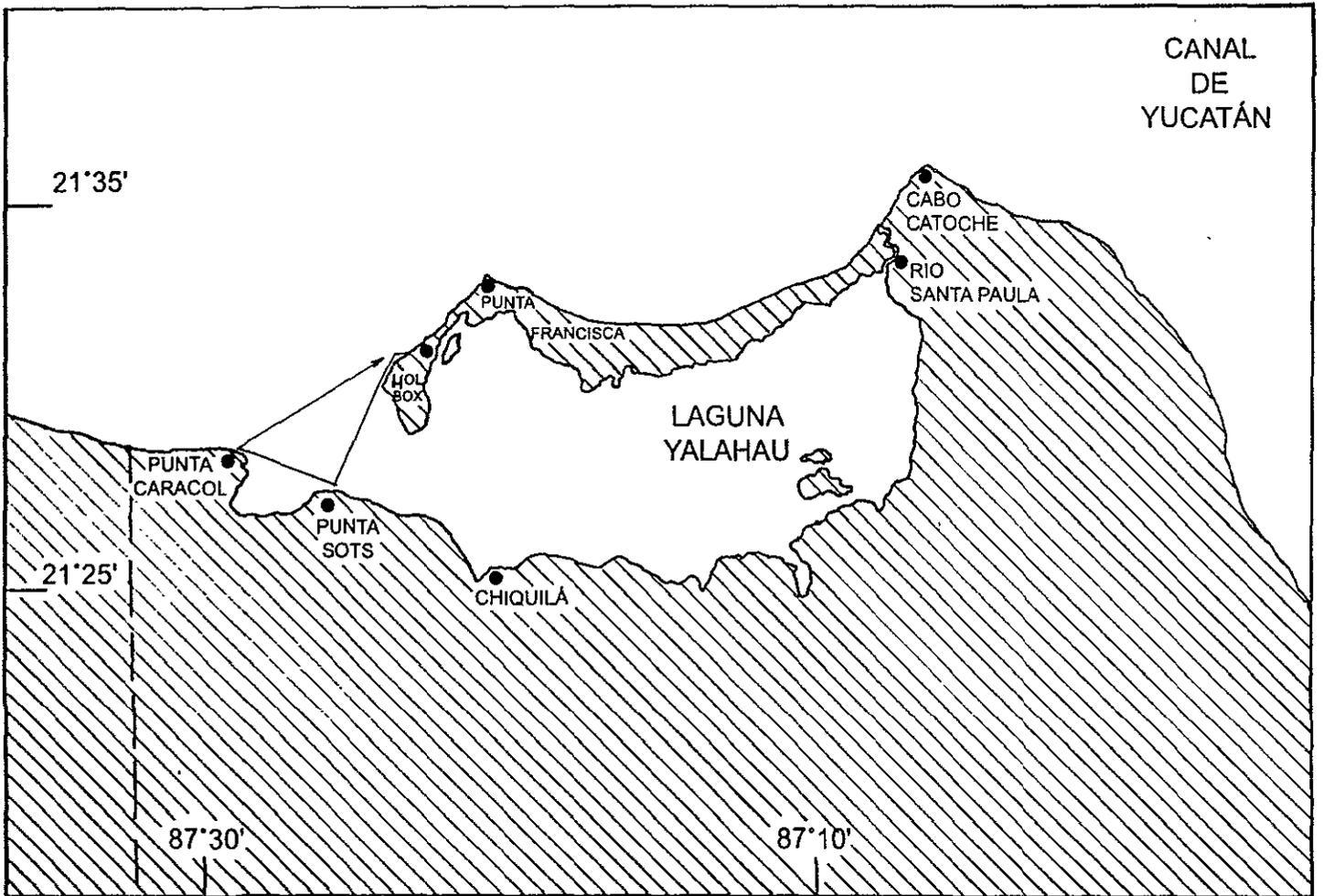


FIGURA 7.- RECORRIDO 4 EFECTUADO DURANTE TODOS LOS MUESTREOS DE 1993 Y 1994.

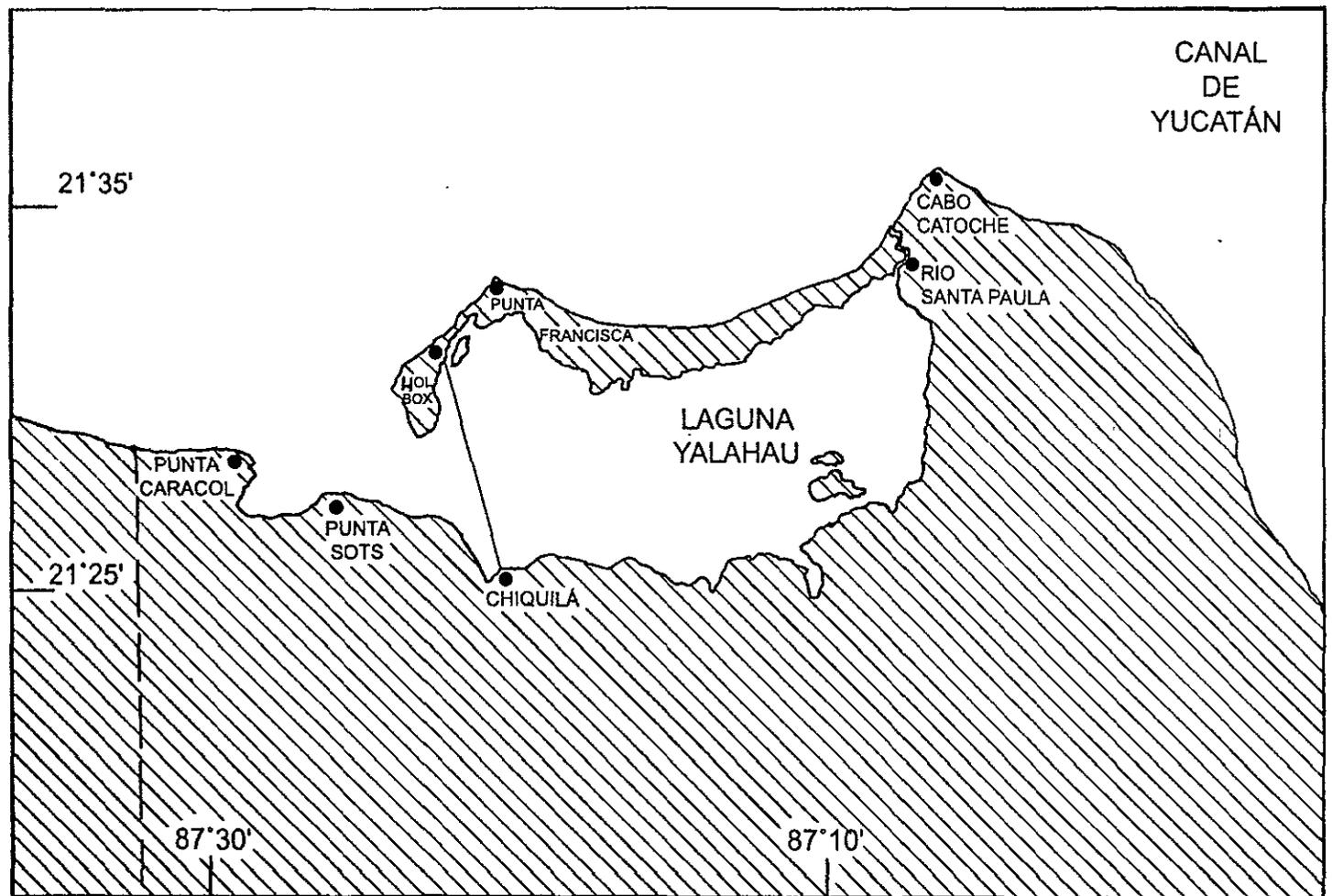


FIGURA 8.- RECORRIDO 5 EFECTUADO EN BARCO CON MOTOR INTERNO DE DIESEL, DURANTE LOS MUESTREOS DE ABRIL, MAYO Y JULIO DE 1993.

El total de kilómetros navegados en el muestreo de febrero de 1994 fue de 222 km divididos en la siguiente manera:

- Recorrido 1: 22 km
- Recorrido 2: 57 km
- Recorrido 3: 117.5 km
- Recorrido 4: 25.5 km
- TOTAL: 222 km

Para poder estimar la abundancia relativa, se dividió la zona de prospección en unidades muestrales de $9 \text{ km} \times 9 \text{ km} = 81 \text{ km}^2$ (25 m.n. ²) (Fig. 9).

Para poder comparar el número de fotoidentificaciones por ruta de modo consistente durante los cuatro muestreos, se excluyeron a los cetáceos que se observaron en las partes más extensas de los recorridos 1 y 2 durante el muestreo de abril y mayo de 1993. Dicho de otro modo, de los muestreos de abril-mayo y julio solo se contaron a los delfines dentro de los primeros 22 km del recorrido 1 y los primeros 57 km del recorrido 2.

5.2 FOTOIDENTIFICACIÓN

Se utilizaron binoculares de 7 X 10 para localizar a las manadas, una vez observadas el conductor de la embarcación procuró aproximarse a las manadas en la misma dirección que llevaban estas, a una distancia de 10-15 m de la(s) manada(s) para ser fotografiada(s) con una cámara reflex de formato de 35 mm y un telefoto con zoom de 80-200 mm, con una apertura de diámetro de 16 y velocidades de disparo mayores a 1/200 seg, en dirección perpendicular al eje longitudinal de los odontocetos para obtener imágenes lo más nítidas posibles de ambos perfiles de las aletas dorsales. Se empleó película blanco y negro de ASA 400, también se utilizó película ektachrome para diapositivas de ASA 200. Cada disparo se relacionó con el grupo localizado y los datos de campo.

Se tomaron el mayor número posible de fotografías a cada aleta de los delfines hasta estar seguro de que el individuo estaba ya fotoidentificado, siempre que el animal mostrará el dorso por un periodo accesible al disparo. Pero lo anterior no implicó que todas las fotografías se emplearan pues se seleccionaron únicamente imágenes en las que se definieron bien las aletas dorsales y las cicatrices. Las fallas en fotoidentificación son consideradas cuando aparecen delfines, es decir, que se avistan, pero no se pudieron fotografiar por distintas causas que se analizan en la discusión, o se fotografiaron mal, ya sea por estar fuera de foco, de formato, o por estar muy lejanos.

Las películas reveladas fueron proyectadas con amplificadora y las aletas se ampliaron e imprimieron en papel fotográfico blanco y negro F-3, o con ayuda de un proyector de diapositivas se trazó el contorno de las mismas con tinta sobre una hoja de papel bond tamaño carta, como lo describen Würsig y Jefferson (1990). En estos contornos se observó el patrón de muescas y cicatrices de las aletas dorsales. Se utilizaron estos diagramas, los negativos, las impresiones en blanco y negro, así como las diapositivas mismas para generar un archivo de aletas dorsales. De los métodos, el que más se empleó fue el de contornos a partir de las diapositivas (Fig. 10).

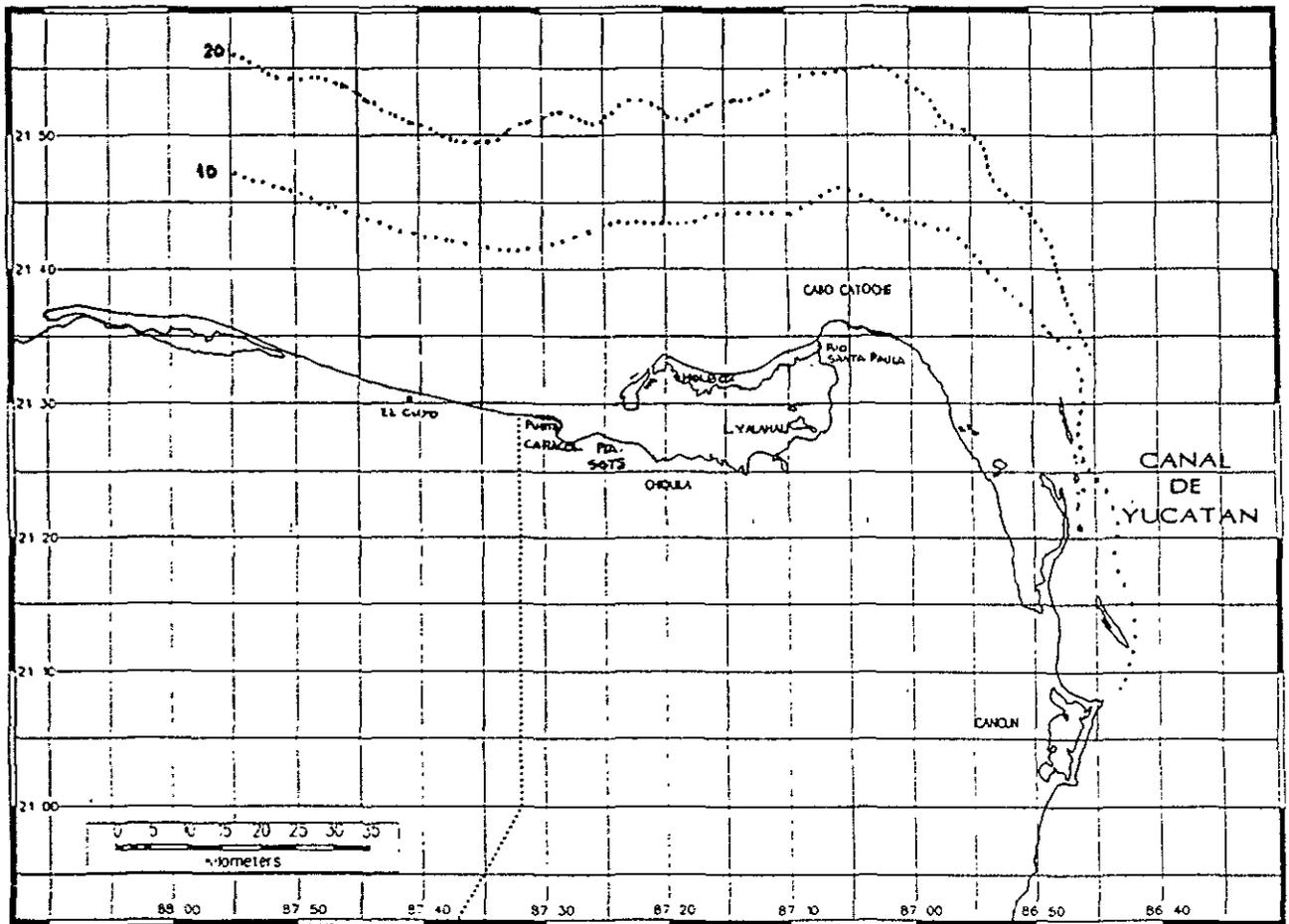


FIGURA 9.- ZONA DE ESTUDIO DIVIDIDA EN CUADRANTES DE 81 KM² (25 M.N.²) PARA LA ESTIMACIÓN DE ABUNDANCIA. LAS LÍNEAS EN PUNTOS SON LAS ISÓBATAS DE 10 Y 20 M.

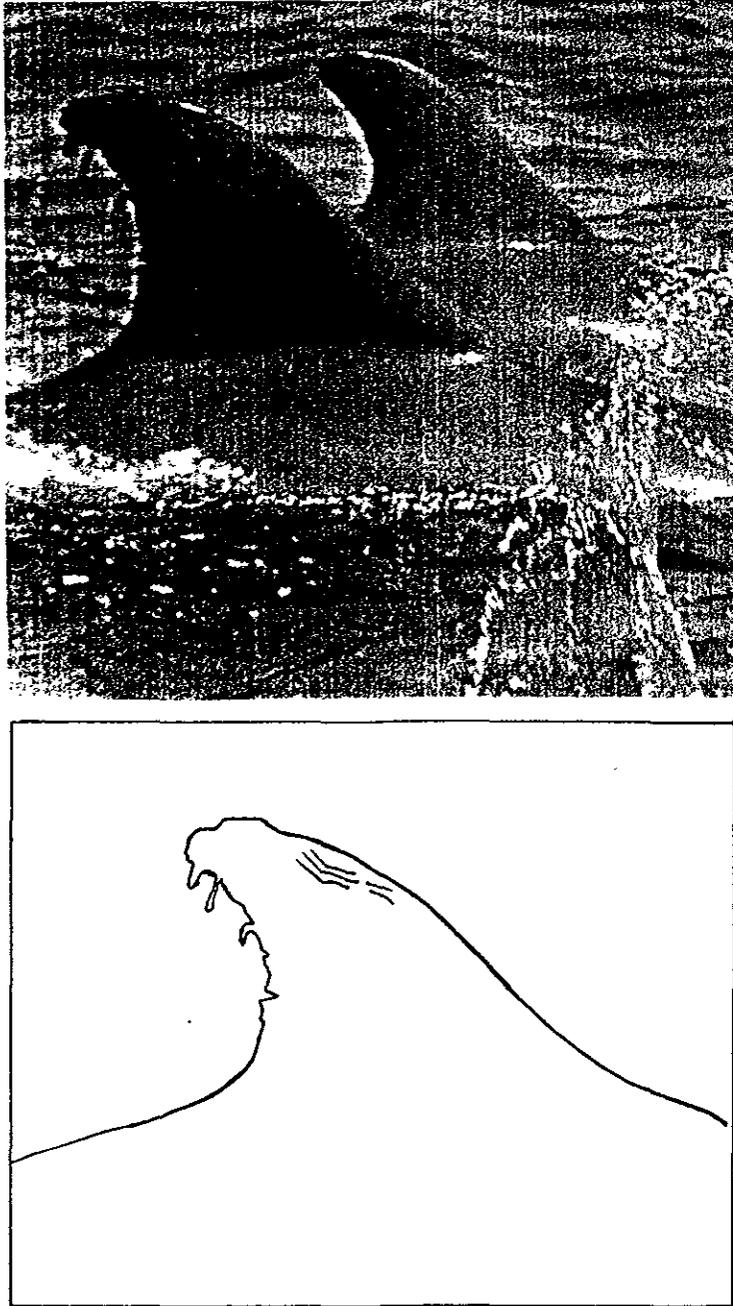


FIGURA 10.- FOTOGRAFÍA Y DIAGRAMA DE LA ALETA DORSAL DEL DELFÍN HX02-29/04/93(14).

A cada aleta individualizada se le asoció un número de catálogo, según los datos obtenidos en el campo. Por ejemplo, en el número de catálogo de la aleta HX02-29/04/93(11) las primeras letras (HX) indican el lugar en donde se obtuvo por primera vez un registro fotográfico de dicha aleta dorsal del delfín, que en este caso sería Holbox. Los números adyacentes a las siglas corresponden al número de avistamiento. Los siguientes números fuera del paréntesis indican la fecha en la que se fotografió por primera vez a este mamífero, y los números dentro del paréntesis señalan el número consecutivo del animal fotoidentificado en el área de estudio.

Con los números de catálogo de las aletas dorsales se elaboró un cuadro comparativo entre los meses de muestreo para analizar cuales delfines estuvieron presentes en los cuatro muestreos del año, y para tomar en cuenta algunos aspectos de sus desplazamientos.

Se efectuó un marcaje con cirugía en un individuo liberado de una manada capturada en aguas de Holbox. La captura se hizo con red de cerco de 3 m de profundidad, por 180 m de largo y abertura de 50.8 mm, fabricada de nylon; y lanchas con motores fuera de borda de 75 h.p. Ya sobre la lancha al individuo se le tomaron medidas y se determinó su sexo, posteriormente se mantuvo encerrado por dos días junto con el resto de la manada después de su captura, dentro del agua en cercos de madera y malla metálica ciclónica.

El marcaje con cirugía se hizo de la siguiente manera: se sustrajo al delfín del cerco y de la manada, para colocarlo en la lancha sobre un colchón de hule espuma mojado y se le colocaron mantas húmedas en el dorso para evitar desecación en la piel. Bajo la supervisión de un veterinario especializado se hicieron dos cortes triangulares en el margen posterior de la aleta dorsal, se aplicaron inmediatamente antisépticos cutáneos impermeables en aerosol y antibióticos intramusculares en la base de la aleta dorsal antes de liberarlo en la laguna Yalahau. Se fotografió la aleta dorsal del delfín estando abordo de la embarcación y después a diferentes distancias cuando se le dejó dentro del agua.

El propósito de la técnica anterior fue el tener mayor seguridad de reconocerlo en posteriores "recapturas" fotográficas, poder comparar la efectividad de esta variación de la técnica de fotomarcaje con la ya descrita, y para verificar si un delfín sometido a este tratamiento permanece con la misma manada y en la misma área. Se empleó únicamente un delfín por la dificultad, el esfuerzo y el gran costo que implica capturar delfines.

5.3 DATOS DE CAMPO

Los datos de campo consistieron en registrar la fecha de navegación, hora de inicio y fin de recorrido, distancia mínima de aproximación del (los) organismo (s) a la embarcación, profundidad, número y localización del avistamiento. Se tomó la decisión arbitraria en este trabajo de determinar el inicio de un avistamiento cuando se ve por primera vez al o los delfines y termina cuando dejan de verse por más de 15 minutos por que es muy difícil definir con simple observación si después de este tiempo se tratan de distintos delfines o son los mismos individuos, a excepción de animales con marcas muy conspicuas, aunque aún así puede haber confusión (Würsig y Jefferson, 1990).

Solamente después de procesar el material fotográfico era posible definir si eran o no los mismos individuos entre un avistamiento y otro, siempre y cuando se lograran tomar fotografías bien definidas de las aletas dorsales, pero para efecto del conteo de avistamientos se siguió esta norma. Por otra parte, es poco probable que un tursión permanezca sumergido por 15 minutos sin respirar (Carwardine y Camm, 1995), lo que implicaría que el tursión se ha retirado de la embarcación lejos del alcance de la visión. En el avistamiento pueden presentarse desde un solo individuo a varias manadas.

Las condiciones del clima se registraron en base a la escala Beaufort. Para indicar las coordenadas geográficas del avistamiento se emplearon cartas locales e instrumentos de navegación como loran y brújula; se registró también rumbo y tiempos de navegación. La profundidad se obtuvo con un profundímetro capilar y equipo de buceolibre en lugares de poca profundidad, en lugares de profundidad con cuerda graduada en metros con un lastre en su extremo o se estimó en cartas de navegación a partir de las coordenadas geográficas de las rutas de navegación y avistamientos. Se registró también la distancia mínima de aproximación, que es la longitud menor a la que se logró acercarse con la embarcación a un sólo tursión o manada, tomando como referencia la longitud de la misma lancha. Con las coordenadas geográficas de los avistamientos de cada muestreo, se ubicaron a los mamíferos en cartas de navegación dentro del área de estudio.

Ya que los datos no presentaron una distribución normal, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar si existían diferencias significativas entre el número de individuos fotoidentificados en los recorridos 1, 2, 3 y 4. La prueba es análoga a un análisis de varianza de clasificación simple cuando las suposiciones de una distribución normal no se cumplen (Sokal y Rohlf, 1969; Zar, 1996 y Weigle, 1990). Además, Rabinovich (1980) sugiere que no se emplee una prueba paramétrica (anova) en el caso de que pequeñas congregaciones pudieran encontrarse a su vez dentro de una gran congregación.

Por otro lado, para encontrar si existían diferencias significativas entre el número de individuos de las manadas estimadas "a ojo" en los avistamientos con respecto a los fotoidentificados también se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparación de dos muestras por signos, para encontrar si existían diferencias significativas entre el número de individuos de las manadas estimadas "a ojo" en los avistamientos con respecto a los fotoidentificados.

Para conocer si existían diferencias significativas entre las densidades relativas de los distintos meses de muestreo, también se utilizó la prueba anterior y la de Kruskal-Wallis, para más de dos muestras.

Para determinar si existían diferencias significativas en el número de individuos que conforman a las manadas en distintas profundidades también se realizó una tabla de frecuencias de tamaños de grupos para tres distintas profundidades (2-3 m, 5-10 m y 15-20 m), y para comparar las medianas de éstos grupos se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

5.4 ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO POBLACIONAL

Para estimar el tamaño poblacional se obtuvo la estimación mínima absoluta de tursiones (Darling y Morowitz, 1986), o método de recuento simple, que es una variación del conteo directo de animales por ahuyentamiento. En este caso, las fotografías de las aletas dorsales son una ayuda útil, por que los animales son marcados en la foto a medida que son contados (Buckland, 1987), así se disminuye la posibilidad de contar más de una vez a los odontocetos, cuyas aletas dorsales tienden a ser muy semejantes a la simple observación.

También se empleó el método de la grafica de la tasa de descubrimiento de nuevos cetáceos descrita por Darling y Morowitz (1986), el de captura y recaptura para dos muestras (primavera-verano, otoño-invierno) en el caso de poblaciones cerradas con el estimador de Petersen y el de Chapman (Buckland, 1973). Otro medio empleado fue el método de captura-recaptura para poblaciones abiertas de Jolly-Seber (Seber, 1973; Begon, 1979) y considerando a la población como abierta, homogénea, con nacimientos y muertes (Buckland, 1987).

6.-RESULTADOS

Se registro en la escala Beaufort 0 a 1 en el 97% de los muestreos (78.57 horas). En el resto (3%) varió de 3 a 4 principalmente durante invierno.

6.1 ESFUERZO Y AVISTAMIENTOS

El total de horas de esfuerzo fue de 81 hrs en el muestreo. En abril-mayo de 1993 se navegaron 32.75 horas. En julio de 1993 se observó por 22.75 horas, y para octubre de 1993 fue de 12.75 horas, en febrero de 1994 se navegaron 12.75 horas (Cuadro 3). El kilometraje total navegado fue de 1, 217 km.

En 24 avistamientos, con simple observación, se obtuvo un total de 148 tursiones (145 adultos y 3 críos). De estos delfines observados en los 24 avistamientos se obtuvo una media de 6.16 delfines y una varianza de 41.18), (Cuadro 4)(Apéndice I).

No se pudo obtener fotografías de todos los tursiones en los 24 avistamientos, sino solamente en 14 avistamientos.

6.2 OBSERVACIONES DE CRIOS.

Uno de los críos fue registrado en abril de 1993, otro en octubre del mismo año, y uno en febrero de 1994. Lo anterior no determina una temporada reproductiva específica. En el cuadro 5 se aprecia un análisis comparativo de los críos observados en este trabajo, con respecto a otros en el Golfo de México y Mar Caribe.

6.3 AREAS DE DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA RELATIVA

Las principales áreas de concentración fueron la boca de la Laguna de Yalahau y la zona entre los 21°40'N y los 87°30'W, en la isobata de los 15 m (Fig. 11). Durante el muestreo de abril y mayo los tursiones se observaron principalmente en mar abierto. También fueron vistos mas hacia el oeste entre las isobatas de los 10 m y los 20 m, y en la ensenada que se forma entre Cabo Catoche y Punta Francisca o Mosquito (Fig. 12). En julio se observaron principalmente en la boca de la laguna Yalahau (Fig. 13). En octubre. los individuos solamente se observaron entre los paralelos 87°25' v 87°20' por

5.4 ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO POBLACIONAL

Para estimar el tamaño poblacional se obtuvo la estimación mínima absoluta de tursiones (Darling y Morowitz, 1986), o método de recuento simple, que es una variación del conteo directo de animales por ahuyentamiento. En este caso, las fotografías de las aletas dorsales son una ayuda útil, por que los animales son marcados en la foto a medida que son contados (Buckland, 1987), así se disminuye la posibilidad de contar más de una vez a los odontocetos, cuyas aletas dorsales tienden a ser muy semejantes a la simple observación.

También se empleó el método de la grafica de la tasa de descubrimiento de nuevos cetáceos descrita por Darling y Morowitz (1986), el de captura y recaptura para dos muestras (primavera-verano, otoño-invierno) en el caso de poblaciones cerradas con el estimador de Petersen y el de Chapman (Buckland, 1973). Otro medio empleado fue el método de captura-recaptura para poblaciones abiertas de Jolly-Seber (Seber, 1973; Begon, 1979) y considerando a la población como abierta, homogénea, con nacimientos y muertes (Buckland, 1987).

6.-RESULTADOS

Se registro en la escala Beaufort 0 a 1 en el 97% de los muestreos (78.57 horas). En el resto (3%) varió de 3 a 4 principalmente durante invierno.

6.1 ESFUERZO Y AVISTAMIENTOS

El total de horas de esfuerzo fue de 81 hrs en el muestreo. En abril-mayo de 1993 se navegaron 32.75 horas. En julio de 1993 se observó por 22.75 horas, y para octubre de 1993 fue de 12.75 horas, en febrero de 1994 se navegaron 12.75 horas (Cuadro 3). El kilometraje total navegado fue de 1, 217 km.

En 24 avistamientos, con simple observación, se obtuvo un total de 148 tursiones (145 adultos y 3 críos). De estos delfines observados en los 24 avistamientos se obtuvo una media de 6.16 delfines y una varianza de 41.18), (Cuadro 4)(Apéndice I).

No se pudo obtener fotografías de todos los tursiones en los 24 avistamientos, sino solamente en 14 avistamientos.

6.2 OBSERVACIONES DE CRIOS.

Uno de los críos fue registrado en abril de 1993, otro en octubre del mismo año, y uno en febrero de 1994. Lo anterior no determina una temporada reproductiva específica. En el cuadro 5 se aprecia un análisis comparativo de los críos observados en este trabajo, con respecto a otros en el Golfo de México y Mar Caribe.

6.3 AREAS DE DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA RELATIVA

Las principales áreas de concentración fueron la boca de la Laguna de Yalahau y la zona entre los 21°40'N y los 87°30'W, en la isobata de los 15 m (Fig. 11). Durante el muestreo de abril y mayo los tursiones se observaron principalmente en mar abierto. También fueron vistos mas hacia el oeste entre las isobatas de los 10 m y los 20 m, y en la ensenada que se forma entre Cabo Catoche y Punta Francisca o Mosquito (Fig. 12). En julio se observaron principalmente en la boca de la laguna Yalahau (Fig. 13). En octubre. los individuos solamente se observaron entre los paralelos 87°25' v 87°20' por

CUADRO 3.- HORAS DE ESFUERZO, KMS NAVEGADOS Y AVISTAMIENTOS

MESES	AÑO	HORAS	km NAVEGADOS	AVISTAMIENTOS
ABRIL-MAYO	1993	32.75 hrs	427	10
JULIO	1993	22.75 hrs	346	4
OCTUBRE	1993	12.75 hrs	222	5
FEBRERO	1994	12.75 hrs	222	5
TOTAL:		81hrs	1217	24

CUADRO 4.- DELFINES TOTALES OBSERVADOS Y FOTOIDENTIFICADOS
MEDIAS Y VARIANZAS DE LOS 24 AVISTAMIENTOS

	ADULTOS	CRIVOS	TOTALES AVISTADOS	TOTALES FOTOIDENTIFICADOS
TOTALES	145	3	146	145
MEDIA	6.04	0.125	6.17	6.04
VARIANZA	40.82	0.114	41.2	62.56

CUADRO 5.- OBSERVACIÓN DE CRÍAS Y NACIMIENTOS EN EL GOLFO DE MÉXICO Y CARIBE

AUTOR	INVIERNO			PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			ZONA DE OBSERVACIÓN Y ORIGEN DE PROGENITORES
	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	
Irvine <i>et al.</i> (1981)						X	X						Sarasota, Florida
Aquayo <i>et al.</i> (1987)		X											Progreso, Yuc.
Holmgren (1988)			X	X		X							Laguna de Términos, Camp.
De la Parra (1989)		X		X	X	X	X	X					Isla Mujeres, Q Roo
Weigle (1990)						X	X	X	X	X	X		Tampa, Florida
García <i>et al.</i> (1992)			X			X							Laguna de Términos, Camp
Zacarias (1992)						X		X					Chetumal, Q Roo
Zacarias (1992)										X	X	X	Sian Ka'an, Q Roo
Ortega-Ortiz (1996)	X									X	X	X	Sian Ka'an, Q Roo
De la Parra-Estrella (1996)	X	X									X	X	Holbox, Q Roo
Gómez <i>et al.</i> (1994)										X	X		Holbox, Q Roo
Ibarra y Sanchez (1998)			X	X	X								Tabasco y Cuba
Quintana-Rizo <i>et al.</i> (1998)				X	X	X							Cayos Cedar, Florida
Este trabajo			X		X							X	Holbox, Q Roo
Total de registros	2	3	4	4	4	7	3	3	1	4	6	3	

fuera de la laguna y antes de la isobata de los 20 m (Fig. 14). Finalmente en febrero se observó una distribución similar a la del muestreo de primavera (Fig.15). El patrón observado indica que en julio y octubre las manadas se concentran, y durante abril y febrero se dispersan.

La abundancia relativa basada en el número de individuos avistados y fotoidentificados por cuadrantes de $9 \text{ km} \times 9 \text{ km} = 81 \text{ km}^2$ (25 m.n.^2) fue de 1.78 (0.02 del/ km^2) para abril, de 1.14 (0.013 del/ km^2) para julio, de 3.93 (0.04 del/ km^2) para octubre y de 3.64 (0.04 del/ km^2) para febrero. La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis demostró que no hubo diferencias estadísticas significativas entre las abundancias relativas de todos los muestreos ($p < 0.05$; $g.l.=3$).

6.4 ESTIMACION MÍNIMA ABSOLUTA POR FOTOIDENTIFICACIONES

Se diferenciaron 119 individuos de un total de 191 fotoidentificaciones. De estos 119 fueron fotografiados 52 por vez primera en el muestreo de primavera (43.70%), cinco "capturados" por primera vez en el muestreo de verano (4.20%), 36 en otoño (30.25 %), y 26 en invierno (21.84%) (Cuadro 6, Fig.16).

La eficiencia de fotoidentificación fue del 58.33% en los 24 avistamientos y el de fallas del 41.67%.

De los 119 fotoidentificados, se obtuvo una sola fotografía para 81 delfines, 2 fotografías para 17 de ellos, 3 fotos para 6 y 4 para siete de ellos (Fig.17).

En las 119 fotoidentificaciones se observaron 12 delfines (0.10) cuyas aletas dorsales presentan ectosimbiontes cirripedios del orden Thoracica de acuerdo a la clasificación de Barnes (1977). Uno de éstos delfines es hembra ya que en la fotografía aparece un crío la costado derecho de esta.

La fotoidentificación también permitió distinguir por lo menos cinco (0.04) aletas dorsales cortadas por su mitad o desgarradas severamente. Una de ellas presentó un desgarre aserrado en forma de media luna en su parte posterior, lo que sugiere depredación por tiburones.

La prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparar dos muestras por medio de signos ($p < 0.05$, $g.l.=23$) demostró que hay diferencias significativas entre el número de delfines observados en los 24 avistamientos con respecto a los fotoidentificados en el mismo número de avistamientos, indicando que las estimaciones de la población solo por avistamientos (a ojo) son distintas a las estimaciones con fotografías.

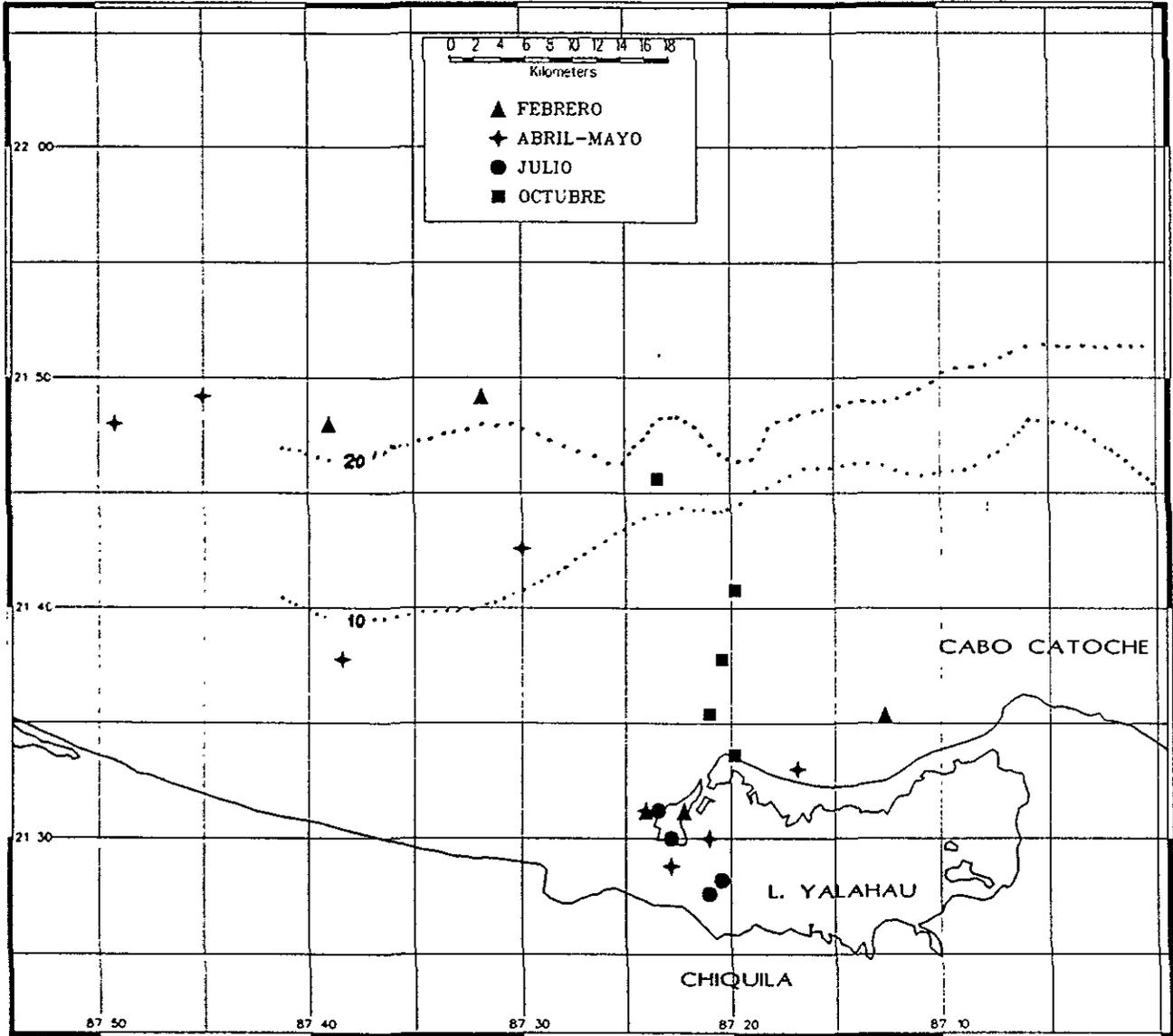


FIGURA 11.-DISTRIBUCIÓN DE LOS AVISTAMIENTOS OBTENIDOS. LAS ESTRELLAS DENOTAN LOS AVISTAMIENTOS DE ABRIL Y MAYO, LOS CÍRCULOS LOS DE JULIO, LOS CUADROS LOS DE OCTUBRE, DURANTE 1993. LOS TRIÁNGULOS SON LOS AVISTAMIENTOS DE FEBRERO DE 1994. LAS LÍNEAS PUNTEADAS SON LAS ISOBATAS DE 10 Y 20 M.

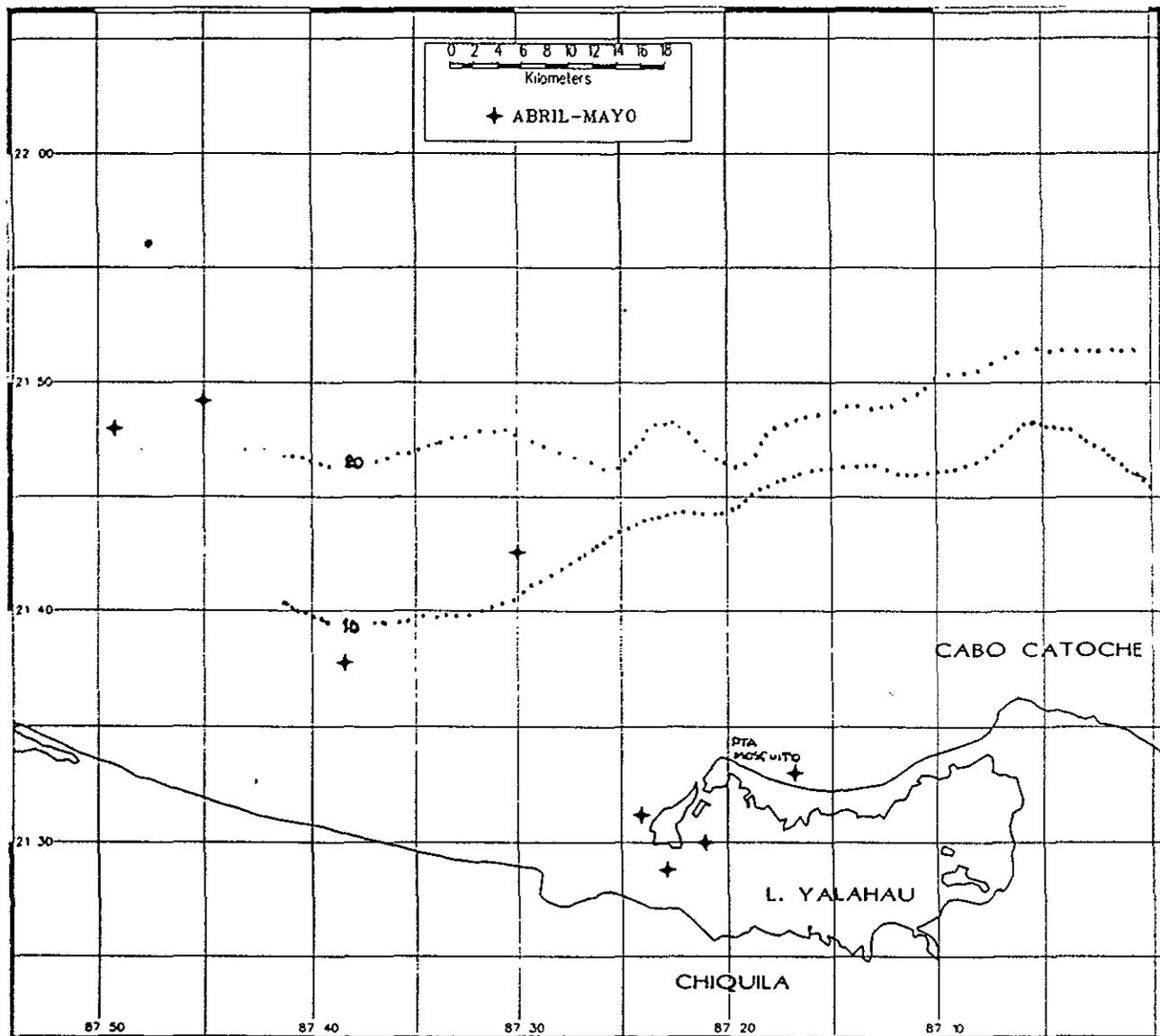


FIGURA 12.-AVISTAMIENTOS DE ABRIL Y MAYO DE 1993. LAS LÍNEAS PUNTEADAS INDICAN LAS ISOBATAS DE 10 Y 20 M.

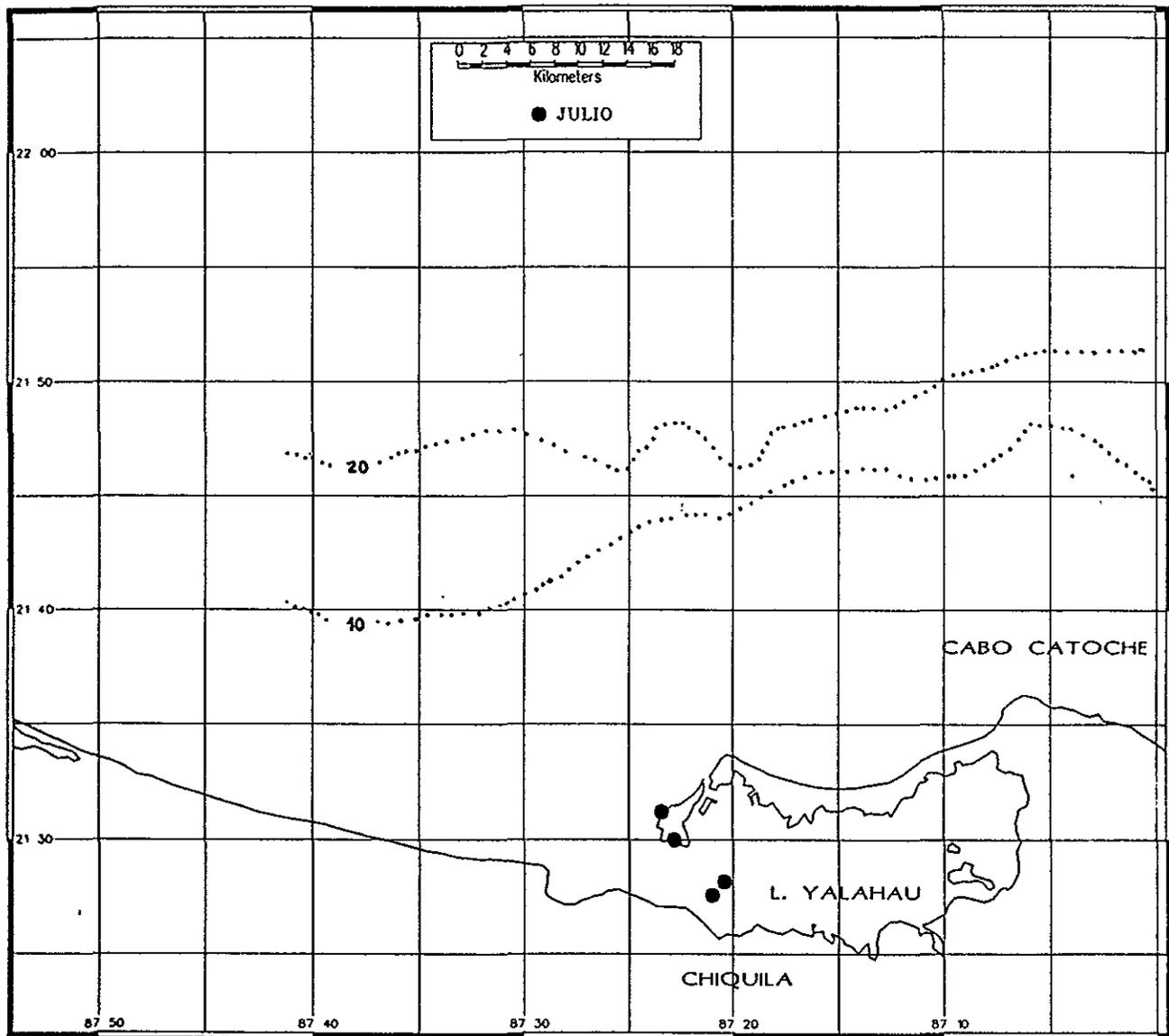


FIGURA 13.-AVISTAMIENTOS DE JULIO DE 1993. LAS LÍNEAS PUNTEADAS INDICAN LAS ISOBATAS DE LOS 10 Y 20 M.

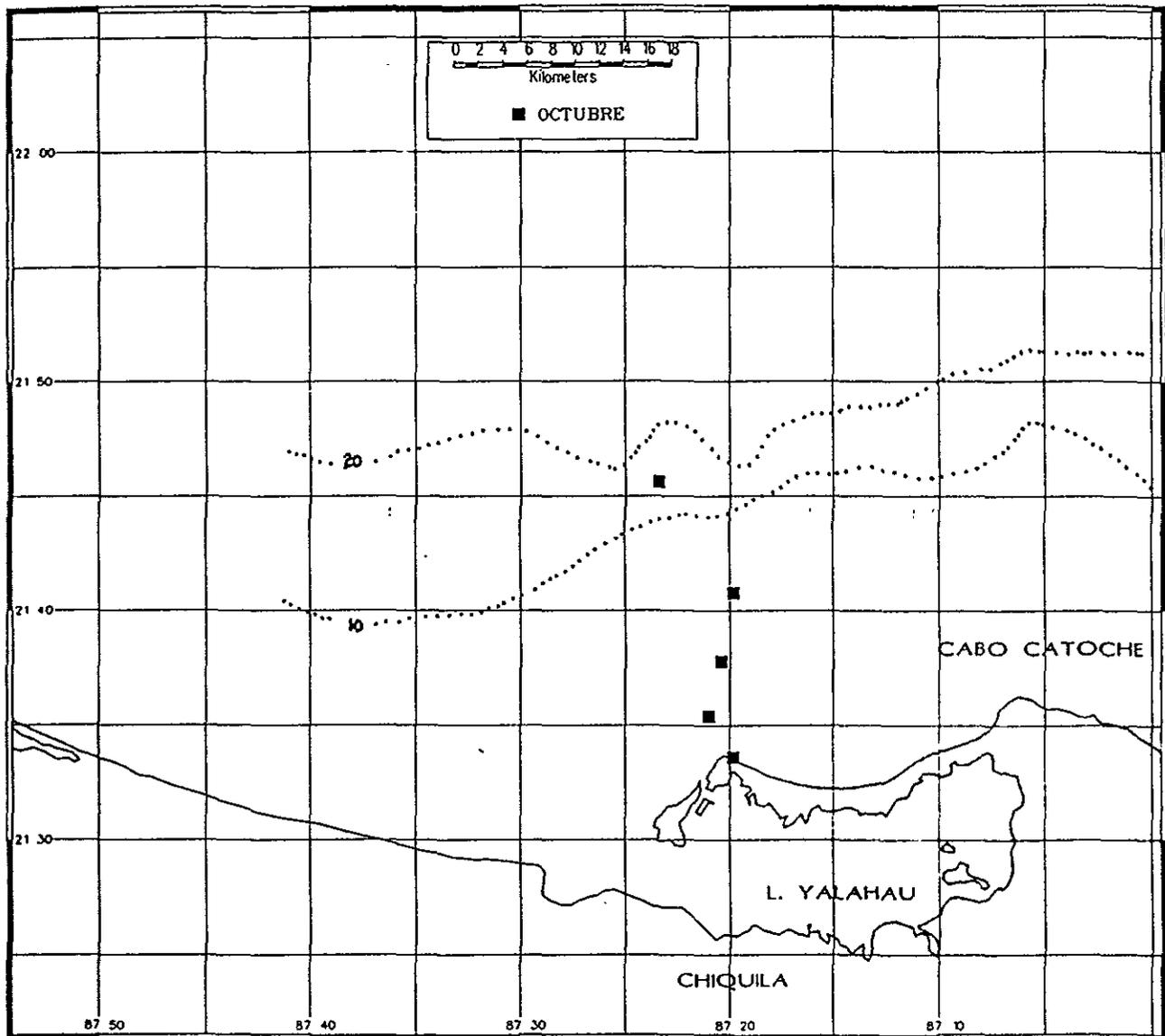


FIGURA 14.-AVISTAMIENTOS DE OCTUBRE DE 1993. LAS LÍNEAS PUNTEADAS INDICAN LAS ISOBATAS DE 10 Y 20 M.

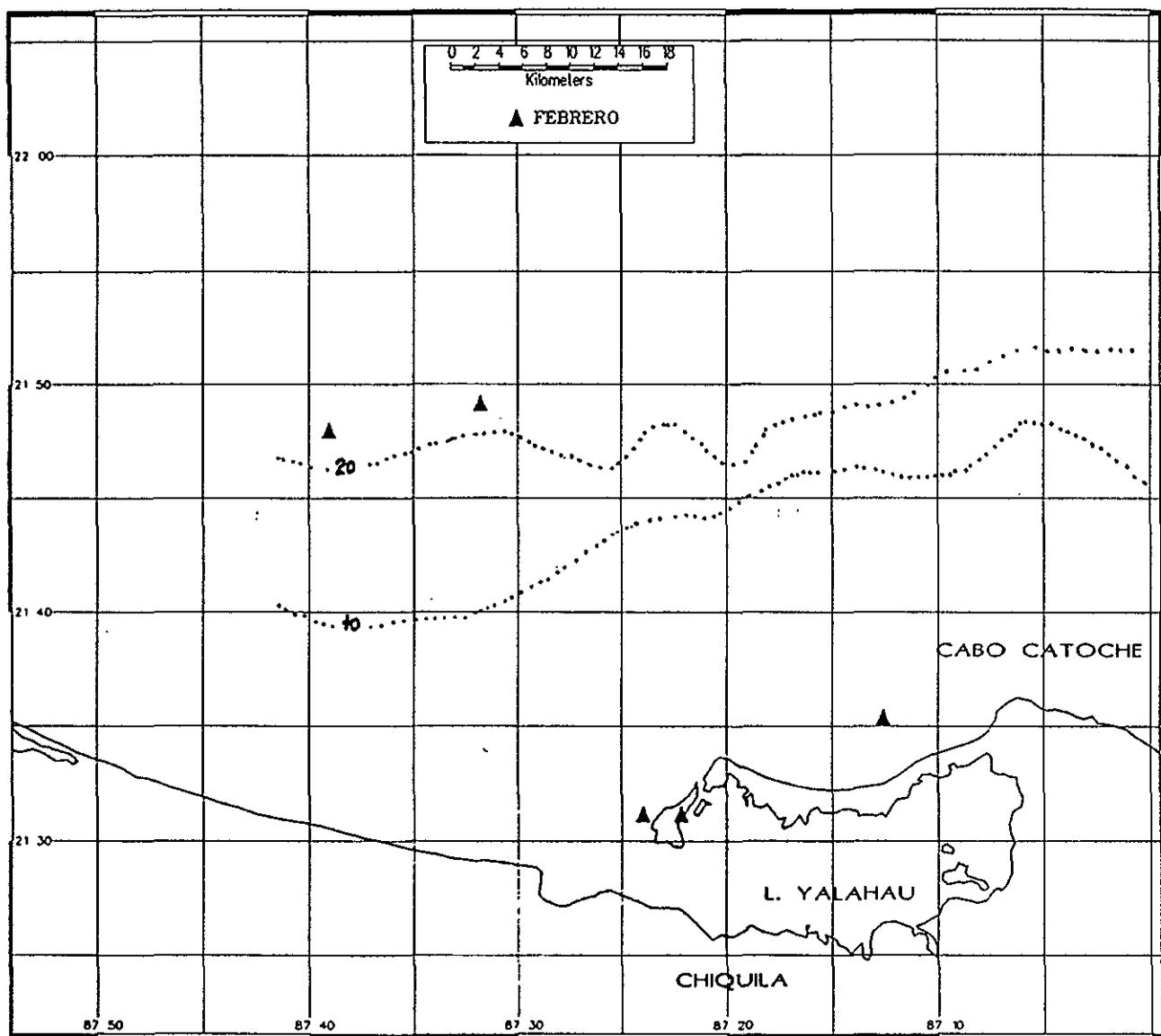


FIGURA 15.-AVISTAMIENTOS DE FEBRERO DE 1994. LAS LÍNEAS PUNTEADAS INDICAN LAS ISOBATAS DE 10 Y 20 M.

CUADRO 6.-DELFINES CAPTURADOS (PRIMERA FOTOGRAFÍA) Y RECAPTURADOS.

NUMERO CONSECUTIVO	CLAVE DE IDENTIFICACIÓN	PRIMAVERA ABRIL, MAYO 93	VERANO JULIO 93	OTONO OCTUBRE 93	INVIERNO FEBRERO 94
1	HX01-26/04/93(01)	21°33'N,87°17'W		21°35'N,87°21'W	
2	HX01-26/04/93(02)	21°33'N,87°17'W		21°35'N,87°21'W	
3	HX01-26/04/93(03)	21°33'N,87°17'W			
4	HX01-26/04/93(04)	21°33'N,87°17'W			
5	HX01-26/04/93(05)	21°33'N,87°17'W		21°46'N,87°23'W	
6	HX01-26/04/93(06)	21°33'N,87°17'W			
7	HX01-26/04/93(07)	21°33'N,87°17'W			
8	HX01-26/04/93(08)	21°33'N,87°17'W			
9	HX01-26/04/93(09)	21°33'N,87°17'W			
10	HX02-29/04/93(10)	21°49'N,87°45'W			
11	HX02-29/04/93(11)	21°49'N,87°45'W	21°31'N,87°23'W		21°48'N,87°39'W
12	HX02-29/04/93(12)	21°49'N,87°45'W			
13	HX02-29/04/93(13)	21°49'N,87°45'W			
14	HX02-29/04/93(14)	21°49'N,87°45'W			
15	HX02-29/04/93(15)	21°49'N,87°45'W			
16	HX02-29/04/93(16)	21°49'N,87°45'W		21°35'N,87°21'W	
17	HX02-29/04/93(17)	21°49'N,87°45'W			21°31'N,87°24'W
18	HX02-29/04/93(18)	21°49'N,87°45'W			
19	HX02-29/04/93(19)	21°49'N,87°45'W			
20	HX02-29/04/93(20)	21°49'N,87°45'W		21°35'N,87°21'W	
21	AC-01/06/91-67(1)	21°49'N,87°45'W		21°35'N,87°21'W	
22	HX02-29/04/93(21)	21°49'N,87°45'W			
23	HX02-29/04/93(22)	21°49'N,87°45'W			
24	HX02-29/04/93(23)	21°49'N,87°45'W			
25	HX02-29/04/93(24)	21°49'N,87°45'W		21°35'N,87°21'W	
26	HX02-29/04/93(25)	21°49'N,87°45'W			
27	HX02-29/04/93(26)	21°49'N,87°45'W			
28	HX02-29/04/93(27)	21°49'N,87°45'W			21°48'N,87°39'W
29	HX02-29/04/93(28)	21°49'N,87°45'W			21°31'N,87°24'W
30	HX02-29/04/93(29)	21°49'N,87°45'W			21°48'N,87°39'W
31	HX02-29/04/93(30)	21°49'N,87°45'W			
32	HX02-29/04/93(31)	21°49'N,87°45'W			
33	HX02-29/04/93(32)	21°49'N,87°45'W			
34	HX02-29/04/93(33)	21°49'N,87°45'W			
35	HX03-29/04/93(34)	21°48'N,87°50'W			
36	HX03-29/04/93(35)	21°48'N,87°50'W		21°35'N,87°21'W	
37	HX03-29/04/93(36)	21°48'N,87°50'W			
38	HX03-29/04/93(37)	21°48'N,87°50'W			21°31'N,87°24'W
39	HX03-29/04/93(38)	21°48'N,87°50'W			
40	HX03-29/04/93(39)	21°48'N,87°50'W			
41	HX03-29/04/93(40)	21°48'N,87°50'W			
42	HX03-29/04/93(41)	21°48'N,87°50'W		21°46'N,87°23'W	
43	HX03-29/04/93(42)	21°48'N,87°50'W		21°46'N,87°23'W	21°48'N,87°39'W
44	HX05-29/04/93(43)	21°43'N,87°30'W			
45	HX05-29/04/93(44)	21°43'N,87°30'W		21°46'N,87°23'W	21°31'N,87°24'W
46	HX06-29/04/93(45)	21°38'N,87°38'W			
47	HX06-29/04/93(46)	21°38'N,87°38'W			
48	HX06-29/04/93(47)	21°38'N,87°38'W		21°38'N,87°20'W	
49	HX06-29/04/93(48)	21°38'N,87°38'W			
50	HX06-29/04/93(49)	21°38'N,87°38'W			
51	HX06-29/04/93(50)	21°38'N,87°38'W			
52	HX10-16/05/93(51)	21°30'N,87°23'W			
53	HX12-16/07/93(52)		21°31'N,87°23'W		
54	HX12-16/07/93(53)		21°31'N,87°23'W		
55	HX12-16/07/93(54)		21°31'N,87°23'W	21°35'N,87°21'W	21°31'N,87°24'W
56	HX12-16/07/93(55)		21°31'N,87°23'W		
57	HX14-18/07/93(56)		21°26'N,87°21'W		
58	HX15-13/10/93(57)			21°35'N,87°21'W	
59	HX15-13/10/93(58)			21°35'N,87°21'W	
60	HX15-13/10/93(59)			21°35'N,87°21'W	
61	HX15-13/10/93(60)			21°35'N,87°21'W	

NUMERO CONSECUTIVO	CLAVE DE IDENTIFICACIÓN	PRIMAVERA ABRIL, MAYO 93	VERANO JULIO 93	OTONO OCTUBRE 93	INVIERNO FEBRERO 94
62	HX15-13/10/93(61)			21°35'N, 87°21'W	
63	HX15-13/10/93(62)			21°35'N, 87°21'W	
64	HX15-13/10/93(63)			21°35'N, 87°21'W	
65	HX15-13/10/93(64)			21°35'N, 87°21'W	
66	HX15-13/10/93(65)			21°35'N, 87°21'W	
67	HX15-13/10/93(66)			21°35'N, 87°21'W	
68	HX15-13/10/93(67)			21°35'N, 87°21'W	
69	HX15-13/10/93(68)			21°35'N, 87°21'W	
70	HX15-13/10/93(69)			21°35'N, 87°21'W	21°48'N, 87°39'W
71	HX15-13/10/93(70)			21°35'N, 87°21'W	
72	HX15-13/10/93(71)			21°35'N, 87°21'W	
73	HX15-13/10/93(72)			21°35'N, 87°21'W	
74	HX15-13/10/93(73)			21°35'N, 87°21'W	
75	HX15-13/10/93(74)			21°35'N, 87°21'W	
76	HX16-13/10/93(75)			21°38'N, 87°20'W	21°48'N, 87°39'W
77	HX16-13/10/93(76)			21°38'N, 87°20'W	
78	HX16-13/10/93(77)			21°38'N, 87°20'W	
79	HX16-13/10/93(78)			21°38'N, 87°20'W	
80	HX17-13/10/93(79)			21°41'N, 87°19'W	
81	HX17-13/10/93(80)			21°41'N, 87°19'W	
82	HX17-13/10/93(81)			21°41'N, 87°19'W	21°48'N, 87°39'W
83	HX17-13/10/93(82)			21°41'N, 87°19'W	
84	HX17-13/10/93(83)			21°41'N, 87°19'W	
85	HX17-13/10/93(84)			21°41'N, 87°19'W	
86	HX17-13/10/93(85)			21°41'N, 87°19'W	
87	HX17-13/10/93(86)			21°41'N, 87°19'W	
88	HX18-13/10/93(87)			21°46'N, 87°23'W	
89	HX18-13/10/93(88)			21°46'N, 87°23'W	21°48'N, 87°39'W
90	HX18-13/10/93(89)			21°46'N, 87°23'W	
91	HX18-13/10/93(90)			21°46'N, 87°23'W	
92	HX18-13/10/93(91)			21°46'N, 87°23'W	
93	HX18-13/10/93(92)			21°46'N, 87°23'W	
94	HX21-24/02/94(93)				21°48'N, 87°39'W
95	HX21-24/02/94(94)				21°48'N, 87°39'W
96	HX21-24/02/94(95)				21°48'N, 87°39'W
97	HX21-24/02/94(96)				21°48'N, 87°39'W
98	HX21-24/02/94(97)				21°48'N, 87°39'W
99	HX21-24/02/94(98)				21°48'N, 87°39'W
100	HX21-24/02/94(99)				21°48'N, 87°39'W
101	HX21-24/02/94(100)				21°48'N, 87°39'W
102	BA-17/02/92(01)				21°48'N, 87°39'W
103	HX21-24/02/94(101)				21°48'N, 87°39'W
104	HX21-24/02/94(102)				21°48'N, 87°39'W
105	HX21-24/02/94(103)				21°48'N, 87°39'W
106	HX24-25/02/94(104)				21°31'N, 87°24'W
107	HX24-25/02/94(105)				21°31'N, 87°24'W
108	HX24-25/02/94(106)				21°31'N, 87°24'W
109	HX24-25/02/94(107)				21°31'N, 87°24'W
110	HX24-25/02/94(108)				21°31'N, 87°24'W
111	HX24-25/02/94(109)				21°31'N, 87°24'W
112	HX24-25/02/94(110)				21°31'N, 87°24'W
113	HX24-25/02/94(111)				21°31'N, 87°24'W
114	HX24-25/02/94(112)				21°31'N, 87°24'W
115	HX24-25/02/94(113)				21°31'N, 87°24'W
116	HX24-25/02/94(114)				21°31'N, 87°24'W
117	HX24-25/02/94(115)				21°31'N, 87°24'W
118	HX24-25/02/94(116)				21°31'N, 87°24'W
119	HX24-25/02/94(117)				21°31'N, 87°24'W

NOTA:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS INDICAN DISTINTAS POSICIONES DE DELFINES FOTODIFERENCIADOS

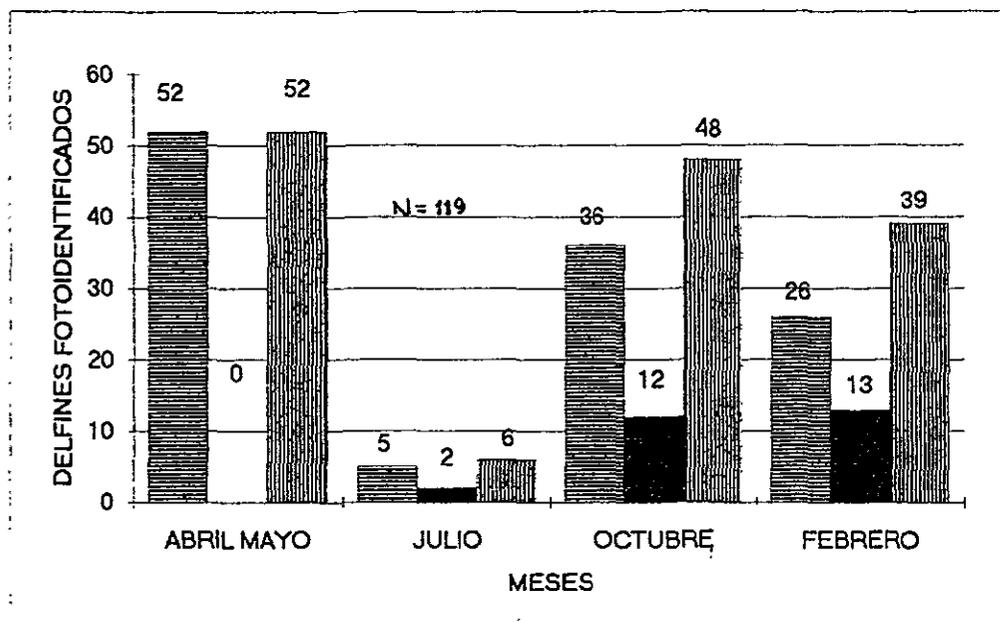


FIGURA 16.-TURSIONES FOTOIDENTIFICADOS EN CADA UNO DE LOS MUESTREOS. ESTAN INCLUIDOS LOS QUE SE FOTOIDENTIFICARON POR PRIMERA VEZ, LOS RECAPTURADOS Y EL TOTAL DE CAPTURADOS Y RECAPTURADOS. LAS COLUMNAS CON RAYAS HORIZONTALES SON DELFINES POR PRIMERA VEZ FOTOIDENTIFICADOS, LAS COLUMNAS CON RAYAS VERTICALES SON LOS DELFINES TOTALES Y LAS COLUMNAS OSCURAS REPRESENTAN A LOS RECAPTURADOS.

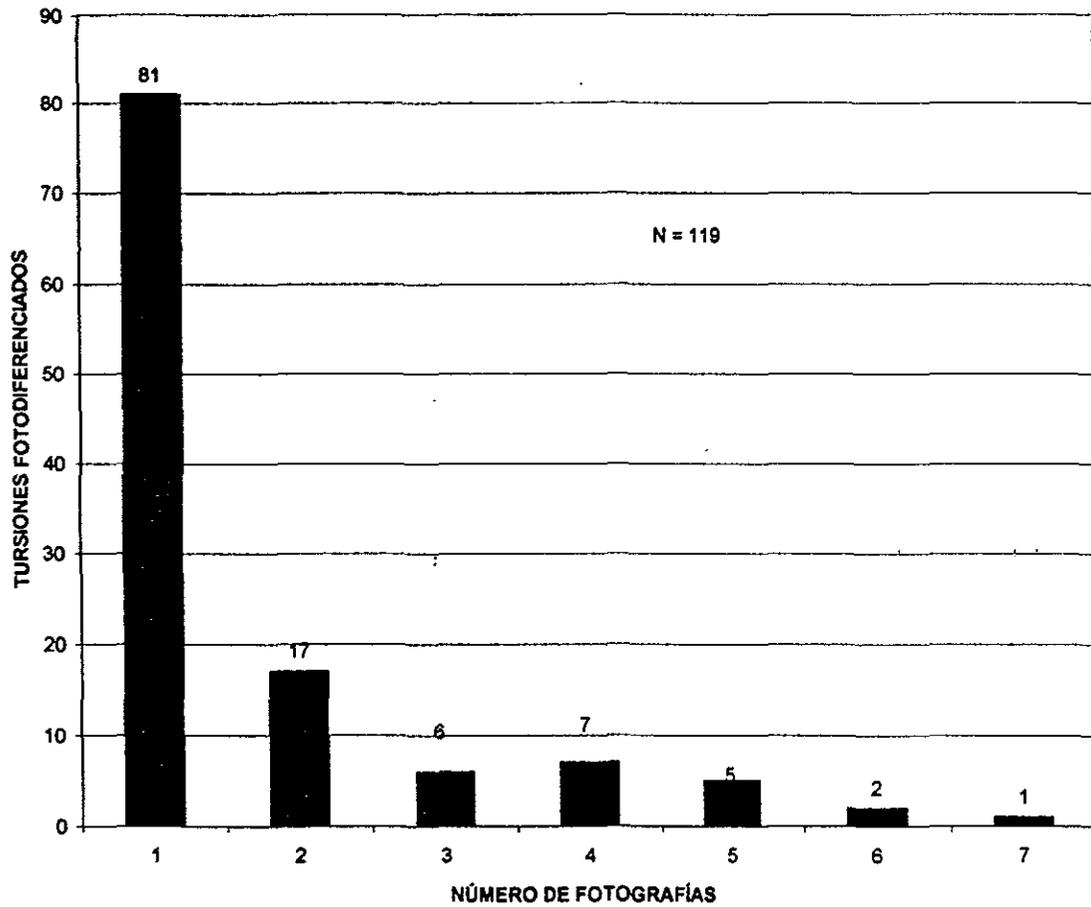


FIGURA 17.-FRECUENCIA DE FOTOGRAFÍAS PARA LOS 119 TURSIONES FOTOIDENTIFICADOS EN TODOS LOS MUESTREOS.

6.5 FIDELIDAD DE DELFINES AL AREA CAPTURAS Y RECAPTURAS FOTOGRAFICAS

Del total de 119 delfines diferenciados, 23 delfines se recapturaron en una o mas ocasiones en los muestreos subsecuentes (19.32%). De los recapturados, 4 delfines se recapturaron en tres ocasiones (3.37%), 19 en dos ocasiones (15.96%) y 96 se vieron en una sola ocasión (80.67%). 97 delfines no fueron recapturados (81.51%).

En los Cuadros 6 y 7, se puede observar que en julio se recapturó un delfin de abril y mayo, en octubre se registraron 12 "recapturados" de abril y mayo, y uno de julio. En febrero se "recapturaron" 8 de abril y mayo, 4 de octubre y uno visto en julio. Por lo tanto la mayor "recaptura" fue en octubre y febrero. No se volvió a "recapturar" a la hembra marcada con cortes de bisturí en la aleta dorsal. Ninguno de los fotoidentificados tuvo presencia en todos los muestreos.

CUADRO 7.-NÚMERO DE DELFINES RECAPTURADOS EN CADA MUESTREO

MESES DE MUESTREO	TOTAL DE RECAPTURADOS	RECAPTURADOS EN ABRIL-MAYO 93	RECAPTURADOS EN JULIO 93	RECAPTURADOS EN OCTUBRE 93	RECAPTURADOS EN FEBRERO 94
ABRIL-MAYO 93	0	0	0	0	0
JULIO 93	1	1	0	0	0
OCTUBRE 93	13	12	1	0	0
FEBRERO 94	13	8	1	4	0
TOTAL	27				

El metodo de estudio permitió distinguir que al menos 4 delfines (3.36%) presentan alta fidelidad, ya que se observaron en tres ocasiones de los cuatro muestreos. Para el resto de los identificados (96.64%), se establece que no presentan alta fidelidad a la zona, aunque no fue posible determinar la proporción de animales que estuvieron presentes pero no visibles. Hay tanto entrada como salida de tursiones a la zona de muestreo, por lo que se puede considerar como una población abierta.

6.6 VARIACION EN LAS POSICIONES DE DELFINES RECONOCIDOS

El fotoreconocimiento y la ubicación geográfica de los avistamientos permitieron distinguir que 10 organismos reconocidos en abril-mayo y que se encontraron dentro de la laguna, se observaron nuevamente por fuera de la misma. En la localidad anterior se observó un tursión que durante abril se ubicaba en los 21°43'N, 87°30'W; es decir, a aproximadamente 15 millas al norte de Punta Caracol.

Cuatro tursiones fotoidentificados se observaron en las coordenadas 21°48'N, 87°48'W cerca de la isobata de los 20 m, y posteriormente en la entrada de la laguna Yalahau, en aguas someras. Uno de esos cuatro fue registrado otra vez en febrero cerca de la isobata de los 20 m, o sea que de un lugar profundo, se movió a un lugar somero y de ahí nuevamente a un lugar profundo (Fig. 18).

El fotomarcaje también permitió distinguir a un delfín fotodiferenciado en la Bahía Ascensión, en la reserva de la Biosfera de Sian ka'an el día primero de junio de 1991 en ésta área de muestreo, su clave de referencia es BA-17/02/92(1).

6.7 NUMERO DE FOTOIDENTIFICACIONES POR RUTA

De las cinco rutas de navegación, fue en la tercera donde se obtuvo el mayor número de tursiones fotoidentificados obteniéndose 97 ("capturados y recapturados"). Se fotoreconocieron 23 en la ruta cuatro; 1 sólo individuo en la cinco, 9 en la ruta dos y en la ruta de navegación uno no se obtuvo ninguno. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la mediana del número de tursiones fotoidentificados por ruta (Fig. 19).

Los promedios de las distancias mínimas de aproximación a la embarcación mostraron una relación inversa con la profundidad (Fig. 20). En el caso del barco con motor de diesel dentro de borda, al menos en dos ocasiones de cuatro, se observó lo contrario.

6.8 TAMAÑOS DE MANADAS

La frecuencia del número de individuos varió desde los organismos solitarios hasta las manadas entre 3 y 33 delfines. El tamaño de manada de tursiones que con mayor frecuencia se observó fue de 3 individuos (Fig. 21). El promedio de individuos en las manadas fue de 6.08 con una desviación estándar de 6.55. Se avistó un grupo de 33 tursiones en la isobata de lo 20 m.

Pudo apreciarse que el tamaño promedio de las manadas en lugares someros (2-3 m) fue de 4 con una desviación estándar de 2.06; en lugares de mediana profundidad (5-10 m) fue de 6, desviación estándar de 2.16. En lugares profundos (15-20 m) fue de 9.4, con una desviación estándar de 10.75. La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis no mostró diferencias significativas en el tamaño de manadas entre las tres profundidades, reflejando que no hay un uso diferencial del habitat en función de la profundidad.

6.9 ESTIMACION DEL TAMAÑO POBLACIONAL

El número mínimo absoluto de delfines en la población es de 119, que son los que se pudieron identificar mediante la fotografía. La tasa de descubrimiento de nuevos cetáceos indica que el número de fotodiferenciados, 119, es significativamente menor que el número teórico de totales presentes (Fig. 22). Esto implica que el tamaño de la población será mayor al valor obtenido aplicando mayor esfuerzo.

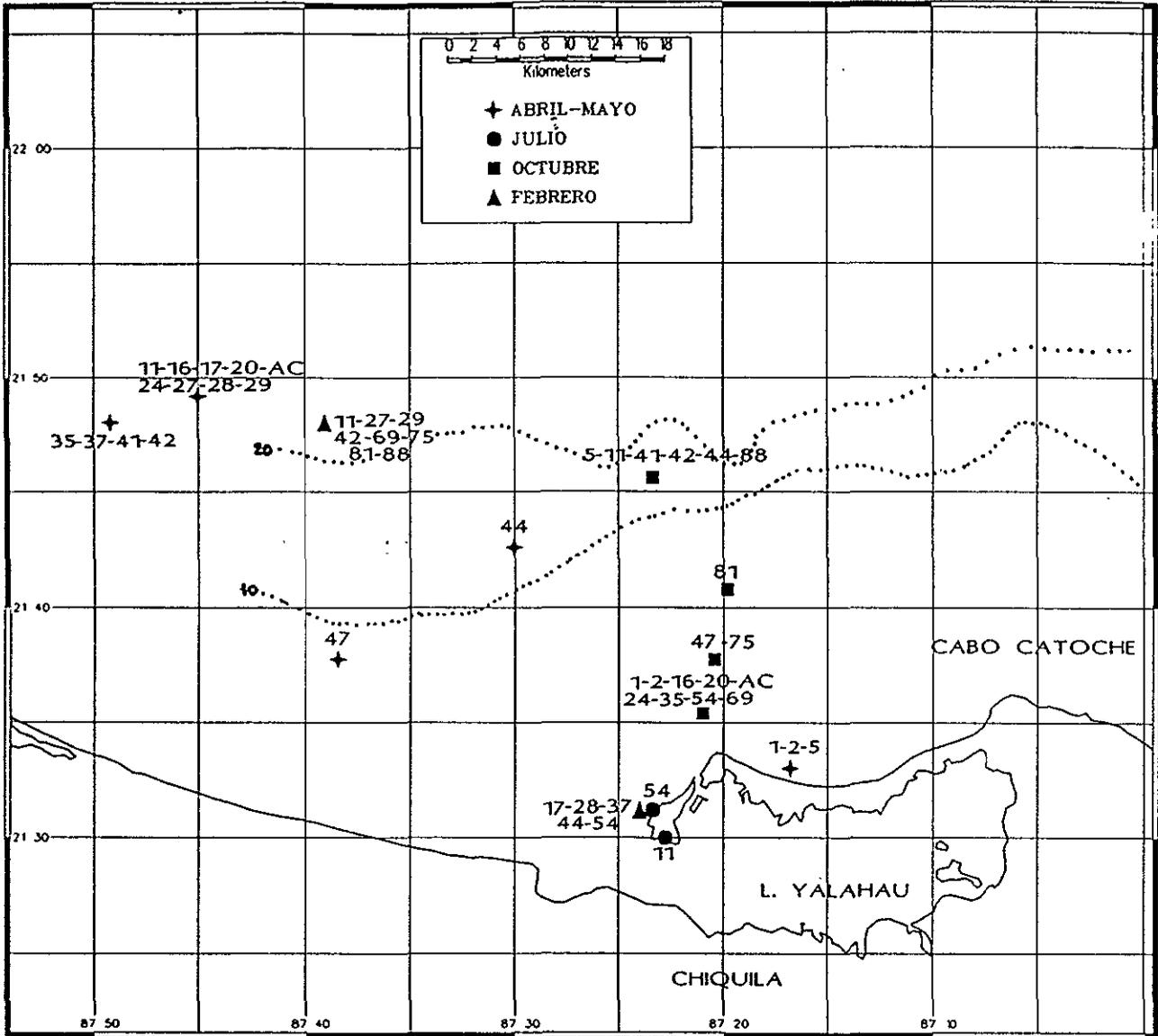


FIGURA 18.-VARIACIÓN EN LA LOCALIZACIÓN DE 22 TURSIONES IDENTIFICADOS. LOS NÚMEROS SOBRE LAS FIGURAS INDICAN EL NÚMERO CONSECUTIVO DE LOS DELFINES FOTOIDENTIFICADOS. ESTOS DATOS NO REPRESENTAN MOVIMIENTOS, SINO LOS DISTINTOS PUNTOS DONDE SE OBSERVÁRON DELFINES YA IDENTIFICADOS EN EL PERIODO DE MUESTREO. LAS LINEAS PUNTEADAS SON LAS ISOBATAS DE LOS 10 Y 20 M.

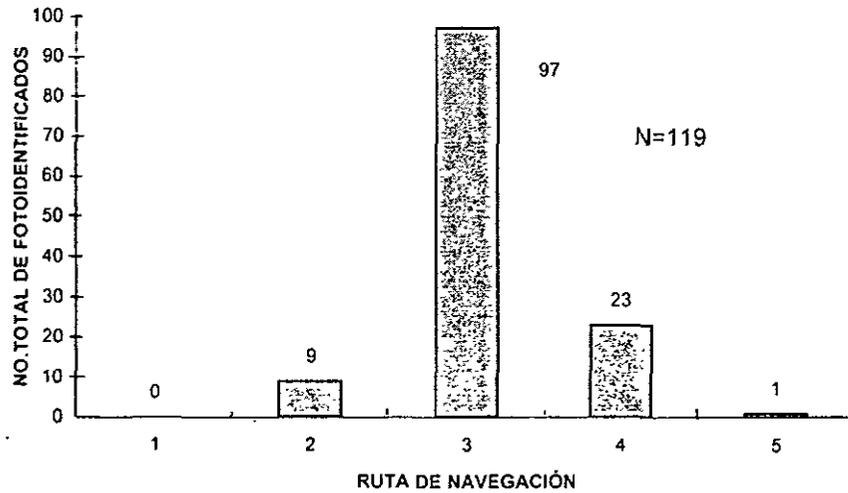


FIGURA 19.- TOTAL DE FOTOMARCADOS Y RECAPTURADOS EN CADA RUTA DE NAVEGACIÓN.

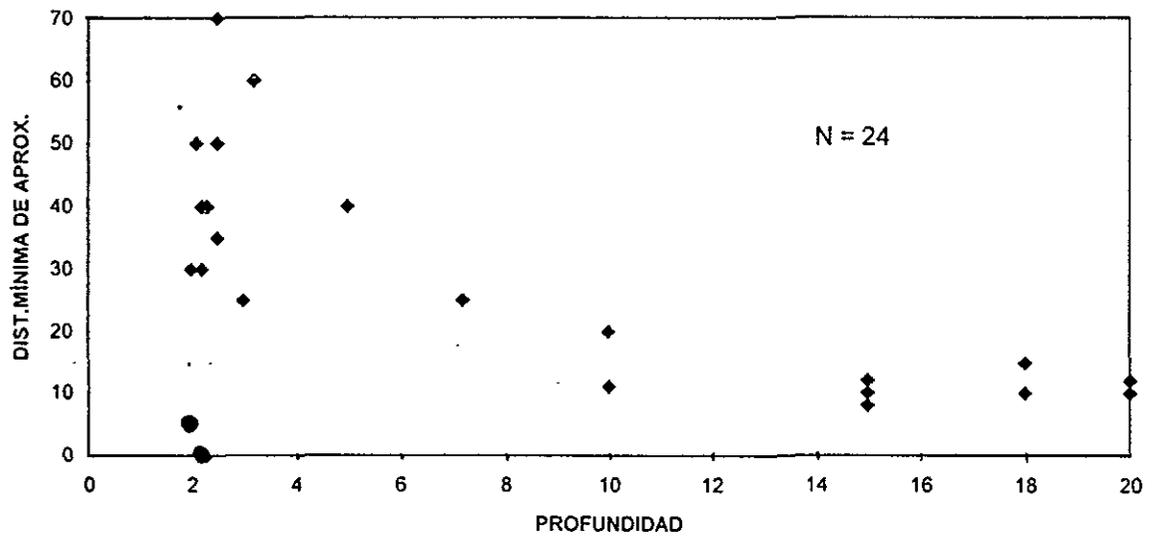


FIGURA 20.- PROMEDIOS Y VALORES PUNTUALES DE LA DISTANCIA MÍNIMA DE APROXIMACIÓN EN RELACIÓN CON LA PROFUNDIDAD. LOS CIRCULOS SON OBSERVACIONES EN BARCO, Y LOS ROMBOS EN LANCHAS.

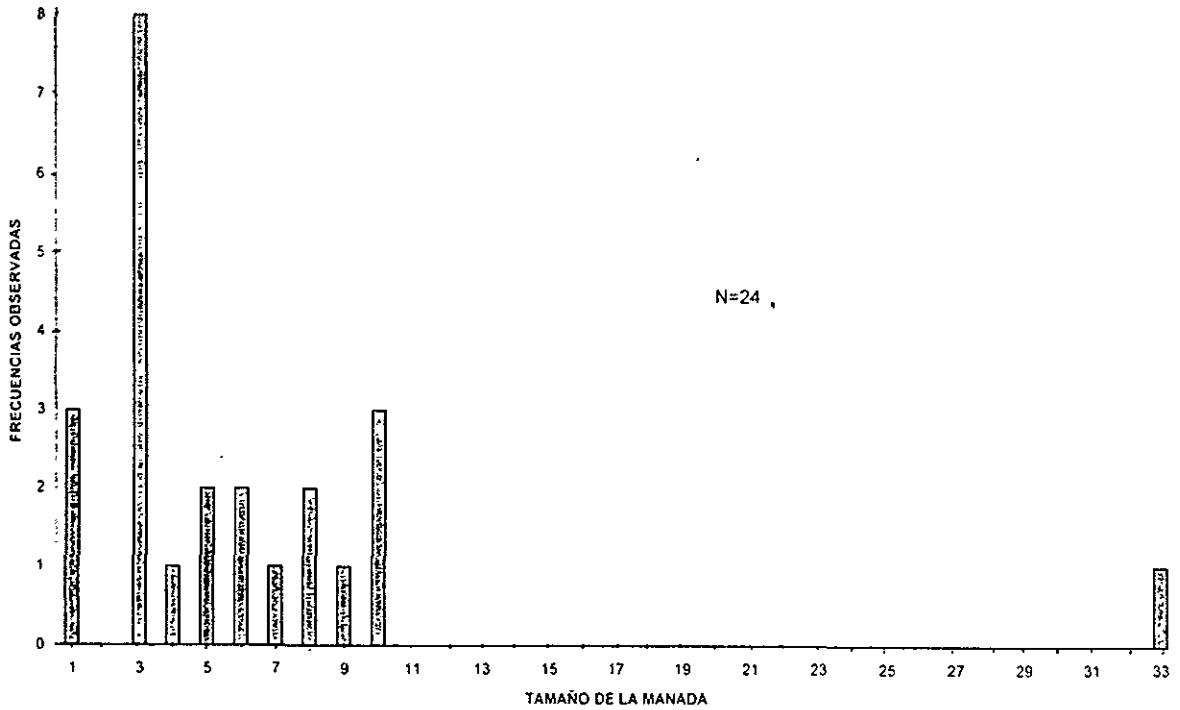


FIGURA 21.-FRECUENCIA EN EL NÚMERO DE INDIVIDUOS QUE COMPONEN A LAS MANADAS DE TURSIONES.

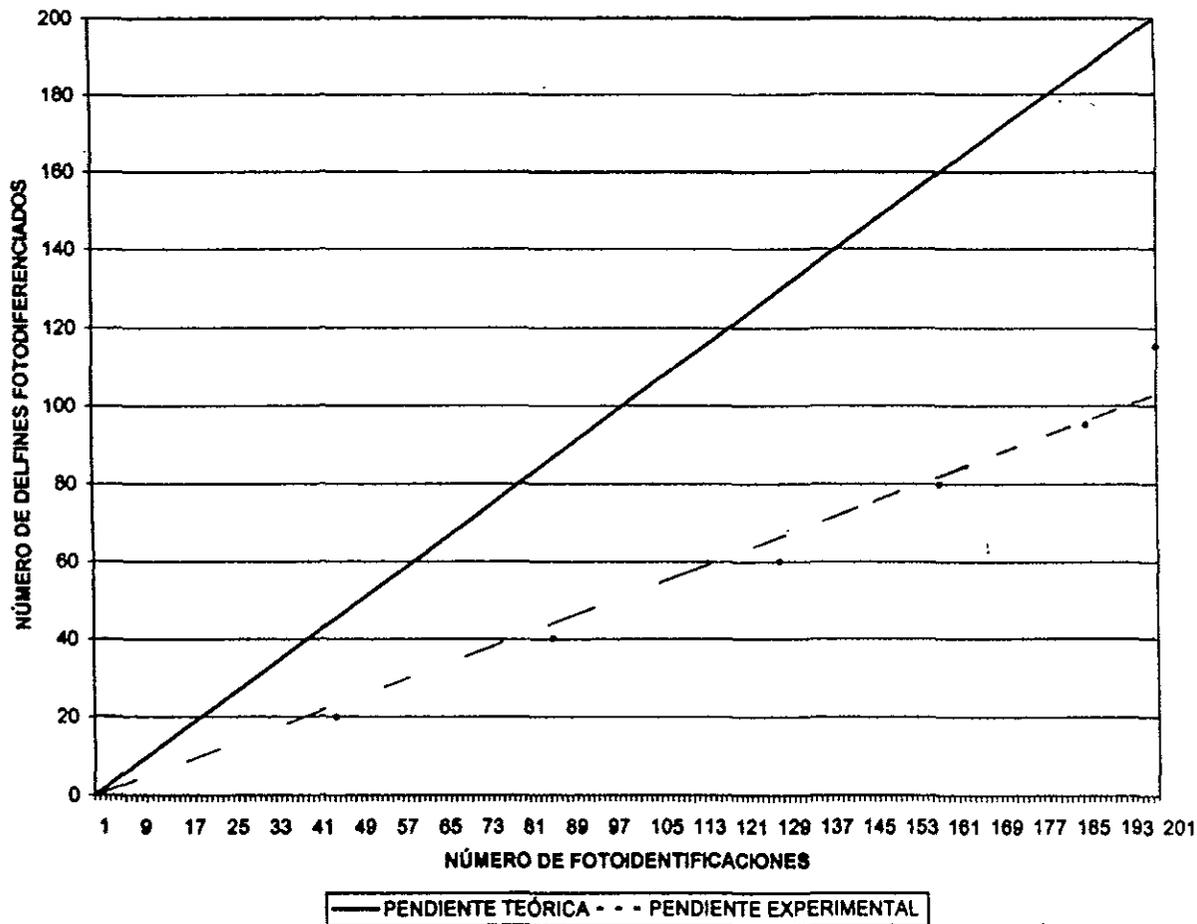


FIGURA 22.-TASA DE DESCUBRIMIENTO DE NUEVOS DELFINES. EN LA PENDIENTE TEÓRICA CADA UNA DE LAS FOTOGRAFÍAS ES UN DELFÍN DISTINTO. LA PENDIENTE EXPERIMENTAL REPRESENTA LO ALEJADO DEL NÚMERO DE FOTOIDENTIFICACIONES EN ESTE TRABAJO, PARA ALCANZAR LA ASÍNTOTA (EL NÚMERO MÁXIMO TEÓRICO DE LA POBLACIÓN)

Bajo el supuesto de una población cerrada, el tamaño poblacional con el estimador modificado de Petersen fue de 199.76 individuos y con el de Chapman de 236.8 con una varianza de 1333.94 (Cuadro 8, Apéndice II).

Considerando a la población abierta, con el método de Jolly-Seber se obtuvo 200 individuos con un error estándar de 6, 420.24, la tasa de sobrevivencia fue de 0.98 con un error estándar de 0.67. Considerando a la población como abierta, con nacimientos y muertes, se obtuvieron 212 delfines (Cuadro 8, apéndice II).

CUADRO 8.- ESTIMACIONES DE LA POBLACIÓN DE DELFINES DE HOLBOX CON DISTINTOS MODELOS DURANTE 1993 Y 1994.

METODOS DE ESTIMACIÓN	ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN	VARIANZA	ERROR ESTANDAR	TASA DE SOBREVIVENCIA	ERROR ESTANDAR DE SOBREVIVENCIA
<i>Número mínimo absoluto</i>	119				
Petersen población cerrada	200				
Chapman población cerrada	236.8	1333.94			
Jolly-Seber población abierta	200		6 420.24	0.98	0.67
Jolly-Seber población abierta. homogénea con nacimientos y muertes	212				

7.-DISCUSION

7.1 ESTIMACIONES POR AVISTAMIENTOS

Las estimaciones por avistamientos, 145 delfines, son mayores con respecto a las fotoidentificaciones, 119 delfines, ya que es complicado diferenciar un tursión de otro en subsiguientes avistamientos, por lo que es muy probable volver a contar individuos que ya lo estaban, generandose una sobreestimación en el número de animales vistos conforme las observaciones aumentan en el transcurso del tiempo, o por el contrario, puede creerse que se está observando a un mismo individuo o manada en varias ocasiones, lo que originaría una subestimación.

Bajo el supuesto de una población cerrada, el tamaño poblacional con el estimador modificado de Petersen fue de 199.76 individuos y con el de Chapman de 236.8 con una varianza de 1333.94 (Cuadro 8, Apéndice II).

Considerando a la población abierta, con el método de Jolly-Seber se obtuvo 200 individuos con un error estándar de 6, 420.24, la tasa de sobrevivencia fue de 0.98 con un error estándar de 0.67. Considerando a la población como abierta, con nacimientos y muertes, se obtuvieron 212 delfines (Cuadro 8, apéndice II).

CUADRO 8.- ESTIMACIONES DE LA POBLACIÓN DE DELFINES DE HOLBOX CON DISTINTOS MODELOS DURANTE 1993 Y 1994.

MÉTODOS DE ESTIMACIÓN	ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN	VARIANZA	ERROR ESTANDAR	TASA DE SOBREVIVENCIA	ERROR ESTANDAR DE SOBREVIVENCIA
Número mínimo absoluto	119				
Petersen población cerrada	200				
Chapman población cerrada	236.8	1333.94			
Jolly-Seber población abierta	200		6.420.24	0.98	0.67
Jolly-Seber población abierta homogénea con nacimientos y muertes	212				

7.-DISCUSION

7.1 ESTIMACIONES POR AVISTAMIENTOS

Las estimaciones por avistamientos, 145 delfines, son mayores con respecto a las fotoidentificaciones, 119 delfines, ya que es complicado diferenciar un tursión de otro en subsiguientes avistamientos, por lo que es muy probable volver a contar individuos que ya lo estaban, generandose una sobreestimación en el número de animales vistos conforme las observaciones aumentan en el transcurso del tiempo, o por el contrario, puede creerse que se está observando a un mismo individuo o manada en varias ocasiones, lo que originaría una subestimación.

La metodología de transectos en banda (Buckland, 1987) es robusta a estos hechos, pero se deben satisfacer los 6 supuestos:

- a) Los transectos están ubicados al azar.
- b) Cualquier movimiento de animales es independiente del observador.
- c) Las distancias y los ángulos con respecto a los animales se miden sin error.
- d) Los animales que están sobre el transecto son vistos con probabilidad = 1.
- e) El número de animales en cada grupo detectado se registra sin error.
- f) Las observaciones son eventos independientes.

Como se ha mencionado en los métodos, el diseño de este trabajo fue para la fotoidentificación, es decir, enfatizando en las técnicas de captura-recaptura, y no para la estimación por transectos en banda. Aún más, para esta última técnica se requiere de dos observadores, un anotador y el conductor de la lancha para poder efectuarla con el menor sesgo y la mayor precisión (Buckland, 1987), por lo que la técnica de muestreo en banda no fue pretendida en este trabajo.

Más adelante se discute el porque los tursiones son evasivos hacia la embarcación sobre la cual se hace el muestreo, pero basta decir por ahora que no se satisface el supuesto b). No se registraron ni distancias, ni ángulos, violando así el supuesto c). Por otra parte, al tener una conducta gregaria y mostrar algunos grupos evasión hacia la lancha, las observaciones dejan de ser eventos independientes y el inciso d) y f) no se satisfacen del todo. En consecuencia solamente son satisfechos los supuestos a) y e). Estas son las razones por las que los avistamientos de 145 delfines son mayores con respecto a las fotoidentificaciones (119), es decir, existió una tendencia de considerar a las mismas manadas como diferentes, produciendo una sobreestimación aunque no muy distinta de las fotoidentificaciones.

Las últimas estimaciones por recorridos en lanchas en laguna Yalahau son las de Delgado-Estrella (1996) quien estimó a través de sus avistamientos 701 toninas en 187.5 horas en 93 avistamientos; en transectos de 1, 663.8 km y las de Lechuga (1996), quien estimó 983 tursiones en 254 horas de navegación en 106 avistamientos en navegaciones de 3, 637.1 km. La gran diferencia en el número de tursiones avistados en esos trabajos con respecto a este (148) se debe a un mayor esfuerzo en el número de observadores, en horas y sobre todo en área recorrida (Cuadro 8).

Sin embargo, en el mismo cuadro puede apreciarse que el número de avistamientos por hora de este trabajo (0.31) es muy similar con el de Lechuga (1996), en donde registro 0.41 con 4 observadores. Pero no hay concordancia con los avistamientos por hora de Delgado-Estrella (1996) donde se obtuvo 5.1 con dos lanchas y 4 observadores (2 en cada lancha). Con respecto a Ortega-Ortíz (1996) los avistamientos por hora (0.32) son muy similares a este trabajo y al de Lechuga (1996), y se empleó la misma metodología para transectos en banda con 4 observadores, sin embargo la zona de muestreo no es la misma por que el estudio se hizo en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, donde se estimaron densidades mucho menores a Holbox (Zacarias, 1992; Ortega-Ortíz, 1996).

El método de muestreo empleado por Lechuga (1996) no fue de transectos en banda y se enfocó más a la fotoidentificación para poder hacer el análisis de Bray-Curtis. Aún cuando se emplearon 4 observadores, en el cuadro 9 se hace evidente que

los avistamientos por hora con un sólo observador, como en el caso de este trabajo, son similares. Así que se presenta una relación similar entre el esfuerzo de navegación con respecto al número de delfines fotodiferenciados, lo que permitiría extrapolar la estimación por avistamientos con un esfuerzo de navegación menor.

CUADRO 9.- COMPARACIÓN DE ESFUERZO, DATOS, AVISTAMIENTOS Y DELFINES OBSERVADOS POR HORA

AUTOR	AÑOS	KMS RECORRIDOS	HORAS NAVEGADAS	NO. TOTAL DE AVISTAMIENTOS	AVISTAMIENTOS POR HORA	TOTAL DE DELFINES OBSERVADOS	TOTAL DE DELFINES IDENTIFICADOS	DELFINES IDENTIF. POR HORA NAVEG
Lechuga (1996)	93 y 94	3636.6	254	106	0.41	983	310	1.22
Delgado (1996)	94 y 95	1663.8	137.45	93	5.1	701	232	1.68
Este trabajo	93 y 94	1217	81	24	0.31	148	119	1.47
Ortega (1996)	94 y 95	1816.4	162.35	52	0.32	192	46	0.28

Los avistamientos por hora de Delgado-Estrella (1996) son mayores a los trabajos antes mencionados (5.1), pero debe resaltarse que aquí se implementó un método adecuado para los transectos en banda. No obstante, bajo las circunstancias en las que se estudió a la población, esto es, capturas y cacería de los delfines antes de los muestreos, no se satisfacen del todo los supuestos ya planteados para este método. Más adelante se discute porque los tursiones responden evasivamente hacia la embarcación sobre la cual se hacen los muestreos.

Las estimaciones de delfines por avistamientos de Delgado-Estrella (1996) y Lechuga (1996) son las segundas más altas en el Golfo y Mar Caribe de México si tomamos en cuenta los trabajos mencionados en los antecedentes (Cuadro 1 y 2). Sin embargo en el cuadro 2, los esfuerzos en la parte norte del Golfo de México son mucho mayores y las técnicas de las estimaciones más precisas, ya que se emplearon transectos aéreos. También se emplearon distintos tipos de embarcaciones, a diferencia de las pangas para pesca, en transectos náuticos. No puede hacerse una conversión en número de individuos por km² de los distintos lugares ya que son los resultados originales del cuadro de la referencia en donde se incluya las zonas donde se realizaron los muestreos para estimar el área, así que para efectos de estandarización y comparación se requeriría de los datos generales para hacer la conversión.

7.2 OBSERVACIÓN DE CRIOS. TEMPORADA REPRODUCTIVA

Un crío fue registrado en abril de 1993, otro en octubre de 1993 y uno en febrero de 1994. Se hace una comparación de los críos observados en otros trabajos en las costas del Golfo de México, el Mar Caribe y en cautiverio (Cuadro 5). De lo anterior podemos resaltar que el principal registro de críos es durante mayo (primavera) y después en octubre (otoño).

Las poblaciones del Golfo de México tienden a tener picos reproductivos en primavera. Es de relevancia que no hay una tendencia reproductiva en octubre (otoño) en Tabasco, Campeche, este de Isla Mujeres en Quintana Roo, Florida y Cuba. En contraste, es relevante la tendencia reproductiva en octubre en Quintana Roo. Tal vez por que es una zona intermedia entre el Golfo de México y Mar Caribe. Esta zona la define Merino (1992) como "Banco de Campeche" o "Plataforma de Yucatán". De ser así, lo anterior indicaría que son poblaciones distintas las de las costas del Golfo de México con respecto a las del Caribe Sur-Occidental. Esto podría explicar por que en Holbox se ven críos tanto en primavera, otoño e invierno en este trabajo y en el de Delgado-Estrella (1996).

Así, Quintana Roo podría ser una zona intermedia entre poblaciones del Golfo de México y Mar Caribe. En estos estudios se fotoidentificó un mismo tursión en Sian Ka'an y Holbox; y los índices de abundancia relativa estimados por Zacarías (1992) en bahías de Sian ka'an, a bordo de avionetas, fueron más variables para cada estación con respecto a las estimaciones de Chetumal y Holbox. Esto podría señalar que las bahías de la Biósfera de Sian ka'an son ocupadas principalmente por delfines transeuntes entre ambas poblaciones. Por su parte Ortega-Ortiz (1996) confirma que los tursiones de la Bahía de Ascensión no presentan una alta residencia y más bien se observan delfines transeuntes. De acuerdo a Wells y Scott (1990) es más probable que encontremos machos en Sian ka'an pues son los que viajan entre poblaciones residentes. Existen hembras con críos en ese lugar, pero deben pertenecer a los pocos animales residentes.

Las observaciones de Gómez-Rubio, Delgado y Ortega (1994) del crío que nació en Xcaret indican que fue el 23 de septiembre de 1992, o sea en otoño. Los delfines progenitores del crío fueron capturados en Holbox, durante julio de 1991 (Zacarías, 1992). El tiempo de gestación es de 12 a 13 meses y a partir de la captura en julio de 1991 a septiembre de 1992 inclusive, hay en total 15 meses. Es decir, que la hembra se apareó en cautiverio 3 o 4 meses después de su captura, o sea, en septiembre o en octubre de 1991. Cabe resaltar en este punto que en Holbox, es precisamente en octubre cuando se observan las manadas menos dispersas, tal como sucede en Sian ka'an. De modo que las congregaciones de las manadas en una zona podrían indicar una conducta reproductiva. Sin embargo, Lechuga (1996) destaca que es en abril y mayo cuando se encuentran la mayoría de los delfines no residentes, de los cuales él ha sugerido que muy probablemente varios de ellos sean machos adultos. El nacimiento del crío en septiembre, observado por Gómez -Rubio *et al.* (1994) y por las crías vistas por Delgado-Estrella (1996) en Holbox abre la alternativa de poder encontrar delfines no residentes o machos también en octubre.

La conducta reproductiva natural de los tursiones en cautiverio no ha sido alterada, como han descrito Small y De Masters (1995) quienes reportan que los delfines *Tursiops truncatus* provenientes de las bahías naturales se aclimataron al cautiverio (incluyendo conducta sexual y alimentación) en un periodo no mayor a los 35 días.

7.3 ESTIMACION MÍNIMA ABSOLUTA POR FOTOIDENTIFICACIÓN.

Para poder llegar con el 95% de confiabilidad al límite del número de miembros que conforman una población de Holbox cada uno debe tener 4 o más fotoidentificaciones muy claras (Würsig y Jefferson, 1990). Se obtuvieron 4 fotografías

o más para cada uno de los 15 delfines, de los 119 diferenciados en total, por lo que estos 119 delfines podrían estar sobreestimados, ya que cada uno de los 104 individuos restantes diferenciados con menos de 4 fotografías tienen una probabilidad menor del 95% de que sean distintos a los 15 delfines con 4 o más fotografías. Lo anterior denota que con el 95% de confiabilidad, al menos 15 individuos forman parte de la población total de estudio, pero no puede hablarse de la misma confiabilidad para el resto de los miembros fotodiferenciados (Ver figura 17).

En contraste, se ha señalado que de los 24 avistamientos en los que se observaron manadas u organismos solitarios, sólo fue posible fotografiar en 14 avistamientos, indicando que probablemente no todos los miembros de la población fueron registrados en fotografías, lo que pudo originar una subestimación.

Como ya se indicó, los organismos diferenciados fueron 119, de los cuales, 15 fueron fotoidentificados por lo menos con 4 fotografías, pero los 104 restantes con menos de 4 fotografías. La probabilidad de obtener las fotografías faltantes para completar 4 fotoidentificaciones de cada animal o la probabilidad de obtener una estimación de la población con el 95% de confiabilidad, se puede calcular con la ecuación multinomial descrita por Darling y Morowitz (1986), y Alvarez (1987), que se describe a continuación:

$$p(i) = [n! / (n-i)! i!] (1/N)^i (1-1/N)^{n-i} \dots \dots \dots (ec.1)$$

donde:

p= probabilidad de fotografiar un delfin

i= número de ocasiones en las que se fotografía a un delfin

n= número de delfines fotoidentificados

N= número total de miembros de la población

Los supuestos son que el número total de miembros en la población no varíe durante la investigación y que la probabilidad de identificar a un miembro de la población será igual para todos los que la componen.

En la figura 17 podemos observar que 81 individuos tienen solamente una fotografía, 17 individuos tienen dos fotografías y 6 tienen tres fotografías. Para estimar la probabilidad de que se obtengan 4 fotografías realizando el doble de esfuerzo (81 horas más de recorridos náuticos), con la ecuación 1 se obtuvo que la probabilidad de fotoidentificar 81 individuos (N), 3 veces más (i), en 14 avistamientos más (n), es de 0.0151 y para obtener dos fotografías más de 17 individuos que ya tienen 2 fotoidentificaciones es de 3.7650. Con esto, podría calcularse teóricamente cuantas horas de recorridos náuticos son necesarios para estimar una población en diferentes porcentajes de confiabilidad, dicho de otro modo, cuanto hay que invertir económicamente en los recorridos en función de la confiabilidad deseada en la estimación de la población. No obstante, no debe perderse de vista que son valores teóricos y no se satisfacen las suposiciones del modelo, pero nos permite darnos una idea del costo aproximado de una estimación con cierto porcentaje de confianza bajo condiciones similares.

Lechuga (1996) estudió ésta misma población durante 1993 y 1994 obteniendo 310 individualizaciones; y también lo hizo Delgado-Estrella (1996) durante 1994 y 1995 fotodiferenciando 232 delfines. En las dos estimaciones anteriores por fotoidentificación nunca se definió que nivel de confianza presentan sus estimaciones mínimas absolutas. Sin embargo, Lechuga (1996) explica en su metodología de la fotoidentificación que "...cuando un tursión es visto en más de una salida, esta es considerada como recaptura". En sus resultados menciona que en 59 avistamientos, de 310 tursiones, 52 fueron vistos en dos o más ocasiones y el resto 258 se vieron sólo una vez. De acuerdo con esto, se pudo diferenciar con una sola fotografía a 258 delfines, y 52 con dos o más fotografías, pero como no aclara cuantas más, se asume que son dos. Esto implica que su estimación mínima absoluta tampoco alcanza el 95% de confiabilidad conforme a lo descrito por Würsig y Jefferson (1990).

Como proposición que se deduce de lo ya demostrado, las estimaciones mínimas absolutas del trabajo de Delgado-Estrella (1996) de 232 delfines, las de Lechuga (1996) con 310 delfines y éste con 119 delfines, al compararse entre sí resultan imprecisas y sesgadas, por lo que estas estimaciones en conjunto son adecuadas solamente para estimaciones relativas. El esfuerzo en los primeros trabajos y el área de muestreo es mayor a éste, y es probable que por ello las estimaciones mínimas absolutas fueran mayores, no obstante el número de delfines identificados por hora indican similitud entre los trabajos. Así que al igual que en el caso de los avistamientos por hora del cuadro 9, se presenta una relación similar entre el esfuerzo de navegación con respecto al número de delfines fotodiferenciados, lo que también permitiría extrapolar la estimación por avistamientos con un esfuerzo de navegación menor (Cuadro 9). No se indican en los trabajos de Delgado-Estrella (1996), ni en el de Ortega-Ortiz (1996), ni en el de Lechuga (1996) el nivel de confianza de las estimaciones mínimas absolutas, a diferencia de este, por lo que esto es un aporte nuevo del trabajo en las estimaciones mínimas absolutas.

Por último, las claves que se emplearon en este trabajo sobre la identificación para el catálogo fotográfico de aletas son distintas a las utilizadas por Delgado-Estrella (1996), ya que se considera innecesario indicar en las fotografías de que especie se trata. En este caso se haría un catálogo por especie. Es tal vez recomendable en lugares donde existen mayor variedad de especies y son abundantes como en el Pacífico norte, pero no es el caso en ésta zona. En este trabajo se le da más importancia a la fecha en que se registra por primera vez al individuo y al número de avistamiento, para así facilitar el observar los movimientos de animales ya fotoidentificados con anterioridad (Cuadro 6). Esto no solo es nomenclatura, ya que es un trabajo enfocado a las técnicas de estimación de abundancia a través de la fotoidentificación específicamente en *Turisops truncatus*, y no se pretendió la identificación de especies como en el trabajo realizado por De la Parra (1989) y Morales y Olivera (1994).

7.4 ESTIMACIÓN DE ABUNDANCIA POR FOTOIDENTIFICACIÓN Y MÉTODOS DE CAPTURA-RECAPTURA.

Krebs (1985) define a una población ecológica como un grupo de organismos de una especie que ocupan un espacio dado en un momento específico, sus límites espaciales y temporales son vagos y en la práctica usualmente los fija arbitrariamente el investigador, siendo una unidad de estudio. Por supuesto, la definición anterior es distinta a la población estadística, Zar (1996); Ludwig y Reynolds (1989) la definen

como la colección completa de medidas acerca de las cuales uno desea inferir conclusiones. Estas inferencias proporcionan conclusiones acerca de tan sólo un grupo de medidas (muestras) de una variable que se está estudiando.

En este trabajo, se consideró abundancia como sinónimo de densidad al igual que Krebs (1985), y cuando se habla de la estimación de abundancia de la población, desde luego se habla de la población ecológica. Así que la densidad o abundancia de la población (determinada arbitrariamente en este estudio) se ve afectada por muertes y/o capturas, inmigraciones y emigraciones, así como nacimientos, lo que determina una población abierta.

Sin embargo, antes de iniciar el estudio planeado para un año, no se sabía con certeza si en este periodo podrían nacer críos sabiendo que la gestación es alrededor de un año y que actualmente hay diferencias de opinión en la literatura sobre la época reproductiva de la especie, pero en general se define a los meses de primavera como el pico reproductivo, como ya se ha discutido. El estudio se inició en abril-mayo por lo que los críos observados podrían ser recién nacidos y estarían por lo menos un año en la zona de estudio suponiendo que habría pocas posibilidades de que nacieran críos en otros meses en base a los antecedentes citados. Antes del estudio se sabía de las capturas y cazas de los delfines y que esto no debía darse durante el estudio, por ello se pensó que en un año las muertes naturales serían insignificantes para la técnica de captura-recaptura, ya que un tursión vive en promedio 25 a 40 años (Wells, 1988) y el trabajo se planteó para un año. Pero se desconocía sobre la depredación por tiburones que más adelante se plantea, y sobre las capturas de delfines durante el periodo de estudio como se describió anteriormente. Se pensó que las manadas observadas se compondrían principalmente de hembras. En la literatura se ha observado que las hembras presentan una alta fidelidad a un área de alrededor de 100 km² (Wells y Scott, 1990) lo que se verá más adelante, y de ahí se dedujo que no habría inmigraciones o emigraciones en la población aquí determinada. Por estas razones se pensó que podría tratarse a la población como cerrada.

No obstante lo anterior, por el bajo grado de fidelidad que presentaron la mayoría de los delfines identificados a la zona de estudio se considera que se trata de una población abierta, por lo que el número total de miembros en la población aquí definida si varió durante la investigación. Con ello concuerdan las observaciones de Lechuga (1996) quien sostiene además, que algunas agrupaciones presentan una conducta de acercamiento hacia la embarcación, mientras que otras presentan conducta de evasión. Similares observaciones se tienen en este trabajo (Figura 19 y 20). Así mismo, Delgado-Estrella (1996) y sus colaboradores tuvieron que eliminar datos de los muestreos pertenecientes a un mes después de las capturas físicas de los delfines realizadas en la laguna de Yalahau durante 1994, debido a la conducta evasiva que presentaron. Todo lo anterior introduce sesgo por esta conducta en las estimaciones, considerando a la población ya sea abierta o cerrada.

En este trabajo la metodología tuvo un esfuerzo menor y pudiese pensarse que a mayor esfuerzo, el número de animales fotoidentificados será mayor. Al respecto, Lechuga (1996) y colaboradores, encontraron que factores climáticos, como la velocidad del viento, la habilidad del fotógrafo, y reflejo solar en la superficie del agua intervienen en la eficiencia de la fotoidentificación. Delgado-Estrella (1996) menciona

que durante el invierno los vientos y lluvias fueron frecuentes en las temporadas de nortes, y aunque no dejaron de hacer observaciones en éstas condiciones, las posibilidades de ver delfines se redujeron notablemente. Otra forma de argumentar lo anterior son los delfines fotoidentificados por hora de navegación observados en el cuadro 9, donde se establece una proporción similar entre los tres trabajos de Lechuga (1996), Delgado-Estrella (1996) y éste (1.22, 1.68 y 1.55 respectivamente), lo que indica que los sesgos introducidos en las estimaciones con esta técnica se puedan deber a los mismos factores ya mencionados.

Siguiendo la línea argumental anterior, en la Figura 19 se distingue gráficamente que de todas las rutas hubo más fotoidentificaciones en la denominada número 3. Las diferencias en el número de tursiones fotoidentificados por ruta ($p < 0.05$ permitió encontrar que éstas fueran significativas de las medianas de los fotoidentificados en los cuatro primeros recorridos. Como se indicó en el método, la ruta 3 se realiza fuera de la laguna, en lugares cuya profundidad varía entre los 10-20 m. Lo anterior podría indicar que la eficiencia de fotoidentificar es mayor fuera de la laguna que dentro de ésta, aunque no es concluyente.

Respecto a lo anterior, existieron varios factores que no permitieron la facilidad en la fotoidentificación, como el buscar a los animales en aguas con olas y espuma, causado por fuertes vientos (aunque se presentaron solamente en el 3% de los muestreos); o por el reflejo del sol en la superficie; por falta de rapidez en el disparo de la cámara, etc. pero el más común de todos fue el que los organismos no se aproximaron lo suficiente para estar al alcance del telefoto, o no presentaron la aleta dorsal el tiempo suficiente para fotografiarles. Esto fue determinante en las fallas de fotografiar a los odontocetos en lugares someros, en donde hay una relación inversa entre la profundidad y la distancia mínima de acercamiento a la embarcación (Figura 20).

En los lugares someros como la boca de la laguna de Yalahau, la conducta de los delfinidos fue sumamente evasiva cuando se navegó en esta parte en lanchas con motor fuera de borda. Esto se hizo evidente durante los muestreos de febrero cuando se emplearon 20 minutos con toda la potencia del motor y con la mejor destreza del motorista para intentar aproximárseles. El resultado fue que las manadas demostraron todo un espectro conductual de evasión, entre figuraron el buscar aguas turbias donde resultaba más difícil verlos bajo el agua; permanecer sumergidos en éstas aguas inmediatamente después de nadar rápidamente en una dirección en la superficie para dejar pasar la lancha que les persigue, y luego emerger y huir en sentido opuesto; o dividirse en varios grupos, en vez de formar uno sólo, y cada grupo toma direcciones distintas. En contraste, también en ésta área existieron manadas que se aproximaron a las embarcaciones sin tanta dificultad y la fotoidentificación se realizó sin ningún contratiempo.

No obstante, durante las travesías para regresar de Holbox a Chiquilá se usó un barco de 10 m de eslora con motor interno de diesel y el barco solamente se empleaba para transportar pasajeros y mercancía entre esos puntos. En dos ocasiones de cuatro veces que se utilizó, los tursiones se aproximaron a medio metro de la embarcación. Los lugareños saben que casi invariablemente los tursiones se acercaban a esa embarcación.

En las navegaciones en lancha con motor fuera de borda en lugares profundos (11-15 m), los tursiones llegaron a aproximarse mas o menos a 1.5 m de la embarcación.

Lechuga (1996) encontró que hay manadas residentes y no residentes en la zona de estudio, lo que explicaría el porque unos delfines son evasivos a las lanchas y otros no. Dicho de otro modo, los delfines que fueron capturados, residentes o no, aprenden a huir al ser liberados, pero pudieron haber manadas tanto residentes como no residentes que nunca fueron capturadas ni perseguidas.

Ahora bien, las capturas en Holbox fueron esporádicas y se llevaron a cabo en lugares someros y cerca de la costa por que es más fácil acorralar a los tursiones con la red de cerco. Se emplean embarcaciones con motores fuera de borda y redes de 150 a 350 m de largo por 4 o 7 m de profundidad, es ésta última dimensión la que obliga a que la captura se haga en aguas someras (2-3 m). De lo contrario, en aguas profundas (10 m o más) los delfines escaparían por debajo del cerco, lo que no sucede con las redes atuneras que presentan una gran "jareta" que al jalarse bloquea la salida por debajo del cerco.

Las investigaciones de Au y Perryman (1982) y las de Hewitt (1985) con helicópteros y barcos de 9.14 m de eslora con motor a vapor, en el pacífico tropical oriental, demuestran que manadas de delfinidos de la especie *Stenella attenuata*, *S. longirostris*, *S. coeruleoalba* y *Steno bredanensis* reaccionan cambiando el rumbo que inicialmente llevaban, a una distancia entre 1 y 5 kilómetros del barco en crucero. El segundo autor indica que el 38% del total de las manadas observadas presentaron conductas elusivas hacia le embarcación. En Sarasota, Florida los delfines mulares o comunes (*T. truncatus*) eran observados cerca de embarcaciones de 7.3 m de eslora, pero los individuos que habían sido capturados y liberados para propósitos de investigación parecieron sensibilizarse: éstos huían cuando la lancha de captura se encontraba a 400 m de ellos (Richardson *et al.*, 1995)

Con todas las evidencias anteriores, resulta muy probable que los tursiones que pertenecen a las manadas capturadas, para luego ser liberados por no satisfacer las condiciones estéticas y merísticas de quienes los capturan, se reconocen en un lugar somero como potencialmente vulnerables de ser capturados, particularmente si hay lanchas con motores fuera de borda. No obstante los delfines deben acudir a estos sitios, entre otros motivos, para alimentarse o para procrear. En contraste, las aguas más profundas representarían lugares con menores posibilidades de ser capturados, al menos en ésta área de estudio.

Todas las evidencias presentadas son importantes para las estimaciones a partir de transectos al azar que suponen un movimiento igual para todos los delfines. Buckland (1987) indica que de existir evidencias de movimientos de atracción a los barcos o lanchas y de convergencia de los delfines al rumbo de las embarcaciones, se sobreestimarán las densidades; o si por el contrario, muestran un comportamiento evasivo con respecto a las embarcaciones se puede conducir a una subestimación de la abundancia, lo que sucedería para el presente trabajo y el de Delgado-Estrella (1996).

En el método de captura-recaptura de Jolly-Seber (Seber, 1973; Buckland, 1987) en el cual se utilizaron las fotoidentificaciones, el error estándar resultó grande (N estimada = 200 y e.e. = 6, 420.24), lo que indicó una baja precisión en la muestra de acuerdo con Davis y Winstead (1987), Buckland (1987) y Ludwig y Reynolds (1988). Esto implica estimaciones imprecisas en cada uno de los muestreos y pudiera deberse a una variación en el número de individuos que entran y salen de la zona de estudio entre cada muestreo. Lechuga (1996) no estimó el tamaño poblacional con sus fotoidentificaciones ya que su trabajo se enfocó más en el dendograma de Bray-Curtis para determinar primero si se trata de una población abierta o cerrada. Delgado-Estrella (1996) no pudo utilizar el método de Jolly-Seber, por tratarse de una población muy grande o por que las manadas presentan poca fidelidad y mucha movilidad en el área.

En suma, son violados tres de los cuatro supuestos de éste modelo, en los que supone:

- a.-Cada animal en la población, ya sea marcado o no, tiene la misma probabilidad de ser capturado en la i -ésima muestra. Ya se señaló que algunos delfines evaden y otros se aproximan a las lanchas.
- b.-Cada animal marcado tiene la misma probabilidad de sobrevivir de la i -ésima muestra a la $(i-ésima + 1)$ muestra, y de estar en la población al tiempo de la i -ésima muestra, dado que esta vivo y en la población inmediatamente después de la i -ésima liberación. Esto no se cumple porque de los animales fotodiferenciados en la primera muestra (i -ésima), de éstos, algunos fueron capturados antes de terminar los muestreos o se alejaron del área, y no existirían a la $(i-ésima + 1)$ muestra. Esto último no es una suposición pues existe la evidencia de que la hembra que se capturó y se marcó con cortes quirúrgicos en la aleta dorsal no se volvió a observar ni a “recapturar”, dicho de otra forma, si los delfines pasan por una experiencia estresante aún cuando no se les haya hecho cortes en la aleta dorsal, pueden alejarse de la zona en la que vivieron ese evento.
- c.-Los animales marcados no pierden sus marcas y todas las marcas son reportadas en la recuperación. Ya se ha señalado la posible depredación por tiburones o el cortarse las aletas dorsales con redes de pescadores, así los delfines pueden perder sus marcas naturales iniciales.

Buckland (1987) sugiere que los reconocimientos aéreos pueden ser más apropiados en éstos casos. Agrega también que los estimadores de captura-recaptura para poblaciones con nacimientos y muertes son válidos si se cumple el supuesto de que cada animal tiene la misma probabilidad de ser capturado en las siguientes muestras.

Con los argumentos anteriores no se pretende decir de ningún modo que el método de Jolly-Sebers no es válido, si no que simplemente no se cumplen los supuestos requeridos para aplicarlo dada las conductas y circunstancias presentadas por la población estudiada. Por otra parte, de acuerdo con la experiencia de Delgado-Estrella (1996), es necesario aún todavía un mayor esfuerzo en tiempo para obtener, por lo menos, resultados de los cálculos con este método.

7.5 POSIBLE CONSECUENCIA SOCIOECONÓMICA REGIONAL DE LAS CAPTURAS DE DELFINES.

El 5 de junio de 1994, el Instituto Nacional de Ecología estableció el “Área de Protección de Fauna y Flora Silvestre Yum Balam” en el municipio de Lázaro Cárdenas, dentro de la cual quedan incluidos ecosistemas marinos como la Laguna de Yalahau. Este decreto estableció un programa de manejo de debía tener entre otros incisos el de las normas para el aprovechamiento de la flora y fauna silvestres y acuáticas, de protección de los ecosistemas, así como las destinadas a evitar la contaminación del suelo y de las aguas. El objetivo del decreto fue lograr que esta área de conservación sirviera para mantener la biodiversidad y los ecosistemas encontrados en ella, así como para sustentar la generación de bienes y servicios que permitieran mejorar la calidad de vida de los pobladores de la misma a nivel regional (Apéndice III). Por otra parte, uno de los grandes problemas de la sobrepoblación en las ciudades es la afluencia de gente de los poblados circunvecinos al no tener trabajo o ingresos suficientes en su región.

Desde un principio, se habló sobre las cuatro agencias de turismo que llevan extranjeros y nacionales a Holbox, y se mencionó sobre el incipiente estado actual de este turismo y su gran potencial. Independientemente de las consecuencias que pueden tener las capturas reales de los delfines mulares antes de las estimaciones en los parámetros de la población, es evidente que éstas no favorecen al ecoturismo local, precisamente por la evasión de los delfines que ya han sido capturados en embarcaciones con motores fuera de borda, en las cuales también se transporta al turista. La consecuencia obvia es que no se logra parte de la generación de bienes y servicios que permiten mejorar la calidad de vida de los pobladores, y en un futuro una posible contribución a los problemas de sobrepoblación en Mérida y Cancún.

7.6 DISTRIBUCION Y FIDELIDAD AL ÁREA.

El sitio de concentración de las manadas por fuera de la laguna de Yalahau se ubica entre los 87°18'W y 87°33'W y al sur de la isobata de los 20 m. En contraste, no hubo avistamientos al este de los 87°10'W hasta la costa occidental de isla Contoy, donde las aguas son más claras sobre todo entre Boca Iglesias y la isla Contoy. Ballance (1992), encontró que los avistamientos de delfines *Tursiops truncatus* para el Mar de Cortéz son mucho menores en costas rocosas, con aguas mayores de 10 m de profundidad y claras, que en agua turbias y someras como los estuarios.

Con respecto a lo anterior, en otros trabajos (Aguayo *et al.* 1986, Morales y Olivera, 1994 y Zacarías, 1994) se han observado concentraciones de tursiones y estenelas moteadas (*Stenella sp.*) principalmente al norte de Cabo Catoche, cerca de las áreas de captura de camarón, donde Merino (1992) ubica el afloramiento, es decir, en aguas turbias. Además, en Holbox se han observado varamientos y restos óseos de otros odontocetos de hábitos más oceánicos como *Kogia simus*, *Ziphius cavirostris*, y *Stenella sp.* indicando que la surgencia influye de forma importante en la distribución de los tursiones, y de otros odontocetos, en la plataforma continental de la Península de Yucatán.

Los odontocetos ocuparon principalmente la boca de la laguna de Yalahau, en el extremo oeste de la isla Holbox. En este sitio, sobre todo en primavera y verano, el agua fue muy turbia en contraste con la costa y mar abierto, aunque no se midió turbidez.

En la boca de Yalahau, alrededor del extremo oeste de Holbox, se forma un canal. En este sitio se observó desde tierra en una ocasión, que durante la pleamar diurna se crea una corriente hacia adentro de la laguna Yalahau y se vieron tursiones entrando a la laguna desplazándose en la dirección de la corriente.

Shane (1980) encontró en costas de Texas, una tendencia de los tursiones de moverse contra corriente de la bajamar, y que estos las aprovechan para alimentarse. Lo anterior también fue reportado por Ballance (1992) en el mar de Cortéz y por Zacarías (1992) en bahía de Chetumal durante 1987 y 1988. Sin embargo, en este trabajo no se encontró relación entre las fechas y horas de los avistamientos con el descenso o ascenso de marea estimados en el calendario gráfico de mareas para Progreso y Cozumel (UNAM, 1993 y UNAM, 1994), aunque, como se mencionó en el párrafo anterior, solamente en una sola ocasión mostraron desplazamientos en favor de la corriente, pero esta única observación no es opuesta, ni sustenta a lo observado por los autores citados.

Una manera indirecta de determinar residencia es la presencia de cirripedios. En las fotoidentificaciones se observó que hay delfines cuyas aletas dorsales presentan ectosimbiontes cirripedios del orden Thoracica de acuerdo a la clasificación de Barnes (1977) pues es el único orden de cirripedios que parasita a los cetáceos. Esto no se observó ni en bahía de Ascención, ni en Chetumal (Zacarías, 1992). Ridgeway (1972) describe a los géneros *Conchoderma* sp., *Xenobalanus* sp y *Cryptolepas* sp como los cirripedios simbioses de cetáceos. Al ser crustáceos filtradores, muestran preferencia por vivir en aguas con bastantes nutrientes en suspensión (Barnes, 1977), lo que indica que al menos los tursiones con esas características pudieran ser residentes por largos periodos en aguas con suficiente concentración de nutrientes, como para permitir la sobrevivencia de dichos simbioses como es el caso de la Laguna Yalahau. La surgencia descrita por Merino (1992) es causante en gran parte de la presencia de nutrientes en la zona, por lo menos durante la primavera y el verano cuando se aproxima más a la costa, lo que podría influir indirectamente en la residencia de tursiones al área.

A través de la fotoidentificación no es posible distinguir sexos, y esto podría hacerse solamente capturando a los animales o teniendo observaciones bajo la superficie en aguas muy claras o cuando una cría acompaña muy de cerca a un individuo adulto. Sin embargo, Wells y Scott (1990) describen que las manadas se componen principalmente de hembras y críos. Estas presentan mayor fidelidad en las costas de Sarasota, Florida. Los críos de ambos sexos tienden a permanecer en las áreas de movimiento cuando menos hasta que alcancen la madures sexual, pero pueden estar también más tiempo. Esta última circunstancia permite inferir que los delfines con crustáceos simbioses en las aletas dorsales pueden ser, si no los críos juveniles, las hembras residentes al área de movimiento, como en el caso de la fotoidentificación HX17-13/10/93 (89). Se propone entonces que para verificar la inferencia de que los simbioses pueden servir para determinar el sexo en los delfines, se utilicen las fotoidentificaciones de los delfines que presentan cirripedios en las aletas dorsales para localizarlos en aguas claras, es decir, fuera de la laguna y en mar abierto, y determinar por medio del buceo libre y con cámaras submarinas el sexo del animal correspondiente a la aleta dorsal identificada del mismo y establecer si hay correlación o no.

Se recapturaron fotográficamente cuatro delfines al menos en tres de los muestreos por estación, y al menos estos presentan alta fidelidad a la zona. Sin embargo, ninguno de los fotoidentificados estuvo presente en todos los muestreos, pero la ausencia de prueba en uno de los muestreos no es prueba de ausencia, es decir, no se puede asegurar que no estuvieron ahí en los cuatro muestreos.

No se volvió a recapturar a la hembra marcada con cortes de cirugía en la aleta dorsal, de modo que el utilizar marcas de este tipo puede indicar tres alternativas: que los ahuyentan del lugar por lo menos todo un año; que pueden mantenerse sumergidos y apartados de la embarcación, o que simplemente murieron.

La primera alternativa es probable pues en la sección donde se discute sobre la violación a tres de los cuatro supuestos para estimar la población con el método de captura-recaptura de Jolly-Seber se planteó la factibilidad de la ausencia de los animales en lugares donde experimentaron situaciones de estrés. No obstante, esto se opondría a lo señalado por Lockyer y Morris (1990) pues el uso de ésta técnica experimental en *Orcinus orca* fue exitosa con cicatrices que duraron por más de 7 años para reconocerlas, y esto apoyaría la segunda alternativa aunque difícilmente los delfines permanecen por más de 15 minutos sumergidos en el agua si es que se encuentran cerca de la embarcación. Ya se ha planteado que si es posible que se alejen de la lancha. Se piensa que difícilmente podría darse la tercera opción, por que como se explicó en la metodología, se usaron antibióticos y antisépticos, se verificó que la hembra se alejara nadando en buenas condiciones del lugar, y si hubiese fallecido, el cadáver se hubiera visto en las playas del lugar o en el mar por los pescadores quienes tenían conocimiento de los trabajos que se hicieron como para avisar a alguno de los investigadores. Lockyer y Morris (1990) reportan que el intento de cortes quirúrgicos en las aletas de delfines mulares para reconocerlos condujo a problemas con sangrados, sin indicar muertes.

Ballance (1992) plantea que los tursiones en el Mar de Cortéz, cerca de la isla Tiburón, tienden a ser menos residentes que en Sarasota, Florida, y esto se lo atribuye a las diferencias en habitats. Propone que los grandes sistemas estuarinos de la costa oeste de Florida sostienen recursos pesqueros permanentemente, permitiendo la fidelidad de las manadas al lugar; en cambio, la costa del Mar de Cortéz presenta solamente recursos pesqueros más efímeros y de forma temporal obligando a los bufeos a moverse en áreas más amplias en búsqueda de alimento teniendo como consecuencia poca fidelidad a los sitios con estuarios efímeros limitados a la temporada de lluvias. La proposición de Delgado-Estrella (1996) explica que tal vez en los meses de junio, julio y agosto las lluvias aportan nutrientes desde tierra favoreciendo el aporte de presas para los tursiones y con ello el aumento de delfines en esa temporada.

En el estado de Quintana Roo, los meses de lluvias no son solamente de junio a septiembre. En la temporada de nortes durante mediados de noviembre, diciembre, enero y febrero las masas de aire frío sin humedad que provienen del norte de Canadá y Estados Unidos chocan con las masas de aire caliente y cargadas de humedad que vienen del sur o sureste, provocando condensación y precipitación pluvial en la zona. Esto implica que el aporte de nutrientes por lluvias no se limita solamente a junio, julio, agosto y septiembre, como lo plantea Delgado-Estrella (1996), sino también a diciembre, enero, febrero y mediados de marzo.

Es decir, que hay otros factores que determinan los movimientos y fidelidad de los tursiones al área, tales como surgencias como la descrita por Merino (1992), corrientes, mareas y contragiros. En esta zona más bien hay una combinación entre lo descrito por Ballance (1992) en isla Tiburón en el Pacífico Mexicano, y lo propuesto por Delgado (1996). Esto supondría una alta residencia de los delfines a la zona, pero hay animales tanto residentes como no residentes y los últimos no se presentan durante los nortes, pero sí durante abril y mayo (Lechuga, 1996), precisamente cuando hay muy pocas lluvias. Tal vez los no residentes se desplazan siguiendo a sus presas las cuales a su vez siguen las aguas con altos índices de nutrientes. Merino (1992) indica que cuando se retiran las aguas ricas en nutrientes son precisamente en octubre y diciembre. En el caso de los residentes, podrían aprovechar la variedad de presas que se presentan según las circunstancias climáticas de la temporada, ya sean lluvias, secas, frío, vientos o de aproximación de los nutrientes.

7.7 DESPLAZAMIENTOS

El delfín observado en bahía Ascención el día 17 de febrero de 1992 y en Holbox el día 29 de abril de 1993, no presentó cicatrices, ni elementos de identificación, a excepción de la forma de la aleta y que en su dorso del lado izquierdo, en la base de la aleta, se observa una mancha que lo caracteriza y que se ha designado como "chevron" en la fotoidentificación de rorcuales y orcas (Sugarman, 1984; Enriquez-Paredes, 1994). Esto sugiere que se pudiera tratar de un macho juvenil que se desplazó de Bahía Ascención a Holbox. Se piensa que es un juvenil por que Lockyer y Morris (1990) encontraron que los delfines adquieren marcas y cicatrices regularmente conforme va pasando el tiempo.

Este desplazamiento implicaría un recorrido de aproximadamente 305.58 km. Mate, *et al.*, (1995) observaron que un delfín pudo desplazarse 581 km en 25 días. Si establecemos una relación directa entre los 305.58 km recorridos con el número de días, obtendremos que en 13 días se habrá hecho este recorrido.

Wells y Scott (1990) señalan que los machos empiezan a desplazarse más lejos conforme crecen y se acercan a la madurez, y parece ser que viajan de un grupo de hembras a otro. Ya como adultos, algunos machos que fueron vistos regularmente como animales jóvenes, pueden no ser vistos en el área de movimiento habitual por periodos de días, meses o más tiempo. Ahora bien, Zacarias (1992) y Ortega-Ortiz (1996) encontraron que en la Bahía de Ascención no hay muchas manadas residentes y más bien el lugar es de tránsito.

En la figura 18 se manifiesta que los tursiones observados cerca de la isobata de los 20 m se ven nuevamente en aguas someras de la laguna Yalahau, y luego algunos de éstos regresaron otra vez cerca de la isobata de los 20 m. Aunque en este caso se consideran individuos que por lo menos tengan dos fotoidentificaciones, hay delfines que tienen cuatro o más fotoidentificaciones. Por otra parte, es relevante que en el muestreo de octubre todos los avistamientos se localizaran sobre la primera parte de la ruta de navegación 3, aún cuando se estandarizaron los resultados para los recorridos 1 y 4 como en todos los muestreos. A la semana siguiente se realizó un vuelo sobre la laguna de Yalahau en busca de manatíes (Zárate y Olivera, *comn. pers.*) y no fueron observados delfines ni en la boca ni dentro de la laguna. Sin embargo, en el resto de los muestreos en lancha de las otras estaciones fue común observar tursiones en la boca de

la laguna. Lo anterior indica que los tursiones se desplazan entre aguas someras de la laguna y lugares con 15 m de profundidad.

7.8 TAMAÑOS DE MANADAS

Destaca el que no se hayan encontrado parejas de tursiones. Esto se contrapone a lo observado por Zacarías (1992) en recorridos en lancha en la Bahía de Chetumal, donde lo más común fue observar manadas de dos individuos. En el trabajo de Barham *et al.* (1980) en sus observaciones aéreas en Texas, en las bahías de Aranzas y Matagorda, observaron que el tamaño de manadas más común fue el conformado por 2, 3 y 4 individuos, pero encontraron grupos de hasta 42 individuos. Leatherwood (1979) encontró en sus transectos aéreos que los grupos predominantes fueron los conformados por 3 individuos y a continuación por parejas. En cambio, hay alguna relación con Zacarías (1992) por lo observado en los recorridos en lancha en la Bahía Ascención, por que no se observaron parejas. Ortiz-Ortega (1996) encontró parejas en Bahía Ascención durante transectos en lancha lo que se contrapone con lo reportado por Zacarías (1992) en el mismo sitio, y en este trabajo en Holbox.

En Bahía de la Ascención, durante los recorridos en lancha, Zacarías (1992) encontró que lo más común fue observar grupos de 7 individuos o delfines solitarios. Ortega-Ortiz, (1996) encontró desde individuos solitarios hasta grupos de 11 individuos, observandose con mayor frecuencia los primeros, seguidos por las parejas y los grupos de cuatro y cinco individuos. Sin embargo, Zacarías (1992) encontró que las manadas fueron de distintos tamaños cuando se hicieron las observaciones en avioneta, donde lo más común fue encontrar un sólo individuo tanto en Bahía Chetumal como en Sian ka'an. Esto puede indicar que al aproximarseles en lancha, la conducta habitual en la formación de manada es modificada, no siendo así cuando se observa desde la avioneta. Es esta la razón por la que se proponen los recorridos en avionetas en un futuro. Esta alteración en la conducta de formación de manadas cuando se observa en lancha debe acentuarse en lugares donde ya han habido capturas.

El avistamiento con una manada compuesta por 33 individuos en aguas profundas puede deberse a lo siguiente: Weigle (1990) argumenta que las manadas tienden a ser más grandes en aguas profundas y en habitats abiertos, esto mismo fue observado por Aguayo *et al.* (1986), por Aguayo *et al.* (1987) y Morales y Olivera (1994). Scott *et al.* (1990), también observaron lo mismo y sugieren que tal conducta es un mecanismo de protección y cooperativismo para alimentarse.

7.9 DEPREDACION POR TIBURONES

Las fotografías de por lo menos 5 aletas dorsales cortadas en forma aserrada o desgarradas en media luna indican la depredación por tiburones en la zona. En las observaciones y fotoreconocimientos de las bahías de Sian ka'an y Chetumal (Zacarías, 1992) y Bahía Ascención (Ortega-Ortiz, 1996) no se encontraron delfines con aletas desgarradas o cortadas.

Jones (1971) explica que los pequeños tiburones de la especie *Isistius brasiliensis* son los causantes de las heridas de grandes peces pelágicos y de cetáceos. Durante finales de enero de 1996 se observó un cachalote (*Physeter macrocephalus*) varado en la costa oriental de Isla Mujeres, Quintana Roo, con mordidas de tiburones. Si bien el odontoceto pudiera ya estar muerto o por morir cuando fue atacado por

tiburones, el hecho importante es la evidencia de que los tiburones se alimentan de los odontocetos de la región.

Espinoza-Arrubarena *et al.*, (1991) presentan evidencias fósiles de la coevolución de tiburones como depredadores de mamíferos marinos, e indican que las especies de seláceos más relacionadas fueron *Carcharodon carcharias* y *Galeocerdo cuvier*.

Irvine *et al.*(1973) experimentaron en Florida para probar que especies de tiburones pudieran ser repelidos por un tursión macho del Atlántico. Se experimentó, entre otras especies de tiburones, con un *Carcharinus leucas* y el delfín huyó del conductio. Los mismos autores mencionan que se han reportado restos de delfines en análisis de contenidos estomacales en varios centenares de tiburones de la especie *Carcharinus leucas*, *Carcharinus obscurus*, y *Galeocerdo cuvier*.

En referencia a lo anterior, *G. cuvier* y *C. leucas* se capturan en la zona norte de Quintana Roo. Bonfil *et al.* reportan que de la composición de captura de seláceos en la costa del estado de Yucatán, *Carcharinus leucas* y otras conforman las especies secundarias, pero fue en peso el que la misma especie con otras se ubicaron como las más importantes de la pesquería.

Zárate (1996) reporta que *G. cuvier* es una especie poco importante para la pesca que se realiza en la Bahía de Ascención, al igual que para la zona norte de Quintana Roo, en contraste con la pesquería que se realiza en el estado de Yucatán, considerando que es importante por sus altos volúmenes de captura. Sin embargo, reporta que *C. leucas* también lo es en la pesquería de todo el estado de Quintana Roo. Lo relevante de los hallazgos anteriores es que las especies de tiburones en las cuales se encontraron restos de delfines, están reportadas para las costas de Quintana Roo.

De lo expuesto antes se propone lo siguiente: Hay mayores probabilidades de que los tursiones sean depredados por tiburones de las especies *G. cuvier* y *C. leucas* en la región norte del Caribe Mexicano en comparación con las bahías del centro de la entidad como Ascención y Espiritu Santo, así como la bahía de Chetumal en el sur.

Así mismo, es importante recordar que las fotoidentificaciones se basan en marcas o señas particulares de las aletas y que en base a este recuento se puede estimar el tamaño de la población con al menos tres métodos de marcaje y recaptura. Por lo tanto, este trabajo recomienda tomar reservas para emplear el estimador modificado de Chapman (Buckland, 1987) ya que debe tomarse en cuenta que la depredación por tiburones puede inducir una sobreestimación de las poblaciones en la zona norte, pues una aleta ya identificada puede convertirse en una nueva y al mismo tiempo en una pérdida de marca en el caso de que el delfín no sea completamente comido, lo que implicaría solamente una pérdida de marca. Se propone entonces emplear estimadores de máxima verosimilitud para poblaciones con nacimientos y muertes como los modelos de Jolly-Seber por que este estimador se puede extender fácilmente para incluir muertes naturales, por depredación y por captura (Buckland, 1987; Seber, 1973) aunque se violarían de todas maneras otros supuestos del modelo.

8.-CONCLUSIONES

- 1.-El número absoluto mínimo de delfines es de 119, siendo el número de tursiones diferenciados en las fotoidentificaciones, de los cuales sólo 15 están identificados con el 95% de confiabilidad.
- 2.-La estimación mínima del tamaño poblacional obtenida (119) es la más baja comparada con los otros trabajos realizados en la misma zona.
- 3.- Se trata de una población abierta con nacimientos, muertes (naturales y por capturas físicas), salidas y entradas.
- 4.-La estimación del tamaño poblacional considerando a la población como abierta, y con nacimientos y muertes es de 199.7 a 211.9 individuos, aunque no se satisfacen todos los supuestos del modelo.
- 5.-La estimación del tamaño poblacional considerando a la población cerrada es de 199.7 a 236.8, pero no se cumplen todos los supuestos.
- 6.-Hay evidencias de que algunas manadas de tursiones presentan evasión hacia las embarcaciones con motores fuera de borda en aguas someras, pero no en aguas profundas.
- 7.-Hasta ahora no ha sido posible aplicar el método de captura-recaptura de Jolly-Seber con todo el rigor de los supuestos, pues casi todos son violados, tanto en éste como en los otros trabajos de Holbox, al menos durante el tiempo de esos estudios.
- 8.-Es necesario emplear transectos aéreos para tener una estimación lo más real posible, siempre y cuando se haga de manera consistente, para evitar sesgos en las estimaciones y estandarizar muestreos.
- 9.-La distribución geográfica de las manadas fue dispersa durante abril, mayo, y febrero, pero no en julio ni en octubre. Su distribución pudiera estar asociada a las lluvias, que ocurren durante casi todo el año, incluyendo los meses de invierno (diciembre, enero y febrero). Se plantea que esta distribución pudiera estar también relacionada con las variaciones estacionales de la surgencia descrita por Merino (1992).
- 10.- Se registró un individuo que fue fotoidentificado en Bahía Ascención en la reserva de la Biosfera de Sian ka'an el 17 de febrero de 1992. Esto implica un recorrido de aproximadamente 305.58 km cuando menos en 13 días..
- 11.-Existen evidencias de la depredación por tiburones en las manadas de ésta población. Se sugiere que se trata de la especie *Galeocerdo cuvier* y/o *Carcharhinus leucas*.

- 12.-Son comunes los individuos solitarios y la formación de manadas varía de 3 a 10 y se observó un grupo de 33 individuos de manera excepcional. No son comunes las parejas como en Bahía Chetumal y tal vez se deba a que la conducta varíe según el vehículo de observación empleado.
- 13.-Los críos se observaron en abril 1993, octubre 1993 y febrero 1994. Las observaciones de abril y octubre concuerdan con el pico reproductivo de primavera y otoño observados en otros trabajos. La observación en febrero coincide con las observaciones en Campeche y con delfines progenitores de Cuba.
- 14.-El delfin marcado con cirugía no volvió a verse, lo que probablemente indica que los animales marcados de este modo abandonan el área por lo menos en un año, que es lo que abarcó este estudio; es poco probable que haya muerto.

9.-REFERENCIAS

- Aguayo L., A., J. Zacarías A., E. Zárate B., A. Guzman, R. Herrera. 1986. **Informe sobre observación de cetáceos en el Caribe Mexicano durante la Campaña oceanográfica ARCOMM-I en agosto de 1986.** Facultad de Ciencias, UNAM. 17p. No publicado.
- Aguayo L., A., J. Zacarías A., L. Flores O. y C. Sauter B. 1987. **Informe sobre observación de cetáceos en el Golfo y Caribe Mexicano durante la Campaña oceanográfica Yucatán 7 bis en febrero de 1987.** Facultad de Ciencias, UNAM. 17p. No publicado.
- Alvarez F., C. M. 1987. **Identificación del rorcual jorobado, *Megaptera novaeangliae* (Borowski: 1781) en las aguas adyacentes a Isla Isabel, Nay. (Cetacea: Balaenopteridae).** Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 107p.
- Alvarez F., C. M.; A. Aguayo L. y S. Nolasco P. 1991. **Prospección de tursiones (*Tursiops truncatus*) en el área circundante a la laguna de Mecocacán en el estado de Tabasco.** Facultad de Ciencias, UNAM. 13p. No publicado.
- Au, D. y W. Perryman., 1982. **Movement and speed of dolphins schools responding to an approaching ship.** Fishery bulletin. vol.80, no. 2. p.371-379.
- Ballance, L. T. 1992. **Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, México.** Marine Mammals Science. 8(3): 262-274.
- Barham, E. G., J.C. Sweeney, S. Leatherwood, R.K. Beggs and C. I. Barham. 1980. **Aerial census of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in a region of the Texas coast.** Fishery bulletin: vol.77, no.3. p.585-595.
- Barnes, R. D. 1977. **Zoología de los invertebrados.** 3a. Ed. Nueva editorial interamericana. México, D.F. 826 p.
- Begon, M., 1979. **Investigating animal abundance: capture-recapture for biologists.** Edward Arnold. 128 p.
- Blaylock, R. A., J. W. Hain, L. J. Hansen, D. L. Palka, and G. T. Waring. 1995. **U. S. Atlantic and Gulf of México marine mammal stock assessments.** NOAA. tech. Mem. NMFS-SEFSC-363, 211 pp.
- Bonfil S., R.; D. de Anda F. y R. Mena A., 1990. **Shark fisheries in México: The case of Yucatán as an example.** En: Elasmobranchs and diving resources: Advances in the biol., ecol. systematics and status of Fisheries. (Pratt, H. L. S., A. Gruber y T. Taniuchi eds.). p.381-387.
- Buckland, S. T. 1987. **Métodos para la estimación de abundancia de mamíferos marinos.** Comision Internacional del Atún Tropical. 62 p.

- Carwardine, M y M. Camm. 1995. **Whales, dolphins and porpoises**. Stoddart Publishing Co. Toronto, Canada. 256 p.
- Centro de Investigaciones de Quintana Roo e Instituto de Geografía de la UNAM, 1980. **Quintana Roo: Organización espacial**. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A.C. 203 pp.
- César D., y S. M. Arnaiz B. 1985. **El Caribe Mexicano: hombres e historias**. En: Los pescadores de México. Cuadernos de la casa chata. Secretaría de Educación Pública. 8: 110 p.
- Darling, J. D. y H. Morowitz. 1986. **Census of "Hawaiian" humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) by individual identification**. Can. J. Zool. 64:105-111.
- Davis, D. E. y R. L. Winstead. 1987. **Estimación de tamaños de poblaciones de vida silvestre**. En: Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. (R. Rodríguez T. de.) Wild Life Society. p. 233-258.
- Delgado-Estrella, A. 1996. **Ecología Poblacional de las toninas *Tursiops truncatus*, en la laguna de Yalahau, Quintana Roo, México**. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. 93 p.
- De la Parra, V. R. 1989. **Notas sobre la observación de odontocetos al este de Cancún, Quintana Roo**. Ponencia presentada en la XV Reunión Internacional sobre Mamíferos Marinos. abril, 1990. La Paz, B.C.S. 17p.
- Enriquez-Paredes, L. y J. Urban R., 1994. **El rorcual común en el Golfo de California: perspectivas de estudio**. Resumen de la ponencia presentada en la XIX Reunión Internacional para el Estudio de Mamíferos Marinos. SOMEMMA, A.C. y UABCS. La Paz, B.C.S. 15-18 mayo 1994. p.39.
- Espinosa-Arrubarena, L., L. Barnes, S. P. Applegate, S. A. McLeod, F. Aranda-Manteca y J. D. Stewart. 1991. **Co-evolución de tiburones depredadores y mamíferos marinos; la evidencia del registro fósil**. Ponencia presentada en la XVI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Nuevo Vallarta y la Cruz de Huanacastle, Bahía de Banderas, Nayarit. 2-5 de abril, 1991. p.5.
- García R., M. C., A. Aguayo L. E. V. Becerril A., L. Franco M., A. Aguilar L., L. Sanchez A. y C. Esquivel R. 1992. **Comportamiento de un tursión recién nacido en cautiverio**. Ponencia presentada en la XVII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C. S. del 22 al 25 de abril de 1992. Cartel.
- Gómez-Rubio, A., A. Delgado E. y J.G. Ortega O. 1994. **Comportamiento alimentario de una cría de *Tursiops truncatus* en condiciones de semicautiverio**. Ponencia presentada en la XIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. SOMMEMA, A. C. y UABCS. La Paz, B.C. S. del 15 al 18 de mayo de 1994. p.42

- Gruber, J. A. 1981. **Ecology of the atlantic bottlenosed dolphin in the pass Carvallo, area of Matagorda Bay, Texas.** Master in Science thesis. Texas A and M University. 182 p.
- Hewitt, R. P. 1985. **Reactions of dolphins to a survey vessel: effects on census data.** Fishery bulletin. vol.83, no.2. p. 187-193.
- Holmgren U. 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. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. UAM-Xochimilco. 60 p.
- Ibarra V., L. y Sanchez O., R. 1988. **Procedimientos de monitoreo clínico e instauración de técnicas de diagnóstico para el delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* en el parque Xcaret.** Ponencia presentada en la XXIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. SOMMEMA, A. C. y XCARET. Playa del Carmen, Q. Roo. del 20 al 24 de abril de 1988. p.28.
- Irvine, A. B., R. S. Wells y P. W. Gilbert. 1973. **Conditioning an Atlantic Bottlenosed dolphin, *Tursiops truncatus*, to repel various species of sharks.** Journal of Mammology. 54(2): 503-505 p.
- Irvine, A. B., M. D. Scott, R. S. Wells y J. H. Kaufman. 1981. **Movements and activities of the atlantic bottlenosed dolphin *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida.** Fishery bulletin. 79(4): 671-688 p.
- Jones, E. C., 1971. ***Isistius brasiliensis*, a squaloid shark, the probable cause of crater wounds on fishes and cetaceans.** Fishery bulletin. vol. 69 (4).
- Krebs, Ch. J. 1985. **Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia.** 2a Ed. Harper and Row Latinoamericana, México. p.753.
- Leatherwood, S. 1979. **Aerial survey of the bottlenosed dolphin *Tursiops truncatus* and the west indian manatee *Trichechus manatus* in the Indian and Banana rivers, Florida.** Fishery bulletin 77(11): 47-59.
- Leatherwood, S. R. R. Reeves y L. Foster. 1983. **Whales and dolphins.** Sierra Club Handbook, San Francisco, U.S.A. p.221-225.
- Lechuga, M., A. 1996. **Distribución y asociación de las agrupaciones de tursiones (*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821) de los alrededores de isla Holbox y aguas adyacentes, 1993, 1994. Quintana Roo, México.** Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Puebla. 92 p. México.
- Lockyer, C. H. y R. J. Morris. 1990. **Some observations on wound healing and persistence of scars in *Tursiops truncatus*.** Rep. Int. Whaling Comm. (spec. issue) no. 12; p. 113-118.

- Ludwig, J. A. y J. F. Reynolds. 1988. **Statistical ecology. A primer on methods and computing.** John Wiley and Sons. E. U. 337 p.
- Mate, B. R.; K. A. Rossbach; S. L. Nievkirk; R. S. Wells; A. B. Irvine; M. D. Scott y A. J. Read. 1995. **Satellite-monitored movements and dive behaviour of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Tampa Bay, Florida.** Marine Mammal Science 11(4):452-463.
- Mac Donald S., G. G. y D. M. Burns. 1978. **Física para las Ciencias de la vida y la salud.** Fondo Educativo Interamericano. 589 p.
- Merino, M. 1992. **Afloramiento en la plataforma de Yucatán: Estructura y Fertilización.** Tesis doctoral. Unidad Académica de los ciclos profesionales y de posgrado del C.C.H., UNAM, 285 p. México.
- Morales V., B. y L. D. Olivera G. 1994. **Distribución y abundancia de cetáceos en aguas del Caribe Mexicano.** Ponencia presentada en la XIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. SOMMEMA, A. C. y UABCS. La Paz, B. C. S. del 15 al 18 de mayo, de 1994. p.33
- Nichols, J. D., 1992. **Capture-recapture models. Using marked animals to study populations dynamics.** Bioscience (42):2. p.94-102.
- Ortega-Ortíz, J. G. 1996. **Abundancia de las toninas *Tursiops truncatus* en la bahía de la Ascención, Quintana Roo, México.** Tesis de maestría. Unidad Académica de los ciclos Profesional y del Posgrado. UNAM. 82 p. México.
- Ortega-Ortíz, J. G. y A. Delgado E. 1998. **Revisión de estudios sobre la biología de toninas en el sur del Golfo de México y la costa este de la Península de Yucatán,** Ponencia presentada en la XXIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. SOMMEMA, A. C. y XCARET. Playa del Carmen, Q. Roo. del 20 al 24 de abril de 1998. p.43.
- Quintana-Rizo, E., Eisenberg, J. F., y Wells, R. S., 1998. **Uso del habitat y abundancia relativa de las toninas (*Tursiops truncatus*) en los cayos de Cedar, Florida.** Ponencia presentada en la XXIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. SOMMEMA, A. C. y XCARET. Playa del Carmen, Q. Roo. del 20 al 24 de abril de 1998. p.49
- Rabinovich, J. E. 1980. **Introducción a la ecología de población de animales.** Compañía editorial S. A., México. 313 p.
- Richardson, W. J., Ch. R. Greene, Ch. I. Malme y D. H. Thomson. 1995. **Marine mammals and Noise.** Academic Press, E. U. p. 260.
- Ridgeway, S. H. 1972. **Mammals of the sea, biology and medicine.** Charles C. Thomas Publ. 620 p.

- Scott, M. D., R. S. Wells y A. B. Irvine. 1990. **A long term study of bottlenose dolphins on west coast of Florida.** En: The bottlenose dolphins (S. Leatherwood y R. Reeves, eds.) Academic Press, E. U. A. 653 p.
- Seber, G. A. F. 1973. **The estimation of animal abundance and related parameters.** Griffin, London 1820. 506 p.
- Shane, S. H. 1980. **Ocurrence, movements and distribution of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* in southern Texas.** Fishery bulletin. 78: (3): 593-601.
- Small, R. J. y D. P. De Master, 1995. **Acclimation to captivity: A quantitative estimate based on survival of bottlenose dolphins and california sea lions.** Marine Mammal Science. 11(4): 510-519.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1969. **Biometry. The principles and practice of statistics in biology research.** W.H. Freeman and Company, San Francisco, E. U. 776p.
- Sokolov, V. E.; K. K. Chapskii. 1973. **Morphology and ecology of marine mammals.** John Wiley and Sons. 232 p.
- Sugarman, P., 1984. **A field guide for *Orcinus orca*.** The whale museum (Moclips Cetological Society). Clinton, Washington. 27 p.
- True, F. W., 1903. **A note on the common bottlenose porpoise of the North Atlantic, *Tursiops truncatus* (Montagú).** Proceedings of Natural Sciences of Philadelphi LV: 313-314.
- Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. 1993. **Calendario gráfico de mareas de Cozumel y Yucalpetén.** 24 p.
- Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. 1994. **Calendario gráfico de mareas de Cozumel y Yucalpetén.** 24 p.
- Weigle, B. 1990. **Abundance, Distribution and Movements of Bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* in Tampa Bay, Florida.** En: The bottlenose dolphin. (S. Leatherwood y R. Reeves, eds.) Academic Press, E: U. A. 653 p.
- Wells, R. S. 1988. **The Role of long-term study in understanding the social structure of a bottlenose dolphin community.** En: Karen Pryor y Kenneth S. Norris (eds.) Dolphin Societies, 1991. University of California Press. Berkeley, Los Angeles, Oxford. 620 p.
- Wells, R. S. y M. D. Scott. 1990. **Estimating bottlenose dolphin population parameters from individual identification and capture-release techniques.** En: Rep. Int. Whaling Comm. no. 12, p. 407-415 (Hammond, P. S.; Mizroch, S. A.; Donovan, G. P. eds.)

- Würsig, B. y M. Würsig, 1977. **The photographic determination of group size, composition and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*)**. Science, 198: 755-756.
- Würsig, B. y T. A. Jefferson, 1990. **Methods of photoidentification for small cetaceans**. Moss Landing Marine Laboratories, California. En: Rep. Int. Whaling Comm. no. 12 (Hammond, P. S.; Mizroch, S. A.; Donovan, G. P. eds.)
- Zacarias A., F. J. 1992. **Distribución espacial y temporal de *Tursiops truncatus* en la zona sur del Caribe Mexicano, durante los años 1987 y 1988**. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 131 p.
- Zacarias A., F. J. 1994. **Fotoidentificación y estacionalidad en la distribución de *Tursiops truncatus* en las costas del estado de Quintana Roo, durante 1986 a 1994**. Ponencia presentada en la XIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. SOMMEMA, A. C. y UABCS. La Paz, B. C. S. del 15 al 18 de mayo, de 1994. p.12
- Zar, J. H. 1996. **Biostatistical analysis**. 3a ed. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. E. U. A. 662 p.
- Zárate B., M. E. 1996. **La pesquería de tiburones en la bahía de la Ascención, Quintana Roo, México (1993-1994), y su importancia como posible área de expulsión y crianza**. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 62 p.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

APENDICE I

CUADRO GENERAL DE AVISTAMIENTOS

AVISTAM	HORA inicio / fin	FECHA	ESTACION	ADULTOS	CRIAS	POSICIÓN	DIST MIN APROX metros y estimada	PROFUND metros	TEMP.(°C) sup/fondo	RECORRIDO
1	7.06 / 07.36	26/04/1993	PRIM	8	0	21°33'N,87°17'W	30	2.2	-	2
2	8:22 / 8.58	29/04/1993	PRIM	7	0	21°49'N,87°45'W	10	20	-	3
3	8.10 / 8.37	29/04/1993	PRIM	5	1	21°48'N,87°50'W	12	15	-	3
4	8.36 / 8.44	29/04/1993	PRIM	3	0	21°50'N,87°42'W	12	20	-	3
5	9.51 / 10.10	29/04/1993	PRIM	3	0	21°43'N,87°30'W	10	15	-	3
6	10.12 / 10.28	29/04/1993	PRIM	4	0	21°38'N,87°38'W	20	10	-	3
7	10:23 / 10:35	29/04/1993	PRIM	5	0	21°38'N,87°38'W	11	10	-	3
8	8.45	08/05/1993	PRIM	3	0	21°32'N,87°22'W	5	2	31/31	5
9	9:38	16/05/1993	PRIM	7	0	21°33'N,87°22'W	30	2	32/32	1
10	14:00	16/05/1993	PRIM	1	0	21°31'N,87°23'W	40	2.2	32/32	4
11	12:12 / 12.40	16/07/1993	VERANO	5	0	21°30'N,87°21'W	50	2.1	31/31	1
12	07:45 / 07.55	16/07/1993	VERANO	3	0	21°31'N,87°23'W	35	2.5	27/27	4
13	08.43 / 09:01	16/07/1993	VERANO	3	0	21°29'N,87°21'W	40	2.3	30/30	1
14	12:20 / 12:24	18/07/1993	VERANO	3	0	21°30'N,87°21'W	0	2.2	31/31	5
15	06:55 / 07:15	13/10/1993	OTOÑO	9	0	21°35'N,87°21'W	40	5	29/26	3
16	07:36 / 07:41	13/10/1993	OTOÑO	3	0	21°38'N,87°20'W	60	3.2	29/26	3
17	07:53 / 08:48	13/10/1993	OTOÑO	6	1	21°41'N,87°19'W	25	7.2	29/26	3
18	09:38 / 10:24	13/10/1993	OTOÑO	33	0	21°46'N,87°23'W	10	18	28/26	3
19	08:37 / 08:47	14/10/1993	OTOÑO	1	0	21°33'N,87°20'W	40	2.2	29/26	2
20	09.21 / 09:29	24/02/1994	INVIERNO	3	0	21°49'N,87°31'W	15	18	29/29	3
21	10.18 / 11:01	24/02/1994	INVIERNO	9	1	21°48'N,87°39'W	8	15	29/29	3
22	13:00 / 13:20	24/02/1994	INVIERNO	10	0	21°31'N,87°22'W	25	3	29/29	1
23	08:10 / 08.19	25/02/1994	INVIERNO	1	0	21°36'N,87°12'W	50	2.5	29/29	2
24	11:43 / 12.10	25/02/1994	INVIERNO	10	0	21°31'N,87°24'W	70	2.5	30/30	4

TOTALES: 145 3

APENDICE II

DATOS, CUADROS Y CÁLCULOS PARA LA ESTIMACIÓN DE POBLACIONES CERRADAS CON EL MÉTODO DE CHAPMAN. HOMOGÉNEAS CON NACIMIENTOS Y MUERTE, Y PARA POBLACIONES ABIERTAS CON EL MÉTODO DE JOLLY-SEBER.

1) Estimador modificado de Chapman para una población cerrada (Buckland, 1987).

$$\hat{N} = [(n_1 + 1)(n_2 + 1) / (m_2 + 1)] - 1$$

donde:

\hat{N} = valor por despejar

$n_1 = 57$

$n_2 = 81$

$m_2 = 19$

sustituyendo: $\hat{N} = [(58)(82) / (20)] - 1 = [4756 / 20] - 1 = 236.8$

Y el estimador de la varianza de la población cerrada de Chapman es:

$$V(\hat{N}) = (n_1 + 1)(n_2 + 1)(n_1 - m_2)(n_2 - m_2) / [(m_2 + 1)^2 (m_2 + 2)]$$

sustituyendo:

$$V(\hat{N}) = (58)(82)(38)(62) / [(20)^2 (21)] = 11205136 / 8400 = 1333.94$$

2) Poblaciones homogéneas con nacimientos y muertes con método Jolly-Seber (Buckland, 1987):

$$N_i = n_i * (M_i / m_i), \quad i=2, \dots, s-1$$

$M_4 = m_4 + n_4 * z_4$, donde: $m_4 = 13$

$n_4 = 26$

$z_4 = 9$

$$M_4 = 13 + (26)(9) = 247$$

$$N_4 = 26 (247 / 13) = 494$$

POBLACIONES ABIERTAS CON EL MÉTODO DE CAPTURA-RECAPTURA DE JOLLY-SEBER (Begon, 1979, Seber, 1973).

DATOS DE CAPTURA-RECAPTURA DE DELFINES EN HOLBOX

MUESTREO (i)	CAPTURA (n _i)	LIBERADOS (n)	TIEMPO DE LIBERACION MARCAS j MARCAS RECAPTURADAS, m _{ij} .			
			1	2	3	4
ABRIL/MAYO (1)	52	52				
JULIO (2)	6	6	1			
OCTUBRE (3)	48	48	11	1		
FEBRERO (4)	39	39	5	1	7	

m_i = El número total de individuos marcados, capturados en la i-ésima muestra

$$m_2 = 1$$

$$m_3 = 1 + 1 = 2$$

$$m_4 = 5 + 1 + 7 = 13$$

APENDICE II (segunda parte)

Y_i = El número total de los individuos r_i que son capturados subsecuentemente

$$\begin{aligned} Y_1 &= 0 \\ Y_2 &= 1+1=2 \\ Y_3 &= 7 \end{aligned}$$

Z_i = El número total de individuos marcados antes de la i -ésima muestra, no capturados en la i -ésima muestra, pero capturados subsecuentemente

$$\begin{aligned} Z_1 &= 0 \\ Z_2 &= 11+5 = 16 \\ Z_3 &= 5+1= 6 \end{aligned}$$

CUADRO DE DATOS PRELIMINARES CALCULADOS CON EL
MÉTODO DE JOLLY-SEBER

MUESTREO i	r_i	m_i	Y_i	Z_i
ABRIL/MAYO (1)	52	-	17	-
JULIO (2)	6	1	2	16
OCTUBRE (3)	48	12	7	6
FEBRERO (4)	39	13	-	-

M_i = Número de animales marcados justo antes del tiempo i .

$$M_i = m_i + (Z_i * r_i / Y_i)$$

$$M_3 = 12 + (6 * 48 / 7) = 53$$

\hat{N}_i = Estimador de Petersen del tamaño poblacional.

$$\hat{N}_i = M_i(m_i + 1) / m_i + 1$$

$$\hat{N}_3 = 53(48 + 1) / (12 + 1) = 199.76$$

ϕ_i = Tasa de sobrevivencia del muestreo i hasta el muestreo $i-1$

$$\phi_i = M_{i-1} / (M_i - m_i + r_i)$$

$$\phi_2 = 53 / 49 - 1 + 6 = 53 / 54 = 0.98$$

B_i = Número de adiciones a la población entre el muestreo i e $i+1$

$$B_i = \hat{N}_{i-1} - \phi_i * \hat{N}_i$$

$$B_2 = 199.76 - 0.98 * 171.5 = 31.7$$

SE \hat{N}_i = Error estándar de la población.

$$SE \hat{N}_i = \hat{N}_i(\hat{N}_i - m_i) [M_i - m_i + r_i / M_i (1/Y_i - 1/r_i) + 1/m_i - 1/m_i]$$

$$\begin{aligned} SE \hat{N}_3 &= 199.76(199.76 - 78) [((53 - 12 + 48) / 53) (1/7 - 1/48) + 1/12 - 1/48] \\ &= 24.322.78(0.203 + 0.08 - 0.021) = 6,420.24 \end{aligned}$$

SE ϕ_i = Error estándar de la sobrevivencia.

$$SE \phi_i = \phi_i [(M_{i-1} - m_{i-1}) (M_{i-1} - m_{i-1} + r_{i-1}) / (m_{i-1})^2 (1/Y_{i-1} - 1/r_{i-1}) + M_i - m_i / M_i - m_i + r_i (1/Y_i - 1/r_i)]^{1/2}$$

$$\begin{aligned} SE \phi_2 &= (0.98) [(53 - 12)(53 - 12 + 48) / (53)^2 (1/7 - 1/48) + 49 - 1 / 49 - 1 + 6(1/2 - 1/6)]^{1/2} \\ &= 0.98 [1.3(0.12) + 0.88(0.34)]^{1/2} = 0.67 \end{aligned}$$

CUADRO CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON METODO DE JOLLY-SEBER						
MUESTREO i	M_i	N_i	SE N_i	ϕ_i	SE i	B_i
ABRIL/MAYO (1)	0	-				
JULIO (2)	49	171.5	34.269.90	0.98	0.67	3.17
OCTUBRE (3)	53	199.76	6.420.24			



INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA

A.O.O.P.- 0899

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL

Ciudad de México, D. F., a **31 OCT. 1994**

DR. ENRIQUE LOZANO
BIOL. JAVIER ZACARIAS
 INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y
 LIMNOLOGIA, ESTACION PUERTO MORELOS-UNAM
 P R E S E N T E.

Hace cuatro años se consideró que la Zona Norte del Estado de Quintana Roo contenía grandes áreas con ecosistemas poco alterados que sería recomendable conservar debido a la riqueza de su biodiversidad, su extensión y la posibilidad de ser la zona de captación de agua para el Noreste del Estado.

Durante este tiempo, el Consejo Supremo Maya del Norte de Quintana Roo y Yum Balam, A. C. han liderado y desempeñado un trabajo de rescate, fortalecimiento y reconsideración de los conocimientos que las comunidades tienen sobre los recursos naturales del área, un análisis de la situación socioeconómica de la población y en conjunto con ésta, se sopesaron los beneficios que el establecimiento de una reserva ecológica con programas de utilización sustentable traería a los habitantes y usufructuarios de los recursos naturales y a los ecosistemas que los albergan.

Este proceso realizado por las organizaciones civiles, pescadores, ejidatarios, prestadores de servicios turísticos alternativos, otros pobladores y el CBTA No. 186, fue retomado y apoyado por el Gobernador Constitucional del Estado de Quintana Roo, Ing. Mario Villanueva Madrid y por el Próf. Eduardo Enrique Méndez Palma, Presidente Municipal del H. Ayuntamiento Lázaro Cárdenas, desembocando en la solicitud formal a la SEDESOL del establecimiento de una "Reserva Patrimonial Maya" en este Municipio.

El objetivo de esta propuesta es lograr que esta área de conservación sirva para conservar la biodiversidad y los ecosistemas encontrados en ella, así como para sustentar la generación de bienes y servicios que permitan mejorar la calidad de vida de los pobladores de la misma y su zona de influencia, sirviendo como detonador de un desarrollo armónico hombre-naturaleza a nivel regional.



INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA

A.O.O.P.-

2.

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL

En el área señalada, se encuentran diferentes ecosistemas como selvas tropicales medianas, bajas y bajas inundables; manglares, esteros, sabanas y grandes áreas inundables, así como ecosistemas marinos que la limitan al norte. Biológicamente es la continuación al este de la reserva especial de la Biosfera de Ría Lagartos. Estos ecosistemas se encuentran en condiciones poco alteradas que conservan su naturalidad y tipicidad, existiendo gran diversidad de fauna y flora, algunas especies endémicas o en riesgo de extinción.

En el área, también existen sitios de cultura maya y vestigios arqueológicos representativos de las costumbres y el acervo cultural e histórico de los indígenas de la región.

Por su interés sociocultural y biológico, esta propuesta fue bien recibida por la SEDESOL y especialmente por el Instituto Nacional de Ecología, haciéndose los trámites y las consideraciones para que el día 5 de junio de este año, el Presidente de la República Mexicana, Lic. Carlos Salinas de Gortari, firmara el Decreto para Establecer el "Area de Protección de Fauna y Flora Silvestre Yum Balam", ocupando 154,052 hectáreas de selvas tropicales, humedales y ecosistemas marinos. Quedando a cargo de la SEDESOL, la cual podrá celebrar convenios de coordinación con los Gobiernos Estatal y Municipal, así como con los sectores social y privado para el logro de los objetivos establecidos.

En el decreto se establece que se debe formular antes de que concluya un año, un programa de manejo que deberá contener por lo menos lo siguiente:

- I. La descripción de las características físicas, biológicas, sociales y culturales del área de protección, en el contexto nacional, regional y social.
- II. Las acciones a realizar a corto, mediano y largo plazos estableciendo su vinculación con el Sistema Nacional de Planeación Democrática. Dichas acciones comprenderán la investigación, uso de recursos, extensión, difusión, operación, coordinación, seguimiento y control.
- III. Los objetivos específicos del área de conservación.



INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL

A.O.O.P.-

3.

IV. Las normas para el aprovechamiento de la flora y fauna silvestres y acuáticas, de protección de los ecosistemas, así como las destinadas a evitar la contaminación del suelo y de las aguas.

Para dirigir la filosofía y acciones de este programa, se estableció una Comisión y un Comité Directivo formado por el Instituto Nacional de Ecología, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, el Gobierno del Estado de Quintana Roo y del H. Ayuntamiento Lázaro Cárdenas, así como por las agrupaciones civiles legalmente constituidas del área.

Paralelamente se ha establecido un Consejo Consultivo que funcionará como órgano de asesoría técnica sobre las acciones a realizar en el área y se formará un Fideicomiso para poder financiar los gastos determinados por el Comité Directivo y posteriormente por el Programa de Manejo.

Es de nuestro mayor interés que usted siga colaborando científicamente, formando parte del Consejo Consultivo del Area de Conservación de Fauna y Flora Yum Balam, por lo cual lo invitamos para que nos acompañe al TALLER DE ANALISIS DE LOS CONOCIMIENTOS SOCIOECONOMICOS Y ECOLOGICOS, ASI COMO DE ALTERNATIVAS DE DESARROLLO PARA LAS COMUNIDADES, EN EL AREA DE CONSERVACION DE FAUNA Y FLORA YUM BALAM", que se llevará a cabo del 18 al 22 de noviembre de 1994 en Kantunilkin, Quintana Roo.

Le pedimos confirmar su participación con el M.V.Z. José Francisco Remolina Suárez, Coordinador del Consejo Consultivo de Yum Balam, al teléfono (91)-(987)-101-60.

A T E N T A M E N T E .
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION.
LA PRESIDENTA.

M. EN C. Julia Carabias Lillo

M. EN C. JULIA CARABIAS LILLO.

C.c.p. M.V.Z. José Francisco Remolina Suárez.-
Coordinador del Consejo Consultivo de Yum
Balam.- Presente.

JCL/RCG/ffr.