UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

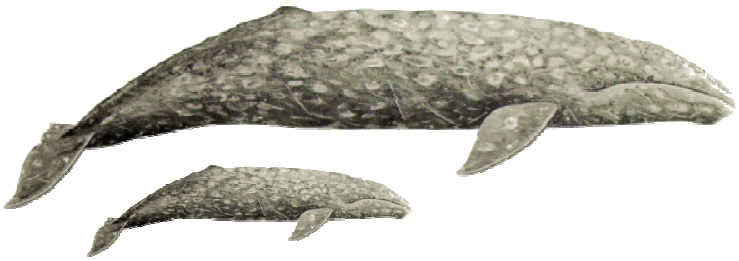
DE BAJA CALIFORNIA SUR

Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar

Departamento de Biología Marina

Programa de Investigación de Mamíferos Marinos

PERMANENCIA Y NÚMERO DE BALLENAS GRISES (*Eschrichtius robustus*) QUE VISITARON LA LAGUNA OJO DE LIEBRE, Baja California Sur, MÉXICO, EN LOS INVIERNOS DEL 2001 Y 2002



TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el título de

BIÓLOGO MARINO

PRESENTA

BENJAMIN TROYO VEGA

A PAZ, B.C.S., AGOSTO DE 2004

ÍNDICE

ÍNDICE.....i

LISTA DE FIGURAS…...…… ……iii

LISTA DE TABLAS Y ANEXOS……..……...v

RESUMEN……..vi

ABSTRACT……...……vii
INTRODUCCIÓN……1

ANTECEDENTES……..4

FOTOIDENTIFICACIÓN……...8

JUSTIFICACIÓN……..10

HIPÓTESIS……...12

OBJETIVO GENERAL……13

OBJETIVOS PARTICULARES…….……13

ÁREA DE ESTUDIO…….……..14

MATERIAL Y MÉTODOS……...19

TRABAJO DE CAMPO……...19

Toma de fotografías……21

Registro de la información……..21

TRABAJO DE LABORATORIO……22

Revelado e impresión del material fotográfico……22

Comparación fotográfica y formación del catálogo……22

ANÁLISIS……..22

Permanencia en la laguna……..22

Número de ballenas grises que visitaron Laguna Ojo de Liebre, invierno 2002. Método de captura-recaptura (Darling y Morowitz, 1986)……...……23

RESULTADOS…….26

Conformación del catálogo…….26

Permanencia, invierno 2001……29

Permanencia 1……..29

Permanencia 2……..30

Permanencia, invierno 2002……32

Permanencia 1……..32

Permanencia 2…….……34

Número de ballenas grises que visitaron Laguna Ojo de Liebre, invierno 2002. Método de captura recaptura (Darling y Morowitz, 1986)……..37

DISCUSIÓN……..39

Permanencia, invierno 2001……...39

Permanencia, invierno 2002……..……..41

Número de ballenas grises que visitaron Laguna Ojo de Liebre, invierno 2002. Método de captura recaptura (Darling y Morowitz, 1986)……..43

CONCLUSIONES……
…45

LITERATURA CITADA……...46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la ballena gris……...2

Figura 2. Ejemplo de marcas utilizadas para la fotoidentificación: a) las de origen genético; b) las producidas por la caída de ectoparásitos y c) las marcas provocadas por la interacción con otros individuos……..9

Figura 3. La Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México (Tomado de Urbán y Gómez-Gallardo, 2002)……...…17

Figura 4. Batimetría de la Laguna de Ojo de Liebre, en donde se observan los sistemas de canales y las profundidades representadas por tonos de color azul. La escala de profundidades es en metros y tiene intervalos de 3 m (Modificado de Gutiérrez, 2000)……..18

Figura 5. Transectos y delimitación de zonas para la realización de los censos de ballenas grises en la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. (Tomado de Urbán y Gómez-Gallardo, 2002)……..20

Figura 6. Premisa de la técnica de Darling y Morowitz (1986). En esta figura se representa gráficamente a una población finita de 250 individuos en total (línea discontinua), número que conoceríamos hasta contar con alrededor de 1200 fotografías de no aplicar el método (curva de la población). De ser infinita a cada fotografía encontraríamos un individuo diferente (línea continua)……..…….24

Figura 7. Distribución del esfuerzo para los estudios de fotoidentificación de ballenas grises en la Laguna Ojo de Liebre, durante la temporada invernal de 2001. Cada punto representa una ballena fotografiada…….27

Figura 8. Distribución del esfuerzo de fotoidentificación de madres con cría en la Laguna Ojo deLiebre, durante la temporada invernal de 2002. Cada punto representa una ballena fotografiada…….28

Figura 9. Distribución del esfuerzo de fotoidentificación de solitarios en la Laguna Ojo de Liebre, durante la temporada invernal de 2002. Cada punto representa una ballena fotografiada…….28

Figura 10. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de madres con cría en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2001…….……29

Figura 11. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de ballenas solitarias en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2001……...30

Fig. 12. Comparación entre la permanencia media, estimada a partir de las recapturas, de las madres y solitarios de ballena gris en Laguna Ojo de Liebre, invierno de 2001 y 2002……..34

Figura 13. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de madres con cría en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2001.....31

Figura 14. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de ballenas solitarias en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2001……...31

Figura 15. Comparación entre la permanencia de madres con cría y solitarios de la ballena gris en la Laguna Ojo de Liebre, inviernos de 2001 y 2001……..36

Figura 16. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de madres con cría en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2002……33

Figura 17. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de ballenas solitarias en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2002……...33

Figura 18. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de madres con cría en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2002……35

Figura 19. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de ballenas solitarias en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2002……...35

Figura 20. Estimación del número de madres con cría que visitaron la Laguna Ojo de Liebre, durante la temporada invernal del 2002……38

Figura 21. Estimación del número de ballenas solitarias que visitaron la Laguna Ojo de Liebre, durante la temporada invernal del 2002……38

Figura 22. Permanencia de madres con cría y solitarios en laguna San Ignacio, de los inviernos de 1996 al 2000 (Tomado de Urbán y Gómez-Gallardo, 2000)……...……...41

LISTA DE TABLAS Y ANEXOS

Tabla I. Número total de ballenas identificadas en Laguna Ojo de Liebre, inviernos de 2001 y 2002……26

Tabla II. Prueba de Dunn. Comparación múltiple no paramétrica, para determinar la diferencia entre los grupos…….36

Tabla III. Resumen de los 10 censos de ballenas grises en Laguna Ojo de Liebre durante el 2002, donde se presenta las abundancias para madres con cría y solitarios……..37

Anexo 1. Bitácora de campo para avistamiento de ballena gris……..55

RESUMEN

La población de la ballena gris del Pacifico nororiental se distribuye desde las aguas de Alaska durante el verano, donde realizan sus actividades de alimentación, hasta las lagunas de la costa occidental de Baja California Sur (B.C.S.), donde realizan sus actividades de reproducción en el invierno, siendo la Laguna Ojo de Liebre, la Laguna San Ignacio y el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas las principales áreas de agregación invernal. Durante cinco años, investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, realizaron estudios acerca del uso de la Laguna San Ignacio, por las ballenas grises. La zona de reproducción más importante para la población es la Laguna Ojo de Liebre, en donde este trabajo es el primer estudio intensivo y sistemático, debido a esto es importante reconocer algunos aspectos del uso que hacen las ballenas grises en esta zona. Se realizaron navegaciones en el interior de la Laguna Ojo de Liebre de enero a abril del 2001 y 2002, con la finalidad de registrar avistamientos y fotomarcar a las ballenas. Se estimó la permanencia de las ballenas calculando el tiempo promedio existente entre las recapturas y se utilizaron métodos de captura-recaptura para estimar el número de ballenas que utilizaron la laguna durante el 2002. Estadísticamente la residencia en el 2001 fue diferente para las madres con cría (MC) y solitarios (SOL), siendo mayor la permanencia de las MC con respecto a la de los SOL, confirmando los resultados obtenidos en la Laguna San Ignacio en donde las MC permanecen dentro de la laguna por mayores periodos de tiempo debido a que utilizan la laguna como área de parto y crianza para sus ballenatos, a diferencia de los SOL que sólo la usan como área de apareamiento. Al contrario del 2001, en el 2002 no se presentaron diferencias significativas entre ambas categorías probablemente por motivos de muestreo. Mediante el método propuesto por Darling y Morowitz (1986), se estimó que un total de 1 658 MC (I.C. 95%, L.S.=1 888, L.I.=1 090) visitaron la laguna, reflejando la importancia de esta laguna para la categoría, ya que está cifra es 5.5 veces mayor que la reportada para San Ignacio en 1997 (año no Niño) y solamente 2 056 SOL (I.C. 95%, L.S.=50 000, L.I.=777) visitaron esta laguna durante el 2002.

ABSTRACT

The eastern gray whale population distribution ranges from waters of Alaska during the summer where their feeding activities are made until the lagoons of the western coast of Baja California Sur (B.C.S.) where their breeding activities are made in winter. Ojo de Liebre Lagoon, San Ignacio Lagoon and Magdalena-Almejas Bay complex are de main areas of winter aggregation of this species. During five years researchers of the Universidad Autónoma de Baja California Sur made studies of the use of San Ignacio Lagoon, B.C.S. by the gray whales. Furthermore the most important breeding area for this population is Ojo de Liebre Lagoon. This work is the first intensive and systematic study made in this Lagoon, for this reason is important to recognize some aspects of the use of gray whales in this zone. From January to April of 2001 and 2002 navigations inside the Ojo de Liebre Lagoon were made with the purpose of registering gray whale sightings and photo-ID the whales. The residence was estimated calculating the average time existing between the recaptures. The capture-recapture method was used to estimate the number of whales that used this lagoon during 2002. The residence in 2001 was significantly different, because the mother and calf pairs (MC) stayed longer than singles whales (S), confirming the results found for San Ignacio Lagoon, where the MC stayed inside the lagoon for longer periods of time than S. This is because the mothers use the lagoon to give birth and nursing, in contrast with S, that only use the lagoon for mating. Although in 2002 we did not found significant differences between both categories, probably due to the sampling protocol. Applying the method proposed by Darling and Morowitz (1986) we estimated a total of 1,658 MC (C.I. 95%, 1 888 to 1 090) showing the importance of this lagoon for this category, because these data is 5.5 times bigger than the calculated for San Ignacio Lagoon in 1997 (not El Niño year). In contrast only 2,056 S (C.I. 95%, 50 000 to 777) visited this lagoon during 2002.

INTRODUCCIÓN

La ballena gris es un cetáceo que pertenece al suborden Mysticeti y es una de las 13 especies de ballenas barbadas que actualmente se reconocen en el mundo. Está clasificada dentro de una sola familia (Eschrichtiidae) con un solo género y especie *Eschrichtius robustus* (Anónimo, 2003).

Estas ballenas llegan a medir hasta 14 m, y aunque no hay dimorfismo sexual, las hembras son ligeramente más grandes que los machos. Su peso en estado adulto se encuentra alrededor de las 16 toneladas, pero llegan a pesar de 25 a 30 toneladas al terminar la temporada de alimentación o estando las hembras preñadas. Las crías al nacer miden en promedio 5 m y pesan alrededor de media tonelada (Rice y Wolman, 1971).

Tanto los machos como las hembras, alcanzan la madurez sexual, hacia los 8 años de edad, cuando miden 11 m de longitud en promedio. El ciclo reproductivo de las hembras es cada 2 años, durante el cual presentan un periodo de gestación de 13 meses, un periodo de lactancia de por lo menos 7 meses y pasan de 3 a 4 meses en anestro (Rice y Wolman, 1971). Aunque el trabajo de Díaz-Martínez (2004) demuestra que existe una clara tendencia a aumentar el intervalo de nacimientos de 2 a 3 años, interpretándose como una respuesta de la recuperación de la población y la aproximación a su capacidad de carga.

Las ballenas grises son organismos robustos, que en lugar de aleta dorsal tienen una protuberancia o joroba, seguida de 6 a 12 gibas que se encuentran a lo largo de la porción terminal del dorso. Su aleta caudal presenta una escotadura marcada en sus lóbulos y puede llegar a medir hasta 3 m y pesar arriba de los 180 kg. Su cabeza es arqueada y de aspecto tosco; la boca es también ligeramente arqueada, presentan de 2 a 5 pliegues guloventrales. Las aletas pectorales se encuentran localizadas un metro detrás del ojo (Fig. 1) (Leatherwood y Reeves, 1983; Busch, 1998).

Figura 1. Morfología de la ballena gris.

Son animales de hábitos costeros y como característica particular se alimentan principalmente de crustáceos anfípodos que habitan los fondos arenosos. El primero en describir la alimentación de la ballena gris fue Charles Scammon en 1865. Para alimentarse nadan hacia el fondo, en donde giran hacia un costado (el 95% se alimenta por el lado derecho) y barren el sedimento, después el bocado es empujado hacia las barbas con la lengua, en donde el alimento queda atrapado y el resto del sedimento es expulsado por los costados. Generalmente no se alimentan durante su migración o su temporada de reproducción (Busch, 1998), aunque hay algunos reportes de conducta alimenticia en las lagunas de reproducción y a lo largo del corredor migratorio (Nerini, 1984).

En la actualidad la ballena gris sólo se encuentra en el Pacífico Norte y aguas adyacentes del Océano Ártico. Algunos siglos atrás esta especie existió en el Atlántico Norte. Actualmente presenta dos poblaciones: 1) la del Pacífico Oriental o Americana, la cual se distribuye desde los mares de Chukchi, Bering y Beaufort hasta la costa occidental de la Península de Baja California Sur, México contando con alrededor de 25 000 individuos y 2) la población del Pacífico Occidental o Asiática, que se distribuye desde el estrecho de Corea y el mar de Seto en Japón, hasta el mar de Okhotsk y la costa de la Península de Kamchatka, Rusia (Rice y Wolman, 1971; Rice, 1998), que está muy reducida contando con menos de 200 individuos (Busch, 1998).

El ciclo de vida de estas ballenas presenta dos periodos: en el caso de la población Oriental, esta se distribuye en las aguas de Alaska durante el verano

donde realizan sus actividades de alimentación y en las lagunas templadas de la costa de Baja California Sur donde realizan sus actividades de reproducción durante el invierno (Busch, 1998). Cuando migran se pueden observar grupos de 2 hasta de 6 individuos (Leatherwood y Reeves, 1983). Su migración hacia el sur inicia principalmente en octubre, presentando una segregación temporal, según su sexo, edad y estado reproductivo. Las primeras ballenas en iniciar la migración hacia el sur son las madres preñadas; seguidas por las hembras en estro, machos adultos, hembras inmaduras y finalmente machos inmaduros. La migración hacia el norte generalmente se inicia a mediados de febrero y continúa hasta principios de mayo. Las primeras ballenas en iniciar la migración hacia el norte son las hembras recién preñadas, seguidas por otras hembras adultas, machos adultos, machos y hembras inmaduros y finalmente las madres con cría (Rice y Wolman, 1971).

ANTECEDENTES

Históricamente la ballena gris ha sido una especie explotada por el hombre, ya que gracias a sus hábitos costeros, es fácil de cazar, por lo que ha sido aprovechada como medio de subsistencia indígena en el Océano Ártico y el Mar de Okhotsk y por otros grupos aborígenes del Océano Pacifico. También se tienen reportes de los colonizadores españoles, en donde los indígenas nativos de Baja California cazaban ballenas grises en la Isla Cedros, y también aprovechaban las ballenas varadas como una fuente alimenticia. En Baja California Sur, Bahía Magdalena fue la primera laguna invadida por los balleneros y conforme disminuyó el número de ballenas, los balleneros utilizaron las lagunas de San Ignacio y Ojo de Liebre (Dedina, 2000). Desde 1845 hasta 1874, balleneros estadounidenses y europeos mataron intensamente ballenas grises en las lagunas y bahías de Baja California Sur provocando que la población disminuyera notablemente dejándola al borde de la extinción (Henderson, 1984).

Durante el siguiente siglo la población del Pacifico americano fue ligeramente explotada, los barcos fábrica tomaron en promedio 36 ballenas por año en aguas mexicanas de 1924 a 1925 y de 1928 a 1929 y en el mar de Bering de 1933 a 1946 alrededor de 48 ballenas anualmente (Rice y Wolman, 1971). México ingreso en la convención de Ginebra para la protección de las ballenas en 1933 y dió su aprobación en 1938 al acuerdo internacional para la regulación de la caza de ballenas (Urbán *et al.,* 2003a). En 1937 por primera vez la ballena gris fue protegida de la caza por diferentes naciones incluyendo a Estados Unidos, Noruega, Canadá y México. El primer encuentro de la Comisión Ballenera Internacional (IWC), se celebró en 1949 con sede en Londres. Desde 1951 las ballenas grises han estado protegidas de los barcos fábrica que operan en el Pacífico Norte (Reeves, 1984). Aunque en la actualidad se cuentan con permisos especiales para seguir cazando ballenas grises en el mar Ártico como medio de subsistencia aborígen (Krupnik, 1984).

A partir de la prohibición de la cacería comercial de los cetáceos, los estudios de esta especie mediante métodos indirectos (no letales) como la

fotoidentificación, la toma de biopsias, la grabación de sonidos y las radio marcas, han ido aumentando considerablemente en los últimos años (Urbán, 1999).

En lo referente a aspectos poblacionales investigadores soviéticos han realizado estudios sobre abundancia y distribución en los mares de Bering y Chukchi durante los veranos de 1968 a 1982 (Berzin, 1984).

Darling (1984) examinó abundancia, residencia, distribución y comportamiento de la ballena gris en la isla de Vancouver, encontrando que cada año de 35 a 50 individuos son residentes durante el verano y el 63% de estas ballenas regresan cada año, distribuyéndose a lo largo de la zona externa de la isla y el comportamiento predominante de las ballenas es la alimentación, aunque también se observaron navegando y descansando.

Buckland y Breiwick (2002) realizaron conteos desde 1967 a 1996 durante la ruta migratoria al sur al pasar por la costa de Monterey, California, para estimar la abundancia, encontrando que la población presentó una tasa anual de crecimiento poblacional de 2.5%. De igual manera Rugh *et al.* (2002) realizaron censos en el 2000/01 y 2001/02 en el Cañón de Granito, California en donde determinaron abundancia y tiempo de migración, estimando para el 2000/01 18 761 ballenas y para el 2001/02 17 414 ballenas.

Los primeros estudios por el Dr. Steven Swartz sobre la ballena gris en las lagunas de reproducción se iniciaron en 1976, en Laguna San Ignacio (Swartz y Jones, 1983), enfocándose principalmente en la abundancia, distribución, residencia, intercambio de ballenas entre las lagunas reproductivas, fidelidad y estrategias reproductivas; utilizando por primera vez la técnica de fotoidentificación de individuos en las lagunas de reproducción.

En Laguna San Ignacio se realizaron estudios acerca de la abundancia, distribución, permanencia, mortalidad, etc. de las ballenas grises durante la temporada invernal, encontrando que al principio de la temporada los adultos solitarios son los dominantes en cuanto abundancia, pero conforme transcurrió la temporada encontraron que el número de madres con cría incrementó y el de los solitarios disminuyó, presentando las principales concentraciones de ballenas en las zonas cercanas a la boca o inferiores, en cuanto a mortalidad se encontró un

incremento de 1996 a 2000, interpretándose como una posible respuesta a la aproximación de la capacidad de carga de la población y lo que se encontró con la permanencia de las ballenas, refuerza el planteamiento de que las madres con cría permanecen más tiempo dentro de la laguna que los solitarios (Urbán *et al.,* 1996; 1997; 1998; 1999; Urbán y Gómez-Gallardo*,* 2000).

Dahlheim *et al.* (1984) determinaron niveles de los sonidos ambientales y las señales producidas por las ballenas grises en la Laguna San Ignacio.

Se han realizado estudios sobre los movimientos de la especie en las áreas de reproducción, como el de Harvey y Mate (1984) en el cual marcaron ballenas grises con radio transmisores en Laguna San Ignacio, obteniendo el tiempo promedio de buceo y respiraciones. Además observaron movimientos diurnos y nocturnos al exterior e interior de la laguna, también encontraron que la residencia de los solitarios es menor que la de las madres con cría.

Ludwig *et al.* (2000) realizaron estudios en Laguna San Ignacio sobre los movimientos locales y comportamiento de buceo de las madres con cría utilizando radiomarcas y encontraron que las madres con cría tienen movimientos activos en toda el área de la laguna, incluyendo entradas y salidas a la misma, en cuanto a los buceos distinguieron dos tipos, los de forma *U* y *V*, esto es en base a la duración de las ballenas en el fondo.

En un estudio más reciente Mate *et al.* (2003), colocaron radio transmisores satelitales a las ballenas grises en la Laguna San Ignacio en donde observaron que las madres con cría abarcan mayor área dentro de la laguna y realizan excursiones hacia el exterior e interior de la laguna a diferencia de los solitarios, además que el tiempo de residencia de las madres con cría fue mayor al de los solitarios.

Mate y Harvey (1984) describieron la ruta migratoria de las ballenas grises al norte, con el uso de radio transmisores satelitales que se colocaron en la Laguna San Ignacio reportando una velocidad de nado de 85 km/día sin presentarse diferencias de velocidad de nado entre madres con crías y solitarios. Además reportan algunas ballenas que se movieron tanto al sur como al norte desde el punto de marcado. En cambio Mate y Urbán (2003) encontraron que la

velocidad de nado para un adulto de sexo desconocido fue de 134 km/día navegando cerca de la costa y a profundidades menores a 100 m.

Rice *et al.* (1984) mencionan las principales áreas de crianza para la ballena gris, en donde Laguna Ojo de Liebre es la más importante por la cantidad de crías que produce.

Withrow (1983) realizó estudios sobre la ballena gris en la Laguna Ojo de Liebre y sus alrededores durante los inviernos de 1979 a 1981, en donde examinó abundancia, distribución, composición por grupo, residencia, índices de mortalidad, etc., encontrando un incremento de ballenas solitarias a principios de enero y un decremento en febrero-marzo, en cambio los picos para las madres con cría se presentaron a mediados de febrero, permaneciendo más tiempo dentro de la laguna que los solitarios. En cuanto a mortalidad encontró que la mayoría de los animales muertos se presentaron en el exterior de la laguna.

Fleischer (1980) realizó estudios principalmente en la Laguna Ojo de Liebre y complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas, enfocándose a la distribución y abundancia en periodos reproductivos. Así mismo Fleischer y Beddington (1985) analizaron aspectos reproductivos e índices de mortalidad temprana por medio de censos en bote y censos aéreos. También se realizaron estudios de abundancia, distribución y movimientos de las ballenas en relación a los parámetros ambientales en Laguna Ojo de Liebre (Alvarado *et al.,* 1986). De igual manera Pérez-Cortés *et al.* (2002) determinaron distribución y abundancia distinguiendo entre madres con cría y ballenas solitarias en diferentes regiones del complejo lagunar de Bahía Magdalena durante el invierno de 1997.

FOTOIDENTIFICACIÓN

La fotoidentificación es una técnica de estudio no letal que permite identificar cetáceos por medio de sus marcas naturales. Este es un método de marcado rápido y eficaz que permite desarrollar estudios sobre la biología de las especies, permitiendo hacer investigaciones a largo plazo, pues se sabe que las marcas de las ballenas grises permanecen sin variaciones por lo menos 11 años (Darling, 1984).

La fotoidentificación se ha usado para reconocer individuos de diferentes poblaciones, se ha utilizado exitosamente en especies como la ballena de Minke (*Balaenoptera acutorrostrata*) del estado de Washington; orcas (*Orcinus orca*) de Columbia Británica/Washington; ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) del Pacífico Norte; ballenas francas (*Eubalaena glaciales* y *E. australis*) del Atlántico Norte y de la Península de Valdez, Argentina; la ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*) del Atlántico Norte; ballena azul (*Balaenoptera musculus*) del Golfo de St. Lawrence y en el Océano Indico; cachalote (*Physeter macrocephalus*) en el Océano Indico y ballena de cabeza arqueada (*Balena mysticetus*) (Hammond, 1986).

En el caso de la ballena gris, el patrón de color al nacer es gris oscuro y conforme la ballena crece va a presentar una cantidad variable de manchas claras, que le proporcionan una tonalidad gris. Cada ballena presenta un patrón de pigmentación y marcas únicas, que permite individualizar a cada organismo para su identificación (Busch, 1998). Darling (1984) fue el primer investigador en usar la fotoidentificación al estudio de la ballena gris. En la especie se distinguen y se identifican a los diferentes individuos comparando sus marcas naturales alrededor de la región dorsal de la ballena. Estas marcas pueden ser de tres tipos: a) las de origen genético (falta de pigmentación); b) las producidas por la caída de ectoparásitos y c) las marcas provocadas por la interacción con otros individuos (Fig. 2). Estas marcas varían en cada individuo, por lo que no hay dos ballenas iguales (Jones, 1990; Calambokidis *et al.,* 1994).

a)

b)

c)

Figura 2. Ejemplo de marcas utilizadas para la fotoidentificación: a) las de origen genético; b) las producidas por la caída de ectoparásitos y c) las marcas provocadas por la interacción con otros individuos.

JUSTIFICACIÓN

Desde hace muchos años, la ballena gris ha sido importante para los seres humanos y ha convivido con ellos, cumpliendo diferentes propósitos y adquiriendo diversos valores. Esta interacción en ocasiones ha tenido consecuencias negativas para las ballenas, llevándolas al borde de la extinción. Recientemente ha cambiado el valor de la ballena gris para el hombre, ya que durante su paso migratorio y su presencia en las lagunas, es muy común observarlas con binoculares o desde las embarcaciones. Ahora estas actividades están motivadas principalmente por el interés económico ya que el turismo de observación de ballenas se presenta como una actividad rentable que se desarrolla dentro estas zonas (Urbán, 1999). Actualmente la observación de ballenas significa importantes ingresos directos e indirectos para las comunidades cercanas a los cuerpos de agua en los que se congrega, calculándose una derrama económica de 750 000 dólares al año (Anónimo, 2000).

La costa occidental de la Península de Baja California Sur ha sido utilizada estacionalmente como zona de apareamiento y crianza por la ballena gris. Las Lagunas Ojo de Liebre, San Ignacio y el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas son las principales zonas de reproducción de esta especie en el mundo (Rice *et al.,* 1981), además de que son destinos populares en la observación recreacional de ballenas (Urbán *et al.,* 1996). Cabe mencionar que el turismo no es la única actividad que se realiza dentro de estos cuerpos lagunares, también destacan el desarrollo industrial, minero y la pesca (Cifuentes, 1997).

A pesar de que Laguna Ojo de Liebre en la actualidad es la zona más importante de reproducción para la especie, los estudios que se habían realizado anteriormente estaban enfocados a abundancia y distribución por medio de censos que se realizaban esporádicamente. Dado que son las dos primeras temporadas donde se realiza un monitoreo intensivo y sistemático de las ballenas grises en la Laguna Ojo de Liebre, es evidente la necesidad de conocer el número de ballenas grises y su permanencia dentro de la misma en las temporadas de reproducción, para así aportar elementos que ayuden a entender el uso que hacen

estos organismos de la laguna. Así la información obtenida de este trabajo proporcionará herramientas que nos permitan enfocar adecuadamente el uso de un recurso que es una importante fuente de producción de divisas, de trabajo y de desarrollo social y económico.

El potencial educativo y de investigación también es muy amplio, por lo que su enfoque pudiera centrarse a vincular los resultados de las investigaciones con los programas nacionales de desarrollo y educación. Además por su hábito migratorio, la ballena gris es una especie altamente predecible, por lo que la investigación con ella es una posibilidad viable.

HIPÓTESIS

- En la Laguna San Ignacio las madres con cría permanecen hasta tres veces más tiempo respecto a los solitarios, por lo que se espera que suceda algo similar en la Laguna Ojo de Liebre.
- Por medio de la fotoidentificación de ballenas grises, el uso de radiomarcas y la observación de ballenas en la boca de la Laguna San Ignacio, se ha observado que hay una dinámica en cuanto a la entrada y salida de ballenas en esta laguna. En la Laguna Ojo de Liebre, que es la primera en la ruta migratoria de las ballenas grises hacia el sur y la última cuando migran hacia el norte, se presenta esta dinámica muy acentuada, razón por la que hay un mayor número de ballenas que la visitan. Con base en esto, se espera que el número de ballenas grises que visitaron la laguna durante la temporada sea mayor al número de ballenas contadas en el censo más alto.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar algunos parámetros poblacionales de la ballena gris en la Laguna Ojo de Liebre, que nos ayuden a comprender la dinámica del uso que hacen de esta laguna.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Estimar la permanencia de las madres con cría y la de los adultos solitarios en la Laguna Ojo de Liebre durante los inviernos del 2001 y 2002.
- Estimar el número de las madres con cría y de los adultos solitarios que visitaron la Laguna Ojo de Liebre durante el invierno del 2002.
- Comparar los valores de residencia y del número de ballenas, con los estimados para Laguna San Ignacio durante el periodo 1996-2000.

ÁREA DE ESTUDIO

La Laguna Ojo de Liebre es actualmente el área más importante para la reproducción de la ballena gris, tanto por su dimensión como por el número de ballenas que se concentran anualmente (Fleischer, 2002). Esta laguna forma parte de un complejo lagunar junto a las lagunas Manuela y Guerrero Negro, dentro de la Bahía Sebastián Vizcaíno en la parte media occidental de la Península de Baja California (Sánchez, 1991).

El origen de la laguna y en general del complejo lagunar, inicia como una depresión costera cuando el nivel del mar era de 11 a 14 m más bajo que en la actualidad, hace aproximadamente 6 000 o 7 000 años, aunado a la formación de una barra de arena acarreada por las corrientes marinas (Withrow, 1983). Posteriormente, conforme se eleva el nivel del mar, la barra de arena aumenta su altura expandiéndose hacia adentro debido a la formación de la playa por las olas. La porción de la barrera dirigida hacia tierra se elevó sobre el nivel de la playa debido al transporte de arena por el viento, quedando únicamente el trabajo de las corrientes producidas por la marea para concluir la transformación de las lagunas del complejo, las cuales, inicialmente unidas entre sí, se han ido separando y llenando gradualmente por la acumulación de sedimentos transportados por el viento y las corrientes marinas (Phelger, 1965).

La Laguna se encuentra entre los 27°35’ y los 27°52’ de latitud norte y los 113°58’ y los 114°10’ de longitud oeste, al norte de Baja California Sur (Fig. 3). Es la laguna costera más grande de la porción occidental de la Península de Baja California, con una extensión superficial de 571 km^2 y con una longitud en la boca de 3.45 km de ancho. La longitud de la Laguna Ojo de Liebre es de 48 km tranzando un transecto desde su parte central (Phelger y Swing, 1962).

Esta laguna en su interior presenta cinco islas bien diferenciadas. En su porción norte se encuentran la Isla Zacatosa y la Isla Conchas, en su parte central la Isla Brosas (El Alambre) y la Isla Piedras y en su parte Sureste la Isla Choyas (Fig. 3). La Batimetría de la laguna se caracteriza por integrar un sistema complejo de canales ramificados y que están separados entre sí por grandes áreas de

bajos, sobre los cuales abunda el pasto marino *Zostera marina*, las profundidades que se presentan van desde los 3 hasta los 26 m (Fig. 4) (Sánchez, 1991).

En general el clima es muy seco, con una precipitación escasa durante todo el año, con la temporada de lluvias en invierno (Salinas-Zavala *et al.,* 1991; Anónimo, 2000). Los vientos dominantes provienen del noroeste durante el invierno y alcanzan velocidades de hasta 20.5 km/h, la temperatura ambiental es templada de 18.4°C, con variaciones máximas en verano de 32°C y mínimas de 5°C en invierno. Estas condiciones y su origen geológico han hecho posible el potencial que el área ofrece para la concentración natural de sal, existiendo en sus inmediaciones una de las salineras más grande del mundo (Fleischer, 2002).

La laguna está comunicada con la Bahía Sebastián Vizcaíno, recibe agua del Océano Pacifico a través de una boca de 3.7 km de ancho que provoca, con los cambios debidos a las condiciones de marea, fuertes corrientes (5.0-7.0 nudos). El volumen de agua que está entrando y saliendo constantemente, ha modificado el fondo y permitido la formación de una red de canales (ocupando el 30% del área total), cuya recirculación es muy rápida, por lo que difícilmente se da una estratificación de temperatura y densidad. Estos canales tienen diferentes dimensiones, lo que provoca que la velocidad de las corrientes sea variable, aumentando en los canales más angostos y profundos y disminuyendo en los anchos y bajos (Alvarado *et al.,* 1986). Las corrientes en la parte cercana a la boca muestran velocidades aproximadas de 2.5 nudos, en la parte media de 1.5 a 2 y en el interior de 0.33 a 1.5 nudos. Las variaciones de temperatura y salinidad se deben a la marea, en la parte interna de la laguna se llegan a registrar valores de salinidad de 42 a 47‰. El intervalo de marea va de 1 a 3 m (Contreras, 1993).

Desde el punto de vista hidrológico, se caracteriza por ser una laguna de tipo hipersalino, debido a que no recibe ningún afluente de agua dulce y porque sufre un alto grado de evaporización provocado por el viento y la incidencia de los rayos solares. Es por eso que la circulación del agua se comporta de manera antiestuarina (Groen, 1967; Postma, 1967). Los parámetros hidrográficos tienen cierta variación que dependen de la distancia relativa a la entrada, por lo que

consecuentemente en la boca de la laguna la temperatura del agua oscila entre 14°C y 23°C y 13°C y 26°C en la porción interna de la laguna (Fleischer, 2002).

La laguna se encuentra situada sobre una base sedimentaria, probablemente del Cretácico y del Terciario, atrapada por un aluvión del Pleistoceno (Alvarado *et al.,* 1986). El tipo de sedimento es arena fina y media en los canales y en la parte interior de la laguna aparecen el aluvión y la arcilla (Contreras, 1993).

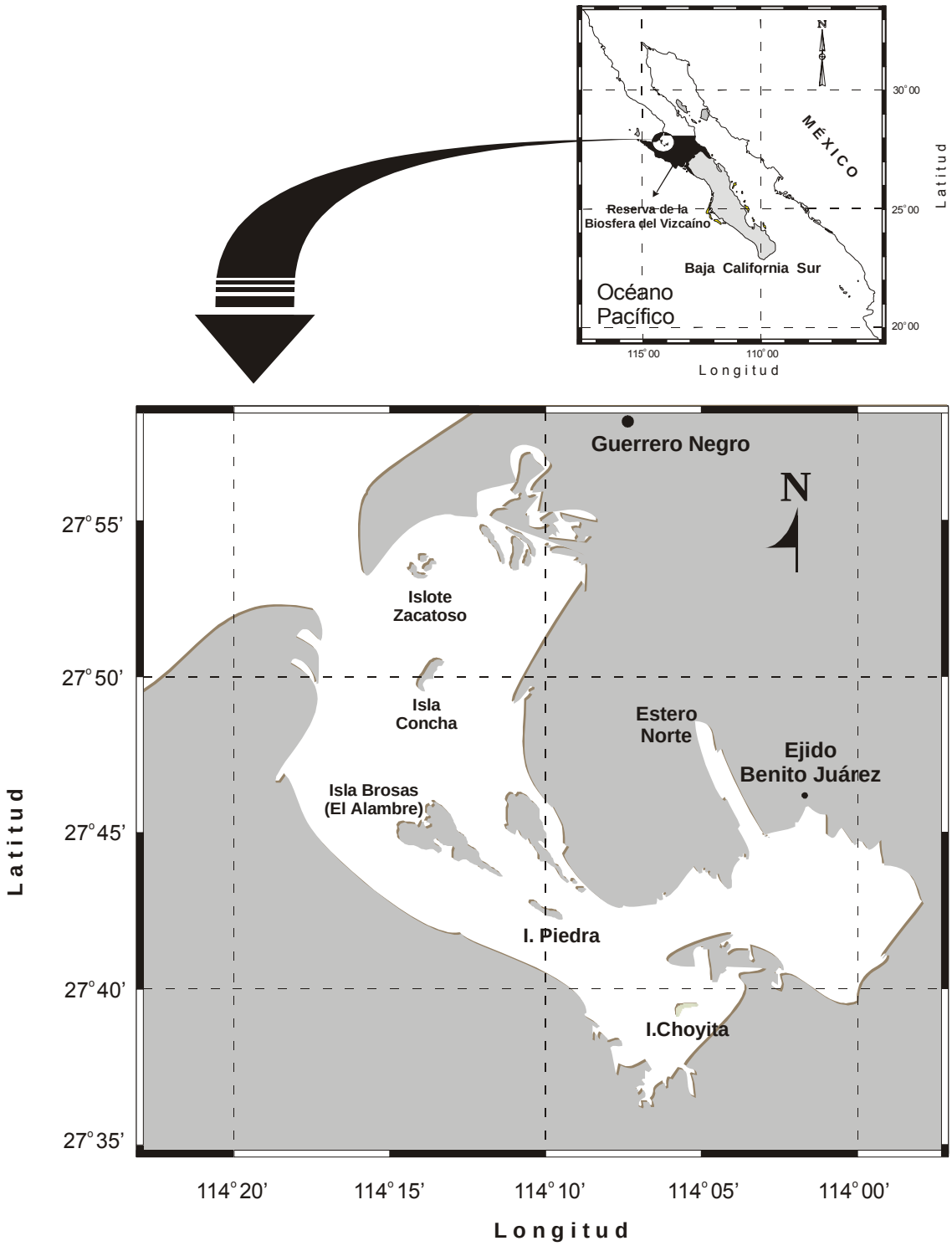


Figura 3. La Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México (Tomado de Urbán y Gómez-Gallardo, 2002).

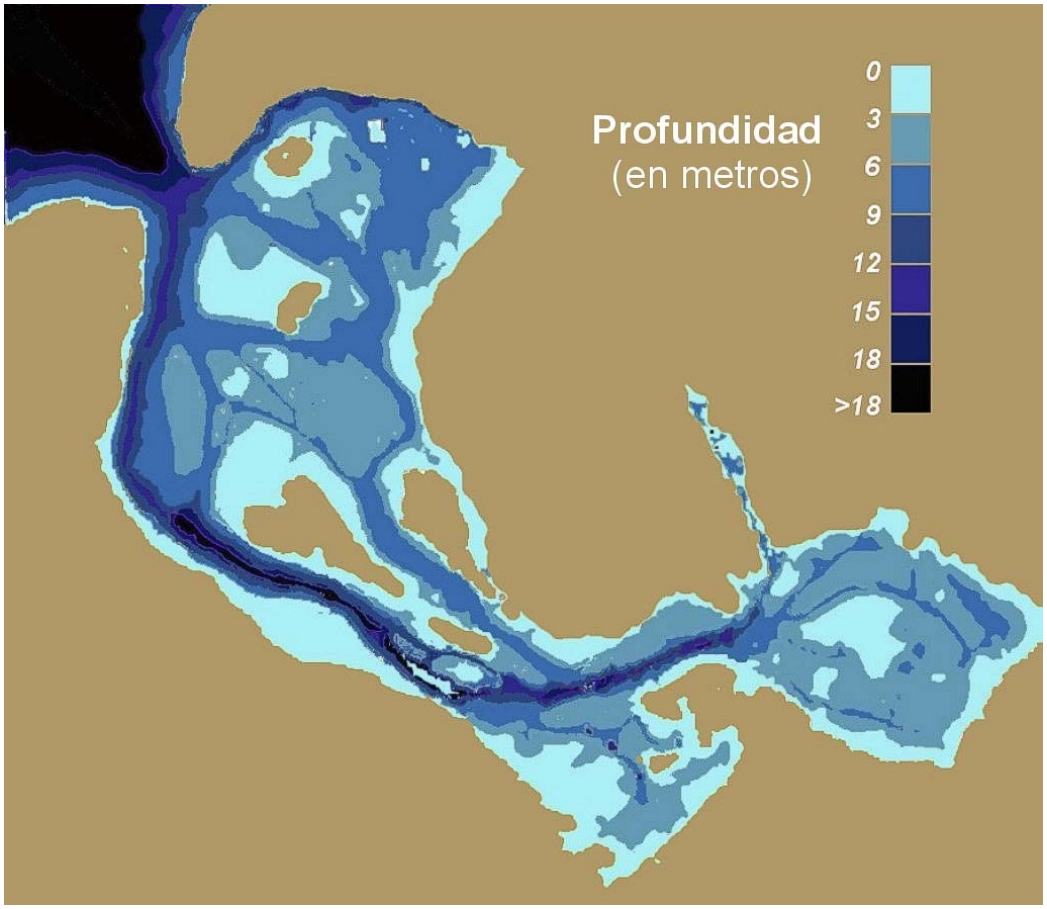


Figura 4. Batimetría de la Laguna de Ojo de Liebre, en donde se observan los sistemas de canales y las profundidades representadas por tonos de colores claros a oscuros. La escala de profundidades es en metros y tiene intervalos de 3 m (Modificado de Gutiérrez, 2000).

MATERIAL Y MÉTODOS

TRABAJO DE CAMPO

Durante los meses de enero a abril del 2001 y 2002, se navegó en el interior de la Laguna Ojo de Liebre (cuando las condiciones climáticas lo permitieran), con la finalidad de fotografiar a las ballenas grises. Para esto se necesitaron un mínimo de dos personas además del lanchero, una de las cuales se encargó del registro de información y la otra de la toma de fotografías, para esto se utilizó una embarcación tipo panga con motor fuera de borda.

Con la finalidad de organizar el esfuerzo de búsqueda y conteo de ballenas durante la realización de los censos, así como para determinar la distribución de las ballenas y su variación respecto al tiempo en la totalidad de la superficie de la laguna, se realizó una división de la laguna en 6 zonas, las cuales además, presentan características peculiares en sus condiciones oceanográficas, sobre todo en lo relativo a su profundidad (Fig. 5).

En el primer año de muestreo, la distribución del esfuerzo para la toma de fotografías dentro de la laguna se enfocó en mayor grado hacia las zonas 1 y 2, y menos en las zonas 4 y 6, a diferencia del segundo año, donde el muestreo fue diseñado de manera que fuese más representativo, ya que la toma de fotografías se ponderó (hasta donde fue posible) de acuerdo con los valores de abundancia en cada zona de la laguna.

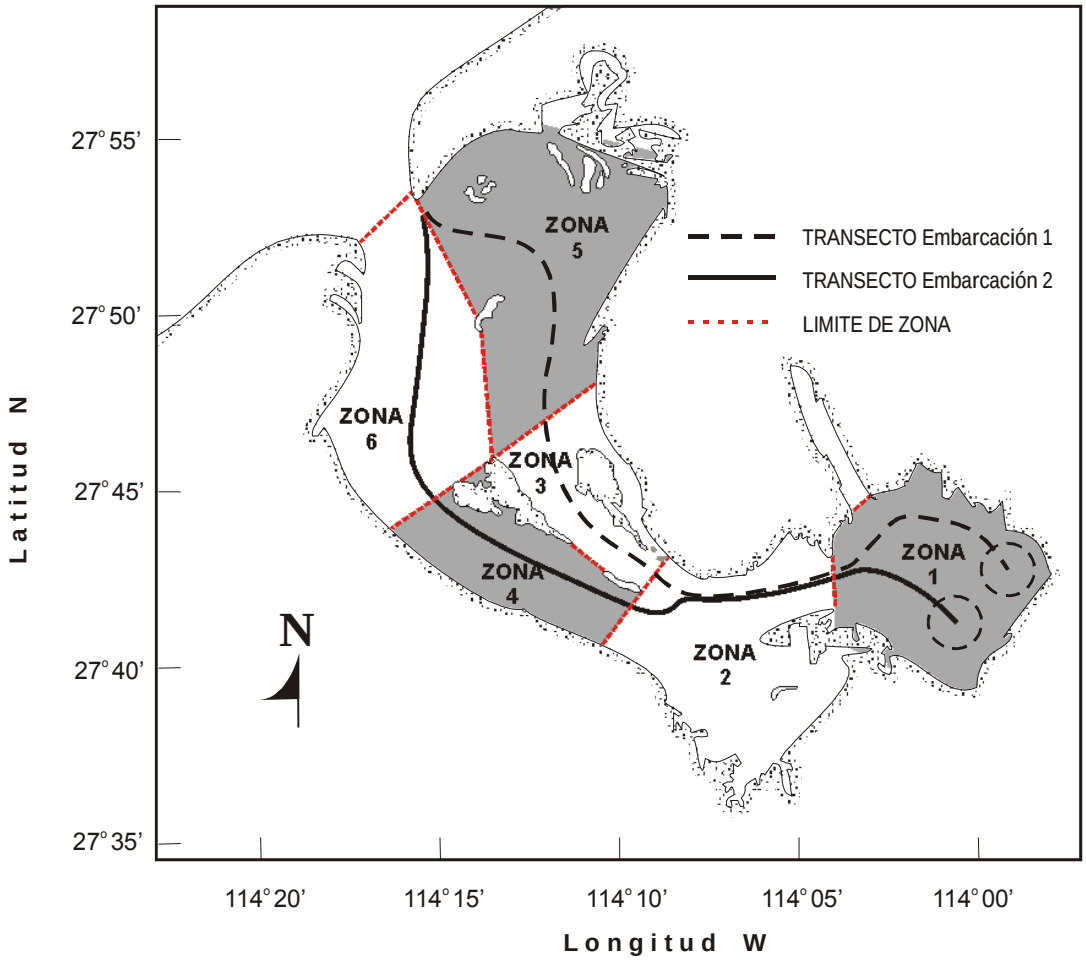


Figura 5. Transectos y delimitación de zonas para la realización de los censos de ballenas grises en la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. (Tomado de Urbán y Gómez-Gallardo, 2002).

Toma de fotografías

Con base a los criterios descritos por Bigg *et al.* (1986), para la toma de fotografías, se definió la dirección, velocidad de navegación y frecuencia de respiración de los organismos observados, con la finalidad de determinar la forma en que se dio la aproximación. En todo momento se procuró mantener una distancia razonable entre el animal y la embarcación (aproximadamente 10 m), para no alterar su comportamiento.

Se tomaron las fotografías en el momento en que el animal mostraba la mayor parte del costado derecho, tratando de fotografiar la parte media del cuerpo, incluyendo la joroba y los nódulos del pedúnculo caudal.

Además, de acuerdo por lo recomendado por Bigg *et al.* (1986), se trató de tomar más de una fotografía por animal para asegurar al menos una con buena calidad (centrada, con buen foco y buena iluminación). Para lo anterior, se utilizó película blanco y negro Neopan e Ilford ASA 400 y película para transparencias de color Fuji Provia ASA 100F, con cámaras reflex de 35 mm equipadas con lentes zoom de 75-300 mm, las cuales se manejaron a velocidades de apertura de entre 1/800 a 1/1000 segundos.

Registro de la información

En cada navegación se anotó en una bitácora de campo la fecha, hora, zona, condiciones ambientales (estado del mar en la escala de Beaufort, nubosidad, dirección del viento y visibilidad), número de animales, categoría (ballena solitaria o madre con cría), así como el comportamiento. Además se incluyó la información relativa al número de rollo, número de exposiciones, así como aquella información relevante para identificar a que cuadro del negativo pertenecería a cada organismo (Anexo 1).

TRABAJO DE LABORATORIO

Revelado e impresión del material fotográfico

Los rollos de película se revelaron en el cuarto oscuro del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la U.A.B.C.S. Posteriormente los negativos se cortaron en tiras de 5 exposiciones y se almacenaron en hojas plásticas especiales. Después se observaron sobre una mesa de luz con ayuda de una lupa manual con el fin de seleccionar las mejores fotografías e imprimirlas en papel fotográfico en un formato de 18 x 6.5 cm. En la parte posterior de cada fotografía se anotó el número de rollo y de exposición, así como el avistamiento, categoría, fecha y hora.

Comparación fotográfica y formación del catálogo

Una vez que se revelaron e imprimieron el total de fotografías, se realizó una selección de las mismas con el fin de determinar cuales integrarían el catálogo definitivo. Inicialmente se comparó cada una de las fotografías con el resto, para determinar las fotografías de cada individuo (identificación). Cuando se encontraron ballenas fotografiadas más de una vez en distintos avistamientos y días, éstas se consideraron como recapturas.

A cada ballena se le asignó un número de catálogo con el fin de individualizarlas (p.e. 001, 002, etc). En el catálogo, la exposición de mejor calidad es la que se quedó a la vista.

ANÁLISIS

Permanencia en la laguna

Para determinar la permanencia de las ballenas grises dentro de la Laguna Ojo de Liebre, se utilizó la información obtenida de cada fotografía. Esto permitió calcular el tiempo transcurrido entre el primer avistamiento de un animal en

particular, hasta la fecha en que se vio por última vez. Cabe mencionar que se desconoce si durante ese lapso permanecieron dentro de la laguna, o salieron y posteriormente regresaron, tampoco se conoce si estaban antes o después de ser fotografiadas, por lo que el valor de permanencia estimado es el tiempo mínimo de residencia.

Se estimó el tiempo promedio mínimo de residencia tomando en cuenta la composición por clase, es decir residencia de madres con cría y solitarios; calculándose de dos maneras diferentes: *Permanencia 1*) utilizando sólo a las ballenas que presentaron recapturas en diferentes días, y *Permanencia 2*) además de utilizar a las ballenas que presentaron recapturas, se consideraron a las ballenas de las que se tienen registro un solo día dentro de la laguna (no presentaron recapturas en distintos días).

Con la finalidad de comparar los resultados obtenidos, ya que al no presentar los valores una distribución semejante a la normal, se realizaron pruebas no paramétricas de Mann-Whitney para el calculo de la permanencia 1 (sólo recapturas) y la prueba no paramétrica de rangos de Kruskall-Wallis para la permanencia 2 (total de ballenas fotografiadas). Como se encontró diferencia significativa se realizó una prueba a *posteriori* (prueba de Dunn) en el caso de la prueba de Kruskall-Wallis, para determinar cuáles pares de medias eran los diferentes.

Número de ballenas grises que visitaron Laguna Ojo de Liebre, invierno 2002. Método de captura-recaptura (Darling y Morowitz, 1986)

Se utilizó el método de captura-recaptura para la estimación del número de ballenas que visitaron la laguna. El método empleado fue propuesto por Darling y Morowitz (1986) y se basa en la tasa de descubrimiento de recapturas. Dicha técnica se basa en una premisa muy simple: si tuviésemos una población infinita, en cada sesión de fotomarcaje encontraríamos siempre nuevos individuos de manera permanente; pero al tratar con poblaciones finitas, encontramos que el número de individuos tendrá un descenso conforme nos acercamos al número

total de estos, llegando a la situación de no tener más individuos nuevos, una vez que hayamos fotografiado a la totalidad de los mismos (Fig. 6).

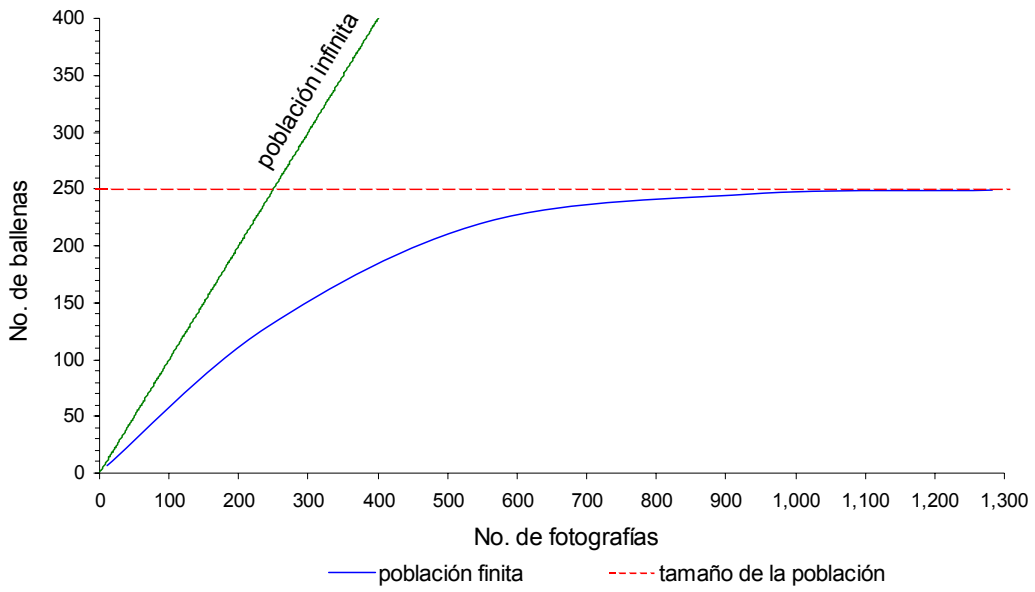


Figura 6. Premisa de la técnica de Darling y Morowitz (1986). En esta figura se representa gráficamente a una población finita de 250 individuos en total (línea discontinua), número que conoceríamos hasta contar con alrededor de 1200 fotografías de no aplicar el método (curva de la población). De ser infinita por cada fotografía encontraríamos un individuo diferente (línea continua).

Sin embargo, es imposible lograr tener fotoidentificadas al número total de ballenas grises que visitan la laguna, o incluso acercarse a esa situación implicaría un gran esfuerzo, por lo que Darling y Morowitz (1986) desarrollaron la siguiente relación para modelar la tasa de descubrimiento de nuevos individuos:

$$\mathbf{y} = N[1-(1-1/N)^{x}]$$

donde:

y = número de ballenas nuevas.
x = número de fotografías.
N = tamaño de la población, que en nuestro caso sería el número de ballenas grises que visitaron la laguna.

La estimación de N se realizó mediante un método iterativo utilizando valores empíricos de N hasta cumplir con la relación y minimizando el error, los intervalos de confianza fueron calculados por medio de un bootstrap no paramétrico para realizar una serie de simulaciones Montecarlo (1000) con la finalidad de obtener la variabilidad natural de los datos obtenidos en el campo y con ésta determinar los intervalos por medio del método de los percentiles al 95% de confianza.

RESULTADOS

Conformación del catálogo

En estos dos primeros años de muestreo de la ballena gris en la Laguna Ojo de Liebre, se contribuyó a la conformación del catálogo fotográfico de ballena gris del Programa de Investigación de Mamíferos Marinos (PRIMMA) de la U.A.B.C.S. para las temporadas invernales del 2001 y 2002. Este catálogo es una colección de las fotografías de ballenas grises identificadas durante los dos primeros años de muestreo en la Laguna Ojo de Liebre.

Para la conformación del catálogo, durante la temporada del 2001 se utilizaron un total de 53 rollos de película con los que se tomaron alrededor de 1 700 fotografías. Identificándose un total de 395 ballenas adultas, de las cuales 211 fueron madres con cría, 181 solitarios (Fig. 7) y 3 indeterminados (sin categoría). (Tabla I).

Para el 2002 se utilizaron 49 rollos de película y se tomaron alrededor de 1 750 fotografías, identificándose un total de 465 ballenas adultas diferentes, de las cuales 367 fueron madres con cría (Fig. 8) y 98 solitarios (Fig. 9) (Tabla I).

Tabla I. Número total de ballenas identificadas en Laguna Ojo de Liebre, inviernos de 2001 y 2002.

Categoría	No. de ballenas identificadas	
	2001	2002
Madre con cría	211	367
Solitarios	181	98
Indeterminados	3	0
TOTAL	395	465

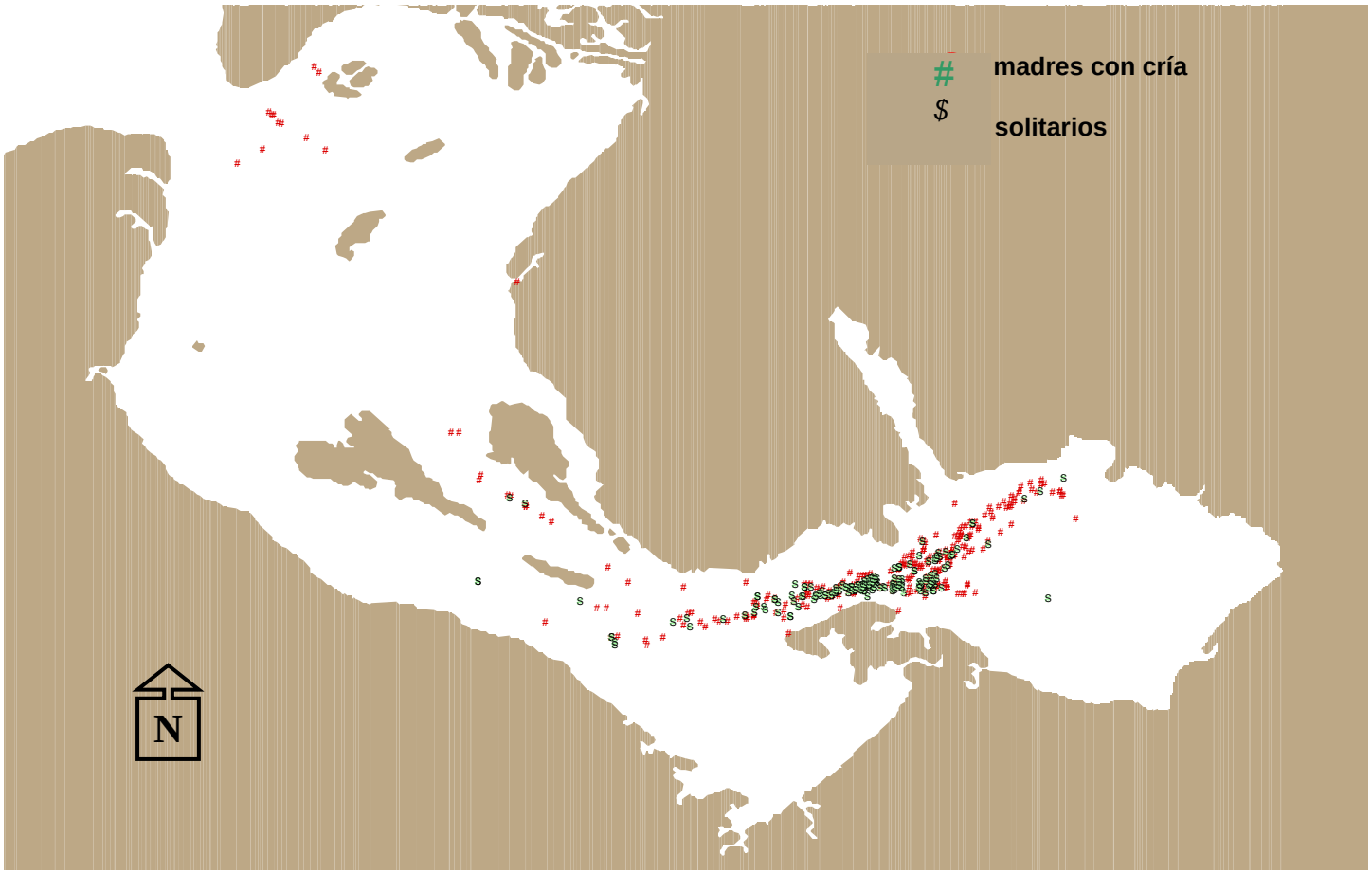


Figura 7. Distribución del esfuerzo para los estudios de fotoidentificación de ballenas grises en la Laguna Ojo de Liebre, durante la temporada invernal de 2001. Cada punto representa una ballena fotografiada.

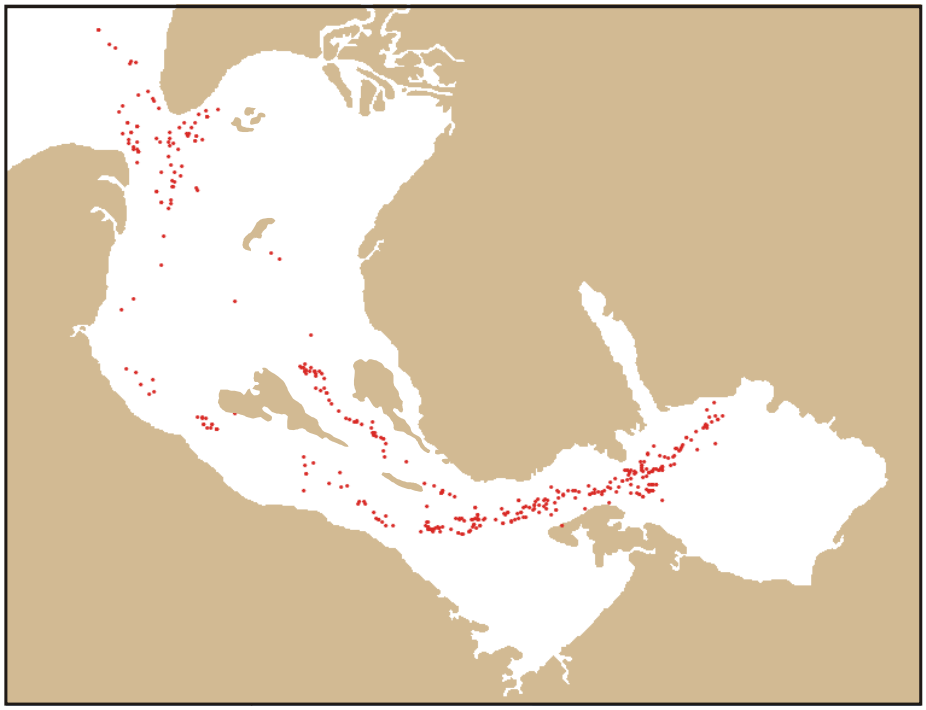


Figura 8. Distribución del esfuerzo de fotoidentificación de madres con cría en la Laguna Ojo deLiebre, durante la temporada invernal de 2002. Cada punto representa una ballena fotografiada.

Figura 9. Distribución del esfuerzo de fotoidentificación de solitarios en la Laguna Ojo de Liebre, durante la temporada invernal de 2002. Cada punto representa una ballena fotografiada.

Permanencia, invierno 2001

Del total de fotografías que se tomaron, se encontró que 75 madres con cría y 21 solitarios se vieron más de una vez (recapturas). Además se tomaron en cuenta las ballenas sin recaptura, o sea las que sólo se vieron una vez dentro de la laguna, encontrándose 139 madres con cría y 152 solitarios.

Permanencia 1

En este caso tenemos que las madres con cría permanecieron dentro de la laguna por un periodo de 1 a 76 días como máximo (Fig. 10) con una residencia media de 22.04 días ± 4.05 (n=75; *α*= 0.05). Por otro lado los solitarios permanecieron de 1 a 70 días (Fig. 11) con un promedio de 13.04 días ± 8.08 (n= 21, α= 0.05).

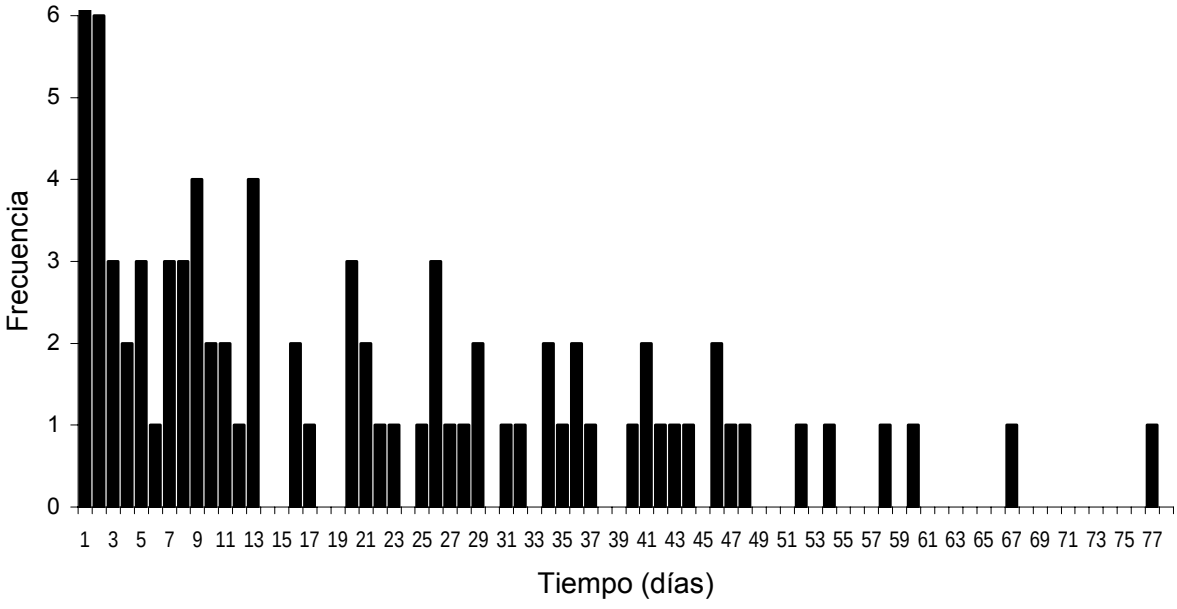


Figura 10. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de madres con cría en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2001.

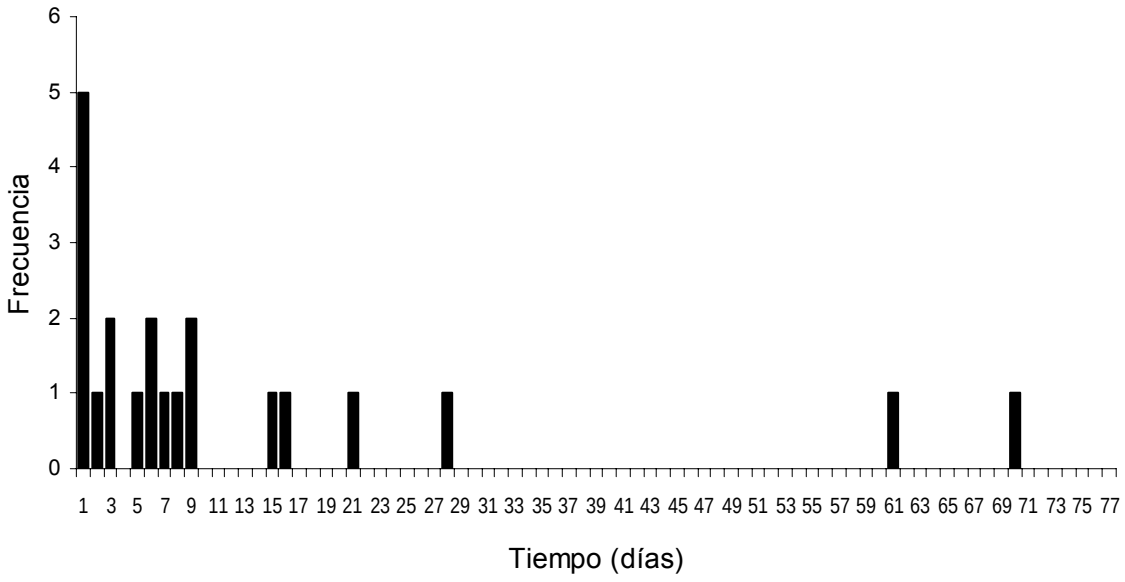


Figura 11. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de ballenas solitarias en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2001.

Cuando se compararon los tiempos de residencia de las madres con cría y de los solitarios, se presentan diferencias significativas entre ambos al realizar el análisis de suma de rangos de Mann-Whitney (P=0.007), siendo mayor la permanencia de las madres con cría (Fig. 12).

Permanencia 2

Al incluir los valores de las ballenas con una sola fotografía, se obtuvieron los siguientes intervalos de tiempo para cada categoría, las madres con cría permanecieron en la laguna por un periodo de 1 a 77 días como máximo (Fig. 13), con un promedio de 8.73 días ± 2.005 (n= 213; α= 0.05), en cambio los solitarios permanecieron en la laguna de 1 a 71 días (Fig. 14), con un promedio de 2.58 ± 1.15 (n=173; α= 0.05).

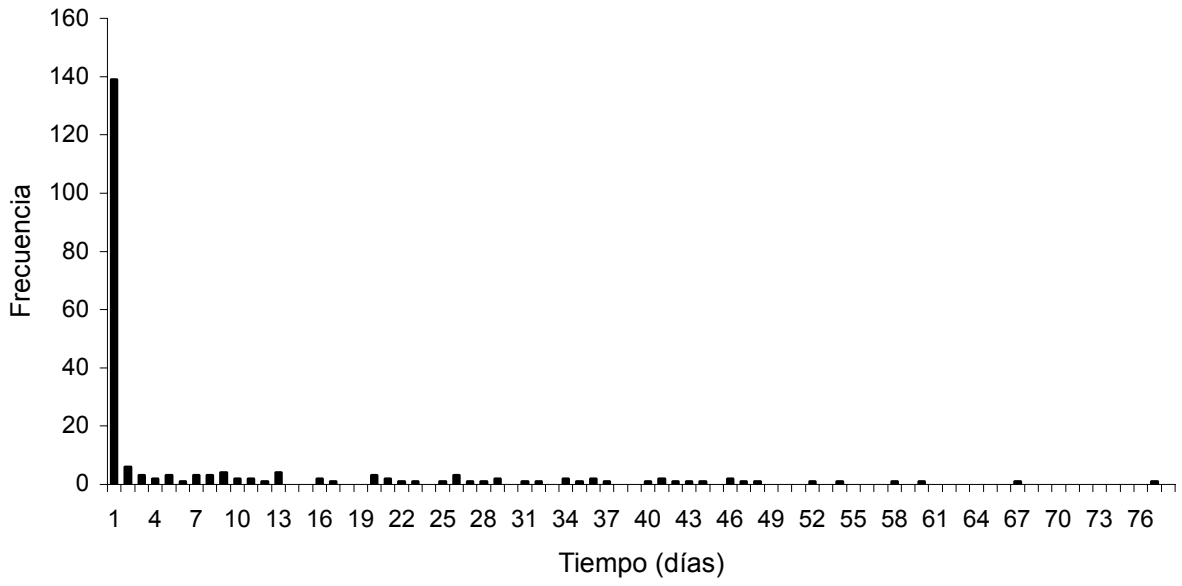


Figura 13. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de madres con cría en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2001.

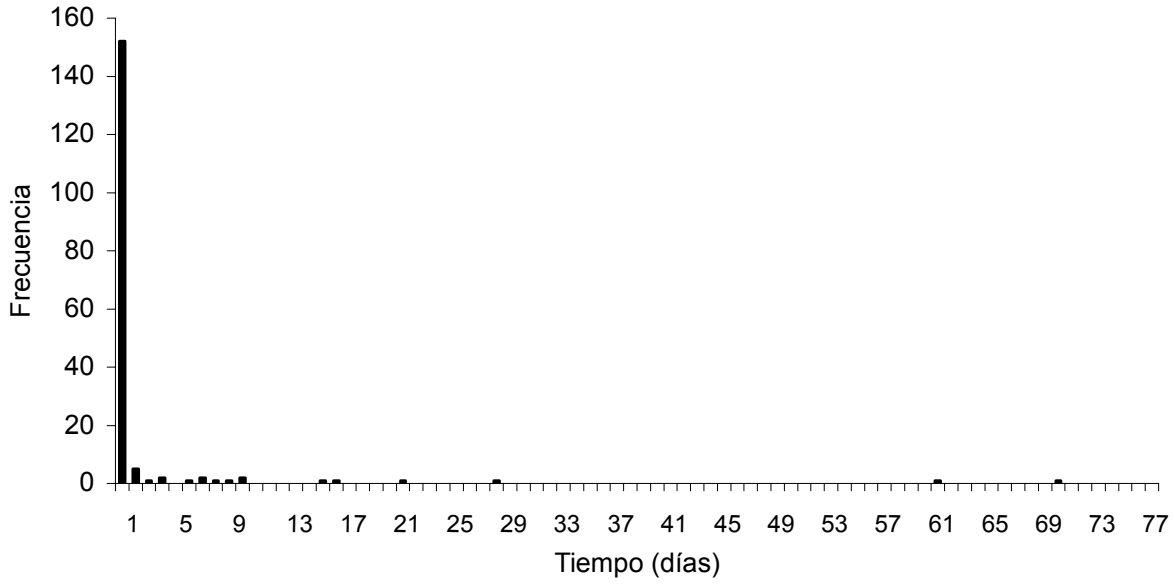


Figura 14. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de ballenas solitarias en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2001.

Al comparar los tiempos de residencia de las madres con cría y de los solitarios, se encontró que las madres con cría presentaron una permanencia en la laguna casi del triple de la de los solitarios, al realizarse el análisis de Kruskal-Wallis (H=72.701 P=0.001) y la prueba *a posteriori* de Dunn (Tabla II), se obserbvan diferencias significativas entre ambas categorías tal y como se aprecia al graficar la mediana con su intervalo (Fig. 15).

Permanencia, invierno 2002

Del total de fotografías que se tomaron, se encontró que 43 madres con cría y 2 solitarios se vieron más de una vez, y además al igual que el año anterior se tomaron en cuenta a las ballenas sin recaptura, o sea las que sólo se vieron una vez dentro de la laguna, encontrándose139 madres con cría y 152 solitarios.

Permanencia 1

Se obtuvieron los valores de permanencia para las madres con cría de 1 a 62 días como máximo (Fig. 16) con una media de 23.30 ± 12.38 días (n=43; α= 0.05), y para los solitarios solamente se encontraron dos recapturas de 8 días (Fig. 17), presentando una media de 8 ± 0 días (n=2; α= 0.05).

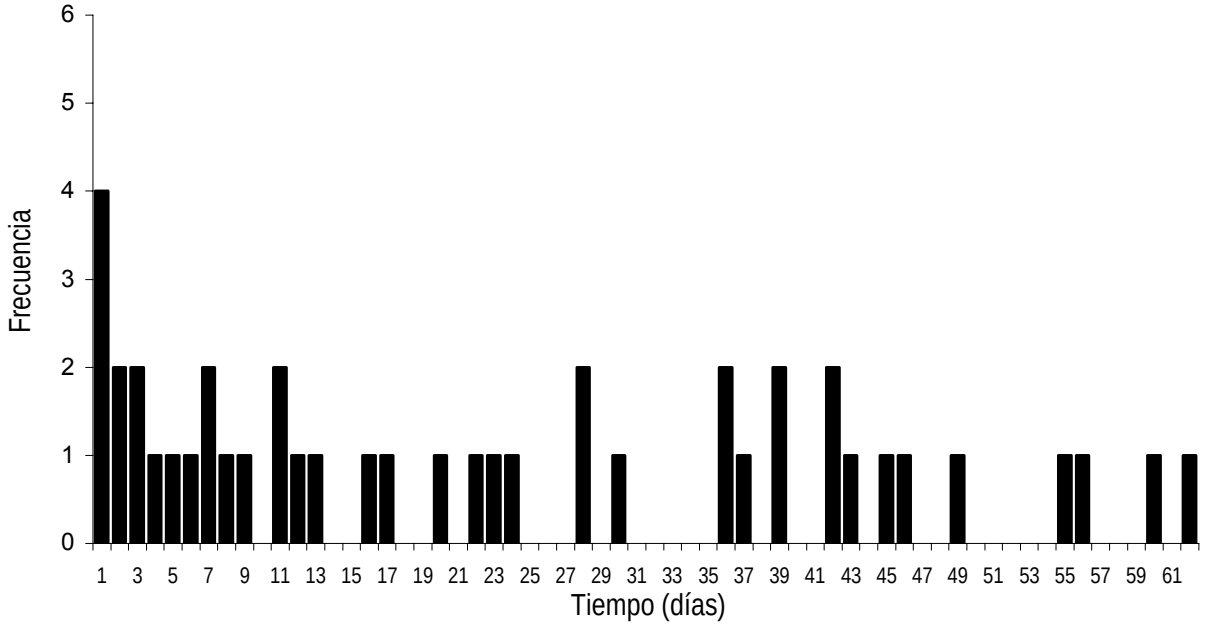


Figura 16. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de madres con cría en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2002.

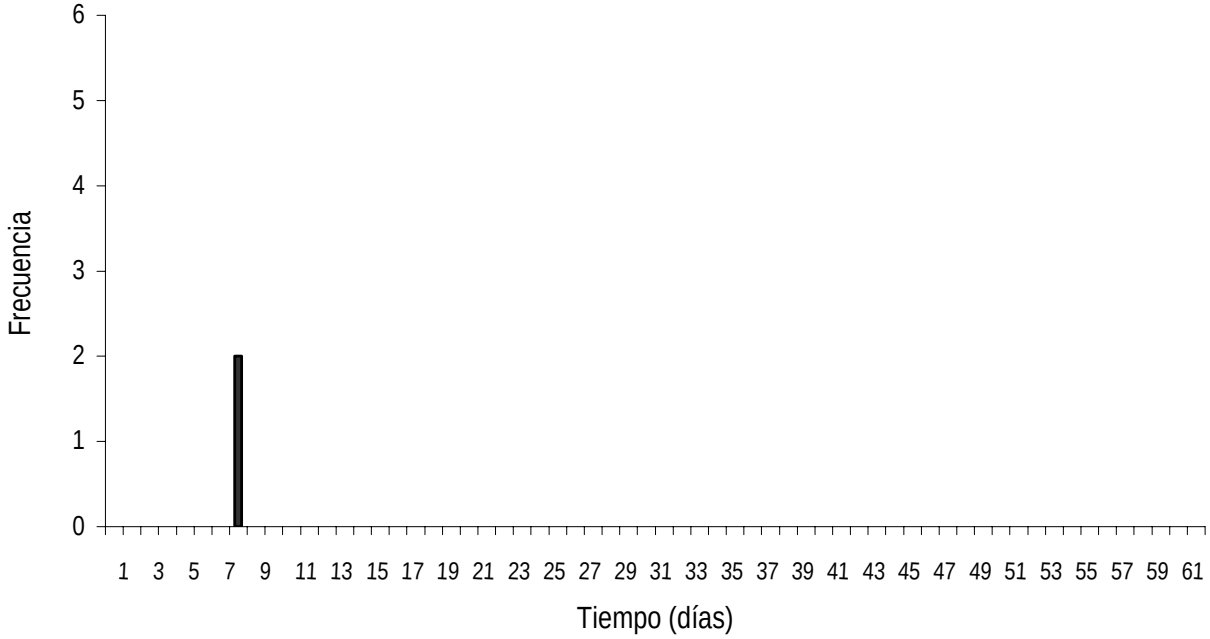


Figura 17. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de ballenas solitarias en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2002.

Al comparar los valores de residencia a partir de las recapturas entre ambas categorías (Fig. 12), se encontró que no hubo diferencias significativas al realizar el análisis de suma de rangos de Mann-Whitney (P = 0.393).

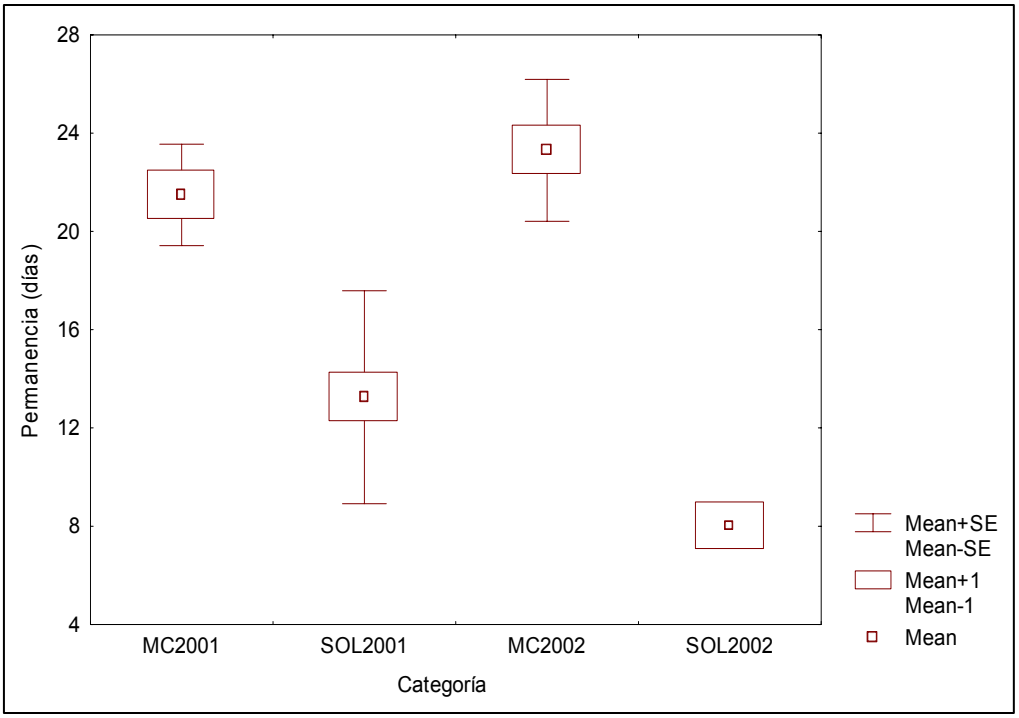


Fig. 12. Comparación entre la permanencia media, estimada a partir de las recapturas, de las madres y solitarios de ballena gris en Laguna Ojo de Liebre, invierno de 2001 y 2002.

Permanencia 2

Al calcular la residencia tomando en cuenta también a las ballenas con una sola fotografía, se obtuvo que la residencia maxima y miníma de las madres con cría fue de 1 y 63 días, con 43 recapturas y 356 ballenas con un día de residencia (Fig. 18). Para los solitarios, solamente se encontraron dos recapturas de 9 días y 95 ballenas con un día de residencia (Fig. 19). El valor promedio para la residencia de las madres con cría fue de 3.81 ± 1.04 días (n=356; α= 0.05) y los solitarios presentan una media de 1.16 ± 0.23 días (n=97; α= 0.05). Al comparar la residencia por medio del análisis de varianza (ANDEVA) por rangos de Kruskal-Wallis y la prueba *a posteriori* de Dunn, no se encontraron diferencias entre madres con cría y solitarios para el 2002 (Tabla III). A diferencia de lo encontrado

en el 2001, los valores de residencia no presentaron la misma tendencia a una permanencia mayor por parte de las madres con cría al realizar la comparación por las dos maneras mencionadas (con recapturas y sin recapturas).

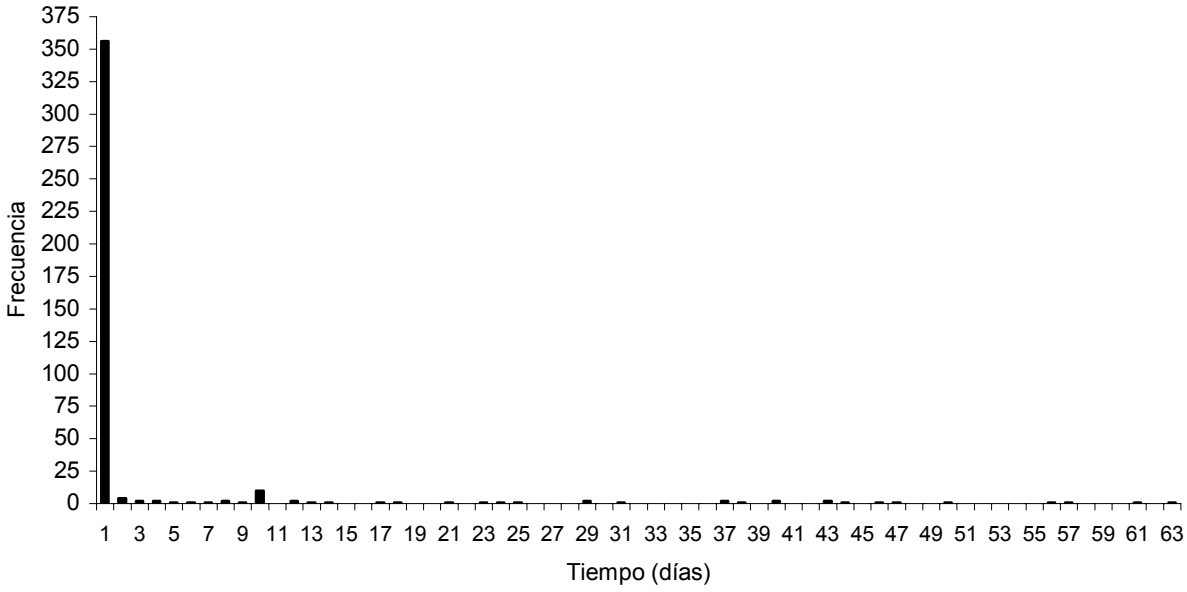


Figura 18. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de madres con cría en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2002.

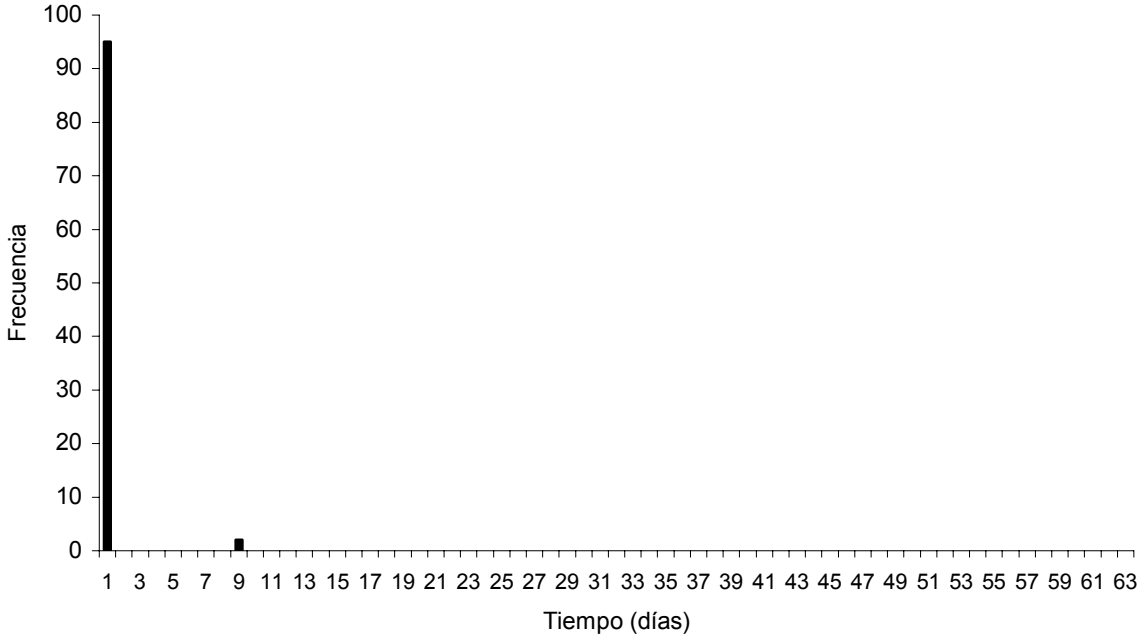


Figura 19. Distribución de frecuencias de los intervalos de tiempo, de ballenas solitarias en Laguna Ojo de Liebre, invierno del 2002.

Al realizarse la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y la prueba *a posteriori* de Dunn de comparación múltiple entre los 4 grupos (MC y SOL 2001 y 2002), considerando todas las ballenas fotografiadas, no se observó una tendencia en particular en cuanto a las madres con cría, ya que se encuentra que hay diferencia entre ambas temporadas, en cambio en los solitarios no se encontraron diferencias significativas entre ambos años (Tabla II, Fig. 15).

Tabla II. Prueba de Dunn. Comparación múltiple no paramétrica, para determinar la diferencia entre los grupos.

Comparación	Diferencia	Q	$Q_{0.05,4}$	Conclusión
MC 2001 vs SOL 2002	137.206	4.622	2.63	Si hay diferencia significativa
MC 2001 vs SOL 2001	97.302	3.923	2.63	Si hay diferencia significativa
MC 2001 vs MC 2002	94.188	4.487	2.63	Si hay diferencia significativa
MC 2002 vs SOL 2002	43.018	1.55	2.63	No hay diferencia significativa
MC 2002 vs SOL 2001	3.114	0.139	2.63	No hay diferencia significativa
SOL 2001 vs SOL 2002	39.904	1.298	2.63	No hay diferencia significativa

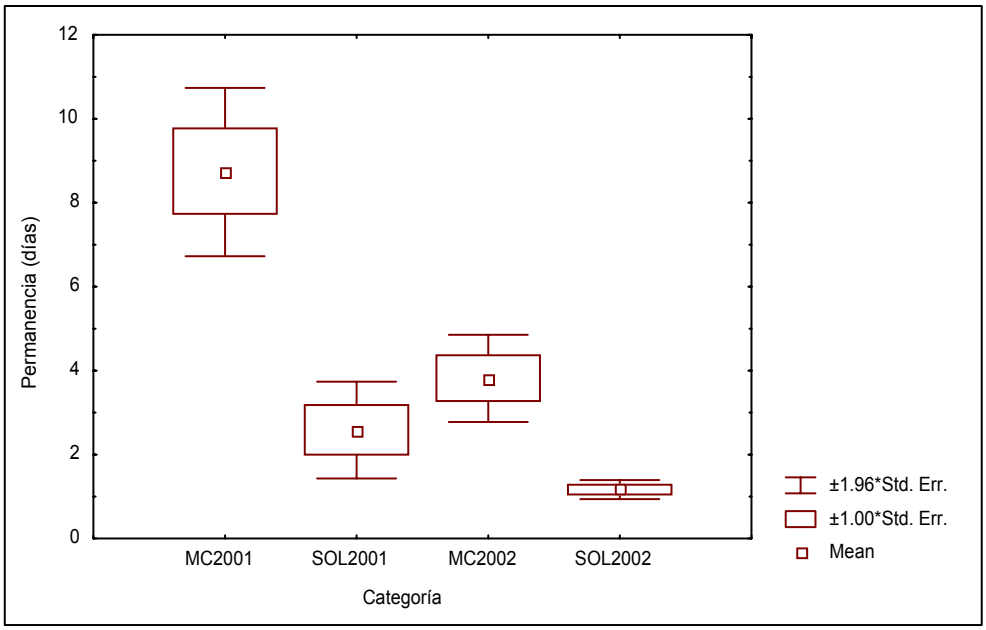


Figura 15. Comparación entre la permanencia media de las madres con cría y solitarios de la ballena gris en la Laguna Ojo de Liebre, inviernos de 2001 y 2002.

Número de ballenas grises que visitaron Laguna Ojo de Liebre, invierno 2002. Método de captura recaptura (Darling y Morowitz, 1986)

Los resultados de fotoidentificación arrojaron un total de 367 madres con crías diferentes con 43 recapturas en días distintos. Utilizando el método de captura recaptura de Darling y Morowitz (1986) estimamos un total de 1 658 madres con cría (IC95%, LS 1 888, LI 1 090) que visitaron la laguna a lo largo de la temporada del 2002 (Fig. 20). En el caso de los solitarios se identificaron 98 individuos con únicamente dos recapturas. La estimación calculada arrojó un total de 2 056 ballenas solitarias (IC95%, LS 50 000, LI 777) que visitaron la laguna (Fig. 21).

Durante el 2002 se realizaron un total de 10 censos con el fin de determinar la abundancia y distribución a lo largo de la temporada. Estos censos se llevaron a cabo del 28 de enero al 8 de abril. La mayor abundancia tanto para madres con cría y solitarios se presentó el 25 de febrero, coincidiendo ambas categorías en la misma fecha (Tabla III).

Tabla III. Resumen de los 10 censos de ballenas grises en Laguna Ojo de Liebre durante el 2002, donde se presenta las abundancias para madres con cría y solitarios.

Fecha	MC	SOL	Adultos
28 de enero	174	207	381
5 de febrero	361	117	478
12 de febrero	385	165	550
20 de febrero	475	219	694
25 de febrero	**475**	**248**	**723**
4 de marzo	455	155	610
12 de marzo	224	75	299
18 de marzo	206	24	230
1 de abril	101	15	116
8 de abril	90	23	113

Como se esperaba el número de ballenas que visitaron la laguna fue mayor al número obtenido en el censo más alto para ambas categorías, con 475 madres con cría y 248 solitarios.

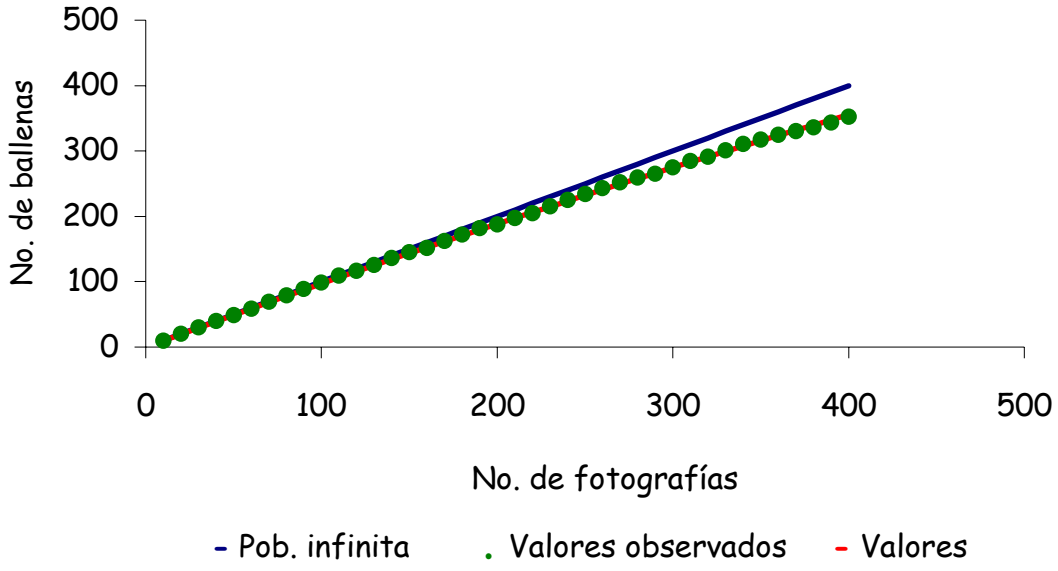


Figura 20. Estimación del número de madres con cría que visitaron la Laguna Ojo de Liebre, durante la temporada invernal del 2002.

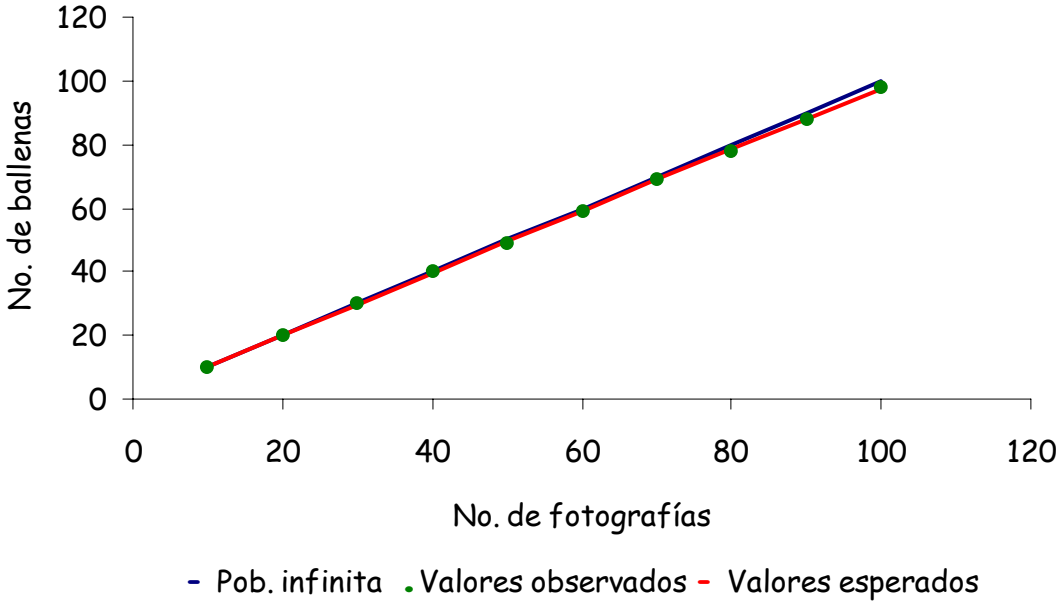


Figura 21. Estimación del número de ballenas solitarias que visitaron la Laguna Ojo de Liebre, durante la temporada invernal del 2002.

DISCUSIÓN

Permanencia, invierno 2001

Tal como reporta Cifuentes (1997) en la Laguna San Ignacio, los tiempos de permanencia que se estimaron para cada individuo y categoría dentro de la laguna, son los tiempos mínimos de residencia, porque se desconoce si cada ballena antes o después de ser fotografiada se encontraba en el interior de la laguna, o si realizó excursiones hacia fuera de la misma. Los tiempos máximos de permanencia en la Laguna Ojo de Liebre de 76 y 77 días para las madres con cría no fueron muy diferente del máximo que llegó a registrar Swartz (1986b) para una madre con cría de 87 días en la Laguna San Ignacio. Por otro lado los solitarios permanecieron como máximo 70 y 71 días, siendo muy diferente al máximo de 35 días reportado por ese mismo autor.

Considerando sólo las ballenas con recapturas (permanencia 1), las madres con cría presentaron una permanencia casi del doble respecto a los solitarios. Al realizar la comparación con el total de ballenas fotografiadas (permanencia 2) se mantiene la misma tendencia pero más marcada, en donde las madres con cría permanecieron casi el triple de tiempo que los solitarios. Esto refuerza los resultados obtenidos por medio de fotoidentificación en Laguna San Ignacio por Jones y Swartz (1984), Swartz, (1986a), Urbán *et al.* (1996; 1997; 1998; 1999), Urbán y Gómez-Gallardo (2000), en donde concluyen que las madres con cría permanecen más tiempo que los solitarios dentro esa laguna, posiblemente debido a que las hembras usan la laguna como área de parto y crianza para los ballenatos, mientras que los solitarios sólo la usan como área de apareamiento.

Otra manera de determinar la permanencia es mediante el uso de radiomarcas, como Harvey y Mate (1984) que encuentran que la permanencia dentro de Laguna San Ignacio por parte de los solitarios es menor a la que presentaron las madres con cría, sugiriendo que los solitarios son ballenas transitorias y que rara veces visitan las zonas internas de la laguna, además la corta residencia indica que puede haber un intercambio de ballenas en la laguna,

mientras que unas salen otras entran. Mate *et al.* (2003), de igual manera confirman que los solitarios abandonan la laguna antes que las madres con cría. Los resultados obtenidos con radiomarcas al coincidir con los obtenidos por medio de fotoidentificación, refuerzan el planteamiento de una mayor permanencia de las madres con cría dentro de las lagunas con respecto a la de los solitarios.

En general se considera que las lagunas costeras de B.C.S., son de gran importancia para la crianza de ballenatos, gracias a las características de temperatura, tranquilidad y profundidad de sus aguas. Esto puede relacionarse con la necesidad de ahorrar toda la energía posible, ya que al no haber alimento disponible en cantidades necesarias para las ballenas en estas lagunas deben, por medio de sus reservas, mantenerse, alimentar a la cría y realizar la migración al norte a sus áreas de alimentación a más de 9 000 km de distancia, lo que se observa por el hecho de que pocas madres con cría son observadas en las partes más externas de las lagunas, y generalmente son mínimas en proporción respecto a los solitarios (Sánchez, 1991). Durante la temporada invernal del 2003 se realizaron una serie de reconocimientos aéreos fuera de las lagunas en donde encontraron que las madres con cría constituyeron el 18% en enero, 19% en febrero y el 54% en marzo reforzando el planteamiento anterior (Urbán *et al.,* 2003b).

Otro factor al que se le puede atribuir la diferencia en cuanto a la permanencia de las ballenas en las lagunas, es la manera en que está segregada la migración tanto al sur como al norte. Las primeras ballenas en llegar a las lagunas de reproducción de mediados de diciembre a principios de enero, son las hembras preñadas que van a parir, seguidos de hembras y machos maduros y finalmente los juveniles (inmaduros). Durante la migración al norte las primeras en regresar son las hembras recién preñadas, que equivale a las hembras maduras en la migración al sur, esto es debido a la necesidad de llegar pronto a las zonas de alimentación con la finalidad de alimentarse y adquirir sus reservas de grasa necesarias para llevar a cabo la gestación y poder mantener a su cría el próximo año, seguidos de machos adultos y algunas hembras en anestro que no concibieron, después son los juveniles de ambos sexos y finalmente las madres

con cría, ya que los ballenatos necesitan permanecer más tiempo en aguas cálidas y protegidas hasta que hayan crecido lo suficiente para migrar al norte y soportar las bajas temperaturas del mar Ártico (Rice y Wolman, 1971).

Permanencia, invierno 2002

Los resultados del 2001, se asemejan a lo observado en Laguna San Ignacio (Urbán e*t al.* 1996; 1997; 1998; 1999), Urbán y Gómez-Gallardo (2000), reforzando el planteamiento referente a la mayor permanencia de las madres con cría respecto a los solitarios (Fig. 22). Sin embargo en el 2002, se cuenta con un número muy reducido de recapturas y con intervalos de tiempo menores a los reportados para el 2001.

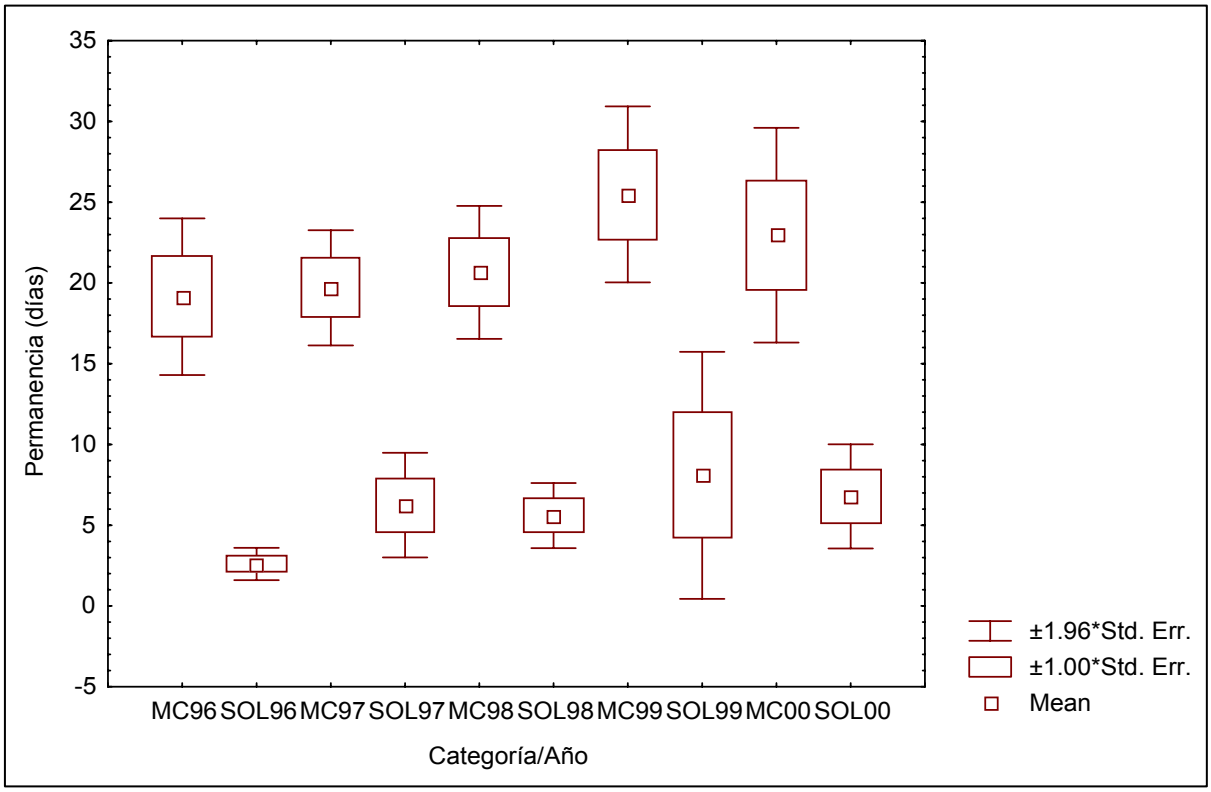


Figura 22. Permanencia de madres con cría y solitarios en laguna San Ignacio, de los inviernos de 1996 al 2000 (Tomado de Urbán y Gómez-Gallardo, 2000).

A diferencia del 2001, al comparar los tiempos de permanencia por ambos métodos, se encontró que no hubo diferencias significativas en el 2002. En el caso

de la permanencia que se calculó tomando en cuenta sólo las recapturas (permanencia 1) tenemos que en este año se contó con un número muy reducido de recapturas, en especial los solitarios que sólo presentaron dos recapturas de 8 días.

Además de que fueron menos las recapturas en el 2002, el número de ballenas con una sola fotografía en ambas categorías es más alto que el año anterior, disminuyendo notablemente los promedios de permanencia, siendo de 3.81 para las madres con cría y 1.16 días para los solitarios (permanencia 2). En el 2001 el 57% de las madres con cría fotografiadas presentaron recapturas y el 43% restante fue representado por una sola fotografía. En cambio los solitarios presentaron el 24% de fotografías con recapturas y el 76% sin recapturas. A pesar de que en el 2002 el muestreo fue diseñado para muestrear toda la laguna, las proporciones en cuanto a recapturas para ambas categorías fueron muy desiguales, ya que las madres con cría presentaron el 12% de fotografías con recapturas y el 88% sin recapturas; y en los solitarios siendo aún mayor esta desigualdad con sólo el 2% de fotografías con recapturas y el 98% sin recapturas. Sin embargo la planeación del muestreo en el 2002 representa mejor la distribución de las ballenas fotografiadas, a diferencia del 2001 en donde el muestreo estuvo más enfocado hacia las zonas internas de la laguna. Para que los resultados sean comparables entre una estación de muestreo y otra hay que unificar criterios de muestreo, ya que si se compara la distribución de ballenas entre años para cada categoría, se observa que los adultos solitarios al igual que las madres con cría en general presentaron mayores valores de abundancia durante 2002 respecto a 2001, pero al comparar estadísticamente los valores de abundancia en cada zona entre el 2001 y 2002, no se encontraron diferencias significativas (Urbán y Gómez-Gallardo 2002). Por lo que probablemente las diferencias observadas entre 2001 y 2002 se pueden deber al muestreo.

En general, al estimar la permanencia de las ballenas de las dos formas (permanencia 1 y 2), se obtuvo una misma tendencia en los resultados, pero a pesar de eso, se considera que es más representativo calcular la permanencia utilizando tanto a las ballenas con recapturas y sin recapturas (permanencia 2),

porque al no considerar a las ballenas que no presentaron recapturas en días distintos, se puede no estar tomando en cuenta la permanencia de un día de muchas ballenas. Otro factor que se debe considerar es la planeación del muestreo hacia toda la laguna, pero tomando en cuenta su dimensión, porque al tener una extensión superficial de 571 km^2 y una longitud de 48 km, se dificulta el muestreo, ya que para abarcar todas las zonas de la laguna se empleaban de 3 a 4 días utilizando una sola embarcación, esto aunado a la corta permanencia de las ballenas solitarias disminuye su posibilidad de recapturarlas. Por lo que es recomendable a pesar de que aumenten los costos la utilización de 2 embarcaciones para un muestro simultáneo en diferentes zonas de la laguna.

Número de ballenas grises que visitaron Laguna Ojo de Liebre, invierno 2002. Método de captura recaptura (Darling y Morowitz, 1986)

Este método nos permitió concluir que el número de ballenas que visitan la laguna es mayor al número de ballenas contadas durante el censo más alto. Esto era lo que se esperaba, ya que en Laguna San Ignacio, por medio de observaciones en la boca de la laguna, se encontró un intercambio entre ballenas del exterior e interior de la misma (Swartz, 1986a), además Laguna Ojo de Liebre al ser la primer laguna en la ruta migratoria al sur y la última en su ruta migratoria al norte presenta esta característica más acentuada.

Otros factores que se deben tomar en cuenta al hablar del número de ballenas que visitaron la laguna, son los tiempos de residencia que presentan ambas categorías y su comportamiento, ya que cada categoría utiliza la laguna de manera diferente. Estas características se pueden considerar como indicadores del número de ballenas que visitaron la laguna, ya que los solitarios al permanecer menos tiempo que las madres con cría dentro de la laguna, nos sugiere un mayor intercambio de solitarios entre el interior y exterior de la laguna que las madres con cría, dando como resultado un mayor número de solitarios que visitan la laguna durante la temporada, lo que se vio reflejado en el número de recapturas que se obtuvieron para los solitarios (Mate *et al.,* 2003), lo que provoca

incertidumbre, pero a pesar de esto los intervalos de confianza al calcularse por medio de un bootstrap no paramétrico y una serie de simulaciones Monte Carlo (1 000), dando intervalos de confianza robustos, un bootstrap no paramétrico es teóricamente equivalente, más común y usado que el paramétrico, además de que puede ser superior en el sentido de que asume menos supuestos que uno paramétrico y se pueden aplicar a cualquier módelo de recaptura-recaptura (Buckland, 1984; Buckland y Garthwaite, 1991).

En Laguna San Ignacio, en 1997 un año normal (no Niño) visitaron la laguna un total de 248 (I.C. 95%, L.S.300, L.I. 206) madres con cría y 2 573 (I.C. 95% L.S. 16 365, L.I.1 168,) solitarios (Urbán *et al.,* 1997), aunque el número de solitarios es muy similar entre la Laguna Ojo de Liebre y San Ignacio, el número de madres con cría que visitaron Ojo de Liebre refleja la importancia de la laguna, ya que fue 6.6 veces mayor a las que visitaron Laguna San Ignacio en 1997. Ésta gran diferencia se puede deber a la gran cantidad de hembras que llegan a parir a Ojo de Liebre, ya que se ha estimado que más del 50% de los ballenatos nacen en la Laguna Ojo de Liebre (Rice *et al.,* 1984), además de las hembras con crías grandes que llegan de otras lagunas de reproducción, consideradas como madres con cría transeúntes (Swartz, 1986b).

Es bien sabido que en Laguna Ojo de Liebre se presentan las mayores concentraciones de ballenas grises durante el invierno (Urbán *et al.,* 2003a). Sin embargo los estudios que se han realizado dentro de la laguna se han enfocado a censos de abundancia y distribución que muestran cuantas ballenas hay en un lugar y momento dado, de ahí la importancia de usar métodos que permitan estimar del número de ballenas que utilizan la laguna a lo largo de la temporada, ya sea como lugar de tránsito durante su migración al sur o norte, o bien como lugar para realizar sus actividades reproductivas (apareamiento y crianza de ballenatos).

CONCLUSIONES

- En el 2001 las madres con cría presentaron una permanencia mayor con respecto a la de los solitarios.
- En el 2002 no se presentaron diferencias significativas entre la permanencia de las madres con cría con respecto a la de los solitarios.
- Los valores de permanencia estimados en la Laguna Ojo de Liebre en el 2001 refuerzan los resultados obtenidos en la Laguna San Ignacio (1996-2000) de una mayor permanencia dentro de la laguna por parte de las madres con cría.
- En el 2002 visitaron la Laguna Ojo de Liebre un total de 1 658 madres con cría, siendo superior esta estimación a la mayor abundancia que se presento para las madres con cría el 25 de febrero del mismo año con 475 individuos.
- En el 2002 visitaron la laguna 2 056 ballenas solitarias, siendo mayor al censo más alto de los solitarios con 248 ballenas, presentándose al igual que las madres con cría el 25 de febrero.
- La Laguna Ojo de Liebre es un área importante para las madres con cría, tanto por el número que la visitan como por su permanencia dentro de la misma.
- El número reducido de recapturas para los solitarios indica un constante intercambio de ballenas entre el interior y exterior de la laguna Ojo de Liebre.

LITERATURA CITADA

Alvarado, J., J. Galindo, M. Iwadane, R. Migoya y M. Vázquez. 1986. Evaluación de los Parámetros Ambientales y su Relación con la Distribución y Movimientos de la Ballena Gris *Eschrichtius robustus* Lacepede 1804 en la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. México. *Ciencia Pesquera,* SEPESCA (5): 33-49 pp.

Anónimo, 2000. *Programa de Manejo. Reserva de la Biosfera el Vizcaíno.* INE-SEMARNAP. México. 242 pp.

Anónimo, 2003. Appendix 3. Classification of the Order cetacean (whales, dolphins and porpoises). *Journal Cetaceans Research and Management.* 5(1):v-xii

Berzin, A.A. 1984. Soviet Studies on the Distribution and Number of the Gray Whale in the Bering and Chukchi Seas from 1968 to 1982. 409-419 pp. *En:* M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood (eds.). *The Gray Whale, Eschrichtius robustus*. A.P. E.U.A. 600 pp.

Bigg, M.A., G.M. Ellis y K.C. Balcom. 1986. The photographic identification of individual cetaceans. *Whalewatcher.* 20(2):10-12

Buckland, S.T.1984. Monte Carlo Confidence Intervals. *Biometrics.* 40, 811-817 pp.

Buckland, S.T. y P.H. Garthwaite. 1991. Quantifying Precision of Mark-Recapture Estimates Using the Bootstrap and Related Methods. *Biometrics.* 47, 255-268 pp.

Buckland, S.T. y J.M. Breiwick. 2002. Estimated trends in abundance of eastern Pacific gray whales from shere counts (1967/68 to 1995/96). *Journal of Cetacean Research Mananagement.* 4(1): 41-48 pp.

Busch, R.H. 1998. *Gray Whales. Wandering Giants.* Orca Book Publishers. Canada. 137 pp.

Calambokidis, J., J.R. Evenson, G.H. Steiger y J. Jeffries. 1994. *Gray Whales of Washington State: Natural History and Photographic Catalog*. Cascadia Research Collective. E.U.A. 60 pp.

Cifuentes, J.E. 1997. Permanencia y Número de Ballenas Grises *Eschrichtius robustus* (Lilljeborg, 1861), que Visitaron la Laguna San Ignacio, BCS., México, en el Invierno de 1996. *Tesis Biólogo Marino*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 55 pp.

Contreras, F. 1993. *Ecosistemas Costeros Mexicanos.* Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad. México. 415 pp.

Dahlheim, M.E., H.D. Fisher y J.D. Schempp. 1984. Sounds Production by the Gray Whale and Ambient Noise Levels in Laguna San Ignacio, B.C.S., México. 511-541 pp. *En:* M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood (eds). *The Gray Whale, Eschrichtius robustus*. A.P. E.U.A. 600 pp.

Darling, J.D. 1984. Gray Whale of Vancouver Island, Britich Columbia. 267-286 pp. *En:* M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood (eds). *The Gray Whale, Eschrichtius robustus*. A.P. E.U.A. 600 pp.

Darling, J. y H. Morowitz. 1986. Census of Hawaiian humpback whales (*Megaptera novaengliae*) by individual identification. *Canadian. Journal of Zoology.* 64:105-111.

Dedina, S. 2000. *Salving the Gray Whale. People, Politics, and Conservation in Baja California.* Univ. Arizona Press. E.U.A. 186 pp.

Díaz-Martínez, B. 2004. Intervalos de Nacimiento de la Población Oriental de Ballena Gris, 1996-2002. *Tesis de Biólogo*. Universidad Autónoma del Estado de México. 53 pp.

Fleischer, L. 1980. Aerial surveys of California gray whales in Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México. (1980). *Paper SC/33/PS18 presented to the IWC Scientific Committee.* Junio de 1981 (no publicado): 34 pp.

Fleischer, L. y J. Beddington, 1985. Seasonal abundance, reproduction and early mortality rates of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in mexican waters. (1980-1985). *Paper SC/37/PS22 presented to the IWC Scientific Committee.* Junio de 1985 (no publicado): 19 pp.

Fleischer, L. 2002. *La Ballena Gris: Mexicana por nacimiento.* Fondo de Cultura Económica. México. 175 pp.

Groen, P. 1967. Physical hidrology of coastal Lagoons, Lagunas Costeras, un Simposio, Universidad Nacional Autónoma de México, UNESCO 275-280 pp.

Gutiérrez, G. 2000. Análisis de la circulación y las condiciones físicas de la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. con relación a la mortandad de tortugas marinas durante diciembre de 1997. *Informe Final a ESSA.* UABC. México 44 pp.

Hammond, P.S. 1986. Estimating the Size of Naturally Marked Whale Populations Using Capture-Recapture Techniques. *Report to International Whlaling Commissionn.* (Special Issue 8). *En:* G.P. Donovan, (*Ed*). *Behaviour of Whales in Relation to Management*. International Whaling Cammission. Cambridege. 282 pp.

Harvey, J.T. y B.R. Mate. 1984. Dive Characteristics and Movements of Radio-Tagged Gray Whales in San Ignacio Lagoon, B.C.S., México. 561-575 pp. *En:* M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood. (eds.). *The Gray Whale, Eschrichtius robustus*. A.P. E.U.A. 600 pp.

Henderson, D.A. 1984. Nineteeth Century Gray Whaling: Grounds, Catches and Kills, Practice and Depletions of the Whale Polution. 159-186 pp. *En:* M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood. (eds.). *The Gray Whale, Eschrichtius robustus*. A.P. E.U.A. 600 pp.

Jones, M.L. 1990. The Reproductive Cycle in Gray Whales Based on Photographic Resightings of Female on the Breeding Grounds from 1977-82. *Report to International Whlaling Commissionn.* 12: 177-181

Jones, M.L. y S.L. Swartz, 1984. Demography and Phenology of Gray Whales and Evaluation of Whale-Watching Activities in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. 309-374 pp. *En:* M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood. (eds.). *The Gray Whale, Eschrichtius robustus*. A.P. E.U.A. 600 pp.

Krupnik, I.I. 1984. Gray Whales and the Aborigenes of the Pacific Northwest: The History of Aboriginal Whaling. 103-120 pp. *En:* M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood. (eds.). *The Gray Whale, Eschrichtius robustus*. A.P. E.U.A. 600 pp.

Leatherwood, S. y R.R. Reeves. 1983. *The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins.* Sierra Club Books. E.U.A. 302 pp.

Ludwig, S., B.M. Culik y J. Urbán. 2000. Comportamiento de buceo y movimientos locales de ballenas grises con cría en la Laguna San Ignacio, México, utilizando multisensores y radiotelemetría. Presentado en: *XXV Reunión Internacional Para el Estudio de los Mamíferos Marinos*. La Paz, B.C.S., México.

Mate, B.R. y J.T. Harvey. 1984. Ocean Movements of Radio-Tagget Gray Whales. 577-589 pp. *En:* M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood. (eds.). *The Gray Whale, Eschrichtius robustus*. A.P. E.U.A. 600 pp.

Mate, B.R. , B.A. Lagerquist y J. Urbán. 2003. A note of using satellite telemetry to document the use of San Ignacio Lagoon by gray whales (*Eschrichtius robustus*) during the reproductive season. *Journal of Cetacean Research Mananagement.* 5(2):149-154

Mate, B.R. y J. Urbán. 2003. A note on the route and speed of a gray whale on its northern migration from México to central California, tracked by satellite-monitored radio tag. *Journal of Cetacean Research Mananagement.* 5(2):155-157.

Nerini, M. 1984. A Review of Gray Whale Feeding Ecology. 423-450 pp. *En:* M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood. (eds.). *The Gray Whale, Eschrichtius robustus*. A.P. E.U.A. 600 pp.

Pérez-Cortés, H., J. Urbán-R. y G. Velázquez-C. 2002. Gray Whales (*Eschrichtius robustus*) at Magdalena Bay Complex during Winter Season. Reporte SC/54/BRG24 presentado a *International Whalaling Commition*. Mayo de 2002, Londres. (no publicado).

Phleger, F.B. y G.C. Swing. 1962. Sedimentology and Oceanography of coastal lagoons in B.C. Mex. Bull. *Geological Society American*. 73, 145-182 pp.

Phleger, F.B. 1965. Sedimentology of Guerrero Negro Lagoon B.C. México. Contribution No. 49 Marine Foraminifera Laboratory From Scripps Institution of Oceanography.

Postma, H. 1967. Water circulation and suspended matter in B.C. lagoons. Netherlands. *Journal Sea Research*. 2:566-604 pp.

Reeves, R.R. 1984. Modern Comercial Pelagic Whaling for Gray Whales. 187-200 pp. *En:* M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood. (eds.). *The Gray Whale, Eschrichtius robustus*. A.P. E.U.A. 600 pp.

Rice, D.W. y A.A. Wolman. 1971. The Life History and Ecology of Gray Whales (*Eschrichtius robustus*). *American Society of Mammalogist.* 142 pp.

Rice, D.W., A.A. Wolman y D.E. Withrow. 1981. Gray Whales on the Winter Grounds in Baja California. *Report to International Whalaling Commission.* 31: 477-489 pp.

Rice, D.W., A.A. Wolman y H.M. Braham. 1984. The Gray Whale, *Eschrichtius robustus. Marine Fisheries. Review. The Status of Endagered Whales.* 46(4): 7-14 pp.

Rice, D.W. 1998. *Marine Mammals of the World. Systematics and Distribution.* The Society for Marine Mammology. E.U.A. 231 pp.

Rugh, D.J., J.M. Breiwick, R.C. Hobbs y J.A. Lerczak. 2002. A preliminary estimate of abundance of the Eastern North Pacific stock of gray whales in 2000/01 and 2001/02. Reporte SC/54/BRG6 presentado a *International Whalaling Commission*. Mayo de 2002, Londres. (no publicado).

Salinas-Zavala, C.A., Coria-Benet, R. y E. Díaz-Rivera. 1991. Climatología y Meteorología. *En*: A. Ortega y L. Arriaga (*Eds*). *La Reserva de la Biosfera El Vizcaíno en la Península de Baja California.* Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A.C. México. 317 pp.

Sánchez, J. 1991. Distribución espacio – temporal de la Ballena gris (*Eschrichtius robustus)* en la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México. *Tesis Biólogo Marino*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 70 pp.

Swartz, S.L. y M.L. Jones. 1983. Gray Whale (*Eschrichtius robustus*) calf production and mortality in the winter range. *Report to International Whaling Commision.* 33: 503-508

Swartz, S.L. 1986a. Gray Whale Migratory, Social and Breeding Behavior. *Rep. Int. Whal. Commn.* (Special Issue 8). 207-229 pp. *En:* G.P. Donovan, (*Ed*.) 1986. *Behaviour of Whales in Relation to Management*. International Whaling Cammission. Cambridge. 282 pp.

Swartz, S.L. 1986b. Gray Whales (*Eschrichtius robustus*) in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México: 1978-1982. *National Geographic Society Research Reports*. 19: 543-551

Urbán, J., A. Gómez-Gallardo y M. Palmeros. 1996. La Ballena gris en Laguna San Ignacio y Bahía de Ballenas, Temporada Invernal 1996. *Informe Final* UABCS. México. 62 p + anexos.

Urbán, J., A. Gómez-Gallardo y M. Palmeros. 1997. La Ballena gris en Laguna San Ignacio, B.C.S. Temporada Invernal 1997. *Informe Final*. UABCS. México. 31 p + anexos.

Urbán, J., A. Gómez-Gallardo y M. Palmeros. 1998. La Ballena gris en Laguna San Ignacio y Bahía Ballenas, B.C.S., México, 1998. *Informe Final*. UABCS. México. 98 p + anexos.

Urbán, J., A. Gómez-Gallardo y M. Palmeros. 1999. La Ballena gris en Laguna San Ignacio y Bahía Ballenas, B.C.S., México, 1999. *Informe Final*. UABCS. México. 36 p + anexos.

Urbán, J. 1999. *Ballena Gris.* Departamento de Biología Marina. U.A.B.C.S. Folleto Informativo (no publicado).

Urbán, J. y A. Gómez-Gallardo. 2000. La Ballena gris en Laguna San Ignacio y Bahía Ballenas, B.C.S., México, 2000. *Informe Final*. UABCS. México. 50 p + anexos.

Urbán, J. y A. Gómez-Gallardo U. 2002. La Ballena Gris en Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México, temporada invernal 2001. *Informe Final para la Compañía Exportadora de Sal, S.A, Agosto 2001*. UABCS. México. 44 pp más anexos.

Urbán R., J., L. Rojas-Bracho, H. Pérez-Cortes, A. Gómez-Gallardo, S.L. Swartz, S. Ludwig y R.L. Brownell, JR. 2003a. A review of gray whales (*Eschrichtius robustus*) on their wintering grounds in Mexican waters. *Journal of Cetacean Research Mananagement.* 5(3): 281-295 pp.

Urbán R., J, I. Solis L., M. Najera C. y A. Gómez-Gallardo U. 2003b. Distribución y Abundancia Relativa de la Ballena Gris, en la Costa Occidental de la Península de Baja California, durante la Temporada Invernal 2003. *Presentado en:* XXVIII Reunión Internacional para el Estudio de Mamíferos Marinos, Bahía Bandera, Nayarit.

Withrow, D.E. 1983. Gray Whale Research in Scammon's Lagoon (Laguna Ojo de Liebre). *Cetus. 5(1):* 8-13 pp.

Anexo 1. Bitácora de campo para avistamiento de ballena gris.

PROGRAMA DE INVESTIGACION DE MAMIFEROS MARINOS - PROYECTO BALLENA GRIS - UABCS
BITACORA DE AVISTAMIENTOS Y BIOPSIAS

FECHA _____ NO. AVISTAMIENTO _____ HORA INICIAL _____ EMBARCACIÓN _____

POSICION _____ HORA FINAL _____ ANOTADOR _____

BEAUFORT _____ VISIBILIDAD _____ NUBOSIDAD _____ VIENTO _____

FOTOGRAFO _____ CAMARA _____ ROLLO _____ FOTOS _____

VIDEO _____ NO. ANIMALES _____ SOLITARIOS _____ MADRE-CRIA _____

MC		S		VIDEO
IZQUIERDA		DERECHA		
FOTOS	ROLLO	FOTOS	ROLLO	No. BIOPSIA
				_____ _____ REACCION

MC		S		VIDEO
IZQUIERDA		DERECHA		
FOTOS	ROLLO	FOTOS	ROLLO	No. BIOPSIA
				_____ _____ REACCION

MC		S		VIDEO
IZQUIERDA		DERECHA		
FOTOS	ROLLO	FOTOS	ROLLO	No. BIOPSIA
				_____ _____ REACCION

OBSERVACIONES