

112  
20



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

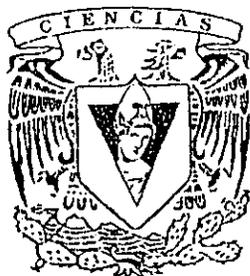
FACULTAD DE CIENCIAS

**EFFECTOS DEL TURISMO EN LA ABUNDANCIA Y  
COMPORTAMIENTO DE LA BALLENA GRIS, *Eschrichtius  
robustus*, EN LAGUNA SAN IGNACIO, B.C.S., MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I Ó L O G A

P R E S E N T A :



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR

Director de Tesis: M.<sup>en C.</sup> Jorge Urbán Ramírez

Codirectora de Tesis: Biól. Paloma Ladrón de Guevara

1998 268693



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

M. en C. Virginia Abrin Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: "Efectos del Turismo en La Abundancia y Comportamiento de la Ballena Gris (Eschrichtius robustus) en Laguna San Ignacio, B.C.S., México.

realizado por Paola Mosig Reidl.

con número de cuenta 9350434-2 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis M en C. Jorge Urbán Ramírez.  
Propietario

Propietario Dr. Rodrigo Medellín Legorreta  
codirectora de Tesis  
Propietario Biol. Paloma Ladrón de Gueyara

Suplente Biól. Alejandro Gómez Gallardo

Suplente Biól. Mario Alberto Salinas Zacarias

Consejo Departamental de Biología

Edna Maria Suarez D.  
DRA. EDNA MARIA SUAREZ DIAZ

DEPARTAMENTO  
DE BIOLOGIA

## AGRADECIMIENTOS

---

Por fin llegó la última parte, el último paso para concluir una de las etapas más importantes de mi vida. Hay tanta gente a la que quiero agradecer, tantos amigos, etc. que el espacio del que dispongo no sería suficiente, así que, antes que cualquier otra cosa: ¡Muchísimas Gracias a toda la gente que me ha apoyado y que ha estado conmigo durante este largo y padrísimo recorrido!!! Ahora sí, más específicamente quiero agradecer a:

- La UNAM, por ser el lugar en dónde me formé no solamente como bióloga, sino también como persona.
- A Jorge Urbán a quien le debo esta inolvidable experiencia y además siempre me apoyó y pasamos momentos muy divertidos.
- A Paloma quien me ayudó muchísimo e incluso se debe saber esta tesis de memoria, sin su ayuda no lo hubiera logrado.
- A Alexis, porque además de haberme revisado este "mamotreto", es un muy buen amigo con quien me divertí y reí muchísimo.
- A Mario Salinas y a Rodrigo Medellín por sus excelentes comentarios y correcciones.
- A toda la banda lagunera: en especial a Meche, a la Vicky y a Mica, quienes además de echarme la mano con los datos, hicieron de mi estancia en la laguna una verdadera maravilla!, 500 Bola Pue!!!
- A Sergio Flores por ayudarme con la metodología y a Neto con la compu.
- A Heather Hardings por hacer los registros de las reacciones de las ballenas.

- Al campamento "Baja Discovery", a Peggy, Memo.... y todos los demás por el apoyo y la amistad que me brindaron.
- A "Kuyima" y "Baja Expeditions" por la ayuda y apoyo.
- A Nando, Molo, Tití, Juan, Pachico y familia, etc, etc....
- A la Compañía Exportadora de Sal por el apoyo para la realización del proyecto.
- A Lucy, una excelente tía y asesora!
- A la cuñis , a mis sweaters y a toda la familia!
- A las mismísimas Orquideas Susurrantes, por los increíbles momentos!
- A todos los Cuatuquitos del demonio, siempre juntos!
- A mis hermanitas Merril y Karliux, sin palabras!
- A Mami, Facholito y Christiano que son la neta y que gracias a ellos y a todo su cariño estoy aquí y estoy logrando esto!
- A Julito por toda la paciencia, los ánimos y el amor.... todo esto es tuyo también!!!

## LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

---

Figura 1: Ballena gris ( <i>Eschrichtius robustus</i> ). Madre con cría. (Tomado de Mate, 1990).....	5
Figura 2: Comportamiento amistoso de una pareja de madre y cría de ballena gris y una turista en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	11
Figura 3: Laguna San Ignacio, B.C.S. Divisiones según Swartz y Cummings (1978) (sombreado) y subdivisiones realizadas por Urbán <i>et al.</i> (1996) (A-F). La zona turística comprende las zonas A y B (laguna inferior).....	20
Figura 4: Laguna San Ignacio, B.C.S. Área sombreada = Zona de observación turística (laguna inferior).....	32
Figura 5: Línea imaginaria utilizada como transecto para llevar a cabo los censos desde una embarcación a lo largo de Laguna San Ignacio.....	35
Tabla 1: Estudios sobre ballena gris realizados en Laguna San Ignacio, B.C.S., México en el periodo comprendido entre 1977 y 1985 (Jones <i>et al.</i> , 1994).....	25
Tabla 2 : Patrones conductuales que presenta la ballena gris dentro de las lagunas de reproducción.....	37
Tabla 3: Promedios (por día) de los censos de embarcaciones y ballenas realizados cada 30 minutos en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997. n=número de censos realizados por día. Rango = (máximo y mínimo).....	45

<b>Tabla 4:</b> Número de ballenas grises contadas en los censos (realizados desde una embarcación) que abarcaron las tres zonas en que fue dividida para su estudio Laguna San Ignacio. Temporada 1997. S = Ballenas solitarias, MC = Madres con cría y T = Total (S+MC). Negritas = números máximos y mínimos durante la temporada.....	49
<b>Tabla 5:</b> Promedios del número de ballenas, mareas y embarcaciones por hora en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997. Rango = (máximo y mínimo).....	53
<b>Tabla 6:</b> Promedios (por día de observación) del número de ballenas solitarias, de madres con cría y de embarcaciones turísticas presentes en Punta Piedra a lo largo de la temporada de 1997 en Laguna San Ignacio. Rango = (máximo y mínimo).....	57
<b>Tabla 7:</b> Promedios de las 4 conductas realizadas más frecuentemente y de atisbos realizados por hora y promedios del número de embarcaciones presentes en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	62
<b>Tabla 8:</b> Promedios de las frecuencias respiratorias (en segundos) de madres con cría registradas por día, tanto en presencia de embarcaciones como en ausencia de las mismas.....	67
<b>Tabla 9:</b> Frecuencias respiratorias registradas para las madres con cría y número de embarcaciones presentes por día en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	71
<b>Tabla 10:</b> Frecuencias respiratorias (en segundos) de las madres con cría registradas cuando la embarcación de investigación se encontraba a una distancia de 3 pangas y menos y a 4 pangas y más de éstas (sin tomar en cuenta a las madres con cría amistosas).....	75

Tabla 11: Promedios de frecuencias respiratorias registradas para las madres con cría cuando la embarcación se encontraba a distintas distancias de ellas (p = pangas).....	78
Tabla 12: Distintas reacciones que presentó la ballena gris hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	82
Tabla 13: Frecuencias, promedios y porcentajes del tipo de reacciones que presentaron las ballenas solitarias hacia las embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	83
Tabla 14: Frecuencias, promedios y porcentajes del tipo de reacciones que presentaron las madres con cría hacia las embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	84
Tabla 15: Tipo de reacciones que presentaron las ballenas solitarias y las madres con cría hacia las embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	89
Tabla 16: Tipo de reacciones que presentaron las ballenas solitarias (solas y grupos de cortejo) hacia las embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	91
Tabla 17: Reacciones de ballenas solitarias hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	94
Tabla 18: Reacciones de madres con cría hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	94
Tabla 19: Esfuerzo de observación (en horas y minutos) utilizado en el registro del tipo de reacciones presentadas por las ballenas grises hacia las embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	95

Tabla 20: Número de registros de ballenas solitarias y de madres con cría obtenidos en las observaciones realizadas para el presente estudio a bordo de la embarcación turística en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	100
Tabla 21: Porcentaje de ballenas solitarias que reaccionan de diferentes maneras a la presencia de embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	102
Tabla 22: Porcentaje de madres con cría que reaccionan de diferentes maneras a la presencia de embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	103
Tabla 23: Porcentajes de los distintos tipos de reacciones registradas en ballenas solitarias y madres con cría en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997. c/ = con, s/ = sin.....	105
Tabla 24: Comparación de las reacciones de diferentes ballenas en el estudio de Watkins con las reacciones de la ballena gris* obtenidas en el presente estudio. P=Positivas, S= Sin interés y N= Negativas.....	110
Tabla 25: El máximo número de ballenas grises registrado de 1978 a 1985 (salvo en 1983) por Steven Swartz y en 1996 y 1997 por el equipo de la UABCS.....	118

## ÍNDICE

---

ÍNDICE .....	i
LISTA DE FIGURAS Y TABLAS.....	iii
LISTA DE GRÁFICAS.....	vii
LISTA DE CUADROS DE ESTADÍSTICAS.....	x
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS Y META.....	3
HISTORIA NATURAL DE LA BALLENA GRIS.....	4
HISTORIA DE SU CAZA Y SITUACIÓN ACTUAL.....	12
TURISMO DE OBSERVACIÓN DE BALLENAS (Whale Watching).....	15
NORMA OFICIAL MEXICANA EMERGENTE.....	19
ANTECEDENTES.....	24
ÁREA DE ESTUDIO.....	27
METODOLOGÍA.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
1) Censos de Ballenas y Embarcaciones.....	43
1.1) Número de Ballenas y Embarcaciones.....	43
1.2) Número de Ballenas/ Embarcaciones/ Mareas.....	51
1.3) Madres con Cría/ Solitarios/ Embarcaciones.....	56
2) Patrones Conductuales.....	59
3) Frecuencias respiratorias.....	64
3.1) Frecuencias respiratorias: Tierra/ Embarcación-investigación.....	64

3.2) Frecuencias respiratorias/ Número de Embarcaciones turísticas.....	70
3.3) Frecuencias respiratorias/ Distancia de Embarcación-investigación..	73
4) Tipo de reacciones que presentaron las ballenas hacia las embarcaciones.....	82
CONCLUSIONES.....	121
SUGERENCIAS.....	124
REFERENCIAS.....	125

## GRÁFICAS

---

Gráfica 1.1: Relación Ballena-Embarcación. Laguna San Ignacio, temporada 1997.....	46
Gráfica 1.2: Regresión lineal para observar si existe relación entre el promedio de ballenas y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por día.....	47
Gráfica 2: Relación entre el número de ballenas, el número de embarcaciones (2) y las mareas (3) por hora en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	54
Gráfica 3: Relación de Madres con cría, Solitarios y Embarcaciones.....	58
Gráfica 4: Conductas realizadas por hora en Laguna San Ignacio a lo largo de la temporada de 1997.....	60
Gráfica 5: Relación entre el número de conductas realizadas y el número de embarcaciones (2) presentes por hora en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	62
Gráfica 6: Relación entre el número de atisbos y las embarcaciones presentes por hora.....	63
Gráfica 7: Comparación de Frecuencias Respiratorias registradas desde Tierra y Embarcación en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	68
Gráfica 8: Relación entre las Frecuencias Respiratorias de Madres con cría y número de Embarcaciones (10) registradas desde Punta Piedra durante la temporada de 1997.....	72

<b>Gráfica 9:</b> Frecuencias Respiratorias de cuando la embarcación de investigación se encontraba a distancias de 3 pangas y menos y de 4 pangas y más.....	76
<b>Gráfica 10.1:</b> Promedios de Frecuencias Respiratorias cuando la embarcación se encontraba a diferentes distancias.....	78
<b>Gráfica 10.2:</b> Regresión lineal para observar si existe relación entre los promedios de las Frecuencias Respiratorias de las madres con cría y las distancias a las que se encontraba la embarcación de investigación al momento de los registros.....	80
<b>Gráfica 11:</b> Reacciones (en porcentaje) que presentaron las ballenas solitarias hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	86
<b>Gráfica 12:</b> Reacciones (en porcentaje) que presentaron las madres con cría hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	87
<b>Gráfica 13:</b> Comparación entre las reacciones que presentaron las Ballenas Solitarias y las Madres con Cría hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	89
<b>Gráfica 14:</b> Comparación entre las reacciones que presentaron las Ballenas Solitarias (Solas y Grupos de cortejo) hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	92
<b>Gráfica 15:</b> Reacciones de las Ballenas Solitarias hacia las Embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	95
<b>Gráfica 16:</b> Reacciones de Madres con Cría hacia las Embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	96

<b>Gráfica 17:</b> Reacciones de las Ballenas Solitarias hacia las Embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1996.....	96
<b>Gráfica 18:</b> Reacciones de las Madres con cría hacia las Embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1996.....	97
<b>Gráfica 19:</b> Porcentaje de Ballenas Solitarias que reaccionaron de diferentes maneras a la presencia de embarcaciones en Laguna San Ignacio a lo largo de la temporada de 1997.....	102
<b>Gráfica 20:</b> Porcentaje de Madres con cría que reaccionaron de diferentes maneras a la presencia de embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.....	104
<b>Gráfica 21:</b> Porcentajes de las distintas reacciones que presentaron las Ballenas Grises en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997. (c/r = con reacción; c/c = con contacto; s/r = sin reacción y s/c = sin contacto).....	106
<b>Gráfica 22:</b> Número de Ballenas Grises Adultas presentes en diferentes años en Laguna San Ignacio.....	118

## **CUADROS DE ESTADÍSTICAS**

---

Cuadro de estadísticas 1.1: Prueba estadística de Correlación para observar si existe relación entre el número de ballenas y el número de embarcaciones en la zona.....	46
Cuadro de estadísticas 1.2: Regresión lineal para observar si existe relación entre el número de ballenas y el número de embarcaciones presentes en la zona.....	46
Cuadro de estadísticas 1.3: Prueba estadística de Correlación para observar si existe relación entre el promedio de ballenas y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por día.....	47
Cuadro de estadísticas 1.4: Regresión lineal para observar si existe relación entre el promedio de ballenas y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por día.....	48
Cuadro de estadísticas 2.1: Prueba estadística de Correlación para observar si existe una relación entre el número de ballenas observadas y el número de embarcaciones presentes por hora en el área.....	54
Cuadro de estadísticas 2.2: Regresión lineal para observar si existe una relación entre el número de ballenas observadas y el número de embarcaciones presentes por hora en Punta Piedra.....	55
Cuadro de estadísticas 3.1: Prueba estadística de Correlación para observar si existe relación entre los promedios de los estados de marea y el número de ballenas en Punta Piedra por hora.....	55

Cuadro de estadísticas 3.2: Regresión lineal para observar si existe relación entre el promedio del número de ballenas presentes en el área de Punta Piedra y el promedio del nivel de las mareas.....	55
Cuadro de estadísticas 4.1: Regresión lineal para observar si existe relación entre el promedio de ballenas solitarias y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por día.....	58
Cuadro de estadísticas 4.2: Regresión lineal para observar si existe relación entre el promedio de madres con cría y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por día.....	58
Cuadro de estadísticas 5.1: Prueba estadística de de Correlación para observar si existe relación entre el número de conductas realizadas y el número de embarcaciones turísticas presentes en el área por hora.....	63
Cuadro de estadísticas 6.1: Prueba estadística de Correlación para observar si existe relación entre el número de atisbos realizados y el número de embarcaciones turísticas presentes en el área por hora.....	63
Cuadro de estadísticas 5.2: Regresión lineal para observar si existe relación entre el promedio de conductas realizadas por las ballenas y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por hora.....	64
Cuadro de estadísticas 6.2: Regresión lineal para observar si existe relación entre el promedio de atisbos realizados por las ballenas y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por hora.....	66

<b>Cuadro de estadísticas 7:</b> Prueba estadística "T" de Student. Diferencia entre la frecuencia respiratoria de madres con cría tomadas desde tierra y desde embarcación.....	68
<b>Cuadro de estadísticas 8.1:</b> Prueba estadística de Correlación para observar si existe relación entre el número de embarcaciones presentes y la frecuencia respiratoria de las madres con cría.....	72
<b>Cuadro de estadísticas 8.2:</b> Regresión lineal para observar si existe relación entre el promedio de las frecuencias respiratorias registradas en las madres con cría y el promedio de embarcaciones presentes en el momento del registro en el área de Punta Piedra.....	73
<b>Cuadro de estadísticas 9:</b> Prueba estadística "T" de Student. Diferencia entre el promedio de frecuencias respiratorias de las ballenas en las que durante toda la observación no se registraron embarcaciones presentes (a 15 pangas o menos) y el de las ballenas que en algún momento estuvieron en presencia de una o más embarcaciones en Punta Piedra.....	73
<b>Cuadro de estadísticas 10:</b> Prueba "T de Student" para observar si existen diferencias significativas entre las frecuencias respiratorias de las madres con cría al encontrarse la embarcación de investigación a 3 y menos pangas y a 4 y más pangas de distancia y entre los registros realizados desde tierra, en donde muy pocas veces hubieron embarcaciones cercanas. $p =$ pangas.....	76
<b>Cuadro de estadísticas 11:</b> Regresión lineal para observar si existe relación entre los promedios de las Frecuencias Respiratorias de las madres con cría y las distancias a las que se encontraba la embarcación de investigación al momento de los registros.....	81

<b>Cuadro de estadísticas 12:</b> Prueba "T" de Student para observar si existen diferencias significativas entre las reacciones "Sin interés" que presentan las ballenas solitarias y las madres con cría (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).....	90
<b>Cuadro de estadísticas 13:</b> Prueba "T" de Student para observar si existen diferencias significativas entre las reacciones "Positivas" que presentan las ballenas solitarias y las madres con cría (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).....	90
<b>Cuadro de estadísticas 14:</b> Prueba "T" de Student para observar si existen diferencias significativas entre las reacciones "Negativas" que presentan las ballenas solitarias y las madres con cría (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).....	90
<b>Cuadro de estadísticas 15:</b> Prueba "T" de Student para observar si existen diferencias significativas entre las reacciones "Sin interés" que presentan las ballenas solas y los grupos de cortejo (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).....	92
<b>Cuadro de estadísticas 16:</b> Prueba "T" de Student para observar si existen diferencias significativas entre las reacciones "Positivas" que presentan las ballenas solas y los grupos de cortejo (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).....	93
<b>Cuadro de estadísticas 17:</b> Prueba "T" de Student para observar si existen diferencias significativas entre las reacciones "Negativas" que presentan las ballenas solas y los grupos de cortejo (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).....	93

## RESUMEN

---

El presente estudio fue realizado con el propósito de determinar si la actividad de observación de ballenas, "whale-watching", bajo el cumplimiento de las regulaciones propuestas en la Norma Oficial Mexicana Emergente 1996, afecta al comportamiento y abundancia de las ballenas grises en Laguna San Ignacio, B.C.S. Esto con el fin de garantizar que se lleve a cabo un buen manejo de este recurso en nuestro país para que, sin alterar la recuperación de la ballena gris, se obtengan los mayores beneficios posibles de esta actividad, tanto a corto como a mediano y largo plazo.

Se llevaron a cabo observaciones desde tierra y a bordo de embarcaciones. Las observaciones consistieron en: contar el número de ballenas que se encontraban en el área turística para relacionarlo con el número de embarcaciones presentes; realizar censos de las ballenas presentes a lo largo de toda la laguna; cronometrar las frecuencias respiratorias de las ballenas en ausencia y presencia de embarcaciones, considerando la distancia a la que éstas se encontraban; registrar los distintos patrones conductuales realizados por las ballenas y el número de embarcaciones que se hallaban cerca en el momento; y finalmente, se registró la reacción que presentaron las ballenas hacia una embarcación turística al encontrarse a una distancia relativa de 5 embarcaciones y menos. Estas observaciones se analizaron por medio de gráficas y distintas pruebas estadísticas.

Los resultados obtenidos demuestran que la presencia de embarcaciones y la distancia a la que se aproximan a las ballenas grises,

cuando es mayor a 30 m, en Laguna San Ignacio, provocan cambios en su comportamiento. Sin embargo, podemos decir que las actividades turísticas llevadas a cabo bajo las regulaciones de la NOM EM '96 disminuyen significativamente los impactos que podrían ser causados en ausencia de normas, por lo que es recomendable continuar bajo el cumplimiento de las mismas. De cualquier manera, hacen falta estudios más detallados e intensos para poder llegar a establecer las regulaciones ideales. Además, es muy importante no olvidar los impactos que se pueden presentar en las ballenas a mediano y largo plazo, por lo que hay que monitorear y dar un seguimiento a los estudios de "whale-watching" que se estén realizando.

## **ABSTRACT**

---

The present study was carried on with the purpose of determining if the whale-watching activity, under a governmental regulation (NOM-EM-074-ECOL-1996) proposed in 1996 affects the behavior and abundance of gray whales in Laguna San Ignacio, B.C.S., Mexico. This, in order to guarantee a good management of this resource in our country, without disturbing the recovery of the gray whale, so that benefits can be attained from this activity in the short, medium and long term.

Observations from land and from vessels were accomplished. The observations consisted in: counting the number of whales and vessels that were at the tourist area to notice if there was a relation between them; scanning census of the number of whales present in the whole lagoon; records of cow-calf pairs breathing frequency in presence and absence of vessels, considering the distance between the whales and the vessels; records of different behavior displays carried out by the whales, and the number of boats found near in that moment; and, the register of the reactions shown by the whales towards a tourist vessel at a relative distance of 5 vessels or less.

These observations were analyzed by using graphics and different statistical tests.

The obtained results show that the presence of vessels and the distance to which they approach the gray whales, when it is more than 30 meters, in Laguna San Ignacio, provoke changes in their behavior. Never the less, we can say that tourist activities carried on under the regulations of

the NOM-EM '96, diminish significantly the impacts that could be caused in the absence of rules. Therefore it is suggested to continue under the fulfilment of them. Anyway, more detailed and intensive studies are required in order to establish the ideal regulations. It is very important not to forget the impacts that can be shown in the whales in the middle and long term, it is necessary to establish monitoring projects and to continue doing whale-watching studies.

## INTRODUCCIÓN

---

No obstante que en la actualidad la caza comercial de ballenas está prohibida, diversas actividades humanas inciden en un gran número de poblaciones de ballenas de forma directa o indirecta, teniendo efectos que hasta el momento se desconocen. Varias especies cazadas anteriormente ahora se encuentran en un proceso de recuperación, el cual todavía puede verse afectado por la actividad humana, en especial por la destrucción de su hábitat, la muerte incidental en actividades pesqueras, el tránsito marítimo, la contaminación y, ultimamente, las actividades turísticas (Aguayo y Urbán, 1984).

El interés público y científico por la ballena gris ha aumentado especialmente después de la notable recuperación de la especie, la cual casi llegó a extinguirse a principios de nuestro siglo (Swartz y Cummings, 1978). Desde la década de los treinta la ballena gris se encuentra protegida internacionalmente a través de la Comisión Ballenera Internacional (Urbán *et al.*, 1996). A partir de 1972, las lagunas mexicanas de crianza y apareamiento de esta especie han sido objeto de diferentes instrumentos jurídicos que les otorgan distintas categorías de áreas protegidas, desde santuarios hasta reservas de la biósfera (Breceda *et al.*, 1991). En la actualidad, la Laguna San Ignacio es la única que se mantiene prácticamente inalterada por la intervención humana. Sin embargo, desde 1970, ha tenido un incremento constante de visitantes con interés en la observación de ballenas, actividad conocida como "whale-watching" (Urbán *et al.*, 1996).

Es evidente que el ecoturismo continuará realizándose y se verá favorecido por los programas de desarrollo regional y nacional. Estos planes deberán enmarcarse en programas globales de conservación de los recursos, de modo que se pueda obtener beneficio de esta actividad y se garantice una adecuada recuperación de los mamíferos marinos, así como la conservación de muchos otros recursos (Aurioles *et al.*, 1993).

## **OBJETIVOS Y META**

---

### Objetivo:

- Determinar el efecto de las actividades turísticas sobre el comportamiento y abundancia de la ballena gris en Laguna San Ignacio, B.C.S., México.

### Objetivos Particulares:

- Establecer la posible relación entre el número de embarcaciones turísticas y el número de ballenas en un área delimitada dentro de la zona permitida para el turismo.
- Relacionar el número de conductas realizadas por las ballenas y el número de embarcaciones turísticas presentes en el área de observación.
- Conocer la frecuencia respiratoria de las madres con cría en ausencia y en presencia de embarcaciones, tanto turísticas como de investigación, considerando las distancias a las que éstas se encuentran de las ballenas.
- Registrar el tipo de reacciones que presentan las distintas categorías sociales de ballenas a la presencia de embarcaciones turísticas.

### Meta:

- Contribuir con la aportación de elementos útiles para el establecimiento de una Norma Oficial que regule de manera adecuada las actividades turísticas en Laguna San Ignacio durante los próximos años.

## HISTORIA NATURAL DE LA BALLENA GRIS

---

La ballena gris, *Eschrichtius robustus* (fig. 1), es la única especie perteneciente a la familia Eschrichtiidae (suborden Mysticeti, orden Cetacea). Adquiere su nombre común por la coloración que presenta (grises claros y oscuros), pero esta coloración no es la que tiene su piel originalmente (negro carbón), sino que va siendo adquirida gradualmente desde el nacimiento de la cría debido a la pigmentación clara o blanca que se va manifestando y a causa de los balanos (*Cryptolepas rhachianecti*) y piojos marinos (*Cyamus ceti*, *C. kessleri* y *C. scammoni*) que crecen en su piel y de las marcas que éstos dejan en ella al caer (Villa, 1981). Otras características físicas que distinguen a las ballenas grises son: la presencia de pequeñas "jorobas" o "jibas" en la porción dorsal del último tercio del cuerpo, la carencia de aleta dorsal y la presencia de 3 a 4 surcos o pliegues gulares que le dan elasticidad a la garganta (Leatherwood *et al.*, 1988). Poseen entre 130 y 180 barbas pequeñas (de aproximadamente 60 cm. de longitud) y rígidas en comparación a las de otras ballenas (Walker, 1964).

Las ballenas grises llegan a medir 14 m de largo y alcanzan un peso de aproximadamente 30 a 35 toneladas. Las hembras adultas generalmente presentan un mayor tamaño que los machos. Las crías, al nacer, miden unos 4.5 m de largo y pesan aproximadamente 1 tonelada (Mate, 1990).

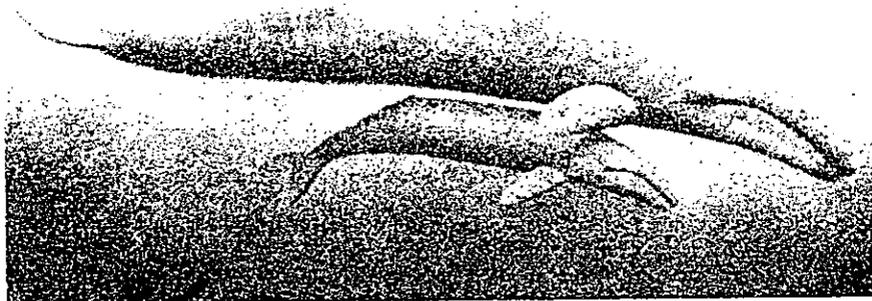


Figura 1: Ballena gris (*Eschrichtius robustus*). Madre con cría.  
(Tomado de Mate, 1990).

La ballena gris habita actualmente sólo en el Pacífico Norte, aunque el registro fósil indica que alguna vez lo hizo también en el Atlántico Norte. Hoy en día existen dos poblaciones: la asiática o coreana, que se encuentra casi extinta, y la población americana o californiana (Urbán *et al.*, 1996) que está representada aproximadamente por 20,000 individuos (Mate, 1990).

La población americana de ballena gris realiza migraciones anuales de más de 9000 km. (sólo en uno de los sentidos), siguiendo la línea de costa desde los mares de Chukchi (Rusia), Beaufort (Alaska, E.U.) y Bering (Rusia y Alaska), donde se alimenta durante el verano, hasta la costa occidental de la Península de Baja California y Golfo de California (México), para realizar sus actividades reproductivas de diciembre a abril (Urbán *et al.*, 1996). El recorrido de la migración les lleva aproximadamente entre  $1\frac{1}{2}$  y 3 meses, ya que la velocidad a la que se desplazan es de aproximadamente 8 km/hr hacia

el sur y 4 km/hr de regreso hacia el norte (Mate, 1990). Es ésta la migración más larga registrada para cualquier mamífero (Mate, 1990). Las ballenas llevan a cabo la migración solas o en grupos de 2 o 3 individuos (Walker *et al.*, 1964) y no todas emprenden el recorrido al mismo tiempo. Parten del norte hacia el sur en oleadas entre octubre y principios de enero y van de regreso entre mediados de febrero y finales de abril o principios de mayo (Swartz, 1986). La salida de las ballenas hacia ambas direcciones parece estar segregada de acuerdo a su edad, sexo y condición reproductiva. Las hembras maduras comienzan la migración hacia el sur antes que los machos, y éstos lo hacen antes que las ballenas inmaduras sexualmente. Hacia el norte, las primeras en partir son las hembras que acaban de ser preñadas, seguidas por los machos maduros, hembras solitarias e inmaduros de ambos sexos y, finalmente, las últimas en emprender el recorrido de regreso son las hembras con sus crías (Swartz, 1986).

Las ballenas empiezan a llegar a las lagunas de reproducción a mediados de diciembre, y la mayoría de las crías nacen entre enero y febrero. Sin embargo, algunas también nacen durante la migración (Rice y Wolman, 1971; Leatherwood y Beach, 1975; Sund 1975; Mitchell y Ware, 1989).

El alimento de las ballenas grises está constituido principalmente por anfípodos bentónicos. La manera en la que obtienen su alimento es "dragándolo" del fondo marino. Toman una porción de sedimento que filtran y después dejan caer, quedándose con los anfípodos y otros organismos adheridos a las barbas. De acuerdo con estudios en los que se examinaron los estómagos de varias ballenas, Rice y Wolman (1971) llegaron a la conclusión de que la ballena gris no se alimenta durante su migración, pero Walker

(1971) y Sund (1975) informan que sí toma alimento donde lo encuentra, y que durante su migración encuentra muchos calamares, langostas y peces. Por lo tanto, la alimentación en las lagunas parece ser oportunista (Dedina, 1996). Sin embargo, una gran cantidad de ballenas se queda sin alimento durante los 3-5 meses que dura la migración y estancia en las lagunas de reproducción (Mate, 1990).

Las ballenas grises son de hábitos ribereños y tienen la particularidad de realizar sus actividades reproductivas en el interior de lagunas costeras. Las principales concentraciones de ballena gris en aguas mexicanas se encuentran en las Lagunas Ojo de Liebre, San Ignacio y el Complejo Lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas (Baja California Sur) (Urbán *et al.*, 1996). La ballenas grises viajan hasta estas lagunas debido a que son lugares tranquilos y a que presentan características ecológicamente favorables para ellas durante su época de reproducción ( $T^{\circ}$  más cálida y poca depredación) (Millan, 1984).

La gestación dura aproximadamente 13 meses (Rice y Wolman, 1971). Las crías deben tener mínimo 1 mes de nacidas para emprender la migración de regreso a las zonas de alimentación (Mitchell y Ware, 1989). Aproximadamente entre los 6 y 8 meses de edad, la cría ya puede valerse por sí misma y se separa de su madre (Walker, 1964).

Las hembras paren una sola cría generalmente cada 2 años. Sin embargo, Zimushko e Ivashin (1980) informan que la lactancia no impide la preñez, con lo cual este ciclo se puede ver acortado en algunas hembras de la población, mientras que en otras pueden transcurrir de 3 a 4 años entre uno y otro parto (Mate, 1990).

La edad a la cual las hembras alcanzan la madurez sexual va de los 8 a los 12 años con una longitud de 12 m, y los machos a los 8 años con una longitud de 11.5 m (Zimushko e Ivashin, 1980). Rice y Wolman (1971) proponen un promedio de 8 años para ambos sexos, y una longitud de 11.7 m para las hembras y 11.1 m para los machos.

La longevidad promedio se estima en unos 40 años (Rice y Wolman, 1971), sin embargo hay individuos que pueden llegar hasta los 75 años de edad (Dedina, 1996).

Las hembras que no están preñadas se aparean varias veces con distintos machos durante el recorrido de migración y dentro de las lagunas. Generalmente varios machos tratarán de aparearse con la misma hembra a la vez, sin presentar agresiones entre ellos, ya que no hay una "competencia física" para copular con la hembra, sino una "competencia espermática" para fecundarla (Swartz, 1986). Inclusive se cree que los machos se ayudan entre sí, sirviendo uno de apoyo para detener a la hembra mientras uno o varios tratan de aparearse con ella. Copulan con más de una de ellas y parece no haber ningún lazo de unión entre machos y hembras ni entre éstos y sus crías (Mate, 1990).

En Laguna San Ignacio las ballenas se encuentran segregadas en 3 distintas categorías sociales: ballenas solas, madres con cría y grupos de cortejo. Estos últimos están constituidos por un mínimo de 2 individuos adultos, pero pueden llegar a estar formados por más de 18 animales de diferentes tamaños y sexos (excepto crías) (Swartz, 1986).

En las ballenas grises encontramos una gran variedad de patrones conductuales. Los más característicos de la especie son los saltos, los atisbos y el comportamiento amistoso.

No se sabe a ciencia cierta porqué saltan las ballenas. Hay varias hipótesis que sugieren que puede ser para quitarse los parásitos, para comunicarse entre ellas, por razones de cortejo, o simplemente por jugar. Actualmente la explicación más aceptada es que el salto es un comportamiento principalmente asociado a las interacciones sociales, particularmente con el fin de comunicación para los adultos y lúdico para las ballenas jóvenes (Ruiz, 1997).

El atisbo es un comportamiento durante el cual las ballenas sacan la cabeza del agua hasta el nivel de los ojos o ligeramente abajo. La hipótesis más común considera al atisbamiento como una función de orientación, que permite a las ballenas utilizar su vista para guiarse o para determinar su posición utilizando puntos terrestres de referencia (*Ibid*). Por otra parte, cuando las ballenas atisban, no tienen siempre los ojos fuera del agua, lo que demuestra que la visión aérea no es lo único que utilizan. Según Norris *et al.* (1977) es una postura de confort. Todas las categorías de individuos efectúan el atisbamiento. Las investigaciones efectuadas por Samaras (1974) en Laguna Guerrero Negro, B.C.S. muestran que los atisbamientos están frecuentemente asociados a las actividades sexuales, y eso lo condujo a pensar que tal comportamiento jugaba un papel importante en las interacciones sociales de las ballenas grises. En los grupos de cortejo varios miembros se encuentran (a veces simultáneamente) en esta actividad. Sin embargo, Cole (1985), en los estudios realizados en Laguna San Ignacio, observó que la mayoría de los atisbos fueron realizados por madres con cría.

Algunas ballenas se acercan a las embarcaciones e incluso se dejan tocar y acariciar por los tripulantes (fig. 2). Este fenómeno es considerado como un comportamiento "amistoso" o "curioso", es exclusivo de las ballenas

grises, y se ha incrementado desde la primera vez que se reportó en 1976 en Laguna San Ignacio por Gilmore. De acuerdo a Jones y Swartz (1984), el fenómeno "amistoso" se expandió rápidamente durante sus investigaciones. En 1977 sólo pocas ballenas presentaban este comportamiento y en 1982 se reportaron 200 encuentros con ballenas "amistosas". Este comportamiento, que comenzó en Laguna San Ignacio, se ha expandido en todas las lagunas mexicanas, e incluso, según Jones y Swartz (1984) y Dedina (1996), hay algunos reportes en Vancouver, Columbia Británica (Canadá) y el Mar de Bering. Las ballenas muestran el comportamiento "amistoso" generalmente con pequeñas embarcaciones turísticas de motor fuera de borda. Se cree que se ven atraídas debido al sonido del motor cuando éste se encuentra en neutral, ya que está en el mismo rango de la frecuencia que ellas utilizan para comunicarse (Swartz y Cummings, 1978; Dahlheim *et al.*, 1984). Este fenómeno se ha visto en todas las categorías de edad y sexo de ballena gris (Jones y Swartz, 1984).



Figura 2: Comportamiento amistoso de una pareja de madre y cría de ballena gris y una turista en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

## HISTORIA DE SU CAZA Y SITUACIÓN ACTUAL

---

La ballena gris fue intensamente cazada desde mediados del siglo XIX hasta principios de este siglo por balleneros estadounidenses, noruegos, ingleses y rusos, llegando casi a extinguirse (Swartz y Cummings, 1978). De 1846 a 1874 se cazaron aproximadamente 7,200 ballenas grises en la Península de Baja California. Para la década de 1870, la caza se detuvo principalmente por la disminución de ballenas y el decremento en la demanda de aceite de estos animales (Urbán *et al.*, 1996).

Con la aparición de los buques-fábrica, que permitían el tratamiento completo del animal capturado a bordo de éstos, la cacería de ballenas se reactivó en Baja California; en esta ocasión dominada por los noruegos, quienes tuvieron la autorización del gobierno mexicano para operar en Bahía Magdalena de 1913 hasta 1937. Según Reeves (1984) los años de mayor captura fueron de 1925 a 1929 cuando se capturaron 179 animales, la mayoría de ellos madres con cría.

La protección de la ballena gris en el país se inició en 1931 junto con la protección en aguas internacionales por la Convención sobre la Reglamentación de la Caza de la Ballena, adhiriéndose México en 1933. Pero este intento sólo se consolidó en el Acuerdo Internacional de 1937 bajo la Primera Convención Ballenera. México aprobó esta convención en 1938. Sin embargo, por diversas razones, la protección efectiva de esta especie se inició internacionalmente en 1946, y en el país hasta el año de 1949, al promulgarse el decreto por el que México se adhiere a la Comisión Ballenera

Internacional, momento a partir del cual, el país acoge todos los acuerdos de prohibición de captura de cetáceos (Aurioles *et al.*, 1993).

Posteriormente, México impactó a la comunidad internacional con la visión de su gobierno en los años 1972, 1976 y 1980, al declarar refugios para ballena gris las lagunas de Guerrero Negro y San Ignacio, en la Península de Baja California, y al declararse en 1988 la reserva de la biosfera del Vizcaíno en la misma península. Estas iniciativas terminaron por asegurar la recuperación de la especie, al ser éstas sus principales zonas de reproducción (Aurioles *et al.*, 1993). En ausencia de caza comercial durante más de 50 años, la población californiana de ballena gris se ha recuperado hasta llegar al que se piensa que fue su número original (antes de la explotación), de aproximadamente 20,000 individuos (Buckland *et al.*, 1993; Mate, 1990). Debido a esta recuperación, en el acta de especies en peligro de la NMFS (National Marine Fisheries, EUA), esta población ha sido eliminada de la lista de especies amenazadas y en peligro de extinción (Endangered and Threatened Wildlife), mientras que la población coreana, al encontrarse geográficamente aislada de la californiana, y al no presentar signos de recuperación, no ha podido ser eliminada de ésta (Anónimo, 1991). En 1994 la ballena gris también fue retirada de la lista de especies amenazadas del Acta de Protección de los Mamíferos Marinos de Estados Unidos (Marine Mammal Protection Act) (Buckland *et al.*, 1993). En México, en la NOM-059-ECOL-1994, esta especie se encuentra sujeta a Protección Especial (especies sujetas a limitaciones o vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, o para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas) (Anónimo, 1994). Para la IUCN (International Union for

Conservating Nature), en el "Plan de Acción para la Conservación de los Cetáceos 1994-1998" realizado en 1994, la ballena gris se encuentra sin clasificar (Reeves y Leatherwood, 1994), mientras que en el libro rojo de especies amenazadas (de la IUCN) de 1996, se encuentra ya clasificada en la lista 2, como especie en menor riesgo y dependiente de conservación. Para el CITES (Convención Internacional sobre el Tráfico de Especies en Peligro) la ballena gris pertenece todavía al Apéndice I: Especies en peligro de extinción cuyo comercio está prohibido, y sólo se permite cuando está sujeto a una reglamentación muy estricta (Klinowska, 1991).

No hay que perder de vista que una consecuencia de la sobreexplotación de una especie, es que al recuperarse a partir de poblaciones muy reducidas, como es el caso de la ballena gris que se redujo a 4000 individuos en 1874 (Hammond, 1987), la endogamia es frecuente, reduciendo su variabilidad genética (Aurioles *et al.*, 1993). Este efecto reduce la plasticidad de la especie, haciéndola más vulnerable a diversos factores que ejercen presión sobre ella, entre éstos el turismo.

## **TURISMO DE OBSERVACIÓN DE BALLENAS**

### **(Whale Watching)**

---

La actividad de "whale-watching" es una industria turística en expansión que contribuye significativamente a la economía de varios países. Ésta, desarrollada correctamente y con base en un buen plan de manejo, se convierte en una forma de utilizar de manera sustentable el recurso, además de contribuir a la educación y al conocimiento científico, razones por las cuales, es importante alentar su futuro desarrollo (IFAW, 1995).

Ver a una gran ballena saltar, a un grupo de ballenas alcanzar la superficie o a una manada de delfines nadando y jugando, siempre ha causado emoción a la gente y curiosidad a los científicos. Al verse recuperadas algunas poblaciones de ballenas de los efectos de devastación y comercialización causados por los balleneros en el pasado, la actividad aparentemente inofensiva de "whale-watching" se ha ido desarrollando en una gran industria mundial (IFAW, 1995).

Esta nueva actividad ha beneficiado económicamente a muchas comunidades locales (Parson, 1995), incluyendo a comunidades ex-balleneras en países tanto desarrollados como en vías de desarrollo. En algunos lugares se percibe la observación de ballenas como tal, o se encuentra en conjunción con actividades pesqueras; en otros, forma parte de la amplia actividad de "ecoturismo" (IFAW, 1995).

En 1993 La Comisión Ballenera Internacional reconoció a la actividad de "whale-watching" como una industria turística en expansión que contribuye significativamente a la economía de varios países. Reconoció también la

contribución que hace esta actividad a la educación y al conocimiento científico, y expresó su deseo de alentar el futuro desarrollo de esta misma (whale-watching) como un uso sustentable de recursos de cetáceos (*Ibid*).

Desde la década pasada, la observación de ballenas ha experimentado un crecimiento impresionante. Aproximadamente 65 países hoy en día tienen industrias dedicadas a esta actividad (Carlson, 1995). Para el año de 1994 se estimó que 5.4 millones de personas de todo el mundo fueron a observar ballenas, gastándose más de \$500 millones de dólares en total. (Findlay, 1997)

En ausencia de reglas de observación, es posible que la actividad de "whale-watching" pueda representar nuevos peligros para las ballenas. Esta actividad no debe de afectar ni cambiar las características vitales de las poblaciones de ballenas tales como las tasas de natalidad y mortandad, su distribución y uso del hábitat y sus patrones conductuales (como los de alimentación y apareamiento) (IFAW, 1995). Es por eso que se han creado reglas al respecto en muchos lugares y países, limitando la distancia a la cual cierto tipo de embarcación puede aproximarse a las diferentes especies de ballenas y la manera en que deben hacerlo, entre otras. (Carlson, 1995). También se han vuelto necesarias un gran número de reglas generales para limitar el número total de embarcaciones que puede soportar un lugar, especificar el tipo de embarcaciones permitidas y determinar dónde y cuándo (temporada y fecha) pueden operar estas embarcaciones. Cada país ha ido creando sus propias reglas, especificándolas de acuerdo al lugar, especie en cuestión, necesidades económicas locales y nacionales, factores culturales, ética de la relaciones humanas con los animales, etc.

En 1995, en Montecastello, Italia, se llevó a cabo un taller que trató los aspectos científicos para el manejo de "whale-watching". El objetivo fundamental de este taller fue el de crear un "cuadro" que guíe el establecimiento de reglas sensibles para "whale-watching", que estén basadas en la ciencia y que, si son seguidas, permitan a esta actividad ser emprendida sin dañar al individuo, grupo o población(es) que esté(n) siendo observada(s) (IFAW, 1995).

Estas reglas son:

1. Disminuir la velocidad y evitar cambios repentinos de velocidad, dirección o ruido.
2. Minimizar el ruido que provenga de cualquier fuente.
3. No perseguir, rodear ni separar a las ballenas.
4. Determinar el ángulo apropiado para la aproximación.
5. Considerar los impactos entre barcos y un gran número de ballenas y la frecuencia de estas exposiciones.
6. Permitir a las ballenas controlar la naturaleza y duración de la "interacción".

México es uno de los países latinoamericanos con mayor cantidad de visitantes "observadores de ballenas". Durante la temporada de reproducción de ballena gris de 1997, acudieron a las lagunas mexicanas de crianza 28,484 turistas, mientras que en 1996 fueron 23,971, esto significa un incremento del 18.8% (Sánchez-Pacheco, 1997). De todos estos turistas, solo el 17% eran mexicanos, otra parte provenía de Estados Unidos (66%), Suiza (8%), Italia (4%), y el resto de Brasil, Francia y Alemania (Anónimo, 1997). Debido a este gran número de turistas que viene a realizar la actividad de "whale-

watching", México forma parte de los países que se han preocupado por el impacto que esto puede causar sobre las ballenas, por eso ha establecido regulaciones especiales al respecto.

## **NORMA OFICIAL MEXICANA EMERGENTE**

---

Debido al gran interés que ha despertado en todo el mundo la ballena gris, y al incremento turístico al que se han visto sometidas sus lagunas de crianza, en 1996 se publicó la Norma Oficial Mexicana Emergente (NOM-EM-074-ECOL-1996) donde se establecen los lineamientos y especificaciones para la protección y conservación de la ballena gris y su hábitat en los cuerpos lagunares de la costa occidental del Estado de Baja California Sur.

En esta norma se establecen específicamente las zonas permitidas y restringidas para el turismo y las actividades pesqueras en las lagunas. En el caso de la Laguna San Ignacio, la zona inferior de la laguna es la única zona en la que se permite el acceso (controlado) a las embarcaciones turísticas y de pesca. Las zonas intermedia y superior de la laguna son áreas "cerradas", en las que no está permitido este acceso, ya que son utilizadas por las ballenas (hembras) para parir y amamantar a sus crías (fig. 3).

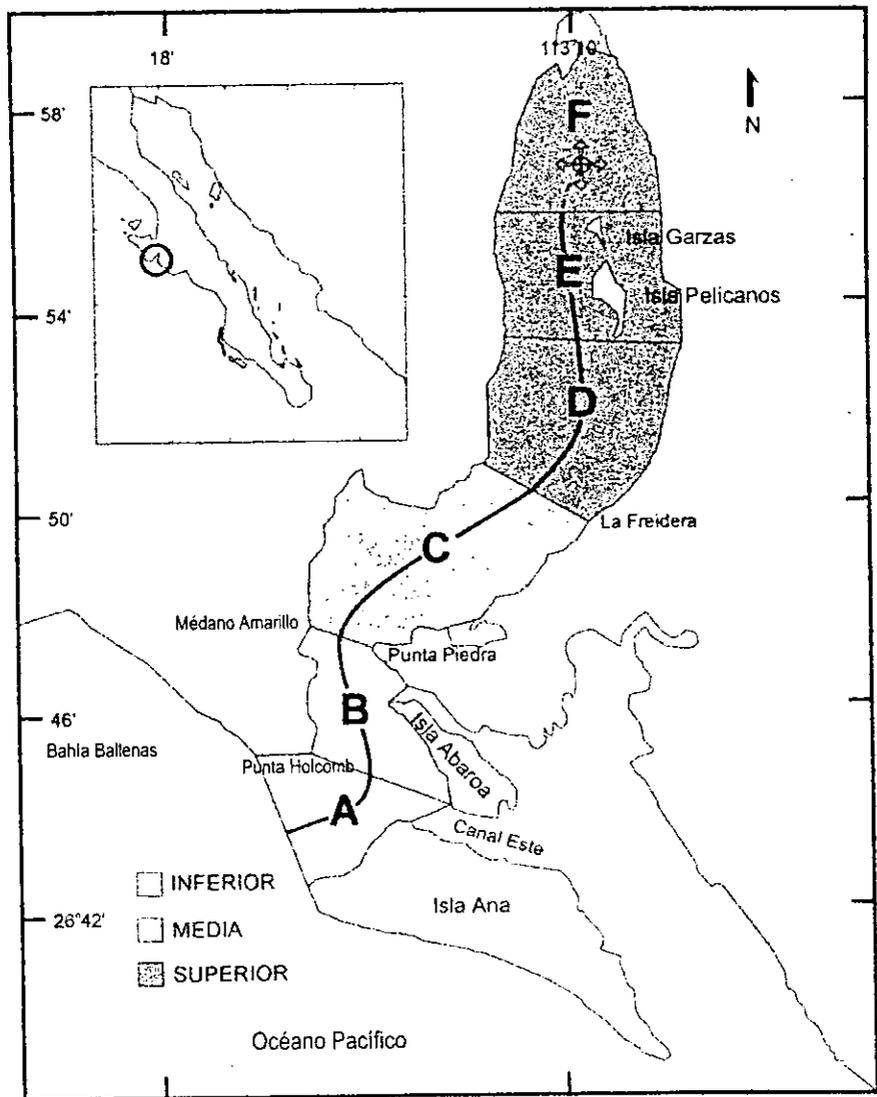


Figura 3: Laguna San Ignacio, B.C.S. Divisiones según Swartz y Cummings (1978) (sombreado) y subdivisiones realizadas por Urbán *et al.* (1996) (A-F). La zona turística comprende las zonas A y B (laguna inferior).

Las disposiciones generales de la Norma son:

- Para la realización de actividades ecológico-educativas en torno a la ballena gris, se deben obtener los permisos correspondientes ante la SEMARNAP y demás dependencias competentes en la materia.
- La velocidad permitida para navegar dentro del área de avistamiento es de 5 a 10 km/hr, debiendo evitar cambios repentinos de velocidad o dirección.
- La distancia mínima para el avistamiento de la ballena gris es de 30 metros entre ésta y la embarcación, la cual debe acercarse en una dirección paralela. Si la ballena gris muestra un comportamiento amistoso, la embarcación debe mantener el motor en posición neutral, no deben realizarse maniobras bruscas, formar aglomeraciones en torno a ella, ni acosarla.
- La capacidad de carga para Laguna San Ignacio es: 12 embarcaciones menores y 2 mayores fondeadas simultáneamente en el área permitida.
- La duración máxima de estancia en el área de avistamiento es de 90 minutos.
- Se deben utilizar y respetar los sitios de embarcaderos autorizados.

Las restricciones son las siguientes:

- Rebasar la capacidad de carga máxima en la zona permitida para el avistamiento de ballena.
- Acosar, molestar, perseguir o dañar de cualquier forma a la ballena o a sus crías. Si la ballena muestra un comportamiento amistoso, no se deben realizar maniobras bruscas, ni formar aglomeración de embarcaciones en torno a ellas, ni forzar su aproximación.

- Colectar, capturar, cazar, retener o apropiarse de especies de flora y fauna silvestres, así como introducir especies exóticas y/o transportar especies de una comunidad a otra.
- La realización de actividades de pesca comercial, pesca deportiva, actividades acuático-recreativas: buceo libre, scuba, natación o cualquier otra actividad que altere el hábitat de la ballena gris.
- Realizar proyectos de investigación científica, experimentación, filmaciones, videgrabaciones y fotografías, con fines comerciales, científicos, educativos o culturales sobre especies de flora y fauna silvestres en la zona, sin el permiso correspondiente emitido por la SEMARNAP y demás dependencias con competencia en la materia.

En la NOM-EM-074-ECOL-1996 también existen reglas específicas para el establecimiento de campamentos y para las actividades que pueden llevar a cabo los campistas en el hábitat de la ballena gris. Estas reglas consisten en:

- Instalar los campamentos ecológico-educativos en las áreas señaladas por las autoridades (SEMARNAP, Gobernación, autoridades municipales y ejidales) contando con una previa autorización de las mismas. Estas áreas son: Pachico, Freidera, Punta Piedra y Ramón.
- Preservar el equilibrio ecológico y la protección del hábitat de la ballena gris, por lo que se prohíbe dañar la vegetación al instalar las tiendas y ubicar los senderos.

- Mantener limpia el área de instalación del campamento. Toda basura generada debe ser colectada y transportada a tiraderos o rellenos municipales.
- Queda prohibido a los campistas cortar y marcar árboles, encender fogatas con vegetación nativa, introducir especies exóticas, arrojar o verter cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos, líquidos o cualquier otro tipo de contaminante a las aguas de los cuerpos lagunares, así como el desarrollo de proyectos de investigación científica y cualquier actividad de registro, medición y cuantificación sobre especies biológicas y el ecosistema en general, sin el permiso correspondiente emitido por la SEMARNAP y demás dependencias competentes.

## ANTECEDENTES

---

Se han llevado a cabo varios estudios sobre ballena gris en Laguna San Ignacio. Éstos han sido realizados en su gran mayoría por científicos extranjeros, y con más intensidad en el periodo comprendido entre 1977 y 1985 (Tabla 1). A partir de esta fecha se han realizado estudios esporádicos por Fleischer (Fleischer *et al.*, 1983, 1985 y Fleischer, 1990) y posteriormente por Sánchez-Pacheco (1997). No fue sino hasta la temporada de 1996 en que Urbán, junto con la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), emprendió un proyecto formal y a largo plazo sobre la ballena gris en esta laguna. (Urbán *et al.*, 1996 y 1997).

**Tabla 1: Estudios sobre ballena gris realizados en Laguna San Ignacio, B.C.S., México en el periodo comprendido entre 1977 y 1985 (Jones *et al.*, 1994).**

AÑO	# EMBARCACIONES	TIPO DE ESTUDIO	REFERENCIA
1977	1	Demografía, Conducta, Fotoidentificación y Acústica	Swartz y Cummings (1978)
1978	2	Demografía, Conducta y Fotoidentificación	Swartz y Jones (1979, 1980)
1979	2	Demografía, Conducta, Fotoidentificación y Valoración del Ecosistema	Swartz y Jones (1980)
	1-3	Radio-telemetría	Mate y Harvey (1984) Harvey y Mate (1984)
	1	Energética	Sumich (1983)
1980	2	Demografía, Conducta, Fotoidentificación y Valoración del Ecosistema	Swartz y Jones (1981)
	1-3	Radio-telemetría	Mate y Harvey (1984) Harvey y Mate (1984)
1981	2	Demografía, Conducta, Fotoidentificación y Valoración del Ecosistema	Swartz y Jones (1981)
	1	Acústica	Dalheim <i>et al.</i> (1981, 1984)

	1	Energética	Sumich (1983)
1982	2	Demografía, Conducta, Fotoidentificación, Natalidad y Mortandad de Ballenatos, Reproducción (tasas de embarazo)	Swartz y Jones (1983) Jones y Swartz (1984) Jones (1990) Swartz (1986)
	1	Acústica	Dalheim <i>et al.</i> (1984) Dalheim (1984, 1987)
1983	1	Acústica	Dalheim (1983, 1987)
1984	1	Acústica	Dalheim (1984, 1987) Dalheim y Ljungblad (1990)
	1-3	Radio-telemetría	Mate (sin publicar)
1985	1	Demografía y Acústica	Jones <i>et al.</i> (1994)

## ÁREA DE ESTUDIO

---

La Laguna San Ignacio es una laguna semiestuarina situada en el desierto central de Baja California, México. Está localizada a 680 km al sur de la frontera con los Estados Unidos, entre los 26°42' y 27°00' Norte y los 113°7' y 113°18' Oeste. Tiene un área de 80,000 has y constituye una cuarta parte del total del área de la Reserva de la Biósfera del Vizcaíno. La Laguna San Ignacio está relativamente aislada, se encuentra a 60 km del pueblo más cercano (San Ignacio), y sólo se puede llegar a ésta por un camino de terracería (Dedina y Young, 1995).

La laguna está localizada dentro de la planicie costera y está rodeada por tres cadenas montañosas. Su boca se abre a la Bahía de Ballenas, y está protegida del océano abierto por la Isla Ana. El cuerpo principal de la laguna se extiende hacia el norte 32 km sobre el desierto, y mide entre 1.8 y 6.5 km de ancho (fig. 3). Su costa está compuesta por playas arenosas, conglomerados de roca, conchas, manglares, pantanos y planicies de lodo y sal (Dedina y Young, 1995). La laguna varía en profundidad entre 20 m, cerca de su entrada, y menos de 2 m en su punto superior. La mayor parte de la laguna es somera. A pesar de que la superficie de la laguna es de 152 km<sup>2</sup>, sólo el 57% (87 km<sup>2</sup>) es lo suficientemente profundo (>2 m) para las ballenas (Jones y Swartz, 1984). El interior de la laguna tiene una cuenca y un sistema de canales separados por bajos, muchos de los cuales afloran durante las mareas bajas. Las mareas semidiurnas varían de 0.9 a 2.4 m causando fuertes corrientes turbulentas en la cuenca y los canales (Swartz y Jones, 1981).

Los vientos dominantes son los del norte y suroeste. La velocidad del viento puede cambiar de 0 a 35 km/hr en menos de 30 minutos. El clima es árido, con una precipitación media anual de 56 mm que se da principalmente en los meses de invierno, y no hay escurrimientos o arroyos de agua dulce a lo largo de la laguna (Jones y Swartz, 1984). La Laguna San Ignacio no es sólo un hábitat importante para la ballena gris, sino que también provee de recursos a un número importante de plantas y animales terrestres y marinos.

La Laguna San Ignacio fue dividida en 1977 por Swartz y Cummings en tres zonas: inferior, media y superior (Swartz y Cummings, 1978) (fig. 3).

La laguna inferior se define en su entrada por una línea de escollos de 3.8 km, trazada entre las puntas Bronaugh y Holcomb. En su parte interna, esta laguna presenta un canal principal de paredes empinadas que tiene 3 km de ancho cerca de su entrada, y llega a medir 1.8 km (parte más angosta de la laguna) en Punta Piedra, aproximadamente a 7 km de la entrada. Este segmento del canal constituye la parte más profunda (25.9 m máximo) de toda la laguna y es un punto importante de interacción social para las ballenas. El canal de entrada principal desde el mar termina a nivel de Punta Piedra. Hacia el norte, los tres canales principales de la laguna media desembocan en esta misma zona (Swartz y Cummings, 1978).

Las ballenas que transitan hacia arriba o hacia abajo de la laguna deben pasar por el área de Punta Piedra, por lo cual es ésta una intersección común en su ruta. Cualquier actividad humana adversa que tome lugar en la laguna inferior podría impedir el movimiento de las ballenas hacia las lagunas media y superior. Resulta importante tener esto en mente, pues es ésta la parte de la laguna en la que está oficialmente permitido el acceso a los turistas y pescadores (Swartz y Cummings, 1978).

La laguna media está ubicada al noreste de Punta Piedra, y se encuentra dividida en tres canales por dos extensos bancos de arena. Estos canales empiezan en la entrada principal del área enfrente de Punta Piedra y terminan al oeste de La Freidera. Tienen una profundidad promedio de aproximadamente 9 m (entre 7.6 y 21.3 m) y los bancos de arena que los separan están cubiertos por menos de 1.5 m de agua durante la pleamar (marea alta) y están generalmente expuestos durante la bajamar (marea baja) (Jones, *et al.*, 1994).

La laguna superior es una cuenca con suaves pendientes que tiene una profundidad promedio de 4.6 m en su parte central, es ésta la zona principal de crianza y amamantamiento para las madres con cría desde el inicio de la temporada hasta finales de la época de nacimientos (aproximadamente el 15 de febrero). Esta zona incluye dos islas, Isla Garzas e Isla Pelícanos. Aproximadamente la mitad de esta laguna es muy somera, teniendo 2m ó menos de profundidad durante la creciente. Al este de las islas, las aguas no son lo suficientemente profundas para que acudan las ballenas (Jones y Swartz, 1984).

La Laguna San Ignacio, debido a la gran biodiversidad que posee, a la presencia de especies de mamíferos marinos (principalmente la ballena gris), a que es sitio de anidación e hibernación de aves acuáticas migratorias y residentes y a que forma parte del área de distribución de especies amenazadas, ha sido objeto de diferentes decretos y categorías de áreas protegidas:

- El 11 de septiembre de 1972, junto con la Laguna Ojo de Liebre, Baja California, fue decretada como "Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y Fauna Silvestre".

- El 16 de julio de 1979 fue decretada como "Refugio para Ballenas Grávidas y Ballenatos y Zona de Atracción Turístico Marítima".
- El Vizcaíno, del cual forma parte, fue decretado el 30 de noviembre de 1988 como "Reserva de la Biósfera" (Breceda *et al.*, 1991).
- En 1994 fue declarada "World Heritage Site" por la UNESCO.

## **METODOLOGIA**

---

La metodología consistió en observaciones realizadas desde tres plataformas diferentes: desde un punto fijo de observación en tierra (Punta Piedra) (fig. 4), desde una embarcación de fibra de vidrio de 7.5 m de eslora con motor fuera de borda destinada a la investigación; y desde una embarcación turística, con las mismas características, perteneciente al campamento turístico "Baja Expeditions".

En todos los casos se registraron los siguientes parámetros:

- 1) Número de ballenas, diferenciando madres con cría de solitarias, y número y tipo de embarcaciones en un área establecida en la zona turística de la laguna (fig. 4).
- 1) Patrones conductuales a diferentes horas del día en presencia y ausencia de embarcaciones.
- 2) Frecuencias respiratorias de las madres con cría en presencia y ausencia de embarcaciones.
- 3) Tipo de reacciones que presentaron las ballenas hacia las embarcaciones turísticas.

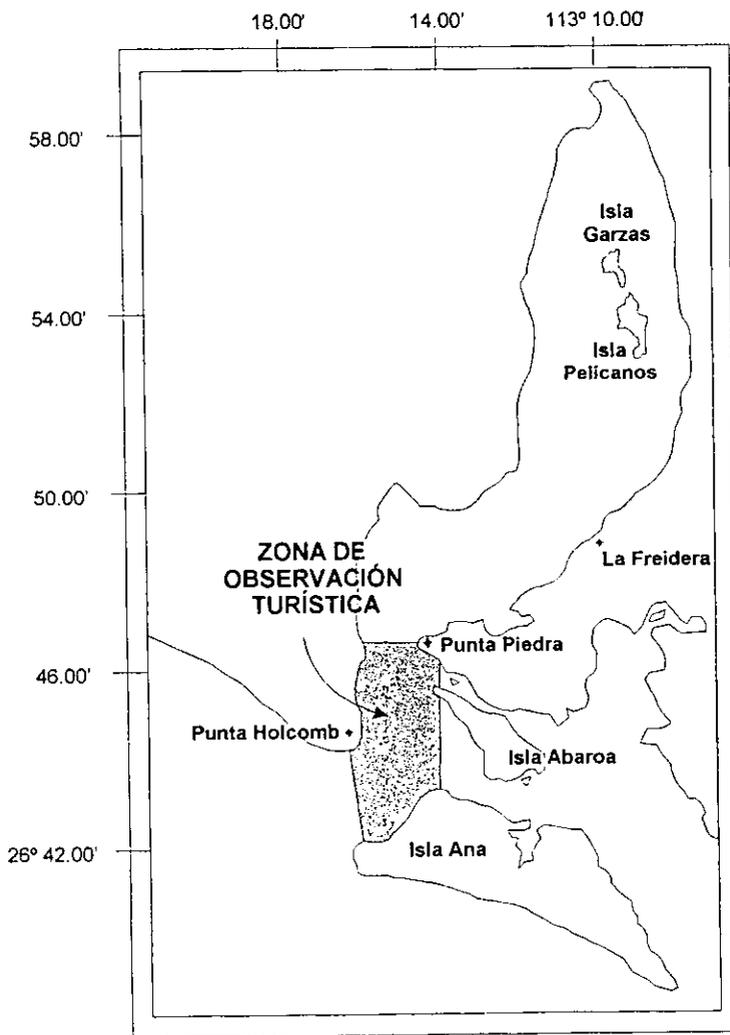


Figura 4: Laguna San Ignacio, B.C.S. Área sombreada = Zona de observación turística (laguna inferior).

Durante 13 días (entre el 17 de febrero y el 12 de marzo de 1997) se llevaron a cabo las observaciones desde tierra en Punta Piedra, donde se encontraba el campamento turístico de "Baja Discovery", cuando las condiciones meteorológicas lo permitieron ( $\text{Beaufort} < 3$ ). Se abarcó un ángulo de observación de  $78^\circ$ , que incluye el área que se encuentra entre el Médano Amarillo y Punta Holcomb (que se encuentran a  $82^\circ$  y  $160^\circ$  respectivamente desde el punto de observación) (figs. 3 y 4). Los parámetros registrados desde este punto fueron: el número de ballenas y embarcaciones, los patrones conductuales, y una parte de las frecuencias respiratorias que presentaron las madres con cría. La metodología utilizada fue la siguiente:

#### 1) Número de Ballenas y Embarcaciones

Por medio de un muestreo de barrido y con ayuda de binoculares ( $7\times 50$ ), se realizó cada 30 minutos un censo desde tierra en el cual se contaron el número de ballenas vistas en superficie tomando en cuenta su categoría (madres con cría ó solitarias) y el número y tipo de embarcaciones (turísticas, de pesca y embarcaciones mayores) presentes en el área. Cada censo duró aproximadamente 10 minutos y se realizaron en total 139 censos a lo largo de la temporada.

Los datos de los censos de Punta Piedra se compararon con los resultados obtenidos en los censos realizados desde una embarcación a lo largo de toda la laguna (L. San Ignacio) en esta misma temporada (97'). La metodología utilizada fue la establecida por Swartz y Cummings en 1977 (Swartz y Cummings, 1978). Las navegaciones se realizaron a bordo de la embarcación destinada a investigación, viajando a una velocidad media aproximada de 11 km/hr. Esta velocidad asegura que las ballenas (las cuales

viajan regularmente a velocidades de 4 a 8 km/hr), no rebasen a la embarcación y se corra el riesgo de contarlas más de una vez. Cada transecto requirió de 2.5 a 3 horas para ser completado. Los transectos se realizaron a lo largo de una línea imaginaria trazada en la línea media de la laguna, desde la rompiente de la boca, hasta la Isla Garzas en el extremo norte de la laguna (fig. 5). Al ser ambas costas visibles desde esta línea media, se aseguró que todas las ballenas que se encontraban en el área fueran contadas. Para cada censo se contó con un panguero, un observador a cada lado de la embarcación y un anotador. Se discriminó entre "madre-cría" y "solitaria", y se registró la zona de la laguna en que fue avistada cada ballena, tomando en cuenta la subdivisión de la laguna propuesta por Swartz y Cummings (1978) (fig. 5). Para cada zona se anotó la hora inicial y final del transecto, el número de ballenas, hora exacta del avistamiento y condiciones ambientales (Urbán, *et al.*, 1996).

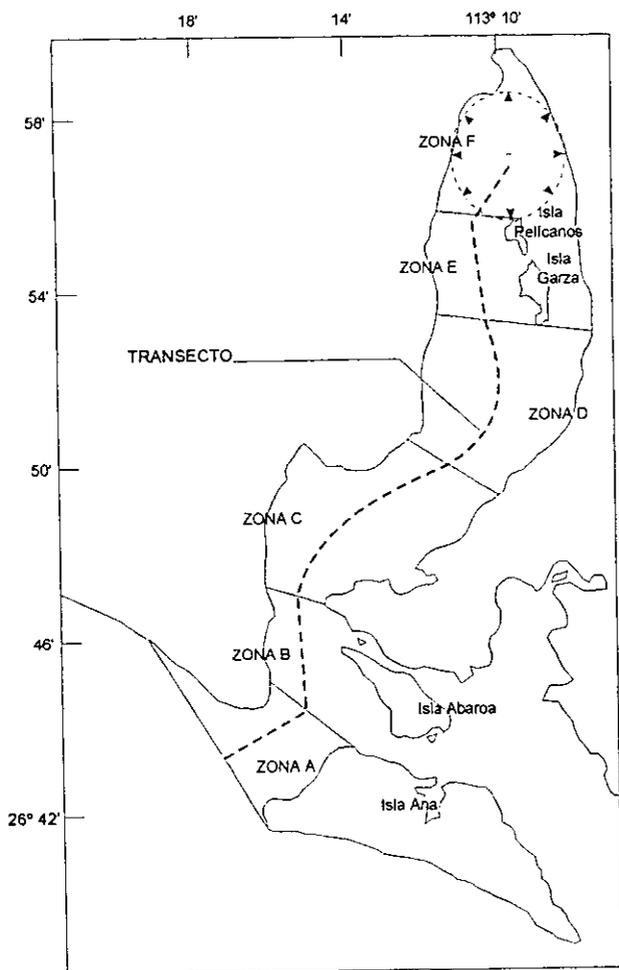


Figura 5: Línea imaginaria utilizada como transecto para llevar a cabo los censos desde una embarcación a lo largo de Laguna San Ignacio.

## 2) Patrones Conductuales

Se observaron y anotaron desde tierra (Punta Piedra) algunos patrones conductuales propios de la ballena gris, tales como saltos, atisbos, comportamientos amistosos, nados laterales, caudales suspendidas, descanso, marsopeo y amamantamiento (Tabla 2). Estos patrones conductuales no se observan frecuentemente en mar abierto (Dedina, 1996). Se registró la hora y el número y tipo de embarcaciones que se encontraban cercanas (a 150 m o más) a la ballena o ballenas que estaban realizando una de las conductas mencionadas. Se tomaron en cuenta los datos del número de embarcaciones presentes en el área de estudio obtenidos en los censos de cada 30 minutos. Cada periodo de observación, duró aproximadamente 20 minutos.

**Tabla 2 : Patrones conductuales que presenta la ballena gris dentro de las lagunas de reproducción.:**

**SALTO:**

Se considera salto a la actividad en la que la ballena se impulsa fuera del agua y saca a la superficie por lo menos dos tercios de su cuerpo.

**ATISBO:**

Es un comportamiento durante el cual el animal saca la cabeza hasta el nivel de los ojos o ligeramente abajo. La ballena puede mantenerse en esta posición durante varios segundos.

**COMPORTAMIENTO AMISTOSO:**

Un comportamiento se considera "amistoso" cuando la ballena se acerca voluntariamente a las embarcaciones e incluso se deja tocar y acariciar por los tripulantes.

**NADO LATERAL:**

El nado lateral, en el cual se incluyó también el nado dorsal y el nado girando, son variaciones de un nado que se realiza aparentemente sin la finalidad de desplazarse. En el primero sobresale una de las aletas pectorales y un lóbulo de la caudal, en el segundo se aprecia el vientre, y en el tercero el animal gira sobre su eje longitudinal. En los tres casos el orificio nasal se encuentra por debajo del agua (Cortez, 1997).

#### CAUDAL SUSPENDIDA:

Se considera "caudal suspendida" cuando la aleta caudal se asoma completamente al aire. Esto generalmente sucede cuando la ballena va a realizar un buceo.

#### DESCANSO (tronco):

Consiste en dejar el cuerpo "a la deriva", es decir, el animal flota casi sin moverse. Puede o no verse el rostro, aunque generalmente se mantiene por debajo del agua y sólo sube un poco para respirar.

#### MARSOPEO:

Es algo parecido al movimiento característico de los delfines cuando salen a respirar. Esta actividad generalmente se presenta en las crías (Ruiz, 1997).

#### AMAMANTAMIENTO:

Se considera que la cría se está amamantando cuando la madre gira frecuentemente sobre sus costados con la parte ventral orientada hacia ésta y con una de las aletas pectorales y la caudal emergiendo del agua. El ballenato se hunde hacia los pezones sumergidos durante algunos minutos hasta el momento en que la madre recupera su posición habitual.

### 3) Frecuencias respiratorias

Desde tierra se registró con un cronómetro la frecuencia respiratoria (sin diferenciar entre tiempos de apnea e intervalos de respiración en superficie) de las madres con cría en ausencia y presencia de embarcaciones. En este caso se consideró la distancia relativa entre éstas y las ballenas. La distancia relativa se calculó con respecto al tamaño de la panga (7.5 m). En cada observación, se escogió a una madre con cría que estuviera relativamente cerca del observador, lo suficiente como para detectar sus marcas o señas particulares y así evitar confundirla cuando se aproximaran otras ballenas. Cada vez que la madre soplabá, se registraba el tiempo que marcaba el reloj, obteniendo así el tiempo transcurrido entre una y otra respiración.

Las observaciones realizadas desde la embarcación destinada a la investigación (durante 13 días, del 23 de febrero hasta el 27 de marzo de 1997, cuando las condiciones meteorológicas lo permitieron) consistieron en registrar las frecuencias respiratorias de las madres con cría, llevando a cabo la misma metodología utilizada en las observaciones desde tierra.

### 4) Tipo de reacciones que presentaron las ballenas hacia las embarcaciones

Desde la embarcación turística se hicieron observaciones, del 17 de febrero al 13 de marzo (cuando las condiciones meteorológicas lo permitieron), en las que se registró la reacción que presentaron las ballenas hacia ésta al encontrarse a una distancia equivalente a 5 embarcaciones (37.5 m aproximadamente) o menos. Se anotó, en cada caso, si la ballena o grupo de ballenas siguieron realizando sus actividades o desplazándose sin

cambiar de rumbo, si cambiaron su actividad o rumbo, si se acercaron a la embarcación, y si, además de acercarse, mostraron un comportamiento amistoso dejándose tocar por los turistas. Se registró la categoría de las ballenas (Madre-cría o Solitaria) y se tomó el tiempo en que duró la interacción ballena-embarcación.

Los resultados de este estudio fueron comparados con los obtenidos por Watkins (1986) para otras especies de ballenas. Watkins considera 3 categorías de reacciones:

- Positiva (P): Reacciones que incluyen a las que muestran aparente "curiosidad". Las ballenas permiten que las embarcaciones se les aproximen, o bien, éstas se aproximan a las embarcaciones interactuando con la actividad humana.
- Sin interés (S): Son aquellas reacciones en las que la actividad humana es aparentemente "ignorada" y las ballenas continúan sus actividades sin interrupción.
- Negativa (N): Las reacciones incluyen cambios repentinos de actividad hacia inactividad, o bien se alejan persistentemente de la actividad humana.

Para poder hacer una comparación de sus resultados con los obtenidos en el presente estudio, se tomaron en cuenta estas mismas categorías.

Por otra parte, se compararon los resultados obtenidos en el presente estudio con los datos tomados por Clementina Miguel, quien estuvo registrando el tipo de reacciones de las ballenas grises hacia las embarcaciones durante la temporada de 1996 en Laguna San Ignacio (Urbán *et al.*, 1996). La finalidad de comparar los datos consiste en ver si se

obtuvieron resultados en común y en saber si existe cierta tendencia en los cambios en el comportamiento de las ballenas ante la presencia de embarcaciones. Para el análisis de los resultados se igualaron los términos utilizados y fueron los siguientes:

- Con reacción y con contacto (Amistosas): Cuando la ballena reaccionó positivamente acercándose y dejándose tocar por los turistas. De las reacciones "positivas", se separaron únicamente en las que se registró contacto físico entre los tripulantes y la ballena. (A).
- Con reacción y sin contacto: La ballena reaccionó hacia la embarcación acercándose a ésta, presentando una reacción "positiva", pero no presentó contacto físico con los turistas. Se tomaron en cuenta las reacciones "positivas", sin tomar en cuenta a las amistosas. (P-A).
- Sin reacción y sin contacto: La ballena "ignoró" ("sin interés") a la embarcación o reaccionó alejándose de ésta y cambiando su rumbo (reacción "negativa"). Tanto las reacciones "sin interés" como las "negativas" forman parte de esta categoría. (S+N).

Para ambas temporadas (1996 y 1997), se consideró como semana 1 - del 15 al 22 de febrero, semana 2 - del 23 de febrero al 1° de marzo, semana 3 - del 2 al 8 de marzo y semana 4 - del 9 al 15 de marzo.

Es importante mencionar que a lo largo del estudio se consideraron dos categorías (agrupaciones sociales) de ballenas: madres con cría y ballenas solitarias (categoría que comprende a todas las ballenas adultas que no tengan cría, y que pueden o no estar formando parte de pares, tríos, cuartetos, etc.). En solo una ocasión se dividió la categoría de ballenas

solitarias en: ballenas solas y grupos de cortejo (pares, tríos, cuartetos, etc.).

Durante cada uno de los distintos tipos de observaciones, se registraron las condiciones ambientales (Beaufort, Viento, Nubosidad y Visibilidad).

Para llevar a cabo el análisis de los resultados se calcularon promedios, se elaboraron pruebas estadísticas de correlación, análisis de varianza, pruebas "T" y regresiones lineales (considerando un 95% de confianza en todos los casos) y se realizaron gráficas de las distintas observaciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

### 1) Censos de Ballenas y Embarcaciones

El esfuerzo de observación que se llevó a cabo para la realización de los censos efectuados desde tierra (Punta Piedra) fué de 13 días efectivos (entre el 17 de febrero y el 12 de marzo de 1997), abarcando 67 horas, con un promedio de 5.15 horas al día. Se realizaron en total 139 censos desde la plataforma en tierra a lo largo de la temporada.

#### 1.1) Número de Ballenas y Embarcaciones

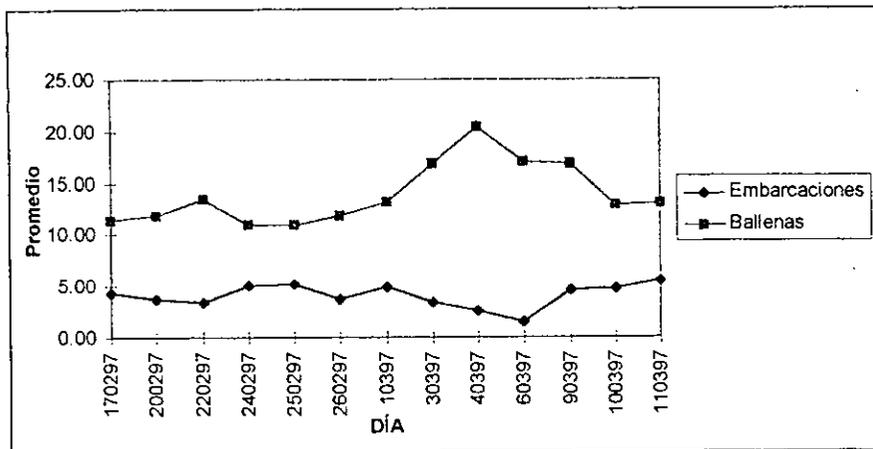
Los promedios del número de ballenas y embarcaciones registradas en cada día de observación muestran una tendencia: los días en los que hay un menor número de embarcaciones en la zona inferior de la laguna, hay un mayor número de ballenas y viceversa (Tabla 3, Gráfica 1.1). Parece haber una relación, sin embargo, al someter los datos en bruto a una prueba estadística de correlación y a una regresión lineal (Cuadro de estadísticas 1.1 y 1.2), la relación no es significativa. Los estudios que realizó Swartz entre 1978 y 1982 en Laguna San Ignacio, en los que evaluó la presencia de ballenas tanto en días con turismo como en días sin turismo, indicaron que no hay evidencias de que las ballenas se vayan de la laguna durante los días de actividad turística. Se elaboró también una correlación (Cuadro de estadísticas 1.3) y una regresión lineal (Gráfica 1.2 y Cuadro de estadísticas 1.4) utilizando los promedios del número de ballenas y embarcaciones presentes por día en el área de Punta Piedra. Estas dos pruebas nos indican que sí hay una relación entre el número de embarcaciones y el número de

ballenas presentes en el área por día. Los días en que más embarcaciones se encontraron observando ballenas en el área, menor fué el número de ballenas presentes en ésta y viceversa, aunque como veremos más adelante, el número de ballenas puede ser resultado de otros factores ajenos al número de embarcaciones.

**Tabla 3:** Número de embarcaciones y ballenas promedio observadas durante los censos realizados desde la embarcación de investigación cada 30 minutos en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997. n=número de censos realizados por día. Rango= (máximo y mínimo).

Día (n)	Promedio del N° de Embarcaciones (máx, min)	Promedio del N° de Ballenas (máx, min)
17/ 02/ 97 (13)	4.31 (9, 0)	11.38 (20, 8)
20/ 02/ 97 (12)	3.75 (6, 1)	11.83 (15, 8)
22/ 02/ 97 (13)	3.46 (9, 0)	13.46 (20, 8)
24/ 02/ 97 (13)	5.00 (10, 3)	11.00 (13, 9)
25/ 02/ 97 (7)	5.14 (10, 1)	11.00 (16, 6)
26/ 02/ 97 (8)	3.63 (7, 1)	11.88 (18, 8)
1/ 03/ 97 (10)	4.90 (10, 1)	13.10 (24, 5)
3/ 03/ 97 (8)	3.38 (8, 0)	16.88 (24,13)
4/ 03/ 97 (13)	2.54 (4, 0)	20.38 (34, 13)
6/ 03/ 97 (13)	1.46 (5, 0)	17.00 (26, 9)
9/ 03/ 97 (9)	4.56 (9, 1)	16.89 (27, 8)
10/ 03/ 97 (8)	4.75 (9, 1)	12.88 (16, 6)
11/ 03/ 97 (10)	5.45 (11,1)	13.00 (18, 8)
$\bar{X}$ (10.5)	4.02	13.90

**Gráfica 1.1: Relación Ballena-Embarcación. Laguna San Ignacio, temporada 1997.**



**Cuadro de estadísticas 1.1: Correlación entre el número de ballenas y el número de embarcaciones en la zona.**

Grupo 1 # Embarcac.	Grupo 2 # Ballenas	Coefficiente de Determinación	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X} = 3.96$	$\bar{X} = 14.09$	$r^2 = 0.001$	138	0.96

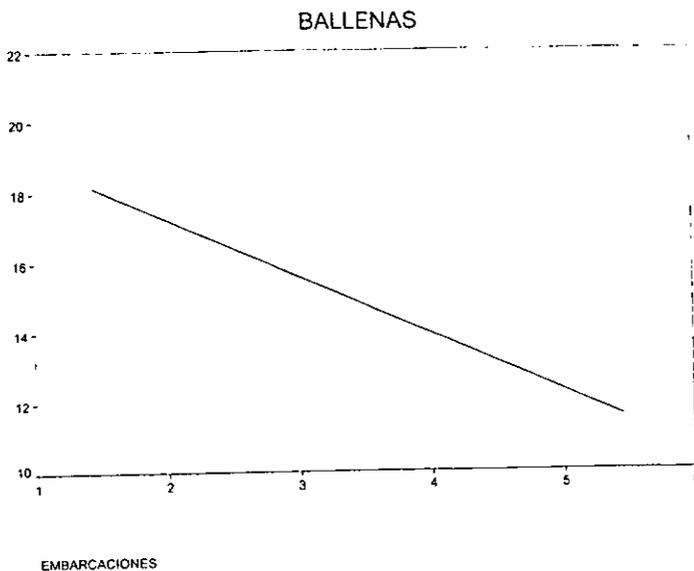
**Cuadro de estadísticas 1.2: Regresión lineal entre el número de ballenas y el número de embarcaciones presentes en la zona.**

Var. dep. # Ballenas	Var. indep. # Embarc.	Coeffic. de Determin.	Grados de Libertad	Probabilid. asociada	Error estándar	Constante	Pendiente
$\bar{X} = 14.09$	$\bar{X} = 3.96$	$r^2 = 0.0003$	136	0.94	3.39	11.72	-1.23

**Cuadro de estadísticas 1.3:** Correlación entre el promedio de ballenas y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por día.

Grupo 1 $\bar{X}$ de Embarcac.	Grupo 2 $\bar{X}$ de Ballenas	Coefficiente de Determinación	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X} = 4.02$	$\bar{X} = 13.9$	0.42	13	0.01

**Gráfica 1.2:** Regresión lineal entre el promedio de ballenas y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por día.



**Cuadro de estadísticas 1.4:** Regresión lineal entre el promedio de ballenas y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por día.

Var. dep. $\bar{X}$ Ballenas	Var. indep. $\bar{X}$ Embarc.	Coefic. de Determin.	Grados de Libertad	Probabilid. asociada	Error estándar	Constante	Pendiente
$\bar{X}= 13.9$	$\bar{X}= 4.02$	$r^2= 0.41$	11	0.018	2.36	20.54	-1.65

Se compararon los resultados obtenidos en los censos realizados desde Punta Piedra (Tabla 3) con los resultados de los censos de toda la laguna (Tabla 4), que fueron llevados a cabo desde una embarcación. En total se efectuaron 11 censos desde la embarcación entre el 11 de febrero y el 29 de marzo de 1997, requiriendo cada uno un tiempo aproximado de 3 horas para su realización.

**Tabla 4:** Número de ballenas grises contadas en los censos (realizados desde una embarcación) que abarcaron las tres zonas en que fue dividida para su estudio Laguna San Ignacio, Temporada 1997. S = Ballenas solitarias, MC = Madres con cría y T = Total (S+MC). Negritas = números máximos y mínimos durante la temporada.

Día	Zona inferior			Zona intermedia			Zona superior			Total (3 zonas)		
	S	MC	T	S	MC	T	S	MC	T	S	MC	T
11/feb	<b>85</b>	8	93	36	25	61	<b>15</b>	54	69	<b>136</b>	87	223
15/feb	77	<b>3</b>	80	31	17	48	10	16	26	118	<b>36</b>	154
16/feb	64	29	93	37	17	54	7	51	58	108	97	205
22/feb	67	25	92	45	28	73	5	70	75	117	123	240
26/feb	62	8	70	<b>59</b>	37	<b>96</b>	6	<b>81</b>	<b>87</b>	127	126	<b>253</b>
6/mar	47	53	<b>100</b>	18	54	72	<b>0</b>	36	36	65	<b>143</b>	208
10/mar	54	35	89	16	<b>56</b>	72	1	42	43	71	133	204
15/mar	9	54	63	7	51	58	<b>0</b>	4	4	16	109	125
19/mar	3	48	<b>51</b>	2	21	23	<b>0</b>	3	3	5	72	77
25/mar	2	<b>80</b>	82	<b>0</b>	42	42	2	8	10	4	130	134
29/mar	<b>0</b>	58	58	<b>0</b>	<b>15</b>	15	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	73	73

Estos censos generales muestran que al principio de la temporada (hasta el 26 de febrero) hay un gran número de ballenas solitarias (adultas sin cría que pueden estar solas o formando parte de una agrupación) en la laguna. Además, éstas parecen preferir la zona inferior para establecerse, probablemente debido a que la profundidad es relativamente mayor en esta área y hay amplios canales que permanecen accesibles aún durante mareas bajas y/o debido al fácil acceso a mar abierto (Swartz, 1986). Las madres se

establecen más al norte, en la parte superior de la laguna (en aguas más someras), para parir a sus crías y alimentarlas tranquilamente durante los primeros días (Norris *et al.*, 1977). Las ballenas solitarias (tanto machos como hembras) son las primeras en emprender la migración hacia las zonas de alimentación (Swartz y Cummings, 1978 y Swartz, 1986), mientras que las madres se quedan más tiempo en la laguna preparando y alimentando a sus crías para emprender el largo recorrido (Swartz, 1986). Una vez que las solitarias comienzan a partir, las madres con cría abandonan la parte superior de la laguna para entonces establecerse en la parte inferior, la cuál también parecen preferir al haber crecido un poco sus crías y sin la presencia de las solitarias (Swartz, 1986; Urbán *et al.*, 1997). A finales de la temporada, es ésta también un área de estancia para madres con cría migrando desde Bahía Magdalena (Jones y Swartz 1984; Rice *et al.*, 1981; Sánchez-Pacheco, 1997).

Con respecto a la tabla 3 y gráfica 1.1, podemos observar que los días en que se contó un mayor número de ballenas en el área de observación de Punta Piedra (del 3 al 9 de marzo), coincide con la época de la temporada en que se sobrepone la distribución de las madres con cría y las ballenas solitarias en la zona inferior (Tabla 4, censos del 6 y 10 de marzo). Es ésta la época en que todavía no se va una gran parte de las ballenas solitarias y ya empiezan a bajar las madres con cría a establecerse también en esta zona. Por lo tanto, el número pequeño de embarcaciones presentes en el área esos días puede no tener influencia en el aumento en el número de ballenas que se encuentran en ésta, y ser más bien el resultado de la distribución normal de las ballenas en la laguna a lo largo de la temporada. En realidad, hacen falta un mayor número de observaciones para poder establecer si existe o no una

relación entre el número de embarcaciones y el número de ballenas que acuden al área de observación cada día.

### 1.2) Número de Ballenas/ Embarcaciones/ Mareas

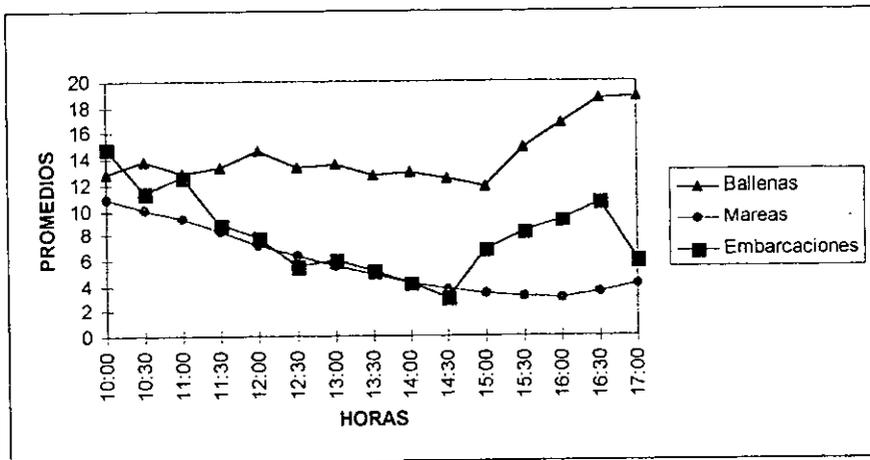
Para determinar si el número de ballenas que acuden a Punta Piedra durante las diferentes horas del día está relacionado con el número de embarcaciones, o si es el estado de la marea el que tiene alguna relación, se realizó la gráfica 2. Ésta fue realizada tomando en consideración los promedios del número de ballenas y embarcaciones presentes por hora del día y, debido a la falta de datos sobre el estado de la marea en Laguna San Ignacio, se consideró el estado de las mareas de San Diego (por hora) en los 13 días de observación (Tabla 5). Esta gráfica nos muestra una tendencia: a las horas en que hay más ballenas, hay más embarcaciones o viceversa. Probablemente esto se debe a que a las horas en que hay un gran número de ballenas en el área, acuden más embarcaciones turísticas para observarlas. Esto también podría explicar el porqué de la diferencia observada al hacer el análisis entre los datos del número de ballenas y embarcaciones en bruto y los datos de los promedios por día. Por otro lado, la abundancia de las ballenas en Punta Piedra es mayor a las 17:00 hrs., mientras que la actividad turística es más intensa a las 10:00 hrs., lo que quiere decir que también hay otras interacciones que determinan el número de ballenas y de embarcaciones que se encuentran en Punta Piedra durante las diferentes horas del día. La prueba estadística de correlación (Cuadro de estadísticas 2.1), al igual que los datos sometidos a una regresión lineal (Cuadro de estadísticas 2.2), señalaron que no hay una relación significativa entre el número de ballenas observadas y el número de embarcaciones presentes por

hora. Por otra parte, se puede observar que entre las 15:30 y las 16:00hrs, empieza a aumentar el número de ballenas en Punta Piedra (Swartz y Cummings (1978) obtuvieron el mismo resultado en la temporada de 1977). Este aumento coincide con la hora a la que generalmente baja la marea, lo cual puede deberse a que la zona de Punta Piedra es una de las más profundas de toda la laguna (20 m aprox.) y por lo tanto las ballenas se concentran en esta área. Aunque se observa esta tendencia, sometiendo los datos a una prueba estadística de correlación (Cuadro de estadísticas 3.1) y a una regresión lineal (Cuadro de estadísticas 3.2), se observa que la relación entre la marea y el número de ballenas es inexistente en este caso. Sin embargo, Norris *et al.* (1977, 1983) si encontraron una correlación entre el comportamiento de la ballena gris en las lagunas de reproducción y los cambios en el nivel de la marea.

**Tabla 5:** Promedios del número de ballenas, mareas y embarcaciones por hora en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997. Rango= (máximo y mínimo).

Hora	Ballenas	Mareas (pies)	Embarcaciones
10:00	12.85 (17, 9)	3.62 (5.3, 1.5)	7.42 (11, 2)
10:30	13.77 (27, 8)	3.36 (5.5, 1.1)	5.67 (7, 1)
11:00	12.81 (23, 6)	3.11 (5.2, 0.6)	6.27 (10, 3)
11:30	13.33 (21, 8)	2.75 (5.1, 0.2)	4.42 (9, 0)
12:00	14.67 (19, 8)	2.40 (4.4, -0.2)	3.92 (7, 1)
12:30	13.25 (24, 9)	2.12 (4.0, -0.3)	2.75 (7, 1)
13:00	13.54 (21, 9)	1.85 (3.5, -0.4)	3.00 (10, 1)
13:30	12.70 (24, 9)	1.62 (3.1, -0.8)	2.60 (5, 1)
14:00	12.89 (18, 8)	1.39 (2.7, -1.1)	2.11 (5, 0)
14:30	12.50 (19, 8)	1.25 (2.8, -0.6)	1.50 (6, 0)
15:00	11.86 (28, 5)	1.10 (2.9, -0.4)	3.43 (7, 0)
15:30	14.87 (25, 7)	1.05 (2.8, -0.6)	4.12 (8, 1)
16:00	16.75 (34, 7)	1.00 (2.7, -1.0)	4.62 (9, 3)
16:30	18.67 (27, 12)	1.18 (2.6, -0.2)	5.33 (9, 3)
17:00	18.75 (21, 16)	1.36 (2.9, 1.6)	3.00 (5, 3)
$\bar{X}$	14.21	1.79	4.01

Gráfica 2: Relación entre el número de ballenas, el número de embarcaciones (2) y las mareas (3) por hora en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.



Cuadro de estadísticas 2.1: Correlación entre el número de ballenas observadas y el número de embarcaciones presentes por hora en Punta Piedra.

Grupo 1 # Embarc.	Grupo 2 # Ballenas	Coefficiente de Determinación	Gds de Libertad	Prob. asociada
$\bar{X} = 3.89$	$\bar{X} = 14.01$	$r^2 = 0.0009$	147	0.96

**Cuadro de estadísticas 2.2:** Regresión lineal entre el número de ballenas observadas y el número de embarcaciones presentes por hora en Punta Piedra.

Var. dep. # Ballenas	Var. indep. # Embarc.	Coefic. de Determin.	Grados de Libertad	Probabilid. asociada	Error estándar	Constante	Pendiente
$\bar{X}= 14.21$	$\bar{X}= 4.01$	$r^2= 0.15$	13	0.661	2.24	13.56	0.164

**Cuadro de estadísticas 3.1:** Correlación entre los promedios de los estados de marea y el número de ballenas en Punta Piedra por hora.

Grupo 1 Pr. Mareas	Grupo 2 # Ballenas	Coeficiente de Determinación	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X}= 1.98$	$\bar{X}= 14.01$	$r^2= 0.02$	145	0.10

**Cuadro de estadísticas 3.2:** Regresión lineal entre el promedio del número de ballenas presentes en el área de Punta Piedra y el promedio del nivel de las mareas.

Var. dep. $\bar{X}$ Ballenas	Var. indep. $\bar{X}$ Mareas	Coefic. de Determin.	Grados de Libertad	Probabilid. asociada	Error estándar	Constante	Pendiente
$\bar{X}= 14.21$	$\bar{X}= 1.94$	$r^2= 0.04$	11	0.513	1.31	14.09	-0.092

### 1.3) Madres con Cría/ Solitarias/ Embarcaciones

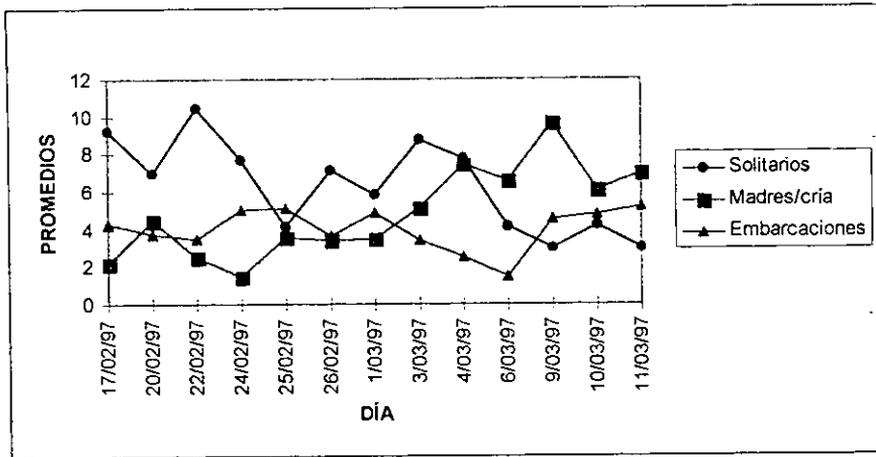
Para determinar si la presencia de embarcaciones tiene efectos en una de las dos categorías de ballenas, a partir de los promedios del número de ballenas solitarias y madres con cría y del promedio de embarcaciones (Tabla 6), se realizó la gráfica 3. El número de embarcaciones fué más o menos constante a lo largo de toda la temporada y es evidente que no existe una relación entre éste y el número de ballenas de las distintas categorías (Cuadros de estadísticas 4.1 y 4.2). Lo que se puede observar en la gráfica 3 es la disminución en el número de solitarios y el aumento en el número de madres con cría en el área turística a lo largo de la temporada, como se vió también en la tabla 4. Del 17 de febrero al 4 de marzo siempre hubo un mayor número de ballenas solitarias en la zona turística y a partir del 6 de marzo se observó un número mayor de madres con cría que de ballenas solitarias en el área. Es importante tomar esto en cuenta ya que, al ser diferente el comportamiento de madres con cría y de solitarias, la manera de realizar la observación de ballenas por parte de los turistas y la forma de acercarse a ellas se podría ajustar de acuerdo a cada época de la temporada.

Por otra parte, esto vuelve a sugerir que el número de ballenas (tanto solitarias como madres con cría) no está relacionado con el número de embarcaciones, sino que es simplemente el resultado de su distribución normal en la laguna a lo largo de la temporada.

**Tabla 6:** Promedios (por día de observación) del número de ballenas solitarias, de madres con cría y de embarcaciones turísticas presentes en Punta Piedra a lo largo de la temporada de 1997 en Laguna San Ignacio. Rango= (máximo y mínimo).

Fecha	Ballenas Solitarias	Madres con Cría	Embarcaciones
17/02/97	9.23 (15, 6)	2.15 (5, 1)	4.31 (9, 0)
20/02/97	7.00 (13, 2)	4.50 (6, 1)	3.75 (6, 1)
22/02/97	10.45 (17, 6)	2.54 (4, 0)	3.46 (9, 0)
24/02/97	7.69 (10, 2)	1.46 (3, 0)	5.00 (10, 3)
25/02/97	4.14 (12, 0)	3.57 (7, 2)	5.14 (10, 1)
26/02/97	7.12 (10, 3)	3.37 (9, 1)	3.63 (7, 1)
1/03/97	5.80 (13, 0)	3.50 (7, 1)	4.90 (10, 1)
3/03/97	8.75 (15, 2)	5.12 (8, 2)	3.38 (8, 0)
4/03/97	7.77 (14, 2)	7.46 (14, 3)	2.54 (4, 0)
6/03/97	4.15 (8, 1)	6.54 (14, 2)	1.46 (5, 0)
9/03/97	3.00 (7, 1)	9.67 (12, 3)	4.56 (9, 1)
10/03/97	4.25 (7, 1)	6.12 (11, 3)	4.75 (9, 1)
11/03/97	3.00 (6, 0)	7.00 (11, 4)	5.45 (11, 1)
$\bar{X}$	6.33	4.85	4.02

**Gráfica 3: Relación de Madres con cría, Solitarios y Embarcaciones.**



**Cuadro de estadísticas 4.1: Regresión lineal entre el promedio de ballenas solitarias y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por día.**

Var. dep.	Var. indep.	Coefic. de	Grados de	Probabilid.	Error	Constante	Pendiente
$\bar{X}$ B. Solit.	$\bar{X}$ Embarc.	Determin.	Libertad	asociada	estándar		
$\bar{X} = 6.33$	$\bar{X} = 4.02$	$r^2 = 0.08$	11	0.339	2.46	8.84	-0.62

**Cuadro de estadísticas 4.2: Regresión lineal entre el promedio de madres con cría y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por día.**

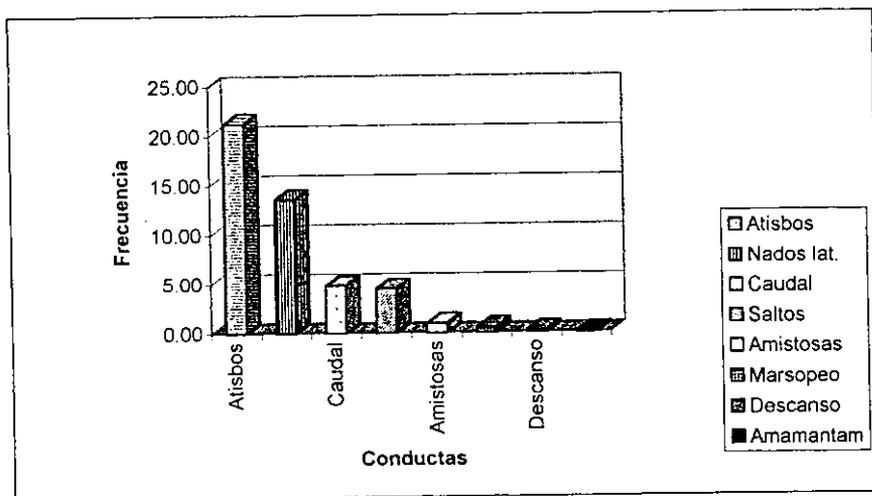
Var. dep.	Var. indep.	Coefic. de	Grados de	Probabilid.	Error	Constante	Pendiente
$\bar{X}$ M/cría	$\bar{X}$ Embarc.	Determin.	Libertad	asociada	estándar		
$\bar{X} = 4.85$	$\bar{X} = 4.02$	$r^2 = 0.04$	11	0.516	1.03	6.52	-0.42

## 2) Patrones Conductuales

Para el registro de los patrones conductuales que presentaron las ballenas, se llevó a cabo, desde tierra, un esfuerzo total de observación de 13 horas con 17 minutos durante la temporada. Las observaciones se llevaron a cabo durante 13 días (entre el 20 de febrero y el 12 de marzo de 1997), con un promedio de 1 hora de observación para patrones conductuales, invirtiendo 20 min. en cada uno de los registros realizados a lo largo de aproximadamente 5 horas al día.

Los patrones conductuales de las ballenas grises fueron tomados en cuenta en este estudio para determinar si éstos tienen alguna relación con el número de embarcaciones que se encuentran en un momento dado en la misma área. Se registraron 8 patrones conductuales diferentes desde Punta Piedra, de los cuales 4 fueron los que se presentaron con más frecuencia: atisbos, nados laterales, caudales suspendidas y saltos (Gráfica 4).

**Gráfica 4: Conductas realizadas por hora en Laguna San Ignacio a lo largo de la temporada de 1997.**



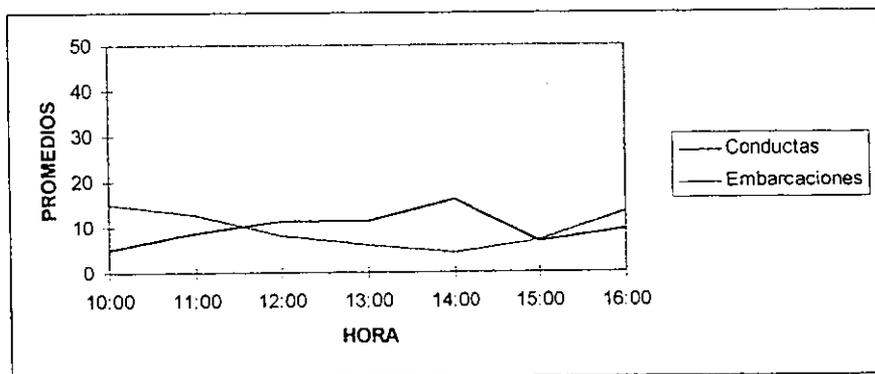
Para observar si existe una relación entre el número de conductas realizadas y el número de embarcaciones presentes en Punta Piedra, se realizó, con base en los promedios de conductas por hora y promedio del número de embarcaciones (Tabla 7), la gráfica 5. En ésta se observa que al existir un menor número de embarcaciones, mayor es el número de conductas realizadas y viceversa. Las conductas tomadas en cuenta en la gráfica fueron las 4 que se presentaron con mayor frecuencia (Gráfica 4). Las demás conductas (amistosas, marsopeo, descanso y amamantamiento) no fueron consideradas en ésta ni en otras gráficas, ya que se observaron muy pocas veces y no fueron suficientes para poder dar una buena interpretación a los resultados. El número de embarcaciones se obtuvo a través de los censos llevados a cabo en Punta Piedra cada 30 minutos. El coeficiente de

correlación entre conductas realizadas en presencia de embarcaciones sí fue estadísticamente significativo (Gráfica 5 y Cuadro de estadísticas 5.1). En las gráficas de cada conducta por separado, en relación con las embarcaciones presentes, sólo se ve esta tendencia (significatividad limítrofe) en el caso de los atisbos (Gráfica 6 y Cuadro de estadísticas 6.1), que es la conducta que se presentó mas frecuentemente (Gráfica 4). Sometiendo los datos de las conductas y los atisbos efectuados por las ballenas a una regresión lineal, no se observa una relación significativa entre el promedio de conductas y de atisbos realizados por hora y el promedio de las embarcaciones turísticas presentes en Punta Piedra. (Cuadros de estadísticas 5.2 y 6.2). Para saber si en realidad existe una relación, hacen falta más observaciones al respecto. En otras especies, por ejemplo la ballena jorobada, es conocido que el comportamiento general que presentan está influido de manera directa por el tráfico de embarcaciones (Gómez, 1998).

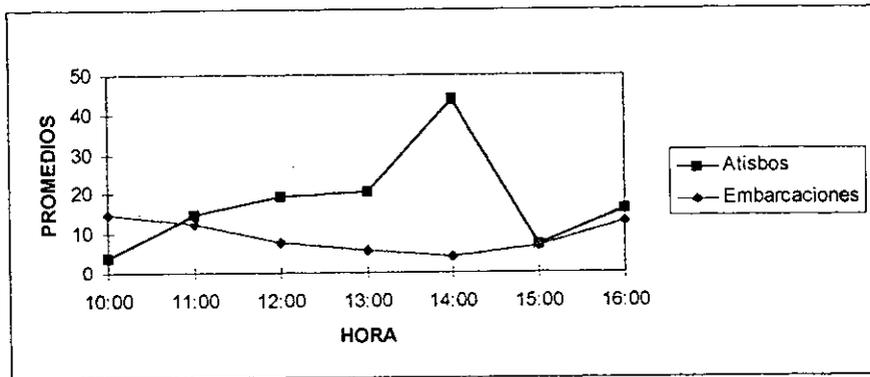
Tabla 7: Promedios de las 4 conductas realizadas más frecuentemente y de atisbos realizados por hora y promedios del número de embarcaciones presentes en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

Hora	Prom. Emb	Prom. Conductas	Prom. Atisbos
10:00	7.42	5.11	3.83
11:00	6.27	8.59	14.66
12:00	3.92	11.20	19.31
13:00	3.00	11.25	20.42
14:00	2.11	15.96	43.68
15:00	3.43	6.67	7.54
16:00	6.62	9.26	16.30
$\bar{X}$	4.68	9.72	17.96

Gráfica 5: Relación entre el número de conductas realizadas y el número de embarcaciones turísticas (2) presentes por hora en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.



**Gráfica 6:** Relación entre el número de atisbos y las embarcaciones turísticas presentes por hora.



**Cuadro de estadísticas 5.1:** Correlación entre el número de conductas realizadas y el número de embarcaciones turísticas presentes en el área por hora.

Grupo 1 $\bar{X}$ de Conductas	Grupo 2 $\bar{X}$ de Embarcac.	Coefficiente de Determinación	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X}= 9.72$	$\bar{X}= 9.36$	$r^2= 0.50$	6	0.05

**Cuadro de estadísticas 6.1:** Correlación entre el número de atisbos realizados y el número de embarcaciones turísticas presentes en el área por hora.

Grupo 1 $\bar{X}$ de Atisbos	Grupo 2 $\bar{X}$ de Embarcac.	Coefficiente de Determinación	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X}= 17.96$	$\bar{X}= 9.36$	$r^2= 0.44$	6	$< 0.10$ y $> 0.05$

**Cuadro de estadísticas 5.2:** Regresión lineal entre el promedio de conductas realizadas por las ballenas y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por hora.

Var. dep. $\bar{X}$ Conduc.	Var. indep. $\bar{X}$ Embarc.	Coefic. de Determin.	Grados de Libertad	Probabilid. asociada	Error estándar	Constante	Pendiente
$\bar{X}=9.72$	$\bar{X}=4.68$	$r^2=0.51$	5	0.072	2.72	15.49	-0.62

**Cuadro de estadísticas 6.2:** Regresión lineal entre el promedio de atisbos realizados por las ballenas y el promedio de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra por hora.

Var. dep. $\bar{X}$ Atisbos	Var. indep. $\bar{X}$ Embarc.	Coefic. de Determin.	Grados de Libertad	Probabilid. asociada	Error estándar	Constante	Pendiente
$\bar{X}=17.96$	$\bar{X}=4.68$	$r^2=0.44$	5	0.103	10.52	37.42	-2.08

### 3) Frecuencias respiratorias

Se obtuvieron en total 120 registros de las frecuencias respiratorias de distintas madres con cría, realizando un esfuerzo de observación de 48 horas.

#### 3.1) Frecuencias respiratorias: Tierra/ Embarcación-investigación

Las observaciones realizadas desde tierra fueron llevadas a cabo durante 13 días entre el 20 de febrero y el 12 de marzo de 1997. Se observó un total de 22 horas, con un promedio de 1 hora con 40 minutos por día. Se obtuvieron un total de 68 registros de diferentes individuos.

Con respecto a los registros efectuados a bordo de la embarcación-investigación, se realizaron durante 13 días entre el 23 de febrero y el 27 de marzo de 1997. El esfuerzo de observación fue de 26 horas, con un promedio de 2 horas al día. Éstas observaciones se llevaron a cabo oportunísticamente mientras se realizaba trabajo de fotoidentificación a bordo de la embarcación. Se obtuvieron 52 registros de distintos individuos.

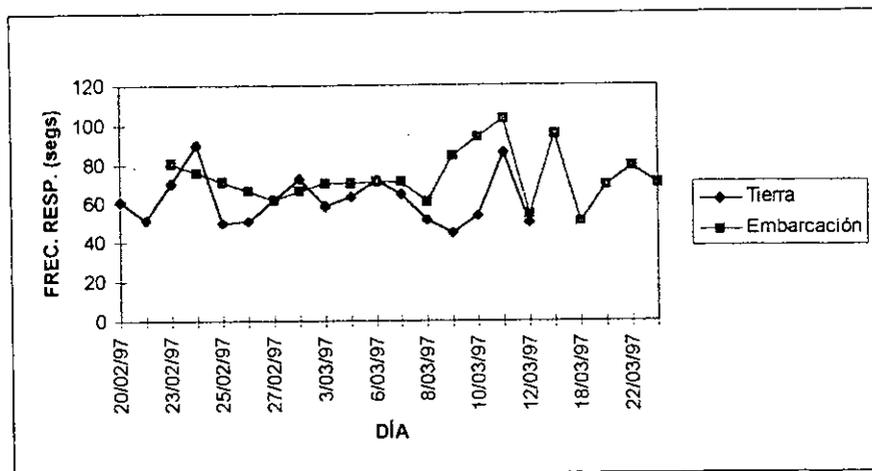
Para las frecuencias respiratorias que fueron registradas desde tierra, la presencia de embarcaciones cercanas a las ballenas observadas fue muy baja y las que estuvieron cerca, fue por un periodo muy corto del registro, por lo que se interpretaron como en "ausencia de embarcaciones". Estas observaciones fueron comparadas con las realizadas desde la embarcación de investigación, en las cuales estuvo la embarcación presente durante todo el registro. Con estos datos se elaboró la gráfica 7, en la cual podemos ver que las madres realizan apneas más largas cuando hay una embarcación presente. El promedio total de las frecuencias respiratorias de las madres con cría registradas por día en "ausencia de embarcaciones" fue de 62.1 segundos/respiración, mientras que en presencia, fue de 73.4 segundos/respiración. (Tabla 8), siendo ésta una diferencia estadísticamente significativa (Cuadro de estadísticas 7). Esta diferencia nos sugiere que las madres se muestran evasivas hacia las embarcaciones de investigación aumentando su periodo de apnea. Cortez (1997) obtuvo este mismo resultado en observaciones realizadas en 1996 en Laguna San Ignacio. También podemos observar que no existen tendencias definidas, por parte de las madres, a incrementar o disminuir el tiempo de apnea a lo largo de la temporada. Los estudios realizados en Laguna San Ignacio en la temporada de 1996, muestran que las crías sí presentan una clara tendencia a

incrementar el tiempo de apnea a lo largo de la temporada (Cortez, 1997). Esto se debe a que en un principio no pueden mantener mucho tiempo la respiración y además presentan una tasa ventilatoria más alta debido a su menor tamaño, así como al hecho de estar en crecimiento, lo cual implica un mayor gasto de energía (*Ibid*). Se puede observar que las madres presentan un comportamiento respiratorio independiente al de las crías.

Tabla 8: Promedios de las frecuencias respiratorias (en segundos) de madres con cría registradas por día desde tierra y desde embarcación, tanto en presencia de embarcaciones como en ausencia de las mismas.

Fecha	F.R. regist. desde tierra	F.R. regist. desde embarcac.
20/02/97	61.1	
22/02/97	51.7	
23/02/97	70.6	80.2
24/02/97	89.5	75.7
25/02/97	50.7	71.3
26/02/97	51.1	66.8
27/02/97	62.1	62.3
1/03/97	73.2	66.4
3/03/97	58.8	70.5
4/03/97	63.7	70.8
6/03/97	72.2	71.3
7/03/97	65.4	71.6
8/03/97	51.7	60.8
9/03/97	44.9	84.2
10/03/97	54.1	93.7
11/03/97	86.2	103.2
12/03/97	50.4	55.2
17/03/97		95.4
18/03/97		51.3
20/03/97		69.4
22/03/97		79.3
27/03/97		70.6
$\bar{X}$	62.1	73.4

**Gráfica 7: Comparación de Frecuencias Respiratorias registradas desde Tierra y Embarcación en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.**



**Cuadro de estadísticas 7: Prueba "T" de Student que compara las frecuencias respiratorias de las madres con cría tomadas desde tierra y desde embarcación.**

Grupo 1	Grupo 2	Valor de "T"	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X}$ de F.R. (tierra)	$\bar{X}$ de F.R. (embarc.)			
$\bar{X} = 62.1$ segs.	$\bar{X} = 73.4$ segs.	2.43	12	0.032

En 1980 James T. Harvey y Bruce Mate (1984) realizaron estudios en Laguna San Ignacio en los cuales obtuvieron que el promedio de las frecuencias respiratorias de las ballenas a las que marcaron con radios fue de 36 respiraciones por hora (100 segundos entre cada respiración). Al comparar este promedio con el que se obtuvo en este estudio para las madres

con cría en ausencia de embarcaciones, (58 respiraciones por hora, 62.1 segundos/respiración), podemos notar que la diferencia es muy grande. Una posible explicación para esta diferencia es que las ballenas marcadas con radios estaban siendo registradas durante todo el día, tanto en actividad como en descanso. En cambio, las ballenas registradas para el presente estudio se encontraban en actividad, en muy rara ocasión fueron registradas mientras descansaban. Sabemos que las ballenas salen a respirar más frecuentemente cuando se encuentran en actividad y al estar descansando disminuye la frecuencia con que lo hacen (aumenta el tiempo de apnea). Harvey y Mate obtuvieron un promedio de 15.2 respiraciones por hora (237 segundos/respiración) en ballenas que se encontraban en descanso, en cambio, para una ballena que nadaba aproximadamente a 4 Km/hr el promedio registrado fue de 59.3 respiraciones por hora (60.7 segundos/respiración) (Harvey y Mate, 1984), sumamente parecido al obtenido en el presente estudio.

Por otra parte, en las observaciones realizadas por Cortez (1997) en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1996, el promedio de las frecuencias respiratorias de las madres fue de 84.5 segundos, también alto con respecto al obtenido en este estudio. Esta diferencia puede deberse a que, en el estudio de Cortez, además de que la gran mayoría de los registros fueron realizados desde embarcación, estos duraron por lo menos 30 minutos y muchos de ellos incluso una hora, por lo que las ballenas pudieron haberse sentido perseguidas por mucho tiempo, mostrándose aún más evasivas hacia la embarcación. Además, otro factor que puede hacer variar las frecuencias respiratorias, incluso en el mismo individuo, es la batimetría del área en el que el animal se encuentra desplazándose y la actividad que esté realizando al

ser registrado. Por ejemplo, en las lagunas de reproducción, las ballenas grises presentan un comportamiento respiratorio muy distinto al que presentan en las áreas de alimentación, en las que realizan periodos de apnea de entre 2 y 4 minutos y bajan a profundidades de 25 a 40 m (Bogolovskaya, 1985).

### 3.2) Frecuencias respiratorias/ Número de Embarcaciones turísticas

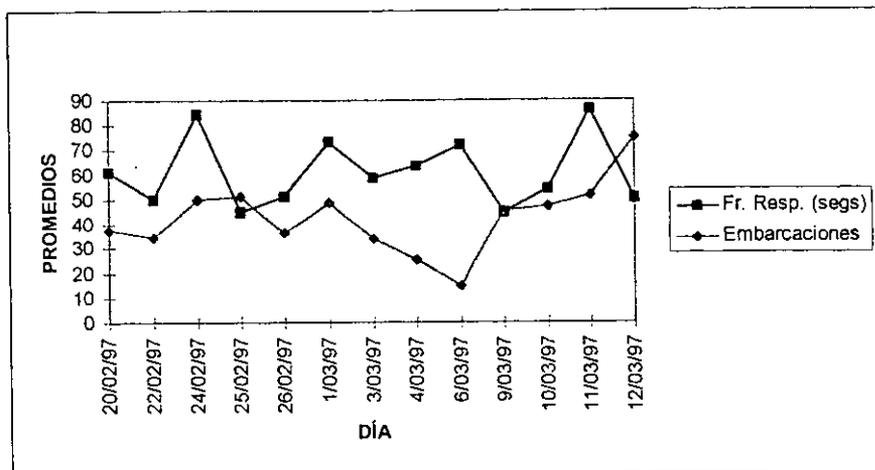
En cuanto a la relación que existe entre las frecuencias respiratorias registradas para las madres con cría y el número de embarcaciones presentes en Punta Piedra (Tabla 9), la gráfica 8 nos muestra una tendencia: al haber un mayor número de embarcaciones, aunque la mayoría se encontraban lejos (a más de 150 m) de las ballenas registradas, las madres realizan apneas más cortas y viceversa, lo que contradice aparentemente a la gráfica anterior. Una posible explicación es que la embarcación de investigación desde donde fueron registradas las frecuencias respiratorias, iba persiguiendo a las ballenas, en cambio, las embarcaciones turísticas presentes en Punta Piedra no persiguen a las ballenas, generalmente se quedan con el motor en "neutral" esperando a encontrarse con ballenas amistosas. Por lo tanto, puede ser que las ballenas respondan de manera diferente al no sentirse "acosadas". El "acoso" se define como el acto de persecución que interfiere con la conducta de la ballena, así como forzar al contacto físico que ocasiona maltrato o cambios súbitos en su comportamiento, el que se denota por una actitud evasiva, como buceos prolongados, cambios en el ritmo de respiración y nado evasivo con cambios rápidos de dirección y velocidad (Anteproyecto de NOM, 1998). Sin embargo, la prueba estadística de correlación (Cuadro de estadísticas 8.1), al igual que

una regresión lineal (Cuadro de estadísticas 8.2), señalaron que no existió relación significativa entre el número de embarcaciones presentes y la frecuencia respiratoria de las madres con cría. Además, el promedio de apnea de las ballenas en las que durante toda la observación no se registraron embarcaciones (a una distancia de 15 pangas o menos) fue de 64.3 segundos, mayor que el de las ballenas que en algún momento estuvieron en presencia de una o más embarcaciones, 60.1 segundos. Esta diferencia no es significativa (Cuadro de estadísticas 9), y nos vuelve a sugerir que la observación de ballenas que llevan a cabo los turistas no afecta o cambia la conducta respiratoria de éstas.

**Tabla 9:** Frecuencias respiratorias registradas para las madres con cría y número de embarcaciones presentes por día en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

Fecha	Frecuencias Respiratorias	Embarcaciones
20/02/97	61.1	3.8
22/02/97	49.8	3.5
24/02/97	84.3	5.0
25/02/97	44.9	5.1
26/02/97	51.1	3.6
1/03/97	73.2	4.9
3/03/97	58.8	3.4
4/03/97	63.7	2.5
6/03/97	72.2	1.5
9/03/97	44.9	4.6
10/03/97	54.1	4.8
11/03/97	86.2	5.2
12/03/97	50.4	7.5
$\bar{X}$	61.1	4.3

**Gráfica 8:** Relación entre las Frecuencias Respiratorias de Madres con cría y número de Embarcaciones (10) registradas desde Punta Piedra durante la temporada de 1997.



**Cuadro de estadísticas 8.1:** Correlación entre el número de embarcaciones presentes y la frecuencia respiratoria de las madres con cría.

Grupo 1	Grupo 2	Coefficiente de Determinación	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X}$ de Fr. Resp.	$\bar{X}$ Embarc.			
$\bar{X}=61.3$ segs.	$\bar{X}=4.3$	$r^2=0.01$	12	$>0.10$

**Cuadro de estadísticas 8.2:** Regresión lineal entre el promedio de las frecuencias respiratorias registradas en las madres con cría y el promedio de embarcaciones presentes en el momento del registro en el área de Punta Piedra.

Var. dep. $\bar{X}$ F. resp.	Var. indep. $\bar{X}$ Embarc.	Coefic. de Determin.	Grados de Libertad	Probabilid. asociada	Error estándar	Constante	Pendiente
$\bar{X}= 61.1$	$\bar{X}= 4.25$	$r^2= 0.01$	11	0.731	14.58	65.39	-1.00

**Cuadro de estadísticas 9:** Prueba "T" de Student que compara el promedio de frecuencias respiratorias de las ballenas en las que durante toda la observación no se registraron embarcaciones presentes (a una distancia de 15 pangas o menos) y el de las ballenas que en algún momento estuvieron en presencia de una o más embarcaciones en Punta Piedra.

Grupo 1 F.R. (sin emb.)	Grupo 2 F.R. (con emb.)	Valor de "T"	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X}= 64.3$ segs.	$\bar{X}= 60.1$ segs.	0.096	66	0.58

En los estudios realizados por Sumich en 1980, en esta misma laguna, también se obtuvo como resultado que la actividad turística no afecta las secuencias respiratorias de la ballena gris (Hoyt, 1995).

### 3.3) Frecuencias respiratorias/ Distancia de Embarcación- investigación

Para determinar si las frecuencias respiratorias de las madres con cría están relacionadas con la distancia a la que se encuentran las embarcaciones, se realizó la gráfica 9, cuyos datos fueron obtenidos desde la embarcación de investigación (Tabla 10). Se hicieron promedios de la frecuencia

respiratoria que presentó cada ballena (madre) cuando la embarcación se encontró a una distancia relativa de 3 pangas y menos (considerando hasta 3.9 pangas, que son aproximadamente 29 metros y menos) y de 4 pangas y más (30 metros y más), y se compararon. La comparación fue hecha para cada ballena por separado, ya que cada una presenta diferentes conductas y frecuencias respiratorias. Para algunas ballenas no se obtuvieron registros de ambos casos o sólo se obtuvo un dato. Dichas ballenas no fueron tomadas en cuenta para la realización de este análisis. Tampoco se tomaron en cuenta los registros provenientes de ballenas amistosas debido a que muestran una conducta muy diferente. Éstas presentan un menor tiempo de apnea debido a que salen más frecuentemente a la superficie para interactuar con los turistas. Fueron muy pocos los registros de ballenas amistosas, razón por la cual no fue posible evaluarlas por separado.

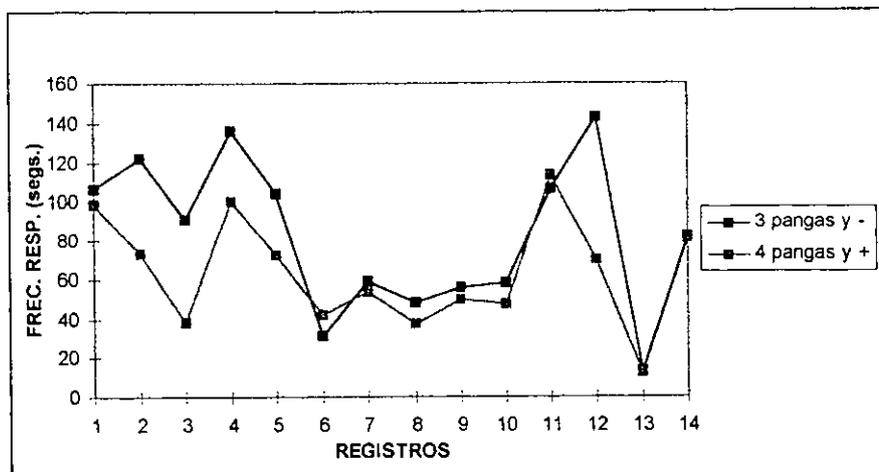
Como era de esperarse, en la gráfica (9) vemos que a menor distancia entre ballena y embarcación (3 pangas y menos), fue más prolongado el tiempo de apnea, con un promedio de 82.5 segundos. A mayor distancia (4 pangas y más) el periodo de apnea de las madres, considerando los promedios de cada ballena por separado, disminuyó, siendo el promedio de 63.6 segundos, muy parecido al que se obtuvo de las observaciones desde tierra (62.1 segs). Sometiendo estas diferencias a la prueba estadística de Análisis de Varianza, no encontramos diferencias estadísticamente significativas ( $F_{2,93}=2.42$ ;  $p=0.09$ ). Utilizando la "T" de Student, obtenemos que entre los resultados de las frecuencias respiratorias registrados a 3 pangas de distancia y menos y a 4 pangas y más, no hay una diferencia significativa, tampoco existe significancia en la diferencia entre los registros a 4 pangas y más con respecto a las frecuencias respiratorias obtenidas desde tierra. Sin

embargo, comparando los resultados de las frecuencias respiratorias que se obtuvieron a 3 pangas y menos de distancia con los resultados obtenidos desde tierra, bajo esta misma prueba estadística, si hay una diferencia significativa (Cuadro de estadísticas 10). Esto nos sugiere que es una buena propuesta la de no permitir que las embarcaciones turísticas se acerquen a menos de 30 m de las ballenas, ya que esto, aún sin saber si es bueno o malo, altera significativamente la conducta de éstas.

**Tabla 10:** Promedios de frecuencias respiratorias (en segundos) de las madres con cría registradas cuando la embarcación de investigación se encontraba a una distancia de 3 pangas y menos y a 4 pangas y más de éstas (sin tomar en cuenta a las madres con cría amistosas).

Promedio 3p. y -	Promedio 4p. y +
106.3	99.0
121.8	73.2
91.0	38.0
136.2	100.0
103.8	72.6
31.3	41.8
59.0	53.6
48.3	37.6
55.7	49.6
58.2	47.8
106.4	113.5
143.0	70.1
13.0	12.7
81.2	80.5
Promedio total	Promedio total
82.5	63.6

**Gráfica 9:** Frecuencias Respiratorias de cuando la embarcación de investigación se encontraba a distancias de 3 pangas y menos y de 4 pangas y más.



**Cuadro de estadísticas 10:** Prueba "T" de Student que compara las frecuencias respiratorias de las madres con cría al encontrarse la embarcación de investigación a 3 y menos pangas y a 4 y más pangas de distancia y entre los registros realizados desde tierra, en donde muy pocas veces hubieron embarcaciones cercanas. p = pangas.

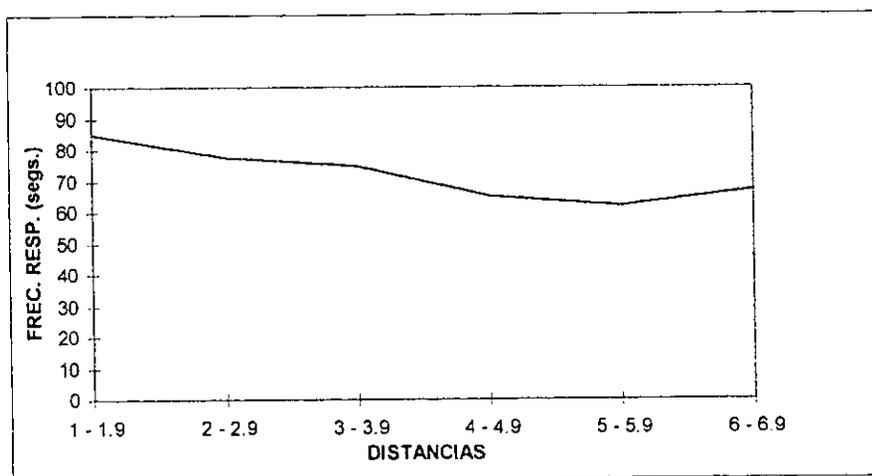
Grupo 1 3 y menos p.	Grupo 2 4 y más p.	Grupo 3 desde tierra	Prueba "T"	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X} = 82.5$	$\bar{X} = 63.6$		1.46	26	0.157
	$\bar{X} = 63.6$	$\bar{X} = 62.1$	0.10	80	0.922
$\bar{X} = 82.5$		$\bar{X} = 62.1$	2.15	80	0.034

Con el fin de observar la tendencia de las frecuencias respiratorias de las madres con cría al encontrarse las embarcaciones cada vez a mayor distancia de éstas, se realizó la gráfica 10.1. Para su elaboración se obtuvieron los promedios de las frecuencias respiratorias de las madres cuando la embarcación se encontraba a diferentes distancias (a 1-1.9 pangas, 2-2.9 pangas, hasta 6-6.9 pangas), y se hizo sacando la media de cada uno de los promedios calculados (para cada distancia) para los distintos individuos. Las otras distancias (0-0.9, y 7-7.9, 8-8.9, en adelante) no se tomaron en consideración ya que se contaban con pocos registros y no eran representativos. Solamente se utilizaron las medias de frecuencias respiratorias de las distancias que tenían por lo menos 20 promedios de individuos distintos. Al estar una embarcación a 1-1.9 pangas de distancia de la ballena, el promedio de las frecuencias respiratorias fue de 85.1 segundos, al estar a 2-2.9 pangas bajó a 77.4 segs, y siguió bajando el promedio (Tabla 11) hasta llegar a 61.7 segundos al encontrarse la embarcación a 5-5.9 pangas de distancia, después se obtuvo (para 6-6.9 pangas de distancia) un ligero incremento a 67.1 segundos al final de la gráfica.

**Tabla 11:** Promedios de frecuencias respiratorias registradas para las madres con cría cuando la embarcación de investigación se encontraba a distintas distancias de ellas ( $p = \text{pangas}$ ).

Distancia de embarc. en p.	1 - 1.9	2 - 2.9	3 - 3.9	4 - 4.9	5 - 5.9	6 - 6.9
Promedio de F.R. en segs.	85.1	77.4	74.7	64.8	61.7	67.1
Número de registros	27	27	34	29	22	21

**Gráfica 10.1:** Promedios de Frecuencias Respiratorias cuando la embarcación de investigación se encontraba a diferentes distancias.

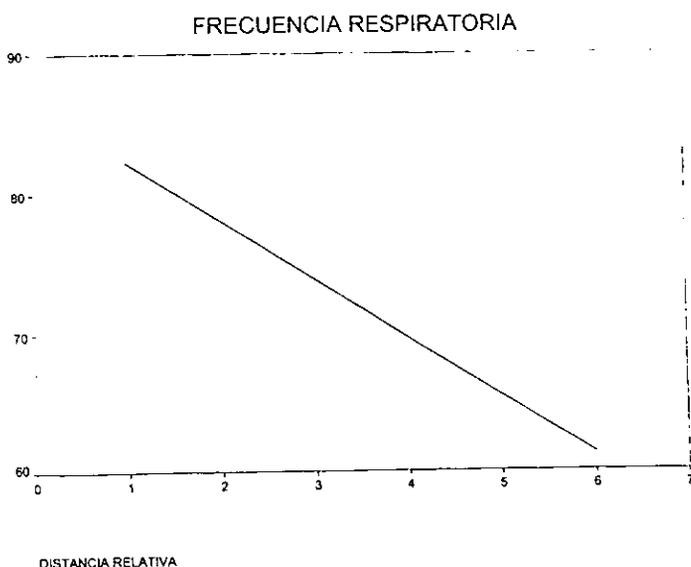


## ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Se puede corroborar la suposición de que al estar las embarcaciones más cerca de las ballenas, éstas realizan periodos más largos de buceo, "evitando salir tantas veces a superficie", y conforme se van alejando disminuyen su tiempo de inmersión. Sometiendo los datos de los promedios de las frecuencias respiratorias de las madres con cría y la distancia relativa entre éstas y la embarcación-investigación a una regresión lineal, sí encontramos una relación significativa: a menor distancia entre embarcación-ballenas, mayor el tiempo de apnea registrado para éstas (Gráfica 10.2 y Cuadro de estadísticas 11). Al llegar las embarcaciones a una distancia de 4-4.9 pangas de la ballena, las frecuencias respiratorias presentaron un promedio (64.8 segs) muy similar al registrado desde tierra (rara vez con embarcaciones cercanas) y al encontrarse las embarcaciones a 5-5.9 y a 6-6.9 pangas de distancia, los promedios fueron de 61.7 y 67.1 segundos respectivamente, podemos observar que los promedios (cuando las embarcaciones están entre 4 y 6.9 pangas de distancia de las ballenas) fluctúan entre 61 y 67 segundos aproximadamente, no existiendo una diferencia significativa entre éstos ni con el promedio obtenido en las observaciones hechas desde tierra, utilizando la prueba estadística de Análisis de Varianza ( $F_{2, 69}=0.08$ ,  $p=0.92$ ). Esto nos sugiere que una buena distancia para la aproximación de embarcaciones de investigación a las ballenas grises es de 4 pangas o más (30 metros o más), ya que no observamos un cambio brusco en la conducta respiratoria "normal" (en ausencia de embarcaciones) de éstas. A 3-3.9 pangas de distancia todavía observamos que el promedio de las frecuencias respiratorias es alto (74.2 segundos). Aunque estos resultados hayan sido obtenidos de observaciones realizadas a bordo de una embarcación de investigación, y hay una diferencia

entre la manera en que éstas y las turísticas se aproximan a las ballenas, es probable que al encontrarse demasiado cerca una embarcación de cualquier tipo, algunas ballenas se sientan "estresadas" o "asustadas" y eviten salir muchas veces a superficie como sucedió en este caso. El estrés puede causar, a largo plazo, riesgos en la salud del animal o puede resultar en el abandono de áreas importantes de su hábitat (IFAW, 1995). Por lo tanto, es mejor evitar tal acercamiento mientras no podamos dar una explicación certera de dicho comportamiento. Con base en estos resultados, se considera que la propuesta establecida en la NOM EM '96 de permitir una distancia mínima de 30 m (4 pangas) para la observación de ballenas grises en Laguna San Ignacio, es acertada.

**Gráfica 10.2:** Regresión lineal para observar si existe relación entre los promedios de las Frecuencias Respiratorias de las madres con cría y las distancias a las que se encontraba la embarcación de investigación al momento de los registros.



**Cuadro de estadísticas 11:** Regresión lineal entre los promedios de las Frecuencias Respiratorias de las madres con cría y las distancias a las que se encontraba la embarcación de investigación al momento de los registros.

Var. dep.	Var. indep.	Coefic. de	Grados de	Probabilid.	Error	Constante	Pendiente
$\bar{X}$ F.resp.	Dist. emb.	Determin.	Libertad	asociada	estándar		
$\bar{X}= 71.78$	$\bar{X}= 3.5$	$r^2= 0.79$	4	0.017	4.49	86.48	-4.20

Por otra parte, es importante mencionar el problema que los sonidos de las embarcaciones turísticas presentan para las ballenas, aunque esta cuestión no se evaluó en este estudio. Las embarcaciones representan cambios substanciales en la acústica de la laguna, particularmente en el rango de baja frecuencia (2 KHz y menos), que es el que usan las ballenas grises para comunicarse (Dahlheim *et al.*, 1984). Los estudios de Dahlheim, realizados en Laguna San Ignacio de 1981 a 1984, tuvieron como resultado que la mayoría de las señales emitidas por ballenas grises fueron a frecuencias abajo de 2 KHz, ocupando un diferente canal acústico del resto de los sonidos biológicos (2 KHz - 20 KHz). Cuando estas señales fueron comparadas con el sonido no biológico, se obtuvieron rangos de frecuencias sobrepuestos (Dahlheim *et al.*, 1984).

"El sentido acústico de los mamíferos marinos, especialmente de cetáceos, constituye su sentido sensorial más importante. El ruido del ambiente puede interferir en la captación de sonidos de la ballena gris o inhibir la producción de éstos, afectando por tanto su potencial reproductivo en la laguna" (Dahlheim *et al.*, 1984).

4) Tipo de reacciones que presentaron las ballenas hacia las embarcaciones turísticas

En este caso, el esfuerzo de observación a lo largo de la temporada fue en total de 78 hrs con 28 min, con un promedio de 4 hrs con 7 min por día y se obtuvieron en total 413 registros de diferentes individuos.

La ballena gris en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997 presentó, con respecto al total de las reacciones registradas, un mayor número de reacciones indiferentes hacia las embarcaciones turísticas y un número muy pequeño de reacciones negativas hacia éstas (Tabla 12). Del 35% de las ballenas en las que se registraron reacciones positivas, el 35% (50 individuos) presentaron además un comportamiento "amistoso". Este comportamiento se ha ido incrementando rápidamente con el tiempo (Jones y Swartz, 1984), lo cual nos sugiere que las ballenas han ido presentando cada vez más reacciones positivas hacia las embarcaciones.

Tabla 12: Distintas reacciones que presentó la ballena gris hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

R. Positivas	R. Sin Interés	R. Negativas	Total de regist.
35% (144 indiv)	59% (243 indiv)	6% (26 indiv)	413 individuos

Con el fin de evaluar posibles diferencias entre las reacciones que presentaron las ballenas solitarias y las madres con cría, se analizaron los resultados de las tablas 13 y 14.

Tabla 13: Frecuencias (por día y por semana) y porcentajes (por semana) del tipo de reacciones que presentaron las ballenas solitarias hacia las embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

"Frecuencias de las Reacciones por día"

Fecha	Positivas	Sin interés	Negativas
17-Feb '97	1	12	2
18-Feb '97	10	3	0
19-Feb '97	3	8	0
21-Feb '97	5	4	1
22-Feb '97	3	11	1
23-Feb '97	1	6	1
25-Feb '97	2	2	0
27-Feb '97	2	10	0
28-Feb '97	0	16	0
1-Mar '97	1	7	1
2-Mar '97	0	6	0
3-Mar '97	2	10	1
5-Mar '97	0	10	0
6-Mar '97	0	1	0
7-Mar '97	0	1	0
9-Mar '97	1	3	0
10-Mar '97	3	5	0
11-Mar '97	1	6	0
13-Mar '97	0	1	1

"Frecuencias de las Reacciones por semana"

Semana	Positivas	Sin interés	Negativas	Total (165)
1° semana	22	38	4	64
2° semana	6	41	2	49
3° semana	2	28	1	31
4° semana	5	15	1	21

"Porcentajes de las Reacciones por semana"

Semana	Positivas	Sin interés	Negativas
1° semana	34.37%	59.37%	6.25%
2° semana	12.24%	83.67%	4.08%
3° semana	6.45%	90.32%	3.22%
4° semana	23.81%	71.43%	4.76%

Tabla 14: Frecuencias (por día y por semana) y porcentajes (por semana) del tipo de reacciones que presentaron las madres con cría hacia las embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

"Frecuencias de Reacciones por día"

Fecha	Positivas	Sin interés	Negativas
17-Feb '97	5	5	2
18-Feb '97	4	5	0
19-Feb '97	2	2	1
21-Feb '97	3	4	0
22-Feb '97	5	6	0
23-Feb '97	5	5	2
25-Feb '97	3	1	0
27-Feb '97	6	8	0
28-Feb '97	5	1	1
1-Mar '97	15	8	1
2-Mar '97	6	9	1
3-Mar '97	9	7	3
5-Mar '97	2	16	1
6-Mar '97	10	7	0
7-Mar '97	6	14	0
9-Mar '97	5	6	2
10-Mar '97	3	7	1
11-Mar '97	4	8	1
13-Mar '97	12	5	2

"Frecuencia de Reacciones por semana"

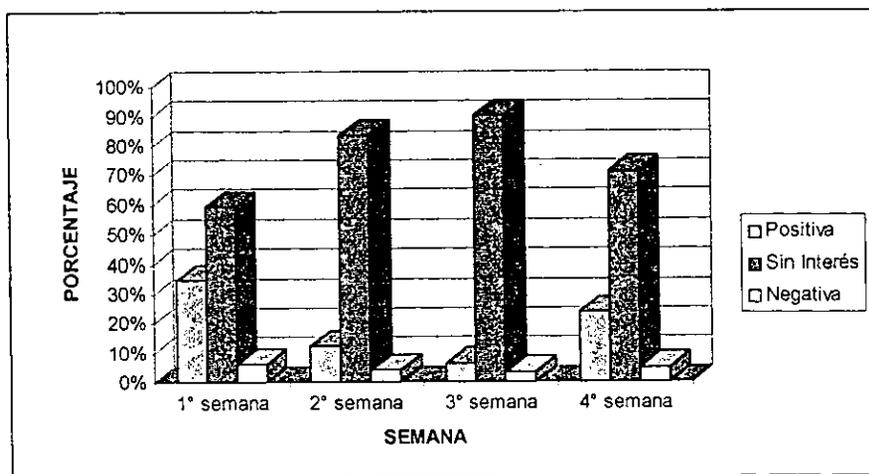
Semana	Positivas	Sin interés	Negativas	Total (252)
1° semana	19	22	3	44
2° semana	34	23	4	61
3° semana	33	53	5	91
4° semana	24	26	6	56

"Porcentaje de Reacciones por semana"

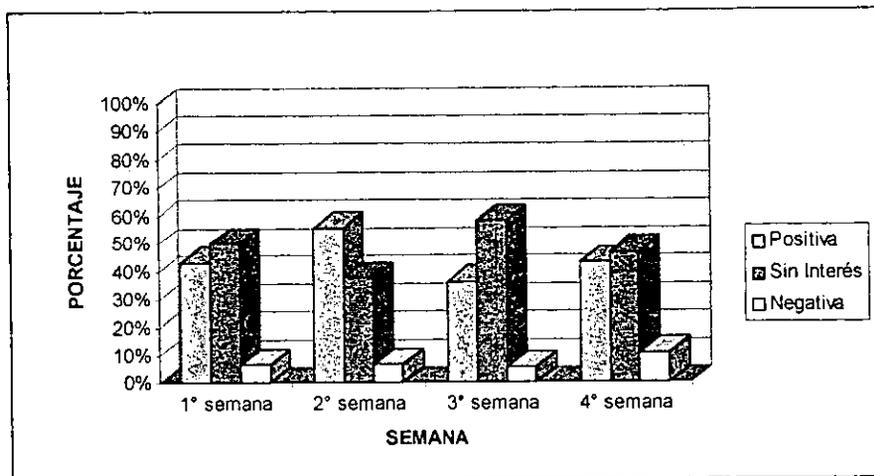
Semana	Positivas	Sin interés	Negativas
1° semana	43.18%	50.00%	6.82%
2° semana	55.74%	37.70%	6.56%
3° semana	36.26%	58.24%	5.50%
4° semana	42.86%	46.43%	10.71%

Para poder observar si a lo largo de la temporada existen tendencias hacia alguna reacción en particular por parte de las ballenas, se elaboraron las gráficas 11 y 12. En la gráfica 11 se observa que de la 1° a la 3° semana las ballenas solitarias tienden a aumentar el número de reacciones "sin interés" hacia las embarcaciones, mientras que de la 3° a la 4° semana la tendencia es a disminuir este número. En la gráfica 12 no se observa ninguna tendencia, por parte de las madres con cría, hacia una determinada reacción a lo largo de la temporada. Las ballenas solitarias siempre presentaron un mayor número de reacciones indiferentes hacia las embarcaciones, mientras que en las madres con cría no fue tanta la diferencia entre reacciones indiferentes y positivas, incluso en la 2° semana se registraron un mayor número de reacciones positivas que indiferentes hacia las embarcaciones.

**Gráfica 11:** Reacciones (en porcentaje) que presentaron las ballenas solitarias hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.



**Gráfica 12:** Reacciones (en porcentaje) que presentaron las madres con cría hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.



Las ballenas solitarias presentaron, respecto a las madres con cría, un número mayor de reacciones indiferentes (sin interés) hacia las embarcaciones, así como una menor cantidad de reacciones positivas y negativas hacia las mismas (Tabla 15 y Gráfica 13). Esto nos sugiere que a las ballenas solitarias no les llaman tanto la atención las embarcaciones como a las madres con cría, y por lo general no interrumpen las actividades que normalmente llevan a cabo. Esta diferencia sometida a una prueba estadística de "T" de Student, sí es significativa (Cuadro de estadísticas 12). Las madres con cría, por el contrario, presentan en conjunto más reacciones positivas y negativas que indiferentes, lo que quiere decir que a éstas generalmente sí

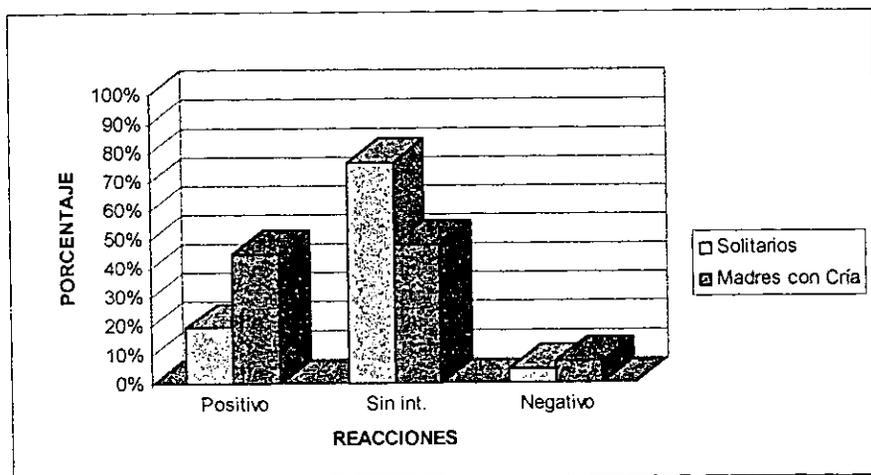
les llaman la atención las embarcaciones y reaccionan ante su presencia. La diferencia estadística entre el porcentaje de reacciones positivas que presentan las ballenas solitarias y las madres con cría si es significativa (Cuadro de estadísticas 13). Sin embargo no hay una diferencia significativa entre las reacciones negativas presentadas por ambas categorías (Cuadro de estadísticas 14). Cabe notar que son muy pocas las reacciones negativas en comparación con las positivas y esto sugiere que en general les "despierta interés" la presencia de las embarcaciones. Además, de las 50 ballenas que presentaron un comportamiento amistoso, el 90% (45) fueron madres con cría. A pesar de lo anterior, las madres con cría son más sensibles a la presencia de embarcaciones, por lo que es importante que puedan aislarse en algún lugar de la laguna. La laguna superior les sirve como refugio ya que, además de que las ballenas solitarias no suelen acudir a ella, el acceso a las embarcaciones turísticas no está permitido. Por otro lado, las ballenas solitarias que se sienten molestas con la presencia de embarcaciones también pueden alejarse de éstas acudiendo a la laguna media, en la cuál también se encuentra restringido el acceso a los turistas.

En los estudios realizados por Cole (1980) en Laguna San Ignacio, también se observó que las madres con cría eran más sensibles a las embarcaciones, y que al haber una distancia de 15 m o menos entre éstas, las ballenas siempre cambiaron su dirección y mostraron un comportamiento evasivo. Por otro lado, las ballenas solitarias no mostraron cambios en su comportamiento a menos que las embarcaciones se aproximaran a menos de 10 m. Cuando se les aproximó más, la mayoría (no todas) cambiaron su dirección.

**Tabla 15:** Tipo de reacciones que presentaron las ballenas solitarias y las madres con cría hacia las embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

	Ballenas Soltarias	Madres con cría
Positivas	19.22%	44.51%
Sin interés	76.20%	48.09%
Negativas	4.58%	7.40%

**Gráfica 13:** Comparación entre las reacciones que presentaron las Ballenas Solitarias y las Madres con Cría hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.



**Cuadro de estadísticas 12:** Prueba "T" de Student que compara las reacciones "Sin interés" que presentan las ballenas solitarias y las madres con cría (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).

Grupo 1 Solitarias	Grupo 2 Madres / cría	Valor de "T"	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X}$ = 76.2%	$\bar{X}$ = 48.1%	3.707	6	0.0129

**Cuadro de estadísticas 13:** Prueba "T" de Student que compara las reacciones "Positivas" que presentan las ballenas solitarias y las madres con cría (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).

Grupo 1 Solitarias	Grupo 2 Madres / cría	Valor de "T"	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X}$ = 19.2%	$\bar{X}$ = 44.5%	3.707	6	0.0143

**Cuadro de estadísticas 14:** Prueba "T" de Student que compara las reacciones "Negativas" que presentan las ballenas solitarias y las madres con cría (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).

Grupo 1 Solitarias	Grupo 2 Madres / cría	Valor de "T"	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X}$ = 4.6%	$\bar{X}$ = 7.4%	2.195	6	0.0744

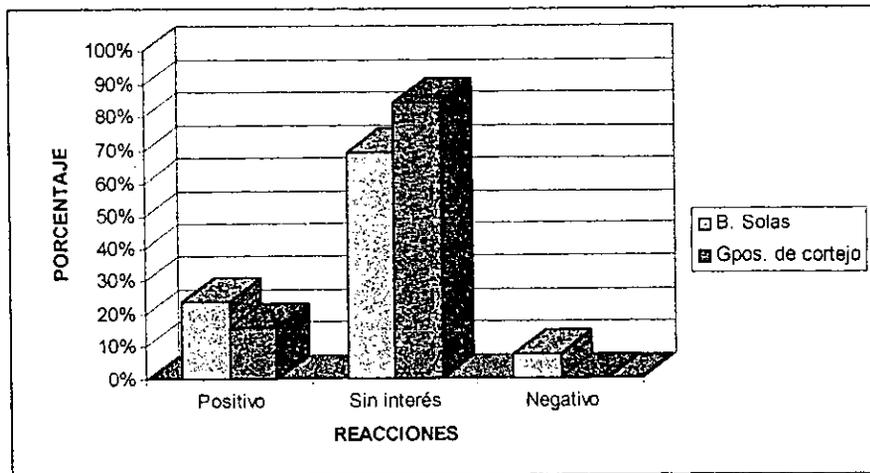
Para saber si existen diferencias entre el tipo de reacciones que presentan las ballenas solitarias, dependiendo de si se encuentran solas o formando grupos de cortejo, se elaboró la gráfica 14 (Tabla 16). Se observa que los grupos de cortejo presentan, en relación con las ballenas solas, un

mayor número de reacciones sin interés hacia las embarcaciones, un menor número de reacciones positivas y ninguna reacción negativa. Por lo tanto, los grupos de cortejo son la categoría que más tolera la presencia de embarcaciones. Sin embargo, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre las reacciones presentadas por las ballenas solas y los grupos de cortejo (Cuadros de estadísticas 15, 16 y 17). Cole (1980) en sus observaciones realizadas en Laguna San Ignacio, obtuvo los mismos resultados con respecto a las reacciones de los grupos de cortejo. Observó que al acercarse una embarcación a 10 m o menos de distancia a las ballenas, éstas continuaban realizando sus actividades e ignoraban a la embarcación. Parece ser que los grupos de cortejo se encuentran tan involucrados en sus actividades que no le dan importancia a las embarcaciones que se encuentran observándolas.

**Tabla 16:** Tipo de reacciones que presentaron las ballenas "solitarias", es decir, las ballenas adultas sin cría (solas y grupos de cortejo), hacia las embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

	Ballenas Solas	Grupos de cortejo
Positivas	23.45%	15.62%
Sin interés	69.13%	84.37%
Negativas	7.41%	0%

**Gráfica 14:** Comparación entre las reacciones que presentaron las Ballenas Solitarias (Solos y Grupos de cortejo) hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.



**Cuadro de estadísticas 15:** Prueba "T" de Student que compara las reacciones "Sin interés" que presentan las ballenas solas y los grupos de cortejo (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).

Grupo 1	Grupo 2	Valor de "T"	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
Solas	Gps. de cortejo			
$\bar{X}$ = 78%	$\bar{X}$ = 83%	>1.943	6	0.6002

**Cuadro de estadísticas 16:** Prueba "T" de Student que compara las reacciones "Positivas" que presentan las ballenas solas y los grupos de cortejo (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).

Grupo 1 Solas	Grupo 2 Gps. de cortejo	Valor de "T"	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X}= 17\%$	$\bar{X}= 17\%$	>1.943	6	1

**Cuadro de estadísticas 17:** Prueba "T" de Student que compara las reacciones "Negativas" que presentan las ballenas solas y los grupos de cortejo (tomando en cuenta los porcentajes presentados por semana).

Grupo 1 Solas	Grupo 2 Gps. de cortejo	Valor de "T"	Grados de Libertad	Probabilidad asociada
$\bar{X}= 6\%$	$\bar{X}= 0\%$	2.321	6	0.0672

Con base en los resultados que se observan en las tablas 17 y 18, se realizaron las gráficas 15 y 16 para poder comparar los resultados de las distintas reacciones que presentó la ballena gris hacia las embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997 con los de la temporada de 1996 (Gráficas 17 y 18). En estas gráficas se puede observar el número de ballenas por hora (solitarias y madres con cría) y el tipo de reacciones (c/reacción c/contacto (amistosas), c/reacción s/contacto, y s/reacción s/contacto) que presentaron durante las diferentes semanas de la temporada. Las semanas en que se dividieron los resultados son las mismas para las temporadas de 1996 y 1997. Se estandarizó el esfuerzo al utilizar valores de ballenas por hora de observación con la finalidad de ponderar los

resultados debido a que cada semana tuvo diferentes esfuerzos de observación. El número total de ballenas registradas en determinada semana presentando cierta reacción, fue dividido entre el promedio de horas de esfuerzo de dicha semana y esto se realizó para las 4 semanas de observación.

El promedio de horas de esfuerzo a la semana para la temporada de 1997 se puede observar en la tabla 19.

**Tabla 17:** Reacciones de ballenas solitarias hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

Ballenas Solitarias	c/ reacción, c/ contacto	por hora de observación	c/ reacción, s/ contacto	por hora de observación	s/ reacción, s/ contacto	por hora de observación
Semana 1	2	0.09	20	0.86	42	1.82
Semana 2	2	0.10	4	0.21	43	2.26
Semana 3	0	0	2	0.10	29	1.41
Semana 4	1	0.01	4	0.30	16	1.20

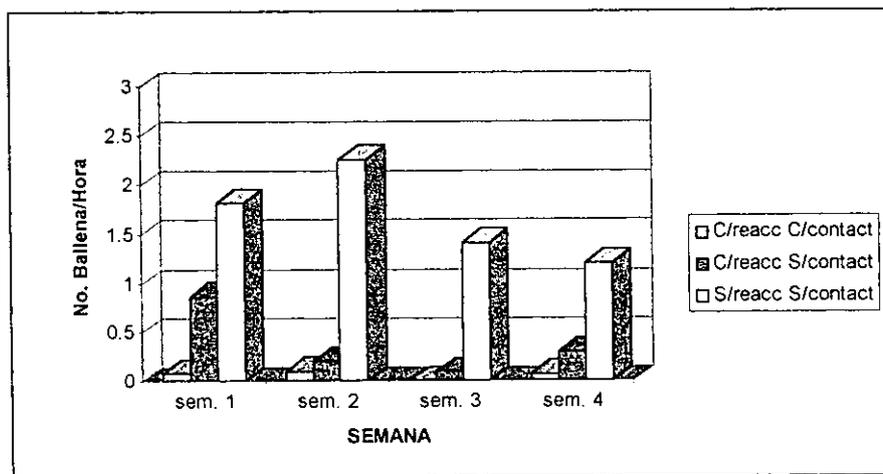
**Tabla 18:** Reacciones de madres con cría hacia las embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

Madres con Cría	c/ reacción y c/ contacto	por hora de observación	c/ reacción y s/ contacto	por hora de observación	s/ reacción y s/ contacto	por hora de observación
Semana 1	5	0.22	14	0.6	25	1.08
Semana 2	10	0.53	24	1.26	27	1.42
Semana 3	16	0.78	17	0.82	58	2.81
Semana 4	4	1.05	10	0.75	32	2.4

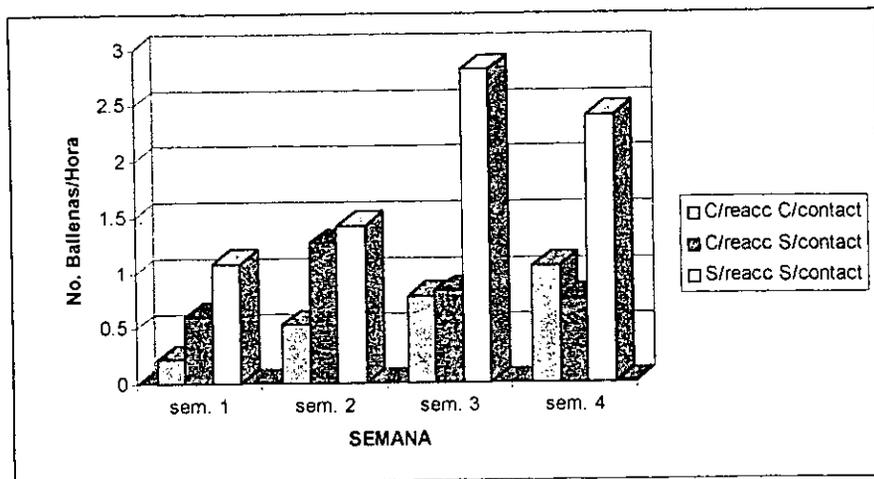
Tabla 19: Esfuerzo de observación (en horas y minutos) utilizado en el registro del tipo de reacciones presentadas por las ballenas grises hacia las embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

1997	hrs. por semana	prom. hrs. por día
semana 1	23.08	4.37
semana 2	19.01	3.48
semana 3	20.36	4.04
semana 4	13.34	3.18

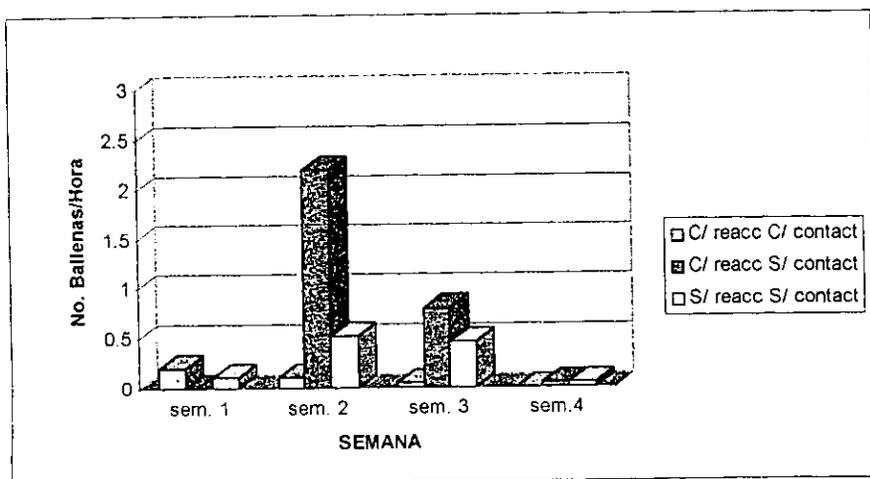
Gráfica 15: Reacciones de las Ballenas Solitarias hacia las Embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.



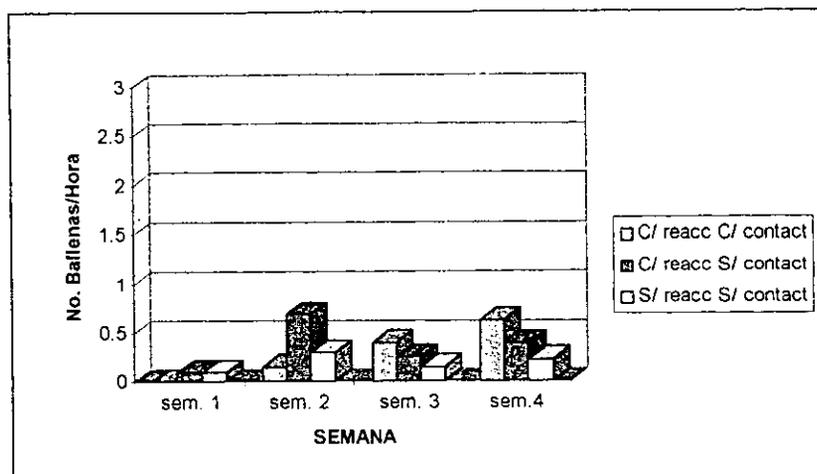
**Gráfica 16:** Reacciones de Madres con Cría hacia las Embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.



**Gráfica 17:** Reacciones de las Ballenas Solitarias hacia las Embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1996.



**Gráfica 18:** Reacciones de las Madres con cría hacia las Embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1996.



Es importante aclarar que las observaciones realizadas en la temporada de 1996 fueron hechas desde tierra (en Punta Piedra), y por lo tanto no se debe hacer una comparación estricta con nuestras observaciones (1997) que fueron realizadas desde una embarcación, ya que esta diferencia puede hacer variar de alguna forma los resultados.

En cuanto a las reacciones que presentan las ballenas solitarias hacia las embarcaciones a lo largo de las semanas de observación, en la gráfica 15 se observan dos tendencias. El número de comportamientos "sin reacción y sin contacto" tiende a aumentar de la 1° a la 2° semana y después tiende a disminuir de la 2° semana en adelante, mientras que el número de comportamientos "con reacción y sin contacto" disminuye de la 1° a la 3° semana y aumenta de la 3° a la última. Se observa que la gran mayoría de

ballenas solitarias no reaccionaron (s/reacción y s/contacto) a la presencia de embarcaciones y también notamos que en la 3° y 4° semana hay un menor número de registros, esto es debido a que para ese entonces ya había disminuido considerablemente el número de ballenas solitarias en la laguna (Tabla 20). Para la temporada de 1996, la gráfica 17 muestra la misma tendencia en cuanto al aumento (de la 1° a la 2° semana) y luego disminución (de la 2° semana en adelante) en el número de ballenas que no reaccionaron a la presencia de las embarcaciones. En cuanto a los otros dos tipos de reacción, no existe ninguna tendencia en común. En ambas gráficas (15 y 17) se observa una cantidad muy pequeña de ballenas solitarias que presentaron reacción y contacto hacia las embarcaciones y una disminución en el número de registros en las dos últimas semanas de observación.

Con respecto a las reacciones de las madres con cría hacia las embarcaciones, en la gráfica 16 (1997) podemos observar una clara tendencia en común con la gráfica 18 (1996), el número de madres con cría que presentan un comportamiento amistoso aumenta gradualmente a lo largo de la temporada (Tabla 18). Con respecto a los otros resultados, en 1997 se observan dos tendencias, el número de madres con cría que no reaccionaron a la presencia de embarcaciones aumentó de la 1° a la 3° semana y disminuyó en la última semana y la cantidad de ballenas que si reaccionaron hacia las embarcaciones pero que no presentaron contacto con los tripulantes, aumentó de la 1° a la 2° semana y después disminuyó hasta la última semana de observación. Estas tendencias no se observan en la temporada de 1996.

Es importante hacer notar la gran diferencia que encontramos entre las dos gráficas con respecto al número de distintos tipos de reacciones. En la temporada de 1996, durante las 2 últimas semanas, la conducta que más

presentaron las madres con cría fue la del comportamiento amistoso, mientras que la menos registrada fue la de indiferencia hacia las embarcaciones. En la temporada de 1997 siempre encontramos que el número de reacciones indiferentes está muy por arriba de las demás y que el comportamiento amistoso sólo en una ocasión es mayor que el de reacción sin contacto. Esta diferencia puede ser atribuible al distinto método utilizado para realizar las observaciones. Como ya se mencionó anteriormente, las observaciones realizadas durante la temporada de 1996 fueron hechas desde tierra, y las de la temporada de 1997 fueron realizadas a bordo de una embarcación. Es probable que desde tierra el observador no se percate del gran número de ballenas que no reaccionan hacia las embarcaciones, es más fácil poder observar el momento en el que las embarcaciones están interactuando con las ballenas, ya que esta interacción suele durar un tiempo relativamente largo, mientras que si las ballenas no reaccionan y no se acercan a la embarcación, el conductor rápidamente se va en busca de alguna otra ballena que esté dispuesta a interactuar con los turistas y el observador puede no darse cuenta del suceso (generalmente dura menos de 1 minuto con base en las observaciones realizadas en la temporada de 1997). Lo mismo pasa con las ballenas que si reaccionan y se acercan pero no se dejan tocar, los turistas las observan por un tiempo (promedio de 3 minutos), pero después se van las ballenas o las mismas embarcaciones en busca de ballenas amistosas, con las que se quedan más tiempo (promedio de 28 minutos) hasta que ellas mismas decidan irse, por lo tanto, también es más fácil registrar este suceso. En cambio, a bordo de la embarcación se registran cada una de las reacciones que las ballenas presentan por más corto que sea el tiempo del encuentro. Esto podría explicar el cambio tan grande entre las observaciones

de 1996 y 1997. Lo mismo podemos decir conforme al tipo de reacciones presentadas por los solitarios en las gráficas 15 y 17 de ambas temporadas. Las ballenas solitarias en muy pocas ocasiones presentaron comportamientos amistosos, y en la temporada de 1996 (Gráfica 17) siempre fue el comportamiento menos registrado salvo en la primera semana. Sin embargo, en la 2° y 3° semana hay más registros de ballenas que si reaccionaron a las embarcaciones que de las que se mostraron indiferentes, mientras que en la temporada de 1997 (Gráfica 15) siempre está muy por encima el número de ballenas que no reaccionaron.

Volviendo a las gráficas 16 y 18, podemos observar que en ambas va aumentando el número de registros a lo largo de las semanas y esto es debido a que, como se mencionó anteriormente, algunos solitarios (adultos sin cría) ya habían emprendido su camino de regreso en las últimas semanas y las madres con cría se trasladaron a la laguna inferior (zona turística) (Tabla 4).

Tabla 20: Número de registros de ballenas solitarias y de madres con cría obtenidos en las observaciones realizadas para el presente estudio a bordo de la embarcación turística en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

Ballenas	1° semana	2° semana	3° semana	4° semana	Total
Solitarias	64	49	31	21	165
M/Cría	44	61	91	56	252

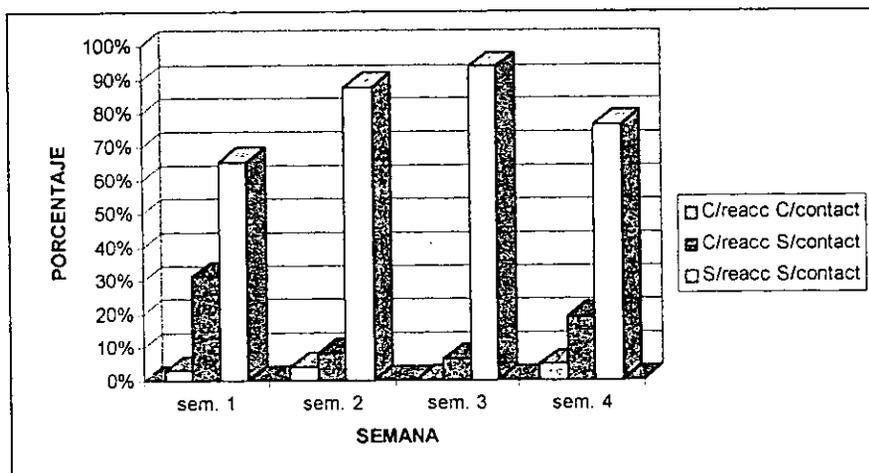
Para asegurarnos de que estas tendencias fueran correctas con respecto al número total de ballenas presentes en la laguna, se realizaron gráficas (19 y 20) del mismo tipo pero esta vez utilizando el porcentaje de ballenas (solitarias o madres con cría) que presentaron cierta reacción en cuanto al total de las que estuvieron presentes por semana en la laguna.

Con respecto a las ballenas solitarias, en la gráfica 19 podemos observar más o menos las mismas tendencias que en la gráfica 15. Siempre hay un mayor porcentaje de reacciones indiferentes hacia las embarcaciones que de cualquier otro tipo (Tabla 21). Sin embargo, podemos corroborar que no disminuye la proporción de reacciones indiferentes en las 2 últimas semanas, sino solo de la 3° a la 4° semana. Con respecto al total de ballenas solitarias presentes, la proporción de reacciones indiferentes sigue siendo muy alto a lo largo de las 4 semanas, incluso en la 3° semana fue en la que se registró una mayor proporción de reacciones indiferentes, una menor proporción de reacciones sin contacto y ningún comportamiento amistoso. Se observa que las tendencias al aumento y disminución entre la proporción de ballenas que no reaccionaron y que reaccionaron sin presentar contacto son opuestas. El número de ballenas que no reaccionaron aumenta de la 1° hasta la 3° semana y disminuye en la 4°, mientras que el número de ballenas que reaccionaron y no presentaron contacto disminuye de la 1° a la 3° semana y aumenta en la 4°. El número de ballenas "amistosas" no presentó grandes fluctuaciones a lo largo de la temporada.

Tabla 21: Porcentaje de ballenas solitarias que reaccionan de diferentes maneras a la presencia de embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

Ballenas Solitarias	c/ reacción c/ contacto	c/ reacción s/ contacto	s/ reacción s/ contacto
Semana 1	3.10%	31.23%	65.56%
Semana 2	4.07%	8.14%	87.60%
Semana 3	0%	6.47%	93.87%
semana 4	4.77%	19.11%	76.43%

Gráfica 19: Porcentaje de Ballenas Solitarias que reaccionaron de diferentes maneras a la presencia de embarcaciones en Laguna San Ignacio a lo largo de la temporada de 1997.

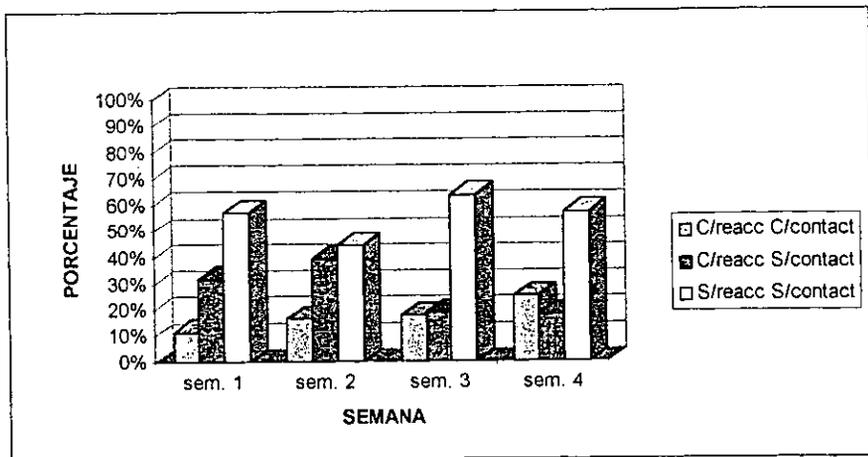


En cuanto a las madres con cría, la gráfica 20 nos muestra que si hay una tendencia al incremento de comportamientos amistosos a lo largo de la temporada con respecto al número total de madres con cría presentes en la laguna (Tabla 22). También se observa que no es que en la primera semana hubieran muy pocas reacciones indiferentes a las embarcaciones, como lo muestra la gráfica 16, sino que había un menor número de madres con cría en la zona turística y por lo tanto hubo un menor número de registros (Tabla 20). Porcentualmente es poca la diferencia, con respecto a la gráfica 16, en el número de "reacciones sin contacto" a lo largo de la temporada.

**Tabla 22:** Porcentaje de madres con cría que reaccionan de diferentes maneras a la presencia de embarcaciones turísticas en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.

Madres con Cría	c/ reacción c/contacto	c/ reacción s/ contacto	s/ reacción s/ contacto
Semana 1	11.37%	31.84%	56.90%
Semana 2	16.39%	39.31%	44.24%
Semana 3	17.58%	18.66%	63.69%
semana 4	25.00%	17.86%	57.12%

**Gráfica 20:** Porcentaje de Madres con cría que reaccionaron de diferentes maneras a la presencia de embarcaciones en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997.



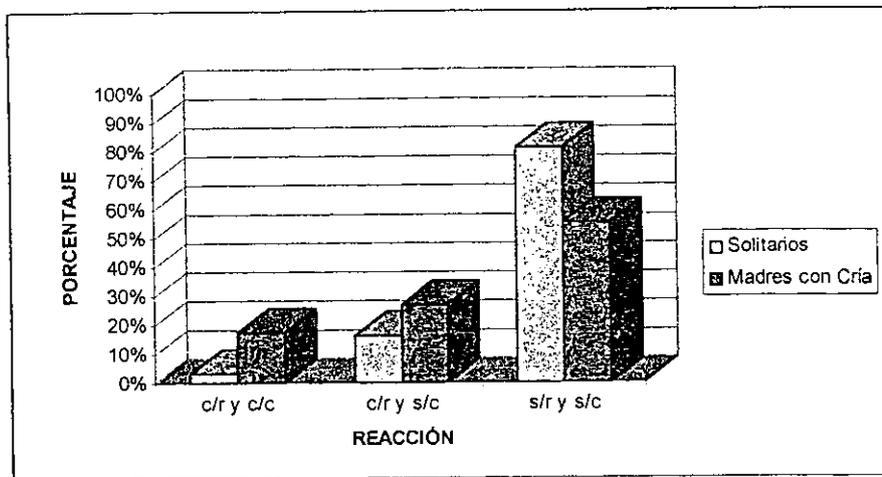
La gráfica 21 nos sirve para corroborar que definitivamente las ballenas solitarias rara vez reaccionan (se acercan) ante la presencia de embarcaciones y muy pocas veces presentan comportamientos amistosos. A lo largo de la temporada de 1997 sólo reaccionaron el 19% de las veces que se encontraron con embarcaciones (3%-amistosas y 16%-reacción sin contacto) y no lo hicieron en el 81% de los encuentros. En cambio, las madres con cría reaccionaron en total en el 44.5% de los encuentros con embarcaciones (17.5%-amistosas y 27%-reacción sin contacto) y no reaccionaron en el 55.5% de los casos, siendo la diferencia entre las que reaccionaron y las que no lo hicieron muy pequeña (Tabla 23). Es muy importante tomar en cuenta la mayor sensibilidad que presentan las madres con cría ante las embarcaciones

para la toma de decisiones sobre el manejo y observación de éstas en la laguna.

**Tabla 23:** Porcentajes de los distintos tipos de reacciones registradas en ballenas solitarias y madres con cría en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997. c/=con, s/=sin.

	Ballenas Solitarias	Madres con Cría
c/ reacción y c/ contacto	2.99%	17.59%
c/ reacción y s/ contacto	16.24%	26.92%
s/ reacción y s/ contacto	80.87%	55.49%
en total, si reaccionaron:	19.22%	44.50%

**Gráfica 21:** Porcentajes de las distintas reacciones que presentaron las Ballenas Grises en Laguna San Ignacio durante la temporada de 1997. (c/r= con reacción; c/c= con contacto; s/r= sin reacción y s/c= sin contacto).



Se han realizados otros estudios sobre las reacciones de distintas especies de ballenas a la presencia de embarcaciones. Por ejemplo, en el estudio llevado a cabo por Watkins, en el que recabó más de 25 años de observación en las aguas de Cape Cod, Golfo de Maine (E.U.), se compararon las reacciones de distintas ballenas (Rorcual Común, Rorcual Minke, Ballena Franca y Ballena Jorobada) hacia la actividad humana (Watkins, 1986). Las reacciones de las ballenas hacia las embarcaciones fueron consideradas como "Positivas" (P), "Sin Interés" (S) o "Negativas" (N). Los resultados fueron los siguientes:

### Rorcual Común (*Balaenoptera physalus*)

El rorcual común resultó ser la especie más cautelosa de todas las estudiadas por Watkins. Éste reaccionó fuertemente a los sonidos de baja frecuencia emitidos por las embarcaciones (los sonidos que las ballenas emiten (5-100 Hz) se encuentran en este rango). Sólo ocasionalmente las ballenas pasaron junto a las embarcaciones, generalmente huían rápidamente de éstas.

En los últimos años, desde 1976 a la fecha, se observó que los rorcuales comunes parecen "ignorar" a las embarcaciones a menos que éstas pasen a una distancia menor de 30 m de ellas. Su comportamiento ha cambiado, sin embargo, todavía permanecen en silencio cuando hay embarcaciones cerca de ellas e interrumpen sus secuencias de vocalización (Watkins, 1982).

Stone *et al.* (1992) realizaron estudios con el objetivo de ver si la presencia de embarcaciones turísticas alteraba la frecuencia respiratoria de los rorcuales comunes, compararon varios parámetros en presencia y ausencia de embarcaciones y obtuvieron que las embarcaciones no afectan significativamente el porcentaje total del tiempo que las ballenas pasan en o cerca de la superficie (a diferencia de los resultados obtenidos en el presente estudio con respecto a la ballena gris).

### Rorcual Minke (*Balaenoptera acutorostrata*)

Durante los primeros años del estudio de Watkins (de 1960 a 1976), los rorcuales minke presentaron generalmente reacciones "P" y "S" hacia las actividades humanas. Aunque rara vez dejaban que las embarcaciones se aproximaran a ellas, frecuentemente iban ellas a "investigarlas". Sólo

ocasionalmente presentaron reacciones "N". En años recientes estas ballenas han modificado su conducta presentando cada vez más reacciones de tipo "S", pareciendo generalmente imperturbadas por la presencia de embarcaciones y han dejado de aproximarse a las embarcaciones (disminución en la reacción "P").

Por otra parte, en los estudios de Leaper (1996), también se observó que los rorcuales minke generalmente no reaccionaron ni positiva ni negativamente hacia la actividad humana. Algunas veces presentaron reacciones negativas, cierta evasión hacia las embarcaciones, pero esto sólo sucedió en las ocasiones en que la embarcación se aproximó mucho a éstos (Leaper, 1996).

#### Ballena Franca (*Eubalaena glacialis*)

Durante sus observaciones, Watkins (1982) consideró que la ballena franca era más difícil de perturbar que el rorcual común y la ballena jorobada. La ballena franca no reaccionó a los sonidos de motor de baja frecuencia y con cuidado se podía aproximárseles, incluso mientras comían o interactuaban en grupos sociales. Generalmente se movían lento pero consistentemente alejándose de las embarcaciones que pasaban y se sumergían rápidamente cuando se les perturbaba. Brown y colaboradores (1991) mencionan que si a estas ballenas se les aproxima lenta y paralelamente generalmente no se les perturba, siempre y cuando no sea a 20 m o menos de distancia.

La conducta de estas ballenas no parece haber cambiado mucho con el tiempo, sin embargo, se tiene la impresión de que existe una menor vocalización en áreas cercanas a las playas. En los estudios de Watkins (1960

a 1985) las ballenas francas presentaron casi por igual reacciones "S" y "N", sin embargo, hay un pequeño aumento en el número de reacciones negativas "N" después de 1976, y no presentaron en ninguna ocasión a lo largo del estudio reacciones de tipo "P".

#### Ballena Jorobada (*Megaptera novaeangliae*)

En el primer periodo de la investigación de Watkins (de 1960 a 1976), sólo ocasionalmente se les podía aproximar a las ballenas jorobadas, y si esta aproximación resultaba ser muy cercana, emitían sonidos especiales como respuesta agonística (Watkins, 1967). Las ballenas jorobadas generalmente se alejaban de las embarcaciones y sólo los animales jóvenes se aproximaban a éstas para "investigarlas". La actividad que presentaban en superficie era considerablemente menor al haber embarcaciones cercanas y las ballenas perturbadas generalmente dejaban de emitir sonidos y se alejaban.

En contraste, en años más recientes (de 1976 a 1985), las ballenas jorobadas parecen "aceptar" a las embarcaciones turísticas y éstas ahora presencian muchas reacciones de tipo "P". Las ballenas generalmente dejan de realizar sus actividades por completo y exhiben un gran número de conductas en superficie (como por ejemplo saltos) al encontrarse cerca de embarcaciones. Este cambio se ha observado sobre todo en las ballenas que habitan o acuden a lugares con un gran número de turistas y tráfico de embarcaciones. Sin embargo, es importante mencionar que todavía hay ballenas en estos lugares que, sin importar el cuidado con que se les aproxime, siguen evadiendo a las embarcaciones (Clapham y Mattila, 1993).

En el estudio realizado por Ramírez (1995), en Los Cabos, Baja California Sur, se observó una disminución en los tiempos de buceo de las

ballenas jorobadas al haber embarcaciones presentes en el área. Observaciones de Baker *et al.* (1982 y 1989) en el sur de Alaska demostraron que, en general, al aproximarse una embarcación, las ballenas jorobadas responden con un decremento en sus intervalos respiratorios y un incremento en los tiempos de buceo. Esto mismo se observó en los resultados obtenidos en el presente estudio al acercarse las embarcaciones a menos de 30 m de distancia de las ballenas grises.

**Tabla 24:** Comparación de las reacciones de diferentes ballenas en el estudio de Watkins con las reacciones de la ballena gris\* obtenidas en el presente estudio. P=Positivas, S= Sin interés y N= Negativas.

	Total obs.	Antes de 1976			/	Después de 1976		
Rorcual común	(53)	0P 0%	11S 42%	15N 58%	/	1P 4%	20S 74%	6N 22%
Rorcual minke	(18)	4P 50%	3S 37%	1N 12%	/	2P 20%	7S 70%	1N 10%
Ballena franca	(21)	0P 0%	5S 50%	5N 50%	/	0P 0%	5S 45%	6N 55%
Ballena Jorobada	(37)	6P 33%	4S 22%	8N 44%	/	13P 68%	5S 26%	1N 5%
* Ballena gris	(413)				/	144P 35%	243S 59%	26N 6%

La tabla 24 nos muestra que cada especie de las estudiadas se comporta de una manera distinta ante la presencia de embarcaciones y también podemos observar que cada una experimenta cambios diferentes con el tiempo. El rorcual común y el minke han presentado cambios en los que cada vez se muestran más indiferentes a las embarcaciones, probablemente porque ya se acostumbraron a su presencia y ya no les molestan ni causan curiosidad como antes. La ballena jorobada, por el contrario, ha presentado

un gran cambio en su comportamiento y cada vez parece aceptar más, e incluso "disfrutar" de la presencia de observadores de ballenas. La ballena franca ha presentado más reacciones negativas con el tiempo, y aunque el cambio no parece haber sido muy grande, ahora sabemos que sí era importante tomarlo en cuenta, ya que hoy en día no encontramos ballenas francas alimentándose en el área donde fue realizado el estudio de Watkins (Cape Cod), lo que podría significar que la presencia de embarcaciones si les molestaba y lo demostraban por medio de reacciones negativas ante éstas. Es importante saber que esta manera de evaluar el impacto que tienen las embarcaciones sobre las ballenas puede ser efectiva y nos puede ser muy útil para la toma de decisiones sobre las regulaciones de la actividad de observación de ballenas.

La ballena gris presenta, respecto a los tres tipos de reacciones que se consideraron, un mayor número de respuestas sin interés hacia las embarcaciones. Sin embargo, también se sabe que ésta ha presentado un aumento en el número de comportamientos amistosos a lo largo del tiempo, por lo que, al igual que las jorobadas, las ballenas grises parecen reaccionar cada vez más positivamente hacia las embarcaciones e incluso disfrutar de la presencia de turistas. Sería interesante darle un seguimiento a este estudio para asegurarnos de cuál es realmente la evolución en el comportamiento de esta especie.

Es importante tomar en cuenta que en Laguna San Ignacio la gente que maneja las embarcaciones turísticas lo hace siguiendo las reglas y sin perseguir ni acosar a las ballenas. Los turistas que acuden a la laguna son, por lo general, personas conscientes de la importancia de seguir todas las regulaciones establecidas por el bien de las ballenas y de su hábitat, y por lo

tanto exigen el cumplimiento adecuado de éstas. Éste parece ser un factor importante para el incremento en el número de comportamientos amistosos que ha presentado la ballena gris a lo largo del tiempo en Laguna San Ignacio.

Mientras que antes lo normal era que las embarcaciones se encontraran con reacciones negativas por parte de las ballenas, tal vez como medida de prevención ante la posibilidad de ser cazadas. Ahora es más común presenciar reacciones indiferentes o positivas por parte de éstas (exceptuando a la ballena franca). Este cambio conductual ha sido gradual y parece darse con más rapidez en los lugares a los que acude un mayor número de turistas (IFAW, 1995), esto nos habla de una "habitación" por parte de las ballenas hacia las embarcaciones. Es importante recalcar que no todas las especies, ni todas las agrupaciones sociales, se "habitan" de igual manera a las embarcaciones, cada una lo hace reaccionando de distinta manera.

Por otra parte, habría que evaluar si es bueno que las ballenas se acostumbren y reaccionen de manera "positiva" a las embarcaciones y que incluso lleguen a ser amistosas. Podría ser perjudicial para ellas, ya que, por ejemplo, sería posible que aumentara el número de accidentes (impactos) entre las ballenas y las embarcaciones. Por otro lado, en caso de que con el tiempo se vuelva a permitir la caza de ballenas, al no tener éstas miedo a las embarcaciones y acercárseles, evidentemente se volverían presa fácil para los cazadores. Siendo este el caso, la "habitación" podría traer a las ballenas consecuencias fatales.

Respecto a la comparación que se hizo de las reacciones que presentó la ballena gris en Laguna San Ignacio con las de distintas especies en Cape

Cod, es importante hacer notar la diferencia que hay entre estos dos lugares. Cape Cod es un área a la que acuden las ballenas para alimentarse, mientras que Laguna San Ignacio es para las grises un área de apareamiento y crianza. Hay que tomar en cuenta que en las áreas de alimentación las crías ya están relativamente grandes (entre 7 y 9 m) y ya no son tan delicadas ni necesitan tanto cuidado parental como de recién nacidas (que miden entre 4 y 5 m). También hay que considerar que probablemente las ballenas, aún siendo de la misma especie, presentan reacciones distintas al estar realizando diferentes actividades y al encontrarse ante la presencia de distintos tipos de embarcaciones (en Cape Cod no utilizan pangas, las embarcaciones son de mayor tamaño y distinto tipo de motor) y esto debe ser tomado en cuenta para el análisis de la comparación llevada a cabo entre las especies observadas en las dos distintas áreas. Las ballenas incluso pueden comportarse de distinta manera al encontrarse en diferentes áreas, aunque en ellas realicen la misma actividad. Los trabajos de Swartz y Jones (1979, 1980) y Rice *et al.* (1981) entre otros, indican que el comportamiento reproductivo de la ballena gris es diferente en las distintas lagunas mexicanas.

Antes de llegar a las conclusiones, es importante tomar en cuenta los siguientes puntos:

La estancia de las ballenas en las áreas de reproducción es decisiva para el bienestar y recuperación de las poblaciones, ya que de ésta depende su éxito reproductivo. Efectivamente, la presencia de embarcaciones y la distancia a la que se aproximan a las ballenas grises, provocan un cambio en el comportamiento de éstas. Sin embargo, no podemos inferir que este cambio

sea negativo ni que afecte de alguna manera al desarrollo de las ballenas grises, incluso podría llegar a ser positivo o neutro (IFAW, 1995). Los cambios en el comportamiento al enfrentar situaciones extrañas o distintas son comunes en los seres vivos. De cualquier manera, con base en los resultados, podemos decir que las actividades turísticas llevadas a cabo bajo las regulaciones de la NOM EM '96 disminuyen en gran medida el número de impactos que podrían ser causados sin regulaciones sobre las ballenas grises, por lo que es recomendable continuar bajo el cumplimiento de las mismas. Aunque hay que recalcar que hacen falta un mayor número de estudios y de observaciones para poder llegar a establecer las regulaciones "ideales".

Por otra parte, respecto a la zona permitida para el turismo (zona inferior), es ésta la más adecuada por ser la más profunda de la laguna y por presentar canales que permiten el paso a las ballenas en cualquier momento. Además, es ésta la zona en la que las ballenas se encuentran menos vulnerables. La primera parte de la temporada encontramos casi exclusivamente ballenas solitarias, mientras que las madres con sus crías recién nacidas se establecen en la parte norte de la laguna y bajan más tarde, una vez que las crías están más grandes y son menos vulnerables. Por otro lado, es el lugar más conveniente para el negocio del turismo ya que en él encontramos ballenas durante la mayor cantidad de tiempo, por ser éste sitio el preferido tanto de ballenas solitarias (que son las primeras en arribar) como de madres con cría en la última parte de la temporada.

Por el momento, parece no haber una relación inversa entre el número de embarcaciones y el número de ballenas presentes en la zona turística, este último parece deberse más bien a la distribución normal de las ballenas en la laguna a lo largo de la temporada. En caso de que el turismo incremente

con el tiempo, habrá que considerar lo que suceda con un aumento en el número de embarcaciones presentes a lo largo del día (promedio de embarcaciones por día), y en caso de presentarse algún cambio en la abundancia o en el comportamiento normal de las ballenas, establecer un límite más estricto en el "número máximo simultáneo" de embarcaciones propuesto por la NOM EM '96 (12 embarcaciones) o limitar el número de salidas que pueda realizar cada campamento por día. También es importante que el número de personas por lancha sea el mayor posible dentro de las medidas de seguridad (10 personas máximo), para así realizar una menor cantidad de viajes (Sánchez-Pacheco, 1997).

Al existir en la primera mitad de la temporada un número mayor de ballenas solitarias que de madres con cría, y en la segunda mitad lo contrario, surgió la idea de adecuar las regulaciones de diferente manera en el transcurso de la temporada. Está claro que las ballenas solitarias ignoran con más frecuencia a las embarcaciones y por lo tanto son menos susceptibles a la presencia de éstas. Tomando en cuenta esta observación, podríamos considerar la posibilidad de dar a los conductores de las embarcaciones un mayor margen en cuanto a la distancia a la que puedan acercarse a las ballenas (considerar una zona de amortiguamiento) en la primera parte de la temporada (siempre y cuando se cercioren de que no lleven cría). Cabe aclarar que no se realizaron registros de las frecuencias respiratorias de las ballenas solitarias y no sabemos aún si, al igual que las madres con cría, reaccionan al encontrarse las embarcaciones a menos de 30 m de distancia o al ser perseguidas por éstas. Sería recomendable que, antes de actuar cambiando las regulaciones, se evalúe el comportamiento respiratorio de las ballenas solitarias al igual que se hizo con las madres con cría. De cualquier

manera, con las reglas ya establecidas en la NOM-EM '96, la observación de ballenas se puede llevar a cabo excelentemente, no es necesario ni perseguir a las ballenas ni acercarse a éstas a una distancia menor de 30 m para tener la oportunidad de verlas bien. Es una buena propuesta la de dar la oportunidad a las propias ballenas de acercarse a una menor distancia cuando ellas así lo quieran y de decidir el tiempo de interacción con las embarcaciones.

Con respecto a los estudios que se han llevado a cabo sobre la conducta que presentan las ballenas en presencia de embarcaciones, éstos nos muestran que cada especie reacciona de una manera particular a esta situación. Es importante considerar lo anterior para la realización de normas y reglas para la observación de ballenas. Debemos evitar generalizar las conductas y reacciones observadas en una especie, región geográfica en particular y época del año. Es preciso realizar estudios para cada una de las diferentes especies y sus distintas áreas de distribución, con el fin de establecer reglas específicas y adecuadas para cada caso. Por otra parte, las distintas especies de ballenas han ido presentando diferentes cambios conductuales con respecto a las embarcaciones a través del tiempo, por lo que es necesario llevar a cabo un monitoreo de las actividades y estudios de "observación de ballenas" para que las regulaciones puedan irse ajustando con el tiempo a las nuevas situaciones. También es importante tomar en cuenta que dentro de una misma especie, los diferentes individuos y agrupaciones sociales reaccionan de una manera distinta. Por lo tanto, lo ideal es estudiar un gran número de individuos, tomando en cuenta las agrupaciones, para poder aplicar con más exactitud las reglas en beneficio a la mayoría.

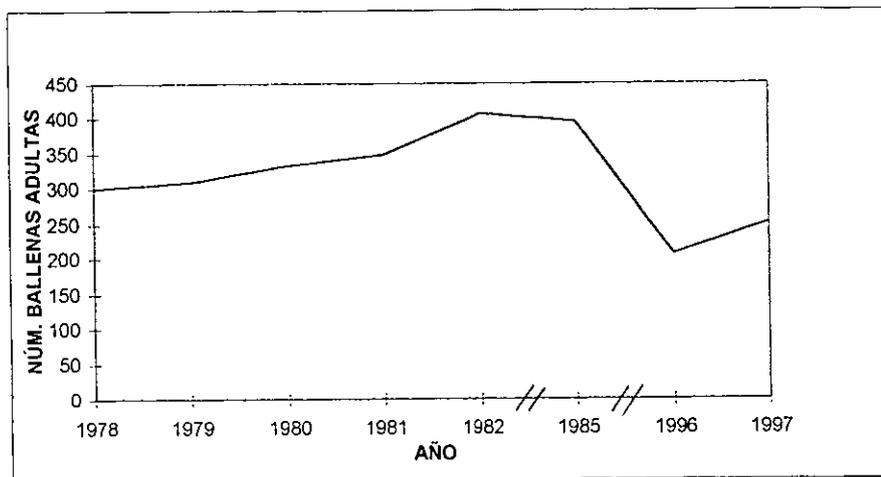
Aún es difícil determinar, por medio de estudios a corto plazo, si el turismo afecta o no a las ballenas grises a mediano y largo plazo. El número total de ballenas grises de la población americana ha aumentado y se ha recuperado muy bien durante los últimos años, por lo que podríamos pensar que el desarrollo de la actividad de observación turística de ballenas no les ha afectado. Sin embargo, el número de ballenas en Laguna San Ignacio ha disminuido comparado con el que había durante los estudios de Swartz (1978 a 1985) (Tabla 25 y Gráfica 22). Para la realización de la tabla 25 y gráfica 22 no se tomaron en cuenta los censos realizados en 1984, debido a que en este año Jones, Swartz y Dalheim realizaron estudios con respecto al efecto del sonido en las ballenas. Los resultados sugirieron que el ruido causó que las ballenas, tanto solitarias como madres con cría, evitaran o abandonaran la laguna durante esa temporada. Con respecto al número de turistas que acuden a la laguna, éste no ha aumentado tanto como ha sucedido en otras lagunas (Jorge Urbán com. pers.), sin embargo, ha aumentado de aproximadamente 1000 visitantes en 1993 (Young y Dedina, 1994) hasta aproximadamente 3000 visitantes en 1996 (Sánchez Pacheco, 1997), y ésto representa un incremento del 200% en sólo 3 años (Flores de Sahagún, 1997).

Es difícil evaluar si la presencia de los turistas tiene algo que ver con la disminución en el número de ballenas que acuden a la laguna año con año, o si se debe a otros factores, como podrían ser los cambios en la batimetría de la laguna, factores externos a la laguna como fluctuaciones oceanográficas, cambios en la distribución de las ballenas en las distintas lagunas, cambios climatológicos globales o ciclos normales en la población (Flores de Sahagún, 1997).

Tabla 25: Número máximo de ballenas grises registrado de 1978 a 1985 (salvo 1983 y 1984) por Steven Swartz y en 1996 y 1997 por el equipo de la UABCS.

AÑO	1978	1979	1980	1981	1982	1985	$\bar{X}$	1996	1997	$\bar{X}$
# B	300	308	332	348	407	395	348	207	253	230

Gráfica 22: Número de Ballenas Grises Adultas presentes en diferentes años en Laguna San Ignacio.



Los cambios constantes en el comportamiento y fisiología de las ballenas a corto plazo pueden, pero no necesariamente, causar estrés en los individuos y perjudicar su salud, o pueden dar como resultado que cambien a mediano plazo las áreas importantes de su hábitat alejándose de éstas

(situación que está ocurriendo en Laguna San Ignacio, aunque todavía no podemos atribuirle una razón específica). Estas consecuencias podrían afectar a largo plazo el éxito reproductivo de la ballena gris causándole un daño. Por eso es muy importante no olvidar los impactos que se pueden presentar a mediano y largo plazo. Es preciso monitorear y dar seguimiento a los estudios de observación de ballenas que estén siendo realizados.

Jones y Swartz, en 1984, declararon que las ballenas perciben a las embarcaciones turísticas y que su conducta hacia éstas ha cambiado con el tiempo, indicando un proceso de habituación. Concluyeron que "las ballenas grises poseen suficiente resiliencia para tolerar la presencia física y las actividades de las embarcaciones de "whale-watching", así como los niveles de sonido producido por éstas sin mayor trastorno". También observaron que la mortalidad de crías no fue mayor en Laguna San Ignacio, que en otras lagunas en donde la observación de ballenas era insignificante. Sin embargo, pensaron que un factor clave para la estabilidad de la población era el refugio en las partes media y superior de la laguna que provee a las ballenas de un área libre de actividades turísticas. Con base en los resultados obtenidos en este estudio podemos apoyar esta idea, ya que observamos que todavía hay un número importante de ballenas (sobre todo madres con cría) que reaccionan negativamente ante la presencia de embarcaciones y tienen la opción de refugiarse en las áreas libres de turismo.

Se puede notar que en el presente estudio no se cuenta con los elementos necesarios para poder determinar si el efecto que causa el turismo sobre las ballenas grises es negativo, positivo o neutro. Una de las partes importantes de los resultados consiste en poder reaccionar, en un futuro, los cambios que se observan en el comportamiento de las ballenas con

los que esté presentando la población. Si está disminuyendo el número de ballenas, si está cambiando su distribución normal o si se está viendo afectada la población de alguna otra manera y no existe ninguna relación entre esto y algún fenómeno natural o cambio físico en el área, entonces, se puede interpretar esos cambios como negativos. Será muy útil la observación de estas conductas para poder monitorear a las poblaciones y saber cuándo se están viendo afectadas y se debe actuar cambiando la reglamentación. Si por el contrario, la población se sigue recuperando como lo ha hecho hasta ahora sin modificar su distribución y biología, se tendrá una indicación de que los cambios que se presentan en las ballenas grises ante las embarcaciones son "normales", como los que presentaría cualquier ser vivo ante la manifestación de algo "diferente".

## CONCLUSIONES

---

- Existe una relación inversa entre el promedio del número de embarcaciones presentes en el área de Punta Piedra y el promedio del número de ballenas que acudieron a ésta por día en la temporada de 1997. Sin embargo, es probable que el promedio del número de ballenas se deba a otros factores, principalmente a la distribución normal de éstas a lo largo de su estancia en la laguna.
- A mayor número de embarcaciones turísticas, menor número de patrones conductuales observados en las ballenas grises.
- Los atisbos fueron la conducta que presentó una mayor relación inversa en cuanto al número de embarcaciones presentes en el área de observación.
- En presencia de la embarcación-investigación, las ballenas (madres con cría) presentaron un aumento en los tiempos de apnea, mientras que en ausencia de embarcaciones hubo una disminución en éstos.
- Hay una diferencia entre la frecuencia respiratoria registrada en las ballenas que se encontraban en presencia de la embarcación-investigación, que con frecuencia las "perseguía", y entre la registrada en la zona inferior donde acuden las embarcaciones turísticas, que generalmente se encontraban quietas en el área. Al haber un número mayor de embarcaciones turísticas disminuyó el periodo de apnea de las ballenas, es decir, presentaron un comportamiento similar a cuando se encontraban en ausencia de embarcaciones. Por lo tanto, es un factor clave para el bienestar de las ballenas no permitir que las embarcaciones las persigan o las acosen.

- A menor distancia entre la embarcación-investigación y las madres con cría, mayor el tiempo de apnea que presentaron éstas y viceversa.
- Al estar la embarcación-investigación a 30 m o más de distancia ya no hubo en las frecuencias respiratorias una diferencia significativa con respecto a las registradas desde tierra.
- Las reacciones que presentaron las ballenas grises hacia las embarcaciones turísticas fueron en su mayoría reacciones "sin interés" (59%), y solo un pequeño porcentaje reaccionó negativamente (6%).
- De las reacciones positivas que presentaron (35%), el 35% fueron "amistosas", de las cuales el 90% fueron realizadas por madres con cría. Se observó que igual que en la temporada de 1996, y a diferencia de las ballenas solitarias, este comportamiento "amistoso" fue aumentando en las madres con cría conforme transcurrió la temporada.
- Las madres con cría presentaron, con relación a las ballenas solitarias, un mayor número de reacciones tanto "positivas" como "negativas" hacia las embarcaciones turísticas, por lo que parecen ser más vulnerables a éstas.
- Las ballenas solitarias presentaron una mayor cantidad de reacciones "sin interés", lo que sugiere que con frecuencia "ignoran" a las embarcaciones turísticas, siendo por tanto menos susceptibles a su presencia.
- Las ballenas que se encuentran formando grupos de cortejo parecen ser, con respecto a las demás categorías, las más tolerantes a la presencia de embarcaciones turísticas.
- Se observó que sí existen cambios en la conducta de las ballenas grises ante la presencia de embarcaciones. Sin embargo, este estudio no cuenta con los elementos necesarios para determinar si estos cambios son negativos, positivos o neutros.

- Las actividades turísticas llevadas a cabo bajo las regulaciones de la NOM EM '96 disminuyen en gran medida el número de impactos que podrían ser causados sin regulaciones sobre las ballenas grises, por lo que es recomendable continuar bajo el cumplimiento de las mismas.

## SUGERENCIAS

---

Se sugiere estandarizar la colecta de datos para continuar con los estudios relacionados a la observación de ballena gris en las lagunas mexicanas. Así se podrá llevar a cabo un monitoreo y una comparación entre las distintas lagunas. Se propone la colecta de los siguientes datos:

- 1) Censos de ballenas (especificando categorías) y embarcaciones (tomando en cuenta el tipo de éstas) en un área determinada y a diferentes horas del día.
- 2) Pautas conductuales realizadas por las ballenas en un área determinada, considerando el número de embarcaciones que se encuentren cerca de éstas (a menos de 20 pangas de distancia) durante cada registro.
- 3) Frecuencias respiratorias, tratando de registrar a individuos pertenecientes a las distintas agrupaciones sociales. Los registros se deberán llevar a cabo desde tierra (control) y a bordo de embarcaciones turísticas cuando sea posible, o de embarcaciones que se manejen de manera similar a las turísticas.
- 4) Anotar la distancia entre ballena-embarcación cada vez que se registre una respiración.
- 5) Al mismo tiempo que se registre la frecuencia respiratoria, anotar el tipo de reacción que presente cada individuo hacia la embarcación, para así poder relacionar ambas conductas.
- 6) Utilizar la definición que se usó en el presente estudio para los distintos tipos de reacción (positiva, negativa y neutra).
- 7) Registrar las condiciones climáticas en cada caso.

## REFERENCIAS

---

- Aguayo, L.A y Urbán R.J. 1984. La Ballena Gris de México, *Eschrichtius robustus*, estado actual y perspectivas. I Reunión Internacional sobre la Ballena Gris de Baja California. Tijuana, B.C., México. 10 p.
- Aguayo, L.A. 1989. La conservación de los recursos naturales renovables. pp. 38-47. En: The Wildlife Society de México, SEDUE (Eds.) Memoria del Segundo Simposium Internacional de Vida Silvestre. Acapulco, Guerrero. 17-20 de mayo de 1988. Talleres gráficos de la Nación. México D.F.
- Anónimo, 1991. Endangered fish and wildlife: Gray whale. Department of Commerce (National Oceanic and Atmospheric Administration). Proposed Rules. Federal register, November 22, 1991. 56 (226):58869-58877.
- Anónimo, 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-159-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación. México D.F., 16 de mayo de 1994. 26 p.

Anónimo, 1997. Recupera la ballena gris niveles de reproducción. Periódico El Nacional. México D.F., 4 de marzo de 1997. p 19.

Anónimo, 1998. Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas, relativas a su protección y la conservación de su hábitat. Documento interno de trabajo, Dirección General de Vida Silvestre, Instituto Nacional de Ecología.

Auriolos, G.D, Urbán, R.J y Morales, V.B. 1993. Programa Nacional de Investigación sobre Mamíferos Marinos. Pp 139-159 *En*: Biodiversidad Marina y Costera de México. S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 865 p.

Baker, C.S., Herman, L.M., Bays, B.G. y Stifel, W.F. 1982. The impact of vessel traffic on the behavior of humpback whales in southeast Alaska. Contract No. 81-ABC-00114, June 1, 1982. Report to the National Marine Fisheries Service, Seattle, W.A. 39 p.

Baker, C.S., Herman, L.M. 1989. Behavioral responses of summering humpback whales to vessel traffic: experimental and opportunistic observations. Technical report NPS-NR-TRS89-01. National Park Service, Alaska Regional Office, Anchorage, AK.

- Bogoslovskaya, L.S. 1986. On the behavior of gray whales of Chukotka and Koryaka. *Rep. Int. Whal. Commn* Special Issue 8:243-251.
- Breceda, A., Castellanos, A., Arriaga, L. y Ortega, A. 1991. Conservación y áreas protegidas en Baja California Sur. Pp. 21-31. *En*: Ortega, A. y Arriaga, L. La Reserva de la Biósfera el Vizcaíno en la Península de Baja California. C.I.B., Baja California Sur, México.
- Buckland, S.T., Breiwick, J.M., Cattnach, K.L. y Laake, J.L. 1993. Estimated population size of the California gray whale. *Mar Mamm. Sci.*, 9 (3):235-249.
- Carlson, C.A. 1995. A review of whale watching guidelines and regulations around the world. IFAW. Documento presentado para el Workshop on the Scientific Aspects of Managing Whale Watching, Montecastello de Vibio, Italy (1995) (sin publicar) 57 p.
- Clapham, P.J. y Mattila, D. 1993. Reactions of humpback whales to skin biopsy sampling on a West Indies breeding ground. *Mar. Mammal. Sci.*, 9(4):382-391.
- Cole, N.H. 1980. Behavior patterns of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in San Ignacio Lagoon, Baja California, México. Orange Coast College, Costa Mesa, California, USA. Permit No. 10295. 16 p.

- Cole, N.H. 1985. Identification, feeding, and other observations of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in San Ignacio Lagoon, Baja California, México. Report prepared for the National Institute of Fisheries, México. Reproduced by Orange Coast College. 12 p.
- Cortez, A.M. 1997. Patrones de buceo de hembras y crías de ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en la Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. Tesis profesional. UNAM, México. 70 p.
- Dahlheim, M.E. 1983. Acoustical studies on the gray whale (*Eschrichtius robustus*) in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. (sin publicar). Reporte final para la Secretaria de Pesca, México. 55 p.
- Dahlheim, M.E. 1987. Bio-acoustics of the gray whale (*Eschrichtius robustus*), PhD. Dissertation, Univ. of Brit. Columbia, Dept. of Zool., Vancouver, B.C., Canada, 311 p.
- Dahlheim, M.E., Schempp, J.D., Swartz, S.L. y Jones. M.L. 1981. Attraction of gray whales, *Eschrichtius robustus*, to underwater outboard engine noise in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. *J. Acoust. Soc. Am.* 70(Suppl.1), S83-S84.

- Dahlheim, M.E., Fisher, J.K. y Schemmp, J. 1984. Sound production by the gray whale (*Eschrichtius robustus*) and ambient noise level in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. Pp. 499-529. *En*: M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood (eds.) *The gray whale, Eschrichtius robustus*. Academic Press, Inc., Orlando. Fla. 600 p.
- Dahlheim, M.E. y Ljungblad, D. 1990. Preliminary hearing study on gray whales (*Eschrichtius robustus*) in the field. Pp. 335-46. *En*: J. Thomas y R. Kastelein (eds.) *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence*. Plenum Press, New York. [TOTAL DE PAGINAS ?]
- Dedina, S. y Young E.H. 1995. Conservation and development in the gray whale (*Eschrichtius robustus*) lagoons of Baja California Sur, Mexico. Reporto to the U.S. Marine Mammal Commission. Contract No. T10155592.
- Dedina, S. 1996. The production of gray whale conservation in B.C.S. Mexico. Tesis Doctoral en Filosofía. Texas University, Austin. 352 p.
- Edds, P.L. y Mac Farlane, J.A.F. 1987. Ocurrance and general behavior of Balaenopterid cetaceans sumerging in the St. Lawrence Estuary, Canada. *Can.J.Zool.* 65:1363-1376.
- Findlay, K. 1997. A review of the effects of tourism activities on cetaceans. Trabajo SC/49/O29 presentado en el *Rep. Int. Whal. Commn (1997)* (sin publicar). 22 p.

- Fleischer, L.A. 1990. Aerial surveys of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Mexican waters (1980-1990). Programa Nacional de Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos en México. Instituto Nacional de la Pesca. Documento SC/A90/G29. Mayo 1990.
- Fleischer, L.A., Manzanilla, S. y Fuentes, R. 1983. Estudios de mortalidad incidental de ballena gris en Baja California Sur, México. (sin publicar). Reporte para la Secretaria de Pesca, La Paz, Baja California Sur, México. 26 p.
- Fleischer, L.A. y Beddington, S. 1985. Seasonal abundance, reproduction and early mortality rates of gray whale (*Eschrichtius robustus*), in mexican waters (1980-1985). Paper SC/A90/G29 presented to the Scientific Committee. June 1985. (sin publicar).
- Flores de Sahagún, V. 1997. Abundancia y Distribución Espacio-Temporal de la Ballena Gris *Eschrichtius robustus* (Lilljeborg, 1861) en la Laguna San Ignacio, B.C.S. Temporada de 1996. Tesis Profesional UABCS, México. 69 p.
- Gilmore, R.M. 1976. En: Jones, M.L. y S.L. Swartz, 1986. Demography and phenology of gray whales and evaluation of human activities in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México: 1978-1982. Final report to U.S. Marine Mammal Commission. Cetacean Research Associates. San Diego, California, E.U.A. 69 p.

Gómez, L.R. 1998. Identificación de las conductas en superficie de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en el área reproductiva de el Archipiélago de Revillagigedo, México. Tesis Profesional. Universidad Simón Bolívar, México. 63 p.

Hammond, P.S. 1987. Techniques for estimating the size of whale populations. Symp. Zool. Soc. Lond (1987). No. 58:225-245. *En*: Harris, S. 1987. Mammal population studies. Zoological Society of London Symposia 58, Oxford Science Publications. 350 p.

Harvey, J.T. y Mate, B.R. 1984. Dive characteristics and movements of radio-tagged gray whales in San Ignacio lagoon, Baja California Sur, México. *En*: M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood (eds.) The gray whale, *Eschrichtius robustus*. Academic Press, Inc., Orlando. Fla. 600p.

Hoyt, E. 1995. Behavior of Cetaceans in the presence and absence of boats. A review. Trabajo presentado para el Workshop on the Scientific Aspects of Managing Whale Watching Montecastello di Vibio, Italy. 30 de marzo al 4 de abril de 1995.

IFAW., Tethys Research Institute and Europe Conservation. 1995. Report of the workshop on the scientific aspects of managing whale watching, Montecastello de Vibio, Italy. 40 p.

IUCN, 1996. 1996 IUCN Red List of Threatend Animals. IUCN, Gland, Switzerland, 368 p.

Jones, M.L. 1990. The reproductive cycle in gray whales based on photographic resightings of females on the breeding grounds from 1977-82. *Rep. Int. Whal. Commn* (Special Issue) 12:177-182.

Jones, M.L. y Swartz, S.L. 1984. Demography and phenology of gray whales and evaluation of whale-watching activities in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. pp. 309- 374. *En. M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood* (eds.) *The gray whale Eschrichtius robustus*. Academic Press, Inc., Orlando, Fla. 600p.

Jones, M.L., Swartz, S.L. y Dalheim, M.E. 1994. Census of gray whale abundance in San Ignacio Lagoon: a follow-up study in response to low whale counts recorded during an acoustic playback study of noise-effects on gray whales. U.S Department of Commerce N.T.I.S. Final Report. Publication PB 94-195062. 32p.

Klinowska, M. 1991. Dolphins, porpoises and whales of the world. The IUCN Red Data Book, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. viii +429 p.

Leatherwood, S. y Beach, D.W. 1975. A California gray whale calf (*Eschrichtius robustus*) born outside the calving lagoons. *Bull. Soc. Calif. Acad. Sci.* 74(1):45-46.

Leatherwood, J.S., Reeves, R.R., Perrin, W.F. y Evans, W.E. 1988. Whales, dolphins and porpoises of the eastern North Pacific and adjacent arctic waters: a guide to their identification. Dover Publications, New York. 245 p.

Leaper, R. 1996. Analysis of mink whale (*Balaenoptera acutorostrata*) headings from the NILES95 survey with reference to possible migration patterns and avoidance vessels. Trabajo SC/48/NA14 presentado en la *Rep. Int. Whal. Commn* (1996) (sin publicar) 13 p.

Mate, B.R. 1990. Gray whales *Eschrichtius robustus*. Oregon University Extension Service, U.S. SG 52. 2 p.

Mate, B.R. y J.T. Harvey. 1984. Ocean movements of radio tagged gray whales. *En: Jones, M.L., Swartz, S.L. y Leatherwood, S. (eds.) pp. 33-55, The Gray Whale, Eschrichtius robustus*. Academic Press, Orlando, 600 p.

Millan, N.R. 1984. Implicaciones sobre la conservación de la ballena gris *Eschrichtius robustus* en las lagunas de Baja California. Ponencia presentada en "1° Reunión Internacional sobre la Ballena Gris de B.C." Marzo 1984. 3 p.

Mitchell, C.T. y Ware, R.R. 1989. Gray whale monitoring study. Final Report. U.S. Department of the Interior Minerals Management. 25-26.

- Montero, R., Arechavaleta, M., Lens, S. y Rodriguez, J.L. Whalewatching in the Canary Islands (Spain): Development and management. Trabajo SC749/O26 presentado en la *Int. Whal. Commn* (1997) (sin publicar). 11 p.
- Norris, K.S., Goodman, R.M., Villa, R.B. y Hubbs, L. 1977. Behavior of California gray whale, *Eschrichtius robustus*, in Southern Baja California, Mexico. *Fish. Bull.* 75(1):159-172.
- Norris, K.S., Villa R.B., Nichols, J., Würsig, B. y Miller, K. 1983. Lagoon entrance and other aggregations of gray whales (*Eschrichtius robustus*). Pp. 259-293. *En:* Payne, R. (ed.) *Communication and behavior of whales*. Westview Press, Inc., Boulder, Colorado. 643 p.
- Parson, C. 1995. Summary Report, Encounters with whales 95. *En:* Australian Nature Conservation Agency and Queensland Department of Environment and Heritage. Hervey Bay Queensland, Australia. 28 p.
- Ramírez, S.S. 1995. Efectos de las embarcaciones sobre el comportamiento del rorcual jorobado, *Megaptera novaeangliae*, en Baja California Sur, México. Tesis Profesional. UABCS, México. 55 p.
- Reeves, R.R. 1984. Modern commercial pelagic whaling for gray whales. Pp. 187-200. *En:* M.L. Jones, S.L. Swartz y S. Leatherwood (eds.) *The gray whale Eschrichtius robustus*. Academic Press, Inc., Orlando, Fla. 600p.

- Reeves, R.R. y Leatherwood, S. 1994. Dolphins, Porpoises and Whales: 1994 - 1998 Action Plan for Conservation of Cetaceans. IUCN, Gland, Switzerland, 92 pp.
- Rice, D.W. y Wolman, A.A. 1971. The life history and ecology of the gray whale (*Eschrichtius robustus*). *Spec. Publ. Am. Soc. Mammal.* 3:1-142.
- Rice, D.W., Wolman, A.A., Withrow, D.E. y Fleischer, L.A. 1981. Gray whales on the winter grounds in Baja California. *Rep. Int. Whal Commn* 31:477-493.
- Ruiz, R. 1997. La baleine grise (*Eschrichtius robustus*) et son etude comportementale dans la Lagune de San Ignacio (Basse Californie). Tesis para obtener el grado de Doctor Veterinario. Escuela Nacional Veterinaria de Lyon, Universidad Claude Bernard, Francia. 101p.
- Sánchez-Pacheco, J.A. 1997. Descripción y desarrollo de las actividades turísticas de observación de ballena gris en las lagunas de la Reserva de la Biósfera "El Vizcaíno" y Bahía Magdalena, Baja California Sur. México. 1996-1997. Reporte de los estudios 1996-1997 sobre la ballena gris en la Reserva de la Biósfera "El Vizcaíno". Informe Técnico interno, Reserva de la Biósfera "El Vizcaíno". Instituto Nacional de Ecología SEMARNAP 1997.

Sánchez-Pacheco, J.A. 1997. Distribución y abundancia de ballena gris en las lagunas de Ojo de Liebre y San Ignacio, Baja California Sur, México: 1996:1997. Reporte de los estudios 1996-1997 sobre la ballena gris en la Reserva de la Biósfera "El Vizcaíno" . Informe Técnico interno, Reserva de la Biósfera "El Vizcaíno". Instituto Nacional de Ecología SEMARNAP 1997.

Sánchez-Pacheco, J.A y Valdés, J.L.A. 1997. Tránsito de ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en Bahía Ballenas, Baja California Sur. México: Reporte de los estudios 1996-1997 sobre la ballena gris en la Reserva de la Biósfera "El Vizcaíno" . Informe Técnico interno, Reserva de la Biósfera "El Vizcaíno". Instituto Nacional de Ecología SEMARNAP 1997.

Samaras, W.F. 1974. Reproductive behavior of the gray whale *Eschrichtius robustus*, in Baja California. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*. 73(2):57-64.

Stone, G.S., Katona, S.K., Mainwaring, A., Allen, J.M. y Corbett, H.D. 1992. Respiration and surfacing rates of fin whales (*Balaenoptera physalus*) observed from a lighthouse tower. *Rep. Int. Whal. Commn* 42:739-745.

Sumich, J.L. 1983. Swimming velocities, breathing patterns and estimated costs of locomotion in migrating gray whales, (*Eschrichtius robustus*). *Can. J. Zool.* 61:647-652.

- Sund, P.N. 1975. Evidence of feeding during migration and of an early birth of the California gray whale (*Eschrichtius robustus*). *Journal of Mammalogy*. 56(1):265-266.
- Swartz, S.L. 1986. Gray whale migratory, social and breeding behavior. *Rep. Int. Whal. Commn* (Special Issue) 8:207-229.
- Swartz, S.L. y Cummings, W.C. 1978. Gray whales, *Eschrichtius robustus*, in Laguna San Ignacio, Baja California, México. MMC-78/03. U.S. Mar Mamm. Comm., Washington, D.C. NTIS PB-276319. 38 p.
- Swartz, S.L. y Jones, M.L. 1979. The evaluation of human activities on gray whales (*Eschrichtius robustus*), in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. *U.S. NTIS PB Rep.* PB-289737. 42 p.
- Swartz, S.L. y Jones, M.L. 1980. Gray whales (*Eschrichtius robustus*), during the 1977-1978 and 1978-1979 winter seasons in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. *U.S. NTIS PB Rep.* PB-80-202989. 34 p.
- Swartz, S.L. y Jones, M.L. 1981. Demographic studies and habitat assessment of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. *U.S. NTIS PB Rep.* PB-82-1233773. 56 p.
- Urbán, J.R., Gómez Gallardo, A.U., y Palmeros, M.R. 1996. La Ballena gris en Laguna San Ignacio y Bahía Ballenas, temporada invernal 1996. Informe final. 62 p.

- Urbán, J.R., Gómez Gallardo, A.U, Flores de Sahagún, V., Cifuentes, J.L., Ludwig, S. and Palmeros M.R. 1997. Gray Whale Studies at Laguna San Ignacio, B.C.S., México, Winter 1996. Trabajo SC/48/AS19. *Rep. Int. Whal. Commn* 47:625-633 .
- Urbán J.R., Gómez-Gallardo A.U. and Palmeros M.R. 1997. Report of the 1997 gray whale studies at Laguna San Ignacio, B.C.S., Mexico. Trabajo SC/49/AS presentado en la *Int. Whal. Commn* (1997) (sin publicar). 13p.
- Villa, B.R. 1981. Las Ballenas grises de Baja California otra vez amenazadas. *En: Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. Ballena Gris. Reunión Nacional de la Ballena Gris, México.* 48 p.
- Walker, E. 1964. *Mammals of the world, Vol. II.* The Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, USA. 1500 p.
- Walker, T.J. 1971. The California gray whale comes back. *Natl. Geog. Mag.*, 193:394-415.
- Watkins, W.A. 1967. Air-borne sounds of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, *Journal of Mammalogy* 48:573-578.
- Watkins, W.A. 1982. Correlation of activities and underwater sounds of finback whales (*Balaenoptera physalus*). *Scientific Reports of the Whales Research Institute, Tokyo* 33:83-117.

Watkins, W.A. 1986. Whale reactions to human activities in Cape Cod waters. *Marine Mammal Science*, 2(4):251-262.

Young, E.H. 1995. Elusive Edens: Linking local needs to nature protection in the coastal lagoons of Baja California Sur, Mexico. Tesis Doctoral en Filosofía, Texas University, Austin. 14 - 216 p.

Young, E. y Dedina, S. 1994. Community and conservation: Gray whale (*Eschrichtius robustus*) en Baja California Sur, México. Trabajo presentado en la XIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S. México. 15-18 de mayo de 1994.

Zimushko, V.V. e Ivashin, M.V. 1980. Some results of soviet investigations and whaling of gray whales (*Eschrichtius robustus*, Lilljeborg 1961). *Rep. Int. Whal. Commn* 30:237-246.