LA BALLENA GRIS EN LAGUNA SAN IGNACIO B.C.S. MÉXICO, DURANTE EL INVIERNO 2007

INFORME

Steven L. Swartz[1], Jorge Urbán R.[2],
Alejandro Gómez-Gallardo U.[2], Sergio González C.[2],
Benjamín Troyo V.[2] y Mauricio Nájera C.[2]

[1]Cetacean Research Associates, 14700 Springfield Road, Darnestown, Maryland 20874 USA
[2]Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur
Ap.Post 19-B. La Paz, B.C.S. 23081 MEXICO

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN 3

II. MÉTODOS 3

CENSOS EN EMBARCACIONES 3

ANÁLISIS 4

FOTOIDENTIFICACIÓN (FOTO MARCADO) 4

CONDICIÓN NUTRICIONAL 5

III. RESULTADOS 7

ABUNDANCIA 7

DISTRIBUCIÓN 9

FOTOIDENTIFICACIÓN - RESIDENCIA 13

FOTOIDENTIFICACIÓN – INTERVALO DE NACIMIENTOS 19

CONDICIÓN NUTRICIONAL (BALLENAS "FLACAS") 21

IV. REUNIÓN DEL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DEL ECOSISTEMA DE LAGUNA SAN IGNACIO 23

V. DISCUSSION 26

VI. ACTIVIDADES EN PROGRESO 33

BASE DE DATOS DE FOTOIDENTIFICACIÓN EN RED. 33

MONITOREO DE LAS ACTIVIDADES DE OBSERVACIÓN DE BALLENAS. 33

VII. AGRADECIMIENTOS 35

VIII. LITERATURA CITADA 36

I. INTRODUCCIÓN

Laguna San Ignacio, localizada en la costa occidental de la Península de Baja California, México, es actualmente la única de las cuatro lagunas donde la población nororiental de ballena gris (*Eschrichtius robustus*) realiza sus actividades de reproducción y crianza, que se mantiene con un casi nulo grado de desarrollo. Esta laguna ha tenido una larga historia de pesca comercial por varias sociedades cooperativas, pero desde mediados de los noventas se ha desarrollado la industria del ecoturismo enfocada en la observación turística de ballenas de manera significativa (Dedina y Young, 1995).

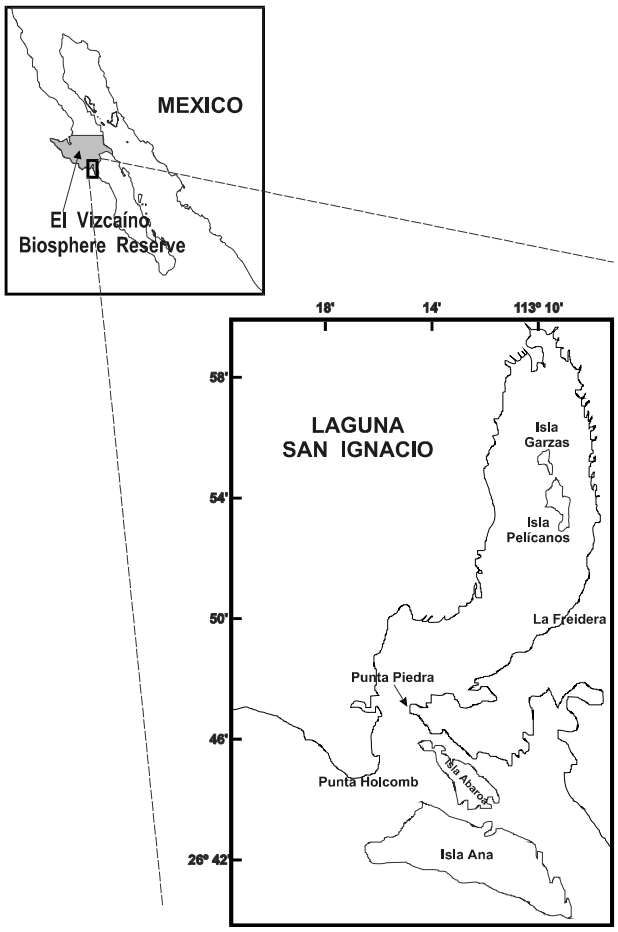

Figura 1. Área de estudio: Laguna San Ignacio y la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno.

Esta laguna se encuentra ubicada dentro de la Reserva de la Biósfera del Vizcaíno, un gran refugio administrado por la Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT) (Fig. 1). Este refugio, que es un destino popular como área recreacional para la observación turística de ballenas, empezó a desarrollarse a mediados de los setentas. Desde mediados de los noventas y hasta la actualidad, se encuentran operando siete campos ecoturísticos en tierra, los cuales llevan a cabo viajes turísticos para observar a

las ballenas grises que durante el invierno ocupan la laguna (enero a abril), así como algunos viajes de "historia natural" desde los Estados Unidos (Dedina y Young, 1995).

Durante los inviernos de 1978 a 1982 se llevaron a cabo estudios detallados de sobre la demografía y fenología de las ballenas grises que visitaron Laguna San Ignacio (Jones y Swartz, 1984), y después de 1996 a 2000 (Urban *et al*., 2002), 2003, 2005 y 2006 (Urbán, no publicado).

Con el trabajo hecho durante el 2007, se pretende describir y evaluar el uso que las ballenas grises le dan y han dado a la Laguna San Ignacio desde hace 25 años, además de evaluar el estado del ecosistema de la laguna como zona de crianza para las ballenas. Del estudio hecho durante el invierno de 2007, en este trabajo se reportan resultados preliminares de abundancia, densidad, distribución y fotoidentificación, además, se tomó en cuenta la condición nutricional de las ballenas, debido a que desde el evento de El Niño de 1998, no es rara la presencia de algunas ballenas con cierto grado de desnutrición seguido de algunos eventos de mortalidad masiva.

II. MÉTODOS

Censos en embarcaciones

Se llevaron a cabo doce censos completos en la laguna para determinar la abundancia y la distribución de las ballenas. Estos se realizaron del 5 de febrero al 30 de marzo de 2007, siguiendo un transecto y metodología de observación estandarizados (Fig. 2) con la finalidad de permitir una comparación con censos anteriores, los cuales desde 1978 a 1982 (Jones y Swartz, 1984) y de 1996 a 2006 (Urbán *et al*., 2002, y trabajos no publicados).

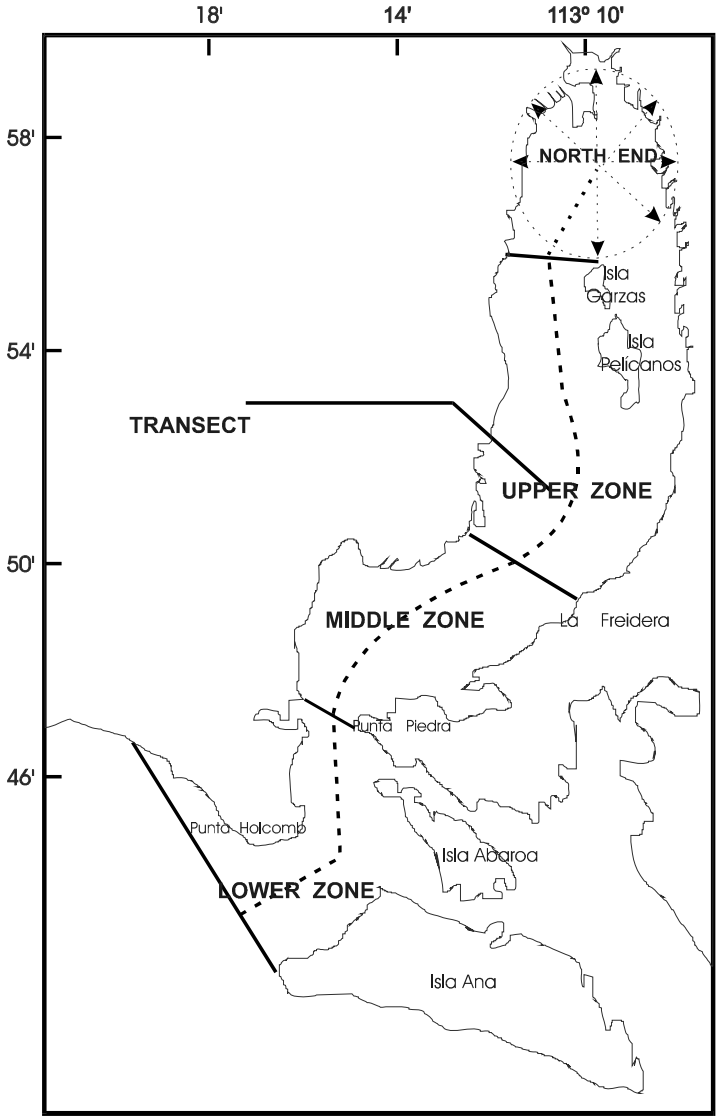

Figura 2. Censos en embarcaciones para el conteo de ballenas grises en Laguna San Ignacio, B.C.S.

También se realizaron una serie de censos incompletos durante 1983-1995, 2001-2002 y 2004.

Para cada censo se siguió un transecto lineal pre-establecido, usando embarcaciones de 7 metros de longitud, con motor fuera de borda, a una velocidad promedio de 11 km/hr La velocidad y el rumbo del transecto se verificaron con un GPS. La velocidad del censo trata de imitar la velocidad a la que normalmente viajan las ballenas (7 a 9 km/hr) para que no pasen a la embarcación durante el recorrido y de esta manera hubiesen sido contadas en más de una ocasión. El transecto lineal corrió a lo largo de una línea imaginaria dibujada a través de la laguna en las zonas más

profundas (> 2.0 m de profundidad), desde la línea de costa en la entrada de la laguna hasta la entrada de la Isla Garzas en su extremo. Cada censo tomó 3 hr en promedio para completarse (180.36 ± 5.92 min. I.C. 95%) La distancia máxima desde la línea del transecto hasta la isobata de los 2 m de profundidad a lo largo de la costa fue de 2.5 km y la mínima fue de 0.8 km; distancias que permitieron ver con claridad las aguas utilizadas por las ballenas grises en ambas costas en todo momento (para esta metodología se asume que todas las ballenas a una distancia máxima de 2.5 km de la línea del transecto).

Las ballenas que se encontraban en el extremo norte de la laguna, fueron contadas desde una posición estacionaria en el centro de la zona, en donde se hicieron barridos de 360º durante 20 min por ambos observadores (Figura 2). Los censos fueron interrumpidos siempre que las condiciones del mar excedieron el Beaufort 3 (vientos mayores a 18 km/hr con crestas blancas).

En adelante, denominaremos a las parejas de ballenas hembras adultas con cría del año como madres con cría y se contabilizarán como una unidad, por lo que el número de crías será igual al número de madres con cría contadas. No referiremos a los "solitarios" como aquellas ballenas que no están acompañadas por una cría, ya sean machos o hembras adultos, o bien ballenas inmaduras de uno o más años.

Análisis

Los conteos de ballenas grises durante la temporada invernal de 2007 fueron analizados como el número total de adultos (sin considerar a las crías), solitarios y madres con cría contados en toda la laguna, así como a las contadas en cada una de las zonas primarias (p.e. inferior, media y superior) (Fig. 2). El número de ballenas en cada zona y el total para 2007 fueron comparados con los conteos realizados en años anteriores.

Fotoidentificación (foto marcado)

Las ballenas grises poseen una pigmentación y marcas únicas e individuales que pueden ser utilizadas para identificar la presencia de individuos específicos dentro de la laguna. Cuando no se realizó esfuerzo para hacer censos de ballenas; éste estuvo enfocado a

fotografiar, y de esta manera, individualizar a las ballenas. Se tomaron fotografías de la porción visible del dorso de la ballena con cámaras digitales de 35 mm SLR equipadas con lentes zoom de 70-300 mm. Cuando se observaron marcas o cicatrices particulares y muy evidentes en otras partes del cuerpo, éstas también fueron fotografiadas. Se distinguió a los individuos al comparar su patrón de pigmentación y las marcas de la parte dorso-medial de la ballena. Siempre que fue posible, se tomaron fotografías de ambos lados (izquierdo y derecho) para tratar de tener ambos lados de cada ballena.

La mejor fotografía de cada avistamiento y cada lado, fue seleccionada para formar parte del catálogo, a la cual se le asignó un número único y consecutivo y, tanto la fotografía como la información relativa a la ballena, fueron almacenadas en un Catálogo Fotográfico y Base de Datos Digital. Cada fotografía fue codificada de acuerdo con el tipo de marcas y la zona en la que las presentó (e.g. pigmentación muy particular de la piel, motas, cicatrices y cicatrices dejadas por balanos, etc.) Esta base de datos buscará aquellas ballenas que presenten cicatrices similares y únicas, comparando de esta manera ballenas individualizadas con marcas similares, que fueron fotografiadas en la misma u otras temporadas (años).

Condición Nutricional

Algunas ballenas mostraron características que denotaron algún grado de desnutrición (recursos alimenticios limitados) o enfermedades (p.e. ballenas flacas), tal como lo describen Weller et al. (2000), las cuales fueron observadas durante los censos o las sesiones de fotoidentificación. Una vez reconocidas estas características se realizó un esfuerzo particular para obtener fotografías de la mayor área corporal posible, con la finalidad de evaluar y documentar su estado de salud. Estas características de desnutrición o flaqueza, fueron muy variables entre aquellos individuos que los presentaron pero presentaron al menos alguna de las siguientes características:

1) Una proyección subdérmica anormal de la región escapular asociada a depresiones torácicas antes y después del sitio de inserción de las aletas pectorales;
2) la presencia de depresiones o concavidades muy notables alrededor de los orificios nasales externos y la cabeza;

3) una prominencia dorsal en forma de riel muy pronunciada a lo largo de de las espinas neurales de las regiones lumbar y caudal de la columna vertebral dando como resultado la apariencia de protuberancias bulbosas a lo largo de los flancos laterales (Weller et al. 2000; Brownell and Weller 2001) (Fig 1).

La proporción de las ballenas que mostraron esta apariencia ("ballenas flacas") se estimó a partir del número total de ballenas fotografiadas y las ballenas flacas fotografiadas durante las navegaciones para fotoidentificación.

III. RESULTADOS

Abundancia

Los censos de ballena gris que se realizaron en embarcaciones tipo Panga se han utilizado como un índice mínimo de la abundancia de las ballenas dentro de la laguna en el invierno. La abundancia más elevada fue de 217 ballenas adultas el 22 de febrero (197 ballenas solitarias y 20 madres con cría). El conteo más alto de ballenas solitarias fue 197 el 22 de febrero, y el conteo más alto de madres con cría fue el 17 de febrero con 37 pares (cuadro I, Figs. 3-5). El segundo censo más alto de madres con cría fue el 22 de marzo con 30 pares, coincidiendo con el final de la temporada e incrementando el número de madres con cría registrado en el periodo de 1978-1982 (Jones y Swartz 1984). El censo más alto de ballenas adultas fue un 46% menos que el más alto registrado de 407 ballenas adultas el 14 de febrero de 1982, de uno a 19 días más tarde en la temporada en los 10 censos previos a febrero se produjo un continuo descenso en el número de ballenas que utilizan esta laguna con una reducción y una ocupación tardía de las ballenas grises en la laguna durante el invierno.

Tabla I. Censos de ballena gris en la Laguna San Ignacio, B.C.S., durante el invierno del 2007.

		Zona Inferior		Zona Media		Zona Superior		Total	
		Sol.	MC.	Sol.	MC.	Sol.	MC.	Sol.	MC.
5	Feb	29	7	9	1	4	4	42	12
6	Feb	27	11	27	4	5	2	59	17
10	Feb	41	5	24	4	11	4	76	13
16	Feb	82	8	21	7	6	1	109	16
17	**Feb**	**69**	**10**	**46**	**12**	**18**	**15**	**133**	**37**
22	**Feb**	**126**	**10**	**60**	**5**	**11**	**5**	**197**	**20**
2	Mar	91	16	51	4	4	1	146	21
10	Mar	30	9	24	8	4	3	58	20
17	Mar	10	6	0	2	0	1	10	9
22	Mar	4	19	2	7	0	4	6	30
26	Mar	9	18	1	0	0	0	10	18
30	Mar	0	1	0	0	0	2	0	3

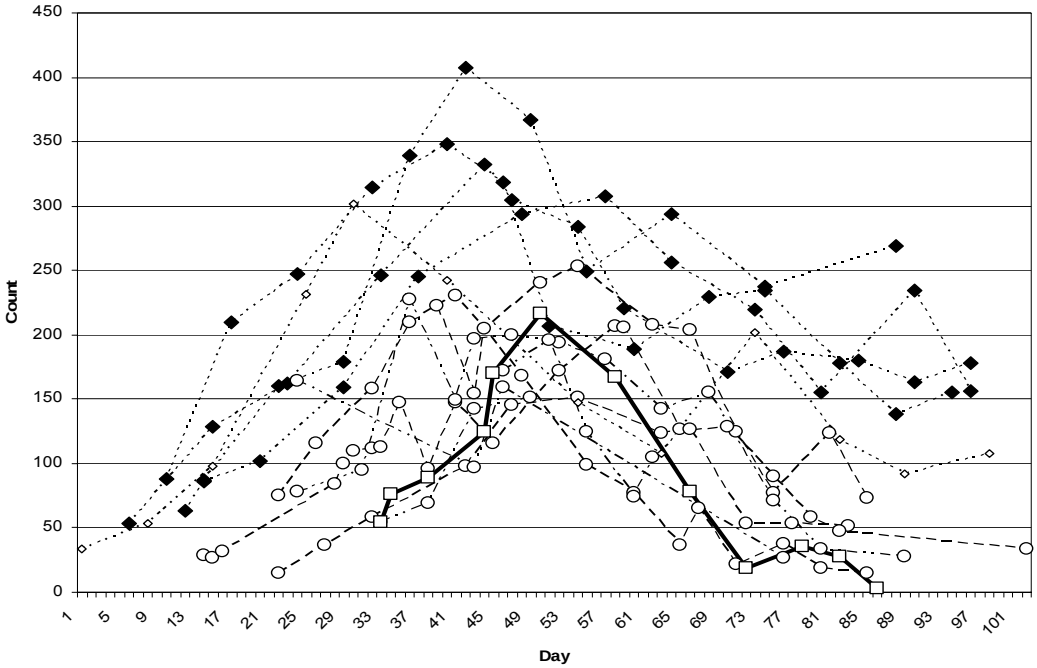

Figura 3. Número de ballenas adultas contadas en los censo de la Laguna San Ignacio entre 1978 y 2007. Diamantes negros = censos de 1978-1982; Círculos blancos = censos de 1996-2006; Cuadrados blancos = censos del 2007. Día 1 = 4 de enero; día 102 = 15 de abril.

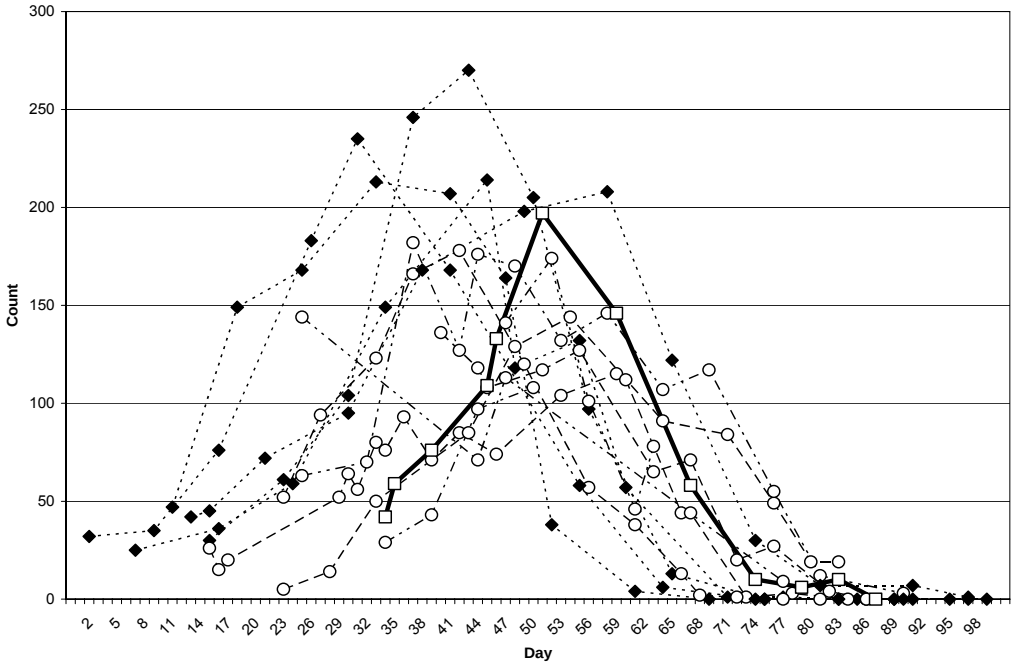

Figura 4. Número de ballenas solitarias registradas en los censos de la Laguna San Ignacio entre 1978 y 2007.diamantes negros = censos de 1978-1982; Círculos blancos = censos de 1996-2006; Cuadros blancos = censos de 2007. Día 1 = 4 de enero; día 98 = 11 de abril.

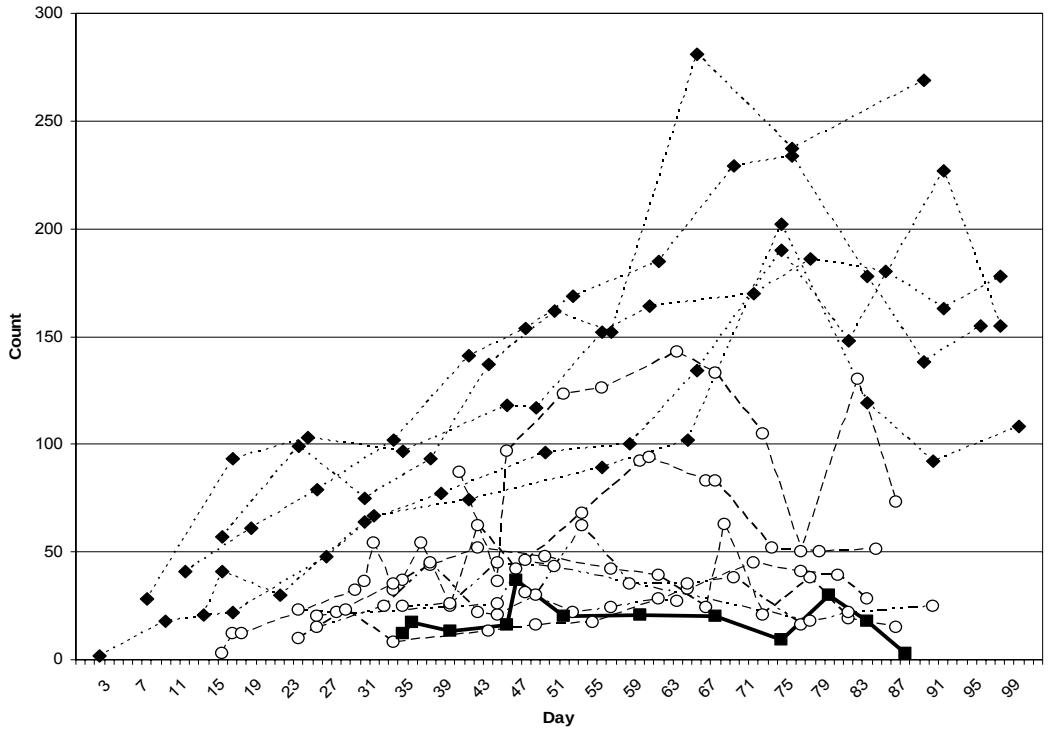

Figura 5. Número de madres con cría de ballena gris registradas en los censos de la Laguna San Ignacio entre 1978 y 2007. Diamantes negros = censos de 1978-1982; Círculos blancos = censos de 1996-2006; Cuadrados negros = censo del 2007. Día 1 = 4 de enero; día 98 = 11 de abril.

Distribución

Los conteos de ballenas siempre fueron mayores en la zona inferior de la laguna, que es la zona más cercana a la entrada de la laguna, mostrando una clara disminución de la parte superior o en el interior de la laguna. La distribución y la abundancia de las ballenas en la laguna durante el censo más alto fue el 22 de febrero con un 63% en la zona inferior de la laguna, área cercana a la entrada de la laguna, 30% en la zona media de la laguna y un 17% en la zona superior, la zona más alejada de la entrada. Esto representa un cambio en la utilización de la laguna desde el conteo histórico más elevado que fue el 14 de febrero de 1982, cuando el 50% de la ballenas utilizó la zona inferior, el 16% utilizó la zona media, y el 34% utilizaron la zona superior (Jones y Swartz 1984) . Este cambio en la distribución es debido principalmente a un menor número de madres con cría dentro de la laguna en el pico de la temporada (37 madres con cría el 17 de febrero de 2007 contra 137 el 14 de febrero de 1982 (Tablas I y II, Fig. 6).

Zona inferior

El conteo máximo de ballenas adultas fue el 22 de febrero, donde el 63% de las ballenas registradas (126 ballenas solitarias y 10 madres con cría) ocuparon la zona inferior. Como en años anteriores, los solitarios fueron los principales ocupantes de la laguna durante el mes de febrero de cada temporada. Durante el primer censo que se llevó a cabo el 5 de febrero, se registraron 29 solitarios y 7 madres con cría en la zona inferior. En adelante, los solitarios aumentaron su abundancia en la zona inferior hasta un máximo de 126 ballenas el 22 de febrero, para después alcanzara un mínimo de 9 ballenas solitarias el 27 de marzo, siendo que el último censo que se realizó el 30 de marzo ya no se registraron más solitarios. La abundancia de las madres con cría en la zona inferior aumentó de 7 parejas el 5 de febrero a 19 el 22 de marzo. Sólo un par de madres con cría se registraron en la zona inferior en el último censo el 30 de marzo (Tablas I y II, Fig. 6-9).

Zona media

En el mayor registro de adultos el 30% de la abundancia se presentó en la zona media (60 solitarios y 6 madres con cría). En el primer censo del 5 de febrero se registraron 9 solitarios y una madre con cría en esta zona. El número de ballenas solitarias aumentó el 22 de febrero hasta 60 individuos, mientras que el 26 de marzo disminuyó notablemente su abundancia a sólo una ballena y para el censo del 30 de marzo ya no se registró ninguna ballena. Las madres con cría incrementaron su abundancia de sólo un par el 5 de febrero a 12 el 17 de febrero, para disminuir a 7 pares el 22 de marzo. En los dos últimos censos del 26 y 30 de marzo no se registraron ballenas en esta zona (Tablas I y II, Figs. 6-9).

Zona superior

La máxima abundancia en esta zona se presentó el 22 de febrero representando un 7% de la abundancia total (5 madres con cría y 11 solitarios). Históricamente, esta zona ha sido ocupada por madres con cría, sin embargo, en el 2007 se registraron tanto madres con cría como solitarios en esta zona. En el primer censo (5 de febrero) se registraron 4 madres con cría y 4 solitarios. La mayor abundancia en esta zona fue el 17 de febrero registrando 33 adultos (15 madres con cría y 18 solitarios), para después disminuir a 2 madres con cría el 30 de marzo. En general, la abundancia de ballenas en la zona superior de la laguna es la más baja registrada en comparación con los censos históricos (Tablas I y II, Figs. 6-9).

Tabla II. Registros máximos de abundancia y distribución de ballenas grises para el mes de febrero en los periodos de 1982, 1996 y 2007.

Zona	Madres con cría			Solitarios			Total de ballenas adultas		
	14 Feb 82	2 Mar 96	22 Feb 07	14 Feb 82	2 Mar 96	22 Feb 07	14 Feb 82	2 Mar 96	22 Feb 07
Inferior	15	33	10	187	84	126	202	117	136
Media	15	31	5	52	25	60	67	56	65
Seperior	107	28	5	31	6	11	138	34	16
TOTAL	137	92	20	270	115	197	407	207	217

Superficie de la laguna	Densidad de ballenas		
Inferior 17.5 km^2	11.5	6.7	7.8
Media 22.9 km^2	2.9	2.4	2.8
Superior 46.6 km^2	3.0	0.7	0.3

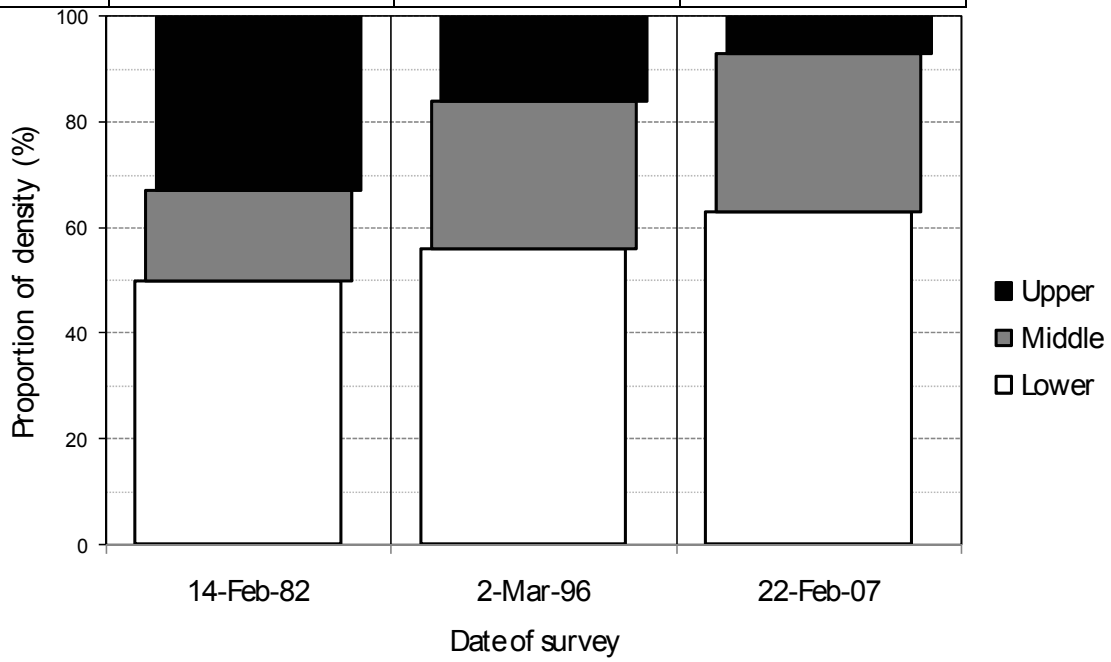

Figura 6. Cambios en la proporción y la densidad (ballenas/km^2) de ballenas grises adultas ,registradas en febrero en los periodos de 1982, 1996 y 2007.

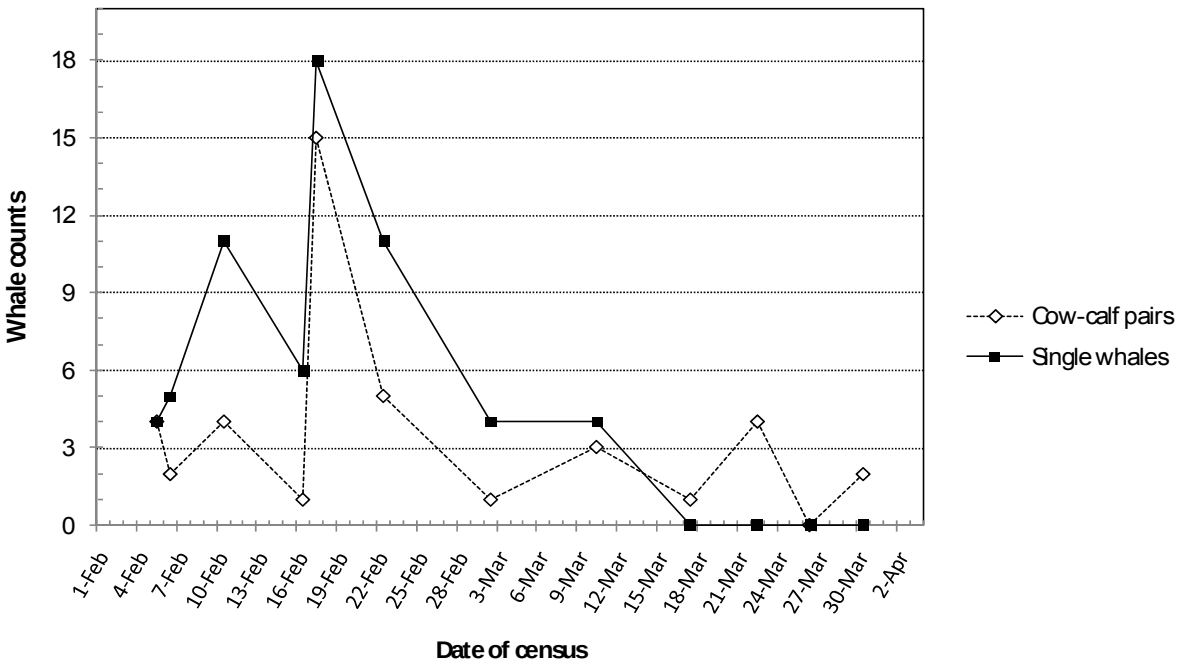

Figura 7. Número de madres con cría (marca negra con línea continua) y ballenas solitarias (marca blanca con línea discontinua) en censos de la zona superior en Laguna San Ignacio durante el invierno del 2007.

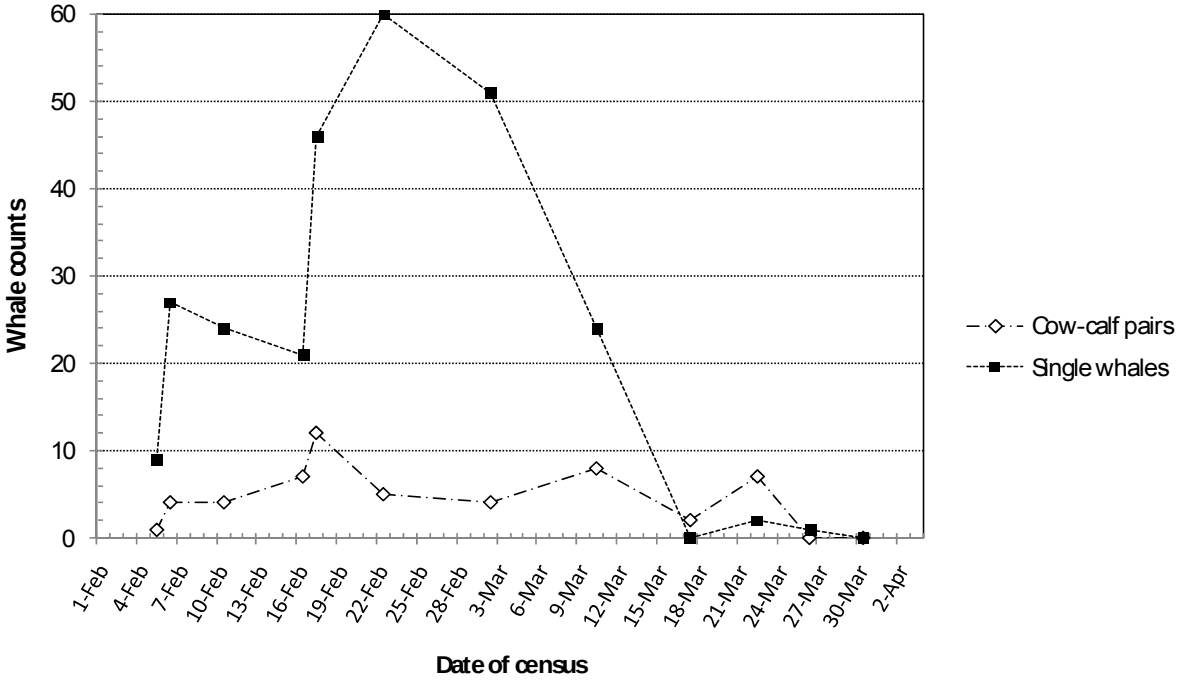

Figura 8. Número de madres con cría (marca negra, línea continua) y ballenas solitarias (marca blanca, línea discontinua) en censos de la zona media en Laguna San Ignacio durante el invierno del 2007.

.

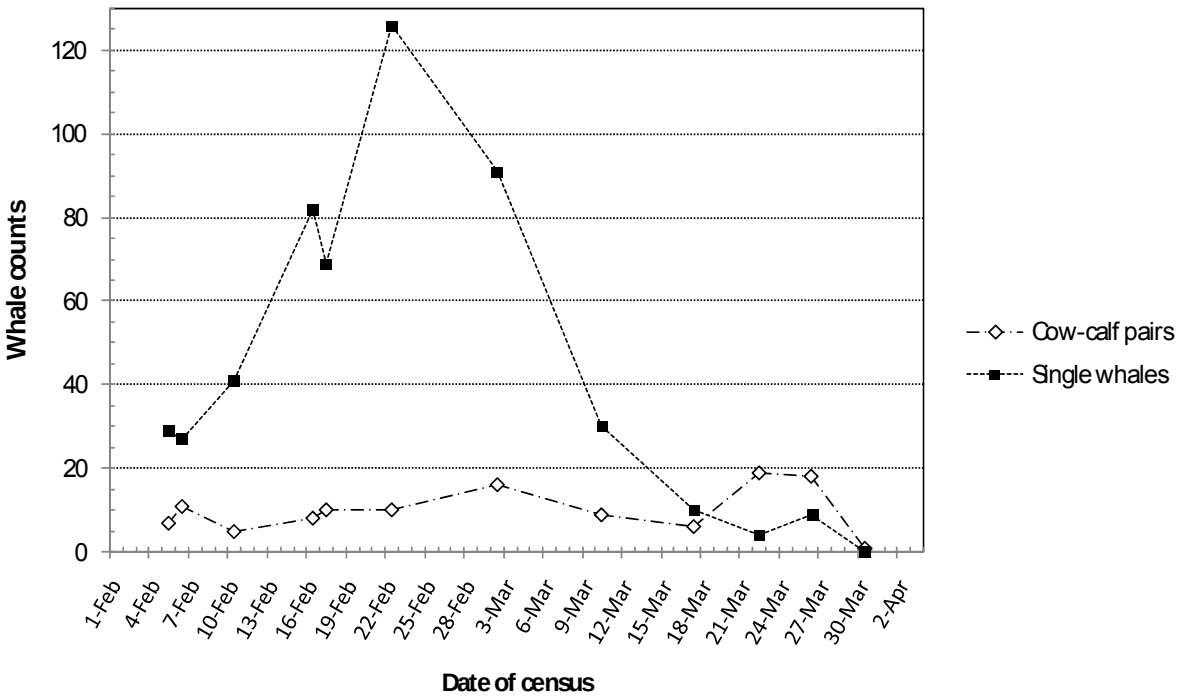

Figura 9. Numero de madres con cría (marcas negras con línea continua) y ballenas solitarias (marcas blancas con línea difusa) registrados en la zona inferior en los censos del invierno del 2007.

Fotoidentificación - Residencia

Se obtuvieron un total de 2,428 fotografías a lo largo de la temporada, de éstas, 815 se utilizaron para llevar a cabo la comparación fotográfica y determinar el número de individuos que visitaron la laguna. Se identificaron un total de 615 individuos provenientes de 1,156 fotografías del lado derecho y 735 fotografías del lado izquierdo. Al momento de llevar a cabo la comparación por cada lado, se identificaron 250 individuos para el lado izquierdo, 181 ballenas solitarias, 58 madres con cría y 11 individuos sin categoría (individuos que por alguna razón no pudieron ser identificados) (Tabla III). Con respecto a la comparación fotográfica del lado derecho se identificaron 365 individuos de los cuales 272 ballenas fueron solitarias, 79 madres con cría y 14 individuos sin categoría. El número mínimo de individuos (solitarios y madres con cría) identificados, es igual al número mayor

de individuos identificados del lado izquierdo o derecho, o 365 ballenas identificadas para el lado derecho (éstas incluyen los 121 individuos identificados para ambos lados). Si se asume que las ballenas identificadas para el lado izquierdo, son distintas para aquellas que fueron identificadas para el lado derecho (ninguna son del mismo individuo), el número máximo de ballenas identificadas es la suma de los individuos del lado derecho más los del lado izquierdo, menos los individuos identificados para ambos lados: 365 + (250 – 121) = 494 ballenas.

Se encontraron 200 recapturas (ballenas fotografiadas en más de una ocasión durante la temporada). Éstas incluyen 111 madres con cría y 80 ballenas solitarias. De éstas, 117 son recapturas del lado derecho (71 madres con cría y 46 solitarios); y 74 recapturas del lado izquierdo, 40 madres con cría y 34 solitarios (Tabla III).

Tabla III. Número de fotografías y recapturas en laguna San Ignacio, B.C.S. Febrero-Marzo 2007.

CATEGORIA	LADO IZQUIERDO			
	Total de fotografías	Fotografías útiles	Individuos	Recapturas
Solitarios	529	215	181	34
Madres con cría	147	98	58	40
Indeterminado	59	16	11	5
Total	735	329	250	79
	LADO DERECHO			
Solitarios	855	318	272	46
Madres con cría	231	150	79	71
Indeterminado	70	18	14	4
Total	1156	486	365	121
	T O T A L			
Solitarios	1384	533	453	80
Madres con cría	378	248	137	111
Indeterminado	129	34	25	9
Total	1891	815	615	200

Al momento de estimar la residencia discriminando entre categorías encontramos que los resultados son diferentes. Las madres con cría muestran una residencia cuyos valores fluctúan entre 1 a 37 días con un promedio de 15.4 ± 3.2 días (I.C. 95%) (Fig. 10). Mientras que los valores de residencia para los solitarios varían entre 1 a 31 días con un promedio de 8.8 ± 4.5 días (I.C. 95%) (Fig. 11). Al contrastar estos datos obtenidos en la temporada 2007 con respecto a las temporadas previas (1996-2000, 2003, 2005 y 2006) el promedio del tiempo mínimo de residencia para las madres con cría es uno de los más bajos obteniendo el mayor en la temporada de 1999 con un promedio de 25.4 ± 5.4 días (I.C. 95%) y el tiempo menor de residencia fue en la temporada de 2003 con un promedio de 5.9 ± 2.4 días (I.C. 95%). Con lo que respecta a los solitarios el tiempo mínimo de residencia obtenido en esta temporada es el segundo más alto solo detrás del valor obtenido en la temporada 2005 con un promedio de 9.5 ± 4.9 días (I.C. 95%) (Tabla IV).

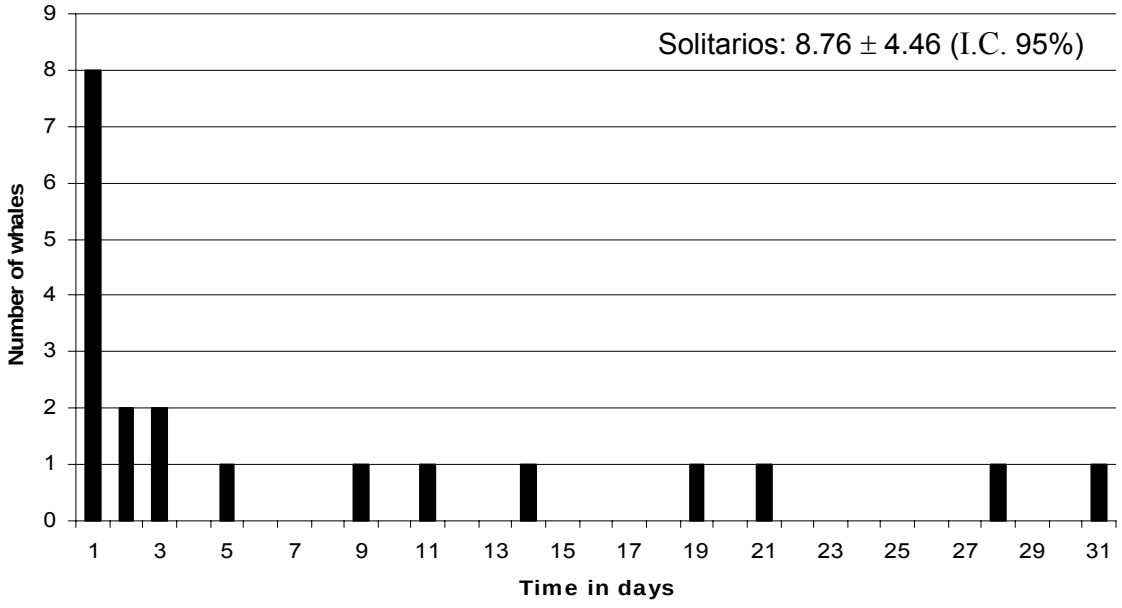

Figura 10. Distribución de frecuencias de las recapturas de solitarios en laguna San Ignacio durante la temporada invernal 2007.

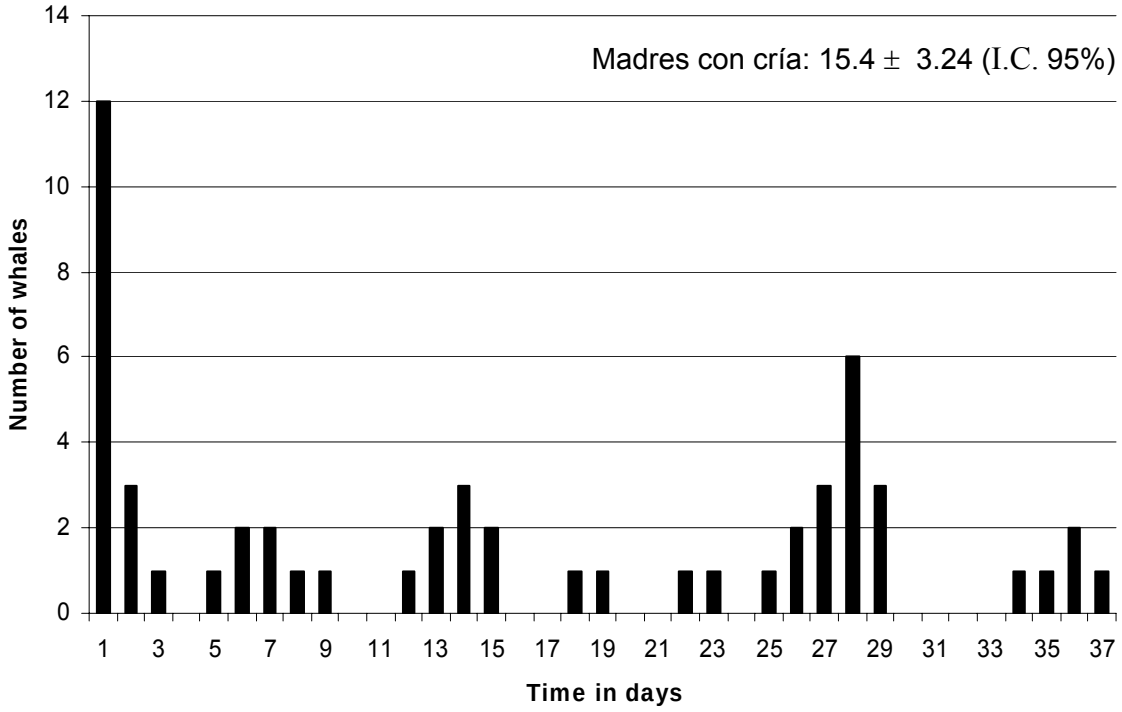

Figura 11. Distribución de frecuencias de las recapturas de las madres con cría en laguna San Ignacio durante la temporada invernal 2007.

Tabla IV. Tiempo de residencia promedio de las ballenas grises en laguna San Ignacio, B.C.S. México, 1996-2000, 2003, 2005-2007.

Año	Categoría	Media	n	I.C. (95%)	Max	Min
1996	Madres con cría	16.7	20	3.3	39	3
	Solitarios	5.9	5	2.1	20	1
1997	Madres con cría	20.2	43	4.3	43	1
	Solitarios	6.3	4	4.6	10	2
1998	Madres con cría	20.6	43	4.1	63	2
	Solitarios	5.6	5	2.0	9	3
1999	Madres con cría	25.4	39	5.4	58	1
	Solitarios	4.3	11	1.9	9	1
2000	Madres con cría	22.9	25	6.6	55	1
	Solitarios	6.8	19	3.2	23	1
2003	Madres con cría	5.9	9	2.4	14	1
	Solitarios	3.8	11	1.9	12	1
2005	Madres con cría	14.8	7	11.1	38	1
	Solitarios	9.5	13	4.9	31	1
2006	Madres con cría	10.6	14	3.2	21	1
	Solitarios	2.2	6	1.5	5	1
2007	Madres con cría	15.4	55	3.2	37	1
	Solitarios	8.8	21	4.5	31	1

El tiempo mínimo de residencia para madres con cría y solitarios fueron comparados a través de los años (1996 a 2007) usando la prueba de Kruskall-Wallis, ya que los datos fallaron la prueba de normalidad Shapiro-Wilk (∂ = 0.938650 p= 0.000000 para madres con cría, y ∂ = 0.700755 p = 0.000000 para solitarios).

Los tiempos mínimos de residencia para madres con cría en 2003 y 2006 fueron estadísticamente más cortos que en otros años (Andeva por rangos Kruskall-Wallis = 25.117 p= 0.001 asumiendo una distribución ji cuadrada con 8 g.l.) (Fig. 12 arriba). Para los solitarios no hubo diferencias significativas en sus tiempos mínimos de residencia a

través de los años (Andeva por rangos Kruskall-Wallis=10.230, p = 0.249 asumiendo una distribución ji cuadrada con 8 g.l.) (Fig. 12 abajo).

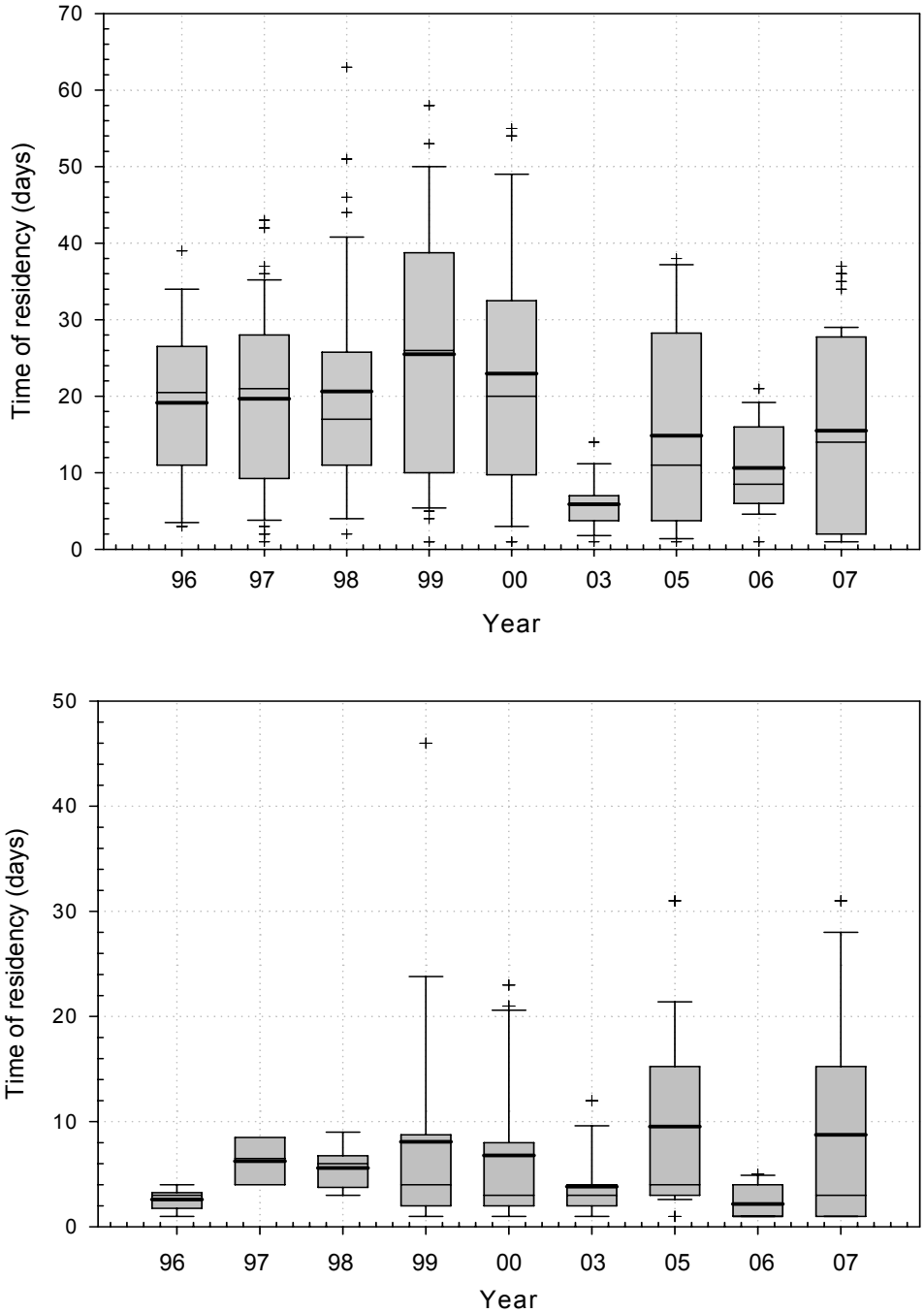

Figura 12. Comparación del tiempo de residencia de las madres con cría (arriba) y los solitarios (abajo) en la Laguna San Ignacio a través de los años. Las áreas sombreadas representan el 25-75% de la dispersión, los bigotes 10-90%, la línea delgada la mediana, la gruesa la media y las cruces los valores que se salen del rango (que incluyen al valor máximo y al mínimo).

Fotoidentificación – Intervalo de nacimientos

Con lo que respecta al intervalo de nacimientos (p.e. intervalo de producción de crías), éste fue estimado para 50 hembras fotoidentificadas y recapturadas durante las temporadas de 1996 a 2000. Estas hembras parieron 68 crías durante este periodo de 5 años y arrojaron información de 21 intervalos de nacimientos (Tabla V). Estos valores de producción de crías variaron de 2 (n=12) a 4 años (n=1). Mientras que el promedio del intervalo de nacimientos durante este periodo de 5 años fue de 2.48 (d.s. de 0.607 años).

Tabla V. Historias reproductivas de 50 hembras de ballena gris observadas con dos o más crías durante el periodo 1996 a 2000 en laguna San Ignacio. Círculos oscuros indican hembras fotografiadas con diferente cría, círculos sin relleno representan años en los cuales dicha hembra fue vista sin cría y los guiones indican los años en los cuales no fue fotografiada.

Whale ID#	1996	1997	1998	1999	2000
LSI-0004	●	-	●	-	-
LSI-0013	●	-	-	-	●
LSI-0015	●	-	-	-	-
LSI-0017	●	-	-	-	-
LSI-0018	●	-	-	●	-
LSI-0023	●	○	-	-	-
LSI-0025	●	-	-	●	-
LSI-0034	●	-	-	●	-
LSI-0035	●	○	●	-	-
LSI-0039	●	-	○	-	-
LSI-0046	●	-	○	-	-
LSI-0051	●	-	-	○	-
LSI-0055	●	-	●	-	-
LSI-0057	●	-	●	-	-
LSI-0058	○	●	-	-	-
LSI-0059	●	-	-	-	-
LSI-0070	●	-	●	-	-
LSI-0106	○	●	-	-	-
LSI-0124	●	-	-	●	-
LSI-0142	●	-	-	-	-
LSI-0150	●	-	○	-	-
LSI-0167	-	●	-	●	-
LSI-0171	○	●	-	●	-
LSI-0174	-	●	○	-	-
LSI-0200	-	●	-	●	○

Continúa en la página siguiente

Table V. – Continuación –

Whale ID#	1996	1997	1998	1999	2000
LSI-0202	-	●	-	-	●
LSI-0242	-	●	-	-	●
LSI-0251	-	●	-	●	-
LSI-0298	-	●	-	○	-
LSI-0318	-	●	-	-	●
LSI-0325	-	●	-	-	-
LSI-0347	-	●	-	-	○
LSI-0359	-	●	○	-	-
LSI-0370	-	○	●	-	-
LSI-0378	-	●	-	-	●
LSI-0400	-	●	-	●	-
LSI-0403	-	○	-	●	-
LSI-0410	-	●	-	-	-
LSI-0436	-	○	●	-	-
LSI-0440	-	○	●	-	-
LSI-0452	-	○	-	-	-
LSI-0469	-	-	●	-	-
LSI-0522	-	-	●	-	●
LSI-0576	-	-	○	●	-
LSI-0653	-	-	●	-	-
LSI-0705	-	-	●	-	-
LSI-0750	-	-	-	●	-
LSI-0887	-	-	-	○	-
LSI-1390	-	-	-	-	●
LSI-1414	-	-	-	-	●

Condición Nutricional (ballenas "flacas")

A través de la revisión fotográfica de la temporada 2007 se observó que algunos individuos exhibían signos evidentes de una malnutrición y/o enfermedad a lo cual se le denominó como evidencia del "síndrome de ballena flaca" (Weller *et al.* 2000) (Figs. 7-10). Un total de 615 individuos fueron foto-identificados a lo largo de la temporada 2007. Mientras que la mayoría de las ballenas observadas dentro de la laguna San Ignacio aparentaban estar sanas, el 12.35% exhibieron características de "ballenas flacas" (Tabla VI). Estas características incluyen una depresión post-craneal (Fig. 13), una "joroba" en la región dorsal del "cuello" (Fig. 14), vista evidente del margen de la escápula (Fig. 15) y un perfil dorsal del cuerpo más cóncavo que convexo (Fig. 16).

Tabla VI. Proporción de ballenas grises flacas en laguna San Ignacio B.C.S. México durante la temporada invernal 2007.

Categoría	Individuos	Ballenas flacas	Proporción (%)
Madres con cría	137	24	17.50
Solitarios	453	48	10.60
Indeterminados	25	4	16.00
Total	615	76	12.35

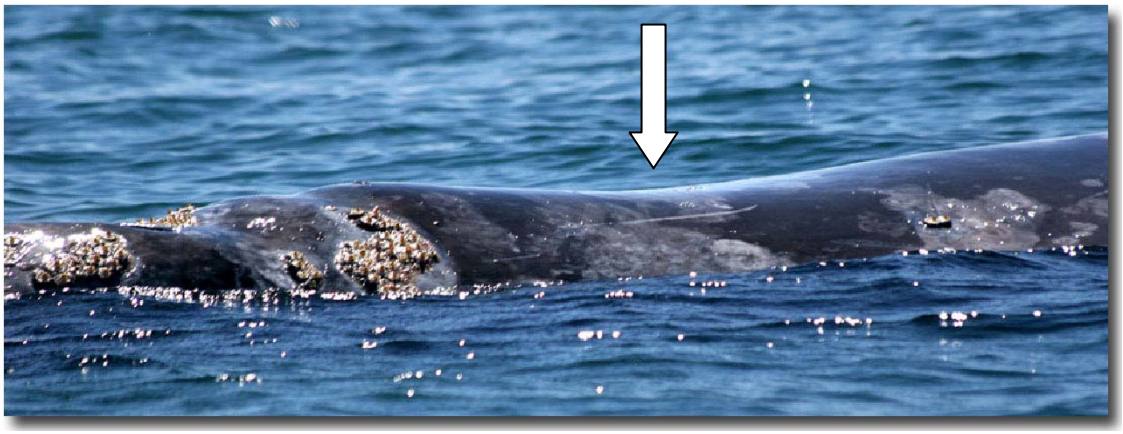

Figura 13. Depresión post-craneal.

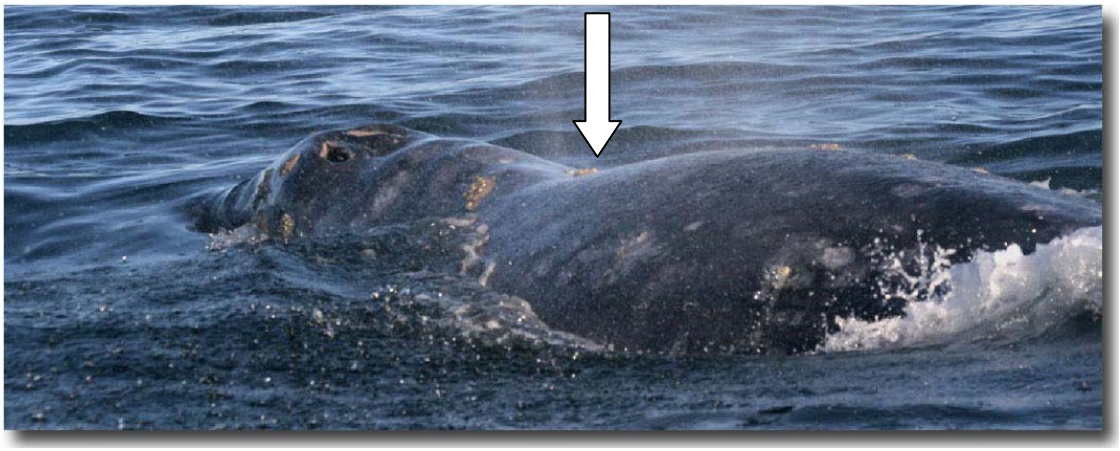

Figura 14. Joroba en la parte dorsal del cuello.

Figura 15. Vista evidente del margen de la escápula.

Figura 16. Perfíl cóncavo de la parte dorsal.

IV. Reunión del Programa de Investigación Científica del Ecosistema de Laguna San Ignacio

El 24 de febrero de 2007 se llevó a cabo un taller en las instalaciones de campo de Ecoturismo Kuyimá con operadores de ecoturismo, pescadores y residentes de la laguna. El objetivo de dicho taller fue para explicar el programa para el estudio científico del ecosistema en laguna San Ignacio, así como para discutir las preocupaciones de conservación y manejo en la laguna. Al taller asistieron 18 operadores de ecoturismo, pescadores y residentes, los cuales expresaron sus dudas e hicieron valiosas recomendaciones al programa (Fig. 17).

Las actividades que se desarrollaron durante la presentación fueron:

1. Presentación general del Programa de Investigación del Ecosistema de laguna San Ignacio por los coordinadores del programa: el Dr. Steven Swartz y Dr. Jorge Urbán (Fig. 18-19).
2. Sesión de preguntas, respuestas y discusión con la participación de los científicos del programa, operadores de ecoturismo y pescadores.
3. Discusión acerca del valor de la contribución del "conocimiento local" del ecosistema de laguna San Ignacio, las ballenas y la vida marina.
4. Sugerencias y recomendaciones para el futuro de este programa científico hechas por los operadores de ecoturismo, así como de los pescadores.

Algunas sugerencias y recomendaciones para el futuro de éste programa científico incluyen:

a. Proveer un espacio al "conocimiento local" dentro de la página electrónica del programa donde los pescadores y otras personas residentes de la laguna puedan compartir sus observaciones e información.
b. Celebrar un taller anual de evaluación del Programa de Investigación Científico del

Ecosistema en el pueblo de San Ignacio B.C.S. para que así sea posible que gente local y la comunidad asistan para aprender acerca de este programa científico.

c. Concientizar a los grupos de investigación que estarán trabajando en esta zona, acerca de minimizar el número de pangas que estén operando al mismo tiempo en la laguna. Se sabe que hay un número máximo de embarcaciones permitidas al mismo tiempo dentro del área de observación (máxima capacidad de carga) y las pangas de los investigadores contribuyen a ese número permitido bajo las regulaciones.

Figura 17. 18 participantes. Operadores de ecoturismo y pescadores locales asistieron a la presentación del Programa de Investigación Científica del Ecosistema de la Laguna San Ignacio, llevada a cabo el 24 de febrero de 2007 en las instalaciones de campo de la empresa de ecoturismo Kuyimá en la laguna San Ignacio.

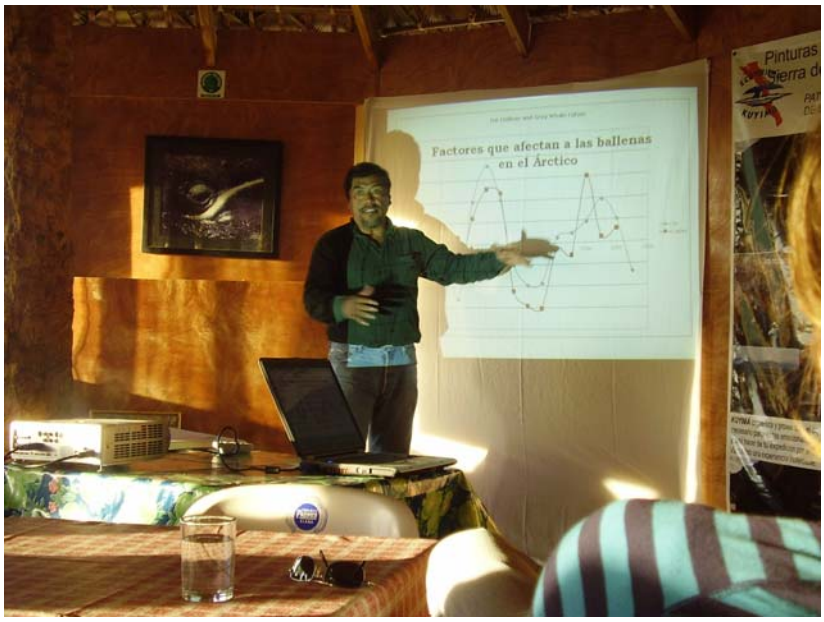

Figura 18. Dr. Jorge Urbán (Programa de Investigación de Mamíferos Marinos, Universidad Autónoma de Baja California Sur, México) hablando acerca de estudios científicos realizados desde hace 20 años en la laguna San Ignacio.

Figura 19. Dr. Steven Swartz (Cetacean Research Associates, Maryland USA) explicando el Programa de Investigación Científica del Ecosistema de la Laguna San Ignacio.

V. DISCUSSION

Los conteos de las ballenas grises dentro de la Laguna San Ignacio durante la temporada invernal de 2007 fueron notablemente menores respecto a cualquier conteo de años previos desde 1978, siendo esto más evidente para los pares de madres con cría (los cuales son equivalentes a los conteos de crías, Tabla II). Esta tendencia hacia la disminución del número de ballenas observadas en la laguna puede ser el reflejo de un decremento en la población del Pacífico nororiental (PPN en adelante) desde su pico de abundancia en 1997-1998 (Fig.20) o un cambio en la distribución invernal de las ballenas grises hacia otras áreas fuera de la Laguna San Ignacio.

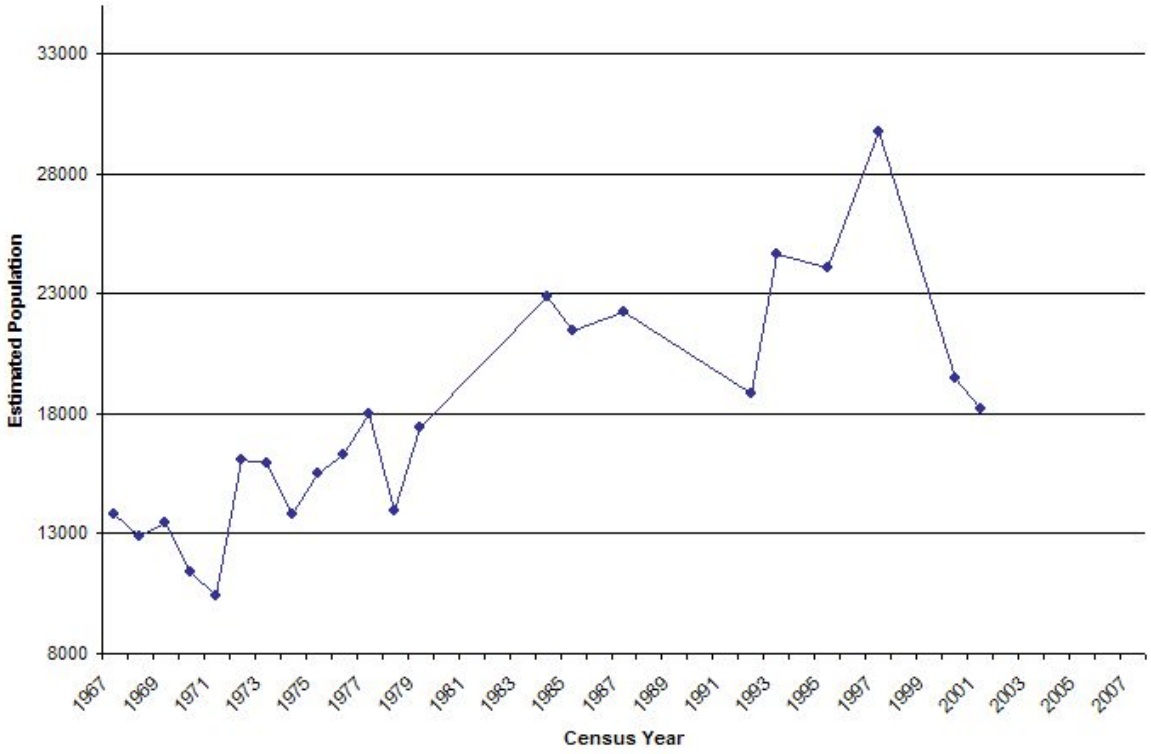

Figura 20. Estimaciones de la población de ballena gris en el Pacífico nororiental basada en censos visuales durante su migración otoñal al pasar frente a la estación de observación en Granite Canyon, California entre 1967/1968 a 2001/2002 (tomado de Rugh *et al.* 2005).

Está bien documentado que a partir de censos de la población en California central después de un evento importante de mortalidad durante 1999-2000 (LeBoeuf *et al.* 2000) la PPN declinó en aproximadamente un tercio desde aproximadamente 30,000 a 18,000 individuos para 2001-2002 (Rugh *et al*. 2005). Desafortunadamente, no se realizaron censos sistemáticos de ballenas grises a lo largo de sus áreas de distribución invernal específicamente en las lagunas donde se reproducen en Baja California desde el invierno de 1979-1980 (Jones and Swartz 1984), por lo que no es posible determinar si las ballenas grises cambiaron su distribución invernal desde la Laguna San Ignacio hacia otras de las lagunas donde ser reproducen o hacia otras áreas costeras. Los estudios de fotoindentificación sugieren que históricamente tanto los solitarios como las madres con cría pueden circular dentro de las lagunas de reproducción y áreas costeras durante el mismo año, y pueden visitar áreas alternativas a lo largo de los años (Jones 1990; Jones y Swartz 1984).

Otros factores que pueden tener un efecto en el número de ballenas grises observadas en la Laguna San Ignacio pueden ser cambios en la fenología de sus migraciones, resultado de cambios en la distribución y disponibilidad de sus presas (Highsmith *et al.,* 2006; Grebmeier *et al.* 2006), la influencia de la temperatura superficial del agua en su conducta migratoria durante los eventos de El Niño y La Niña (Urbán *et al*. 2003), y las actividades humanas dentro de la laguna a lo largo de la temporada invernal de reproducción (Urbán y Gómez-Gallardo 2000).

Históricamente el mar de Chukchi y la fosa de Chirikov en el norte del mar de Bering eran conocidas como las áreas primarias de alimentación para la PPN de ballena gris debido a las altas densidades de ballenas que se observaban durante el verano (Kim y Oliver, 1989 y Moore *et al*., 2003), y de sus presas los anfípodos de ballena (Grebmeier *et al*., 1989; Highsmith y Coyle, 1990). Durante los noventas la productividad bentónica de fosa de Chirikov sufrió decrementos súbitos, pudiendo deberse a un forrajeo excesivo por las ballenas (Highsmith *et al.,* 2006), a un cambio en el régimen del ecosistema del mar de Bering (Grebmeier *et al.,* 2006) o a la combinación de ambos factores. Moore *et al.* (2003) reporta que solo la porción sur de mar de Chukchi soportaba agregaciones con altas densidades de ballena gris y que ahora estas ballenas grises se están alimentando en áreas

que no se consideran sus áreas primarias de alimentación o de especies diferentes a sus presas primarias (Moore *et al.,* 2007).

Highsmith y Coyle (1992) predijeron que el crecimiento de población de ballena gris durante los noventas no se podría sostener en las zonas que históricamente, eran sus áreas primarias de alimentación, por lo que la PPN posiblemente alcanzó o incluso excedió los límites de las presas disponibles o la capacidad de carga del sistema para el final del siglo (LeBoeuf *et al.,* 2000; Moore *et al.,* 2001; Perryman *et al.,* 2002). Una interrupción en el flujo de agua rica en nutrientes, de la que depende la producción primaria y secundaria y que son el soporte de las comunidades bentónicas en el ártico sobre las que las ballenas grises se han alimentado históricamente, podría tener implicaciones para la producción y sobrevivencia de crías de la PPN de ballena gris (Highsmith y Coyle 1990). En las décadas recientes han ocurrido cambios importantes en la oceanografía del Ártico asociados al cambio climático global (Green y Pershing, 2007) y específicamente en el Mar de Bering (Grebmeier *et al.,* 2006) en donde las poblaciones de organismos marinos aparentemente están respondiendo con el resultado en cambios del ambiente. Estas respuestas incluyen decrementos en la abundancia de ballena gris o en sus áreas primarias de alimentación en la fosa de Chirikov y su dispersión hacia otras áreas del mundo (Moore *et al.,* 2007).

Conteos bajos de crías de ballena gris tanto en Laguna San Ignacio como durante su migración hacia el norte en primavera representan situaciones problemáticas ya que pueden indicar una reducción en el potencial reproductivo de la población. Perryman *et al*. (2002) observaron que la producción de crías de ballena gris aparentemente tenía relación con las condiciones del hielo en el verano en el Ártico, el cual podría limitar el acceso de las hembras preñadas a sus recursos alimenticios en algunos años y subsecuentemente conducir a una menor sobrevivencia de las crías. Sus observaciones sugieren que, en el corto plazo, cambios anuales en las condiciones del hielo oceánico junto con cambios profundos a largo plazo finalmente podrían afectar el crecimiento poblacional de ballena gris. Nuestras observaciones de ballenas “flacas” en Laguna San Ignacio también sugieren que la limitación en los recursos alimenticios es un factor que afecta la salud y el status de la población. La reproducción y la supervivencia de la ballena gris puede verse afectada

por su vulnerabilidad a parásitos y a enfermedades asociadas con el cambio de sus presas y el estrés en general. (F. Gulland, S.E. Moore y T. Rowles, *com. pers.*). Jones (1990) estimó el intervalo de nacimientos para las hembras de ballena gris en 2.11 + ds 0.403 años durante 1977 a 1982. El intervalo estimado en este estudio de 2.48 + ds 0.607 nos permite suponer que un menor número de hembras se están reproduciendo cada 2 años, situación típica en la década previa, sugiriendo una reducción en la tasa reproductiva de la PPN. Los bajos conteos de crías pueden indicar que algunas hembras de ballena gris son incapaces para obtener los recursos energéticos para la concepción o para llevar a término a sus crías con éxito en caso de estar preñadas. Brownell y Weller (2002) sugieren que una limitación en el recurso puede resultar en un periodo reproductivo de tres años en lugar del ciclo normal de 2 años en la población de ballena gris del Pacífico noroccidental.

Cambios a corto plazo en la temperatura del océano también pueden afectar el ritmo en la migración, la distribución y la reproducción de las ballenas grises. El evento de El Niño Oscilación Austral, resulta en un calentamiento anormal de la temperatura superficial del mar a lo largo de un año, seguido por un enfriamiento al año siguiente (La Niña) (Philander 1985; 1990). Este fenómeno puede influenciar la fenología, productividad y la supervivencia de los mamíferos marinos, incluyendo a las ballenas grises. Urbán *et al*. (1999) documentaron una disminución del número de madres con cría que visitan Laguna San Ignacio durante los eventos de El Niño 1997-1998 y de La Niña 1998-1999, con aumentos en mortalidad de la ballena gris, y un cambio general en la distribución invernal de las ballenas a las áreas norteñas durante El Niño (caliente), así como un cambio a zonas más meridionales durante La Niña (fría).

También las actividades humanas dentro de Laguna San Ignacio podían influenciar el número y la duración de la estancia de ballenas grises durante los meses del invierno. Tanto el turismo de observación de ballenas, la pesca y la investigación científica, ocurren dentro de la laguna durante el invierno en la temporada de reproducción y crianza, contribuyendo todas esta actividades al ruido subacuático en el hábitat de la laguna. En un corto plazo, las ballenas grises parecen responder a este tráfico de embarcaciones de dos maneras: generalmente ignoran la presencia de las embarcaciones; o se acercan a los botes y permiten que los pasajeros los acaricien y den masajes en los episodios llamados

“comportamiento amistoso de la ballena” (Jones y Swartz ,1984) que continúa siendo una característica muy popular para los turistas.

A inicios de 1978, las actividades de observación de ballenas ya habían sido reguladas mediante el otorgamiento de permisos en la laguna, restringiéndolas a la zona inferior cercana a la boca de entrada de la laguna (Jones y Swartz, 1984). Los dos tercios restantes de la laguna permanecieron como santuarios donde las actividades de observación turística están prohibidas.

Para 1996 México ya tenía regulaciones específicas para esta zona: áreas donde se permiten las actividades observación de ballenas (zona inferior); la duración de la temporada de observación; el número y el tipo de embarcaciones permitidas; y la duración máxima de un cada viaje (2 horas) (Urbán y Gómez-Gallardo 2000). Además de las actividades de observación de ballenas en la zona inferior, hay permisos de pesca y de investigación que se publican cada año y que permiten estas actividades a lo largo de toda la laguna, no obstante el número de embarcaciones permitidas es relativamente escaso comparado al número de los permisos para la observación turística. El número de permisos de pesca ha fluctuado anualmente, aunque el número exacto no está bien documentado. El ruido externo del motor de todas estas embarcaciones contribuye con los niveles del ruido del ambiente en la laguna cada temporada invernal.

Jones y Swartz (1984) observaron el potencial de las consecuencias perjudiciales para las ballenas grises de las actividades humanas dentro de sus lagunas de crianza, e intentaron evaluar las consideraciones biológicas que podrían contribuir a tales efectos durante sus estudios en el campo a partir de 1978 a 1982. Observaron la frecuencia del de visitas de los barcos comerciales de observación de ballenas a la laguna durante este período y observaron que los barcos y sus pangas estaban activos un 67% del tiempo en promedio. No detectaron ningún cambio en la distribución de las ballenas dentro de las zonas de la laguna, y ningún cambio en la mortalidad de adultos o hembras parturientas que se pudiera asociar a las actividades de observación de ballenas. Tampoco encontraron evidencia concluyente acerca de movimientos delas ballenas grises fuera de las áreas de observación y concluyeron que en ese momento las actividades de observación de ballenas no parecían plantear una amenaza para que las ballenas grises continuaran utilizando la

Laguna San Ignacio.

El incremento del ecoturismo en 1996 a 2000 para la observación de ballenas en Laguna San Ignacio, provocó que no hubiera días sin botes turísticos operando (Urbán y Gómez-Gallardo 2000), de la misma manera que el número de las ballenas grises que utilizaron la laguna en ese periodo también declinó en un 30%. Gómez-Gallardo (2004) examinó las tendencias en los conteos de los solitarios y de las madre con cría durante el período 1996-1997 y 1978-1982, y sugirió que el aumento en las actividades de observación de ballenas que ocurren en las principales áreas de la laguna pudo contribuir a la disminución de los solitarios. Urbán y Gómez-Gallardo (2000) sugirieron que la variación en la abundancia de ballenas en la laguna, puede deberse a un cambio natural en la sincronización y los movimientos de la ballena en respuesta a factores ambientales o a las actividades humanas tales como la observación turística, pudiendo ser ambos factores. Al no poder demostrar una relación directa entre las actividades de observación de ballenas y el bajo número de éstas en la laguna, y debido al potencial efecto negativo de esta actividades, recomendaron la implementación de programas de monitoreo continuo para seguir las tendencias en la actividad de de observación y en el número de las ballenas que utilizan la laguna.

Podemos concluir comentando que, después de su aparente recuperación de una importante sobre-explotación, la población de ballena gris del Pacífico nororiental está respondiendo de diferentes maneras a los cambios ambientales y a la posible sobre-utilización y decremento de sus fuentes primarias de alimento. Estas respuestas incluyen el decremento en su abundancia desde mediados de los noventas, una reducción en la producción de crías, cambios en la fecha de sus movimientos migratorios y en la distribución en sus áreas de reproducción y crianza invernal, así como la presencia de ballenas “flacas” dentro de la población. Estamos de acuerdo con nuestros colegas que las ballenas grises, debido a sus movimientos migratorios costeros y su comportamiento gregario, tanto en sus zonas de reproducción como en las de alimentación, nos permiten estudiar y monitorear los cambios en su fenología, movimientos, producción de crías y comportamiento, situación que puede darnos información muy valiosa acerca de los cambios que ocurren en los ecosistemas marinos que frecuenta esta especie. Así, la ballena

gris es una especie clave o “centinela” que nos pueden decir mucho acerca de la salud y el estado del ecosistema del Pacífico norte en el que habitan.

VI. ACTIVIDADES EN PROGRESO

Las actividades que se mencionan a continuación son parte de las actividades de investigación y monitoreo de la ballena gris en la Laguna San Ignacio.

Base de datos de Fotoidentificación en red.

Esta base de datos fotográfica en red será la transición de las bases de datos para computadora personal en el software Acces de Mircorsoft hacia un software diseñado para funcionar en red. Nuestro objetivo con esto es aportar de una herramienta valiosa para los investigadores que trabajan con la ballena gris a lo largo de su rango de distribución. Este software permitirá el acceso a las bases de información fotográfica que estará asociada a cada investigador y su protocolo de búsqueda hará más eficiente (más rápido y más fácil) la comparación de cientos e incluso miles de fotografías de ballenas grises provenientes de puntos muy distantes entre sí a lo largo de su rango de distribución en el Pacífico nororiental.

Una vez que el software y la base de datos se encuentren en línea en la red, toda la información fotográfica de los investigadores participantes estará accesible vía internet, lo que permitirá que los investigadores puedan revisarla y hacer comparaciones con sus propias fotografías. Esta software y base de datos estarán disponibles para estudios y colaboraciones inter-institucionales y multinacionales. El Dr. Steven Swartz está a cargo de este esfuerzo con la ayuda y colaboración del Dr. Brce Mate del Programa d Estudios de Mamíferos Marinos de la Universidad Estatal de Oregon

Monitoreo de las actividades de observación de ballenas.

La información histórica y reciente acerca de los niveles de las actividades de la observación de ballenas en Laguna San Ignacio por los prestadores de servicios turísticos está siendo recolectada y analizada con la ayuda de la empresa Ecoturismo Kuyimá S.C.

Esta actividad permitirá tener la visión histórica del número de embarcaciones que han operado en la laguna desde el 2002 hasta el presente, lo que permitirá analizar los niveles de observación turística de ballenas (p.e. el número de embarcaciones y el tiempo efectivo que pasan en el área de observación turística), para comparar con la información recolectada en el periodo de 1978 a 1982 (Jones and Swartz 1984). Una vez que esta información se incorpore en una base de datos, será posible comparar los cambios en la intensidad de las actividades de observación con los cambios en el número de ballenas que utilizan la laguna, tanto en la actualidad como en sus valores históricos. Esta actividad esta siendo coordinada por el M.C. Alejandro Gómez Gallardo U.

VII. AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a los voluntarios que nos ayudaron durante el trabajo de campo en esta temporada 2007: Mariela Brito, Loana Mariam Lerch, Katia Galindo, Liliana Paredes, Margarita Aguliar, Klara Jansson. La Pacific Life Foundation y The Ocean Foundation nos dieron el soporte financiero. El apoyo logístico y la disponibilidad de contar con un laboratorio de campo para trabajar fue facilitado por Ecoturismo Kuyimá, The Summer Tree Institute, y el Searcher Natural History Tours. Este proyecto se realizó bajo el amparo del permiso de investigación No. 00506 de la Subsecretaría de Gestión Para La Protección Ambiental, Dirección General de Vida Silvestre del Instituto Nacional de Ecología.

VIII. LITERATURA CITADA

Brownell, R.L. Jr. and D.W. Weller. 2001. Is the "carrying capacity hypothesis" a plausible explanation for the "skinny" gray whale phenomenon? Rep. Intl. Whal. Commission, SC/53/BRG20. 8 pp.

Brownell, Rl. Jr. and D.W. Weller. 2002. Prolonged calving intervals in western gray whales: nutritional stress and pregnancy. Rep. Intl. Whal. Commission, SC/54/BRG12. 13 pp.

Darling, J.D. 1984. Gray whales (*Eschrichtius robustus*) off Vancouver Island, British Columbia. Pp 267-289. *In* Jones, M.L., Swartz, S.L. y Leatherwood, S. (eds.) The gray whale, *Eschrichtius robustus*. Academic Press, Inc., Orlando, Florida. 600 pp.

Dedina, S. and E. Young. 1995. Conservation and development in the gray whale (*Eschrichtius robustus*) lagoons of Baja California Sur, Mexico. Rept. U.S. Marine Mammal Commission. Contract No. T10155592.

Gómez-Gallardo U., A. 2004. Uso de la Laguna San Ignacio por la ballena gris *Eschrichtius robustus*, durante las temporadas invernales de 1996 y 1997. Master Thesis. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas IPN, México. 97 pp.

Grebmeier, J.M., H.M. Feder, and C.P. Mcroy. 1989. Pelagic benthic coupling on the shelf of the northern Bering and Chukchi Seas II: Benthic community structure. Marine Ecology Progress Series 51:253-268.

Grebmeier, J.M., J.E. Overland, S.E. Moore, E.V. Farley, E.C. Carmack, L.W. Cooper, K.E. Frey, J.H. Helle, F.A.McLaughlin, and S.L. McNutt. 2006. A major ecosystem shift in the Northern Bering Sea. Science. 311:14611464.

Green C.H. and A.J. Pershing. 2007. Climate drives sea change. Science. 315:1084-1085.

Highsmith, R.C., and K.O. Coyle. 1990. High productivity of northern Bering Sea benthic amphipods. Nature 344:862-864.

Highsmith, R.C., and K.O. Coyle. 1992. Productivity of arctic amphipods relative to gray whale energy requirements. Marine Ecology Progress Series 83:141-150.

Highsmith, R.C., K.O. Coyle, B.A. Bluhm, and B.Konar. 2006. Gray whales in the Bering and Chukchi Seas. Pp. 303-313. In J.A. Estes, D.P. DeMaster, D.F. Doak, T.M. Williams, and R.L. Brownell, Jr., eds. *Whales, Whaling, and Ocean Ecosystems.* University of California Press, Santa Cruz. 402 pp.

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

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

LeBoeuf, B.J., H. Perez-Cortez M., J. Urban R., B.R. Mate, and F. Ollervides U. 2000. High gray whale mortality and low recruitment in 1999: potential causes and implications. J. Cetacean Research and Management 2(2):85-99.

Kim, S.L. and J.S. Oliver. 1989. Swarming benthic crustaceans in the Bering and Chukchi seas and their relation to geographic patterns in gray whale feeding. Canadian Journal Zoology 67:1631-1542.

Moore, S.E., R.J. Urban, W.L. Perryman, F. Gulland, M.H. Perez-Cortez, P.R. Wade, L. Rojas-Bracho, and T. Rowles. 2001. Are gray whales hitting "K" hard? Marine Mammal Science 17:954-958.

Moore, S.E., J.M. Grebmeier, and J.R. Davies. 2003. Gray whale distribution relative to forage habitat in the northern Bering Sea: Current conditions and retrospective summary. Canadian Journal of Zoology 81:734-742.

Moore, S.E., K.M. Wynne, J.C. Kinney, and J.M. Grebmeier. 2007. Gray whale occurrence and forage southeast of Kodiak, Island, Alaska. Marine Mammal Science 23:419-428.

Perryman, W.L., M.A. Donahue, P.C. Perkins, and S.B. Reilly. 2002. Gray whale calf production 1994-2000: Are observed fluctuations related to changes in seasonal ice cover? Marine Mammal Science 18:121-144.

Philander, S.G.H. 1985. El Nino and La Nina. J. Atmos. Sci. 42:2652-2662.

Philander, S.G.H. 1990. El Nino, La Nina and the Southern Oscillation. Academic Press, Orlando. 293 pp.

Rugh, D.J., R.C. Hobbs, J.A. Lerczak, and J.M. Breiwick. 2005. Estimates of abundance of the eastern North Pacific stock of gray whales (Eschrichtius robustus) 1997-2002. J. Cetacean Res. Manage. 7(1):1-12.

Sánchez P., J.A. 1997. Descripción y evaluación de las actividades turísticas de observación de ballena gris en las lagunas de Ojo de Liebre y San Ignacio de la Reserva de la Biosfera "El Vizcaino", 1996. Paper presented at the XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos.

Urbán, J.R., A. Gómez Gallardo U., V. Flores S., J. Cifuentes L. 1996. Report of the 1996 gray whale studies at Laguna San Ignacio, B.C.S. Mexico. Rep. Inter. Whal. Commn. SC/48/AS19, 15 pp.

Urbán, J.R., A. Gómez Gallardo U., and S. Ludwig. 2003. Changes in the abundance and distribution of gray whales at Laguna San Ignacio, Mexico during the 1997-98 El Nino and the 1998-1999 La Nina. . Geofisica International, 23(3):439-446.

Urbán, J.R., A. Gómez Gallardo U. 2000. Whale watching and gray whales at Laguna San Ignacio, B.C.S., Mexico. Rep. Intl. Whal. Commn., SC/52/WW12.

Urbán, J.R., L. Rojas_Bracho, H. Pérez-Cortéz, A. Gómez Gallardo U., S. Swartz, S. Ludwig, and R.L. Brownell Jr. 2002. A review of gray whales on their winter grounds in Mexican waters. Rep. Intl. Whal. Commn. SC/54/BRG/16.

Weller, D.W., B. Wursig, A.M. Burdin, S.H. Reeve and A.L. Bradford. 2000. Gray whales off Sakhalin Island, Russia: June-October 1999. A joint U.S. – Russian scientific investigation. Final contract report to Sakhalin Energy Investment Company, 69 pp. Available from Texas A&M University, Marine Mammal Research Program, Galveston TX 77551 U.S.A.