



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología

Universidad Nacional Autónoma de México



**INTERVALO DE NACIMIENTO DE LAS BALLENAS JOROBADAS
(*Megaptera novaeangliae*) QUE SE CONGREGAN EN LA PENÍNSULA
DE BAJA CALIFORNIA**

T E S I S

que para obtener el grado académico de

Maestra en Ciencias
(Biología Marina)

present a

BETZI LOURDES PÉREZ ORTEGA

Director de Tesis: Dr. JORGE URBÁN RAMÍREZ

Comité Tutorial: Dr. LUIS MEDRANO GONZÁLEZ

Dra. TANIA ESCALANTE ESPINOSA

Dr. DAVID AURIOLES GAMBOA

Dr. HÉCTOR REYES BONILLA

México D. F. 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Esta tesis corresponde a los estudios realizados
con una beca otorgada por la
Secretaría de Relaciones Exteriores del Gobierno de México

DEDICATORIA



A mis padres
Isabel Ortega
Raúl Pérez

A mi hermano
Raúl Alexis Pérez

A la gran familia
Ortega Hernández

Quienes, a pesar de la distancia, estuvieron muy cerca de mi

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo deseo agradecer de manera especial a la Dra. Gloria Vilaclara Fatjó, directora del Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, por sus atinadas sugerencias en pro de mejorar la calidad de mis estudios y por demostrarme que siempre hay formas de aprovechar hasta los malos momentos con un poco de esfuerzo e imaginación. A las chicas Chantal, Lupita, Diana y Gaby quienes siempre, de forma muy amable, respondieron mis dudas y le dieron seguimiento a mis trámites de manera rápida y eficiente.

Al personal de la Unidad Académica de Mazatlán: Clara, por ser la bibliotecaria más eficiente que haya conocido, y por las tardes de té. A los chicos de cómputo Germán, Carlos y Herlinda quienes me brindaron un espacio para trabajar y me hicieron pasar gratos momentos en su compañía, haciéndome olvidar el estrés utilizando la mejor terapia conocida hasta el momento “la risa”. A Magali por su ayuda logística en los trámites con el Posgrado durante el segundo semestre.

Gracias al programa de becas para extranjeros de la Secretaría de Relaciones Exteriores del Gobierno de México por hacerme una de las beneficiarias de estas becas, sin la cual no hubiera podido cumplir con esta meta.

A Jorge Urbán R., director de tesis, mi sincero agradecimiento por haberme brindado la oportunidad de trabajar a su lado y de ser mi guía durante estos dos cortos pero productivos años de maestría, sin olvidar el haberme enviado a Provincetown.

Gracias a los miembros de mi comité asesor, Jorge Urbán, Luis Medrano, Héctor Reyes; a mis asesoras externas Paloma Ladrón de Guevara y Ursula González y al jurado, Teresa Escalante y David Auriolés, por haber dedicado parte de su tiempo en la revisión y evaluación del trabajo final y sobre todo por hacerlo en el tiempo justo y necesario.

A todos los investigadores y estudiantes que participaron en las salidas de campo y en el laboratorio del PRIMMA, en especial a aquellos que colaboraron en los proyectos SPLASH y UABCS-EPI, proyectos de los cuales salieron los datos del trabajo aquí presentado.

A Eleonora Romero y Sergio González por su tiempo y orientación con la estadística. A Astrid Frisch, Jeff Jacobsen y en especial a Ricardo Juárez, por su valiosa colaboración con datos de las ballenas de la Bahía de Banderas y el Archipiélago de Revillagigedo, sin los cuales no hubiera podido completar los historiales de avistamiento. De igual manera a Ursula

González y Flor Vázquez por los datos de análisis moleculares y de foto-identificación de los años 2004-2006 respectivamente.

A Vero, que más da que darle las gracias a Benji por habernos puesto en contacto. Dos personas totalmente diferentes pero con una meta en común: triunfar en nuestra vida profesional. Gracias por ser la compañera de casa perfecta, por hacerme reír, por tus “sabios” consejos y sobre todo por las interminables pláticas sobre cetáceos y la vida. A Eva y Rosalina quienes me brindaron su amistad y las mejores aventuras en mi corto pero productivo paso por Mazatlán. A Claudia y Gustavo por su amistad y por entretenerme con sus cuentos y aventuras.

A mis compañer@s de laboratorio: Gustavo Ursula y Flor, por su amistad, compañerismo y por dedicar parte de su tiempo en enseñarme los quehaceres del laboratorio y campo. Fue un placer haberlos conocido.

A Jooke Robbins y David Mattila del Provincetown Center for Coastal Studies por haberme brindado la grata experiencia de trabajar a su lado y de trasmitirme, entre mi escaso inglés y señas, parte de sus conocimientos en cuanto a las técnicas de campo para trabajar con las jorobadas así como el manejo de los datos en el laboratorio. Mil Gracias!!

A Chelsea por ayudarme con la traducción a inglés del resumen de este trabajo.

De manera especial quiero agradecer a la Sra. Marina Cruz Hernández y familia y a Elizabeth Greene por haberme ofrecido el calor de su hogar y haberme tratado como un miembro más de la familia durante mis primeros meses en La Paz y demostrarme que vayas donde vayas siempre habrá gente dispuesta a ayudarte. A Elia, Cintia, Myrna e Itzia por la amistad que se fue cultivando durante estos dos años y por ser mis “guías de turismo” en la Baja. A todas ellas mis más sinceros agradecimientos y espero algún día regresarles un poco de lo mucho que me ofrecieron.

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. ANTECEDENTES	5
2.1. Biología y ecología de la ballena jorobada	5
2.1.1. Clasificación y morfología	5
2.1.2. Distribución y movimientos migratorios	6
2.1.3. Estado de conservación	7
2.1.4. Comportamiento en áreas de reproducción	8
2.1.5. Ciclo reproductivo	10
2.2. Antecedentes en el Pacífico mexicano	12
III. OBJETIVOS	14
IV. ÁREA DE ESTUDIO	15
4.1. Baja California Sur	15
V. METODOLOGÍA	16
5.1. Términos y definiciones	16
5.2. Obtención de datos en campo	16
5.2.1. Temporadas 1983-2003	16
5.2.2. Temporadas 2004-2008	17
5.3. Elaboración del catálogo de aletas dorsales para de la Península de Baja California	19
5.4. Identificación del sexo	20
5.5. Reconstrucción del historial de avistamientos de las hembras	20

5.5.1. Foto-identificación	20
5.5.2. Cálculo del Intervalo de nacimiento	22
5.6. Índices de Abundancia Relativa de hembras con cría y sin cría	22
VI. RESULTADOS	24
6.1. Catálogo de aletas dorsales	24
6.2. Historias de Avistamiento	24
6.3. Intervalo de nacimiento	26
6.4. Probabilidad de recaptura	27
6.5. Tiempo de residencia	27
6.6. Avistamientos de grupos de hembras con cría y sin cría	28
VII. DISCUSIÓN	31
VIII. CONCLUSIONES	39
IX. RECOMENDACIONES	40
X. LITERATURA CITADA	41
XI. ANEXOS	47

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Morfología externa de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) 5
- Figura 2:** Destinos migratorios de las ballenas jorobadas que se congregan en el Pacífico mexicano 7
- Figura 3:** Ciclos reproductivos que pueden ocurrir para una hembra madura de ballena jorobada. Tomado de Chittleborough (1958) 12
- Figura 4:** Áreas de congregación de la ballena jorobada en el Pacífico mexicano. En círculo se muestra el área de estudio. (tomado de Urbán *et. al.*, 1999). 15
- Figura 5:** Ejemplos de aletas dorsales y caudales de ballenas jorobadas utilizadas para la foto-identificación 21
- Figura 6:** Índice de Abundancia Relativa de grupos de hembras con cría y sin cría. a) 2004, b) 2005, c) 2006, d) Total para el 2004-2006 29

ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1:** Esfuerzo de observación realizado en cada temporada de estudio en la Península de Baja California 18
- Cuadro 2:** Foto-identificación utilizando la aleta dorsal del individuo. En paréntesis se indica el número de hembras conocidas (columna) y el número de individuos identificados a través de la aleta dorsal, incluyendo a las hembras (fila). La flecha indica la dirección en la que se realizó la comparación 21
- Cuadro 3:** Foto-identificación utilizando la aleta caudal del individuo. En paréntesis el área de congregación, N° total de caudales de hembras conocidas (columna) y N° total de individuos identificados a través de la aleta caudal (fila) 22

Cuadro 4: Total de fotografías e individuos adultos contenidos en el catálogo de aletas dorsales de la Península de Baja California. En paréntesis se indican las pertenecientes a las hembras del total 24

Cuadro 5: Historial de avistamientos de hembras identificadas en BC. En negrita = con cría; Sin negrita = sin cría; - = no fue observada; Subrayada = observada pero no se tiene información del rol que desempeñaba * = área de alimentación (MB=Mar de Bering, CA=California, SH=Islas Shumagins). INM=Intervalo de nacimiento mínimo, S-INM=segundo intervalo de nacimiento mínimo. 25

Cuadro 6: Frecuencias y promedio del intervalo de nacimiento para las agregaciones del Pacífico mexicano 26

Cuadro 7: Resultados de la Prueba de Mann-Whitney donde se compara el intervalo de nacimiento de BC con los del AR y la BB 27

Cuadro 8: Proporción de hembras identificadas en más de un día en una misma temporada y promedio del tiempo de residencia. * = cálculo realizado sin la hembra MXD-044 que tuvo un tiempo de residencia de 30 días 28

Cuadro 9: Total de horas de esfuerzo de observación, de Grupos de Hembras con Cría (GHc) y de avistamientos por año 28

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Bitácora General de Registro. Programa de Investigación de Mamíferos Marinos-UABCS 47

Anexo B: Bitácora de Foto-identificación de Ballena Jorobada 48

Anexo C: Vistas del Catálogo Digital de Hembras foto-identificadas en la Península de Baja California Sur 49

RESUMEN

Después de años de captura comercial, la forma menos invasiva de obtener datos sobre la biología reproductiva de las ballenas jorobadas ha sido el estudio a largo plazo realizado tanto en las áreas de reproducción como en las de alimentación. En el Pacífico mexicano estos estudios incluyen estimaciones de la tasa de nacimiento así como de los intervalos promedios de nacimiento para las congregaciones de la Bahía de Banderas (BB) en Nayarit-Jalisco y para el Archipiélago de Revillagigedo (AR), Colima. En este trabajo se presenta la primera estimación del intervalo de nacimiento para la congregación de la Península de Baja California (BC). Los datos utilizados corresponden a los años de estudio desde el 2004 al 2008. Se utilizó la técnica de la foto-identificación por medio de las aletas dorsal y caudal de las ballenas para reconstruir los historiales de avistamientos de las hembras. En los cinco años de estudio se identificaron un total de 145 hembras, 73 por presencia de una cría, 48 por análisis moleculares y 24 por ambos métodos. De las 145 hembras 17 presentaron capturas en dos o más años lo que permitió elaborar sus historiales de avistamientos. Se obtuvo un intervalo de nacimiento promedio de 2.20 años (± 0.42) y los intervalos observados con mayor frecuencia fueron los de dos y tres años. Estadísticamente no se presentaron diferencias significativas entre el promedio estimado para BC y los promedios globales estimados en la BB y el AR ($p > 0.05$), pero al comparar los promedios por periodo sólo hubo una ligera diferencia entre BC y el periodo de 1986-1992 del AR ($p < 0.05$). De manera general se concluye que la similitud que existe entre los promedios del intervalo de nacimiento de las tres congregaciones se debe a que las poblaciones están alcanzando un punto de equilibrio en donde los intervalos de dos y tres años son los que predominan y las ligeras diferencias se deben a los intervalos de un año ocurridos con mayor frecuencia antes de 1995 para el AR. Esta diferencia puede ser explicada por diferentes vías como son la historia de la explotación comercial, la disponibilidad de presas y los efectos antropogénicos. Entre los factores de sesgos que podemos mencionar están la sobrevivencia de las crías, la probabilidad de recaptura y el tiempo de residencia. Por último, se considera que BC y la BB debieran ser considerados como una sola unidad poblacional cuando se trata de estimar parámetros reproductivos.

ABSTRACT

After years of commercial catches, the least invasive manner to obtain data on the reproductive biology of humpback whales has been large-scale study in the areas of reproduction and feeding. Conducted off the Pacific coast of Mexico, these studies include estimates of the birth rate as well as the average intervals of birth for congregations in Banderas Bay (BB), Nayarit-Jalisco and the Revillagigedo archipelago (AR), Colima. In this study, the initial presentation of birth intervals is given for the Baja California Peninsula (BC) congregation. Data used corresponds to studies conducted between 2004 and 2008. Photo-identification of the dorsal and caudal fins was used to reconstruct historical sightings of females. During the five years of study, a total of 145 females were identified, 73 by the presence of an offspring, 48 through molecular analysis, and 24 using both methods. Of the 145 females, 17 had been captured in two or more years, which allowed an elaboration of their historical sighting trend. An average birth interval of 2.20 (± 0.42) years was obtained, and the observed intervals with the highest frequency were those of two or three years. Statistically, no significant differences were observed between the average for BC and the global average estimated for BB and AR (Test U, $p > 0.05$), however in comparing the averages by period, there was a small difference in BC, between the period from 1986-1992, and AR (Test U, $p > 0.05$). Generally, it can be concluded that the similarity among the average birth rates observed in the three congregations is due to the fact that the populations are arriving at a point of equilibrium in which intervals of two and three years predominate. In addition, small differences are likely due to the observed birth intervals of one year, which occurred with higher frequency prior to 1995 for AR. However, this difference could also be attributed to various influences such as the history of commercial exploitation, the availability of prey, and anthropological effects. Among the possible drivers of change are the survival of offspring, the probability of recapture and the time of residence. Finally, BC and BB should be considered as a single population unit when attempting to estimate reproductive parameters.

I. INTRODUCCIÓN

Durante la primera mitad del siglo XX la población de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) del Pacífico Norte fue objeto de una intensa caza comercial, reduciendo su población a menos de 1,000 individuos de una población original de más de 15,000 individuos (Rice, 1978). A partir de 1966 la especie fue puesta bajo protección internacional por la Comisión Ballenera Internacional (IWC), permitiendo así una recuperación paulatina de la población. Actualmente se estima que esta población posee aproximadamente 18,000 individuos (Calambokidis *et. al.*, 2008).

Durante el verano las jorobadas se alimentan en las latitudes altas, mientras que en el invierno se reproducen y mantienen a sus crías en las cálidas aguas del trópico y subtropical de latitudes bajas (Chittleborough, 1965). En el Pacífico mexicano las ballenas jorobadas pueden ser observadas desde noviembre hasta mayo (Urbán y Aguayo, 1987) conformando tres congregaciones invernales: La costa occidental de Baja California Sur , aproximadamente desde Isla Cedros hacia el sur hasta Cabo San Lucas y hacia el interior del Golfo de California al menos hasta Isla San José (BC); La Costa Continental desde el sur de Sinaloa hasta Jalisco, especialmente en los alrededores de las Islas Marías, Isla Isabel y Bahía de Banderas, Nayarit (BB); y el Archipiélago de Revillagigedo, Colima, que incluye a las Islas Socorro, San Benedicto y Clarión (AR) (Rice, 1974; Urbán y Aguayo, 1987).

La fidelidad que presentan las hembras de ballenas jorobadas a éstas áreas de reproducción (González-Peral, 2003) permite que se puedan medir ciertos parámetros poblacionales a través de técnicas no invasivas como la foto-identificación (Katona *et. al.*, 1979; Chu y Nieu Kirk, 1988). Uno de estos parámetros es el intervalo de nacimiento, o ciclo reproductivo, que como en la biología pesquera, permite predecir tasas de nacimiento, reclutamiento y crecimiento de una población (Lockyer, 1984) y se define como el número de años que se suceden entre cada nacimiento conocido para una hembra identificada individualmente (Baker *et. al.*, 1987).

Los primeros estudios acerca del intervalo de nacimiento o ciclo reproductivo de las ballenas jorobadas fueron llevados a cabo a través de la revisión de hembras capturadas por la industria ballenera, determinando que el periodo de gestación es cerca de 12 meses y el

de lactancia de unos $10^{1/2}$ meses, dando como resultado un intervalo de nacimiento promedio de dos años (Chittleborough, 1958). Actualmente, numerosos estudios documentan la ocurrencia de ciclos reproductivos de dos años en distintas áreas de reproducción y alimentación, sin embargo existen evidencias de que pueden ocurrir intervalos de nacimiento de un año (Glockner-Ferrari y Ferrari, 1984, 1990; Baker *et. al.*, 1987; Clapham y Mayo, 1990; Salas-Rodarte, 1993; Straley *et. al.*, 1994; Barlow y Clapham, 1997; Juárez-Salas, 2001).

Para el Pacífico mexicano se han determinado intervalos de nacimiento en la congregación de Bahía de Banderas de 2.14 años para los años 1990-94 y de 2.11 para los años 1995-2004; mientras que para el Archipiélago de Revillagigedo han sido de 1.92 para los años 1986-92 y de 2.08 años para el periodo 1995-98 (Juárez-Salas, 2001, 2008). Estos datos sugieren que la población del Pacífico mexicano tiene una tendencia a aumentar el intervalo de su ciclo de reproducción probablemente en respuesta a una exitosa recuperación de la población. El objetivo de este estudio fue determinar el intervalo de nacimiento para el área de congregación invernal de la Península de Baja California para el periodo 2004-2008 y compararlo con los obtenidos en los estudios antes mencionados.

II. ANTECEDENTES

2.1. Biología y ecología de la ballena jorobada

2.1.1. Clasificación y morfología

La ballena jorobada o yubarta (*Megaptera novaeangliae*, Borowski 1781) representa la única especie en su género. Su nombre científico hace referencia a las aletas pectorales grandes, las cuales miden cerca de la tercera parte de la longitud total del cuerpo, así como al lugar donde se describió por primera vez. La especie se clasifica dentro de la familia Balaenopteridae, comúnmente llamados rorcuales, que se caracterizan por la presencia de surcos o pliegues guloventrales que van desde la parte anterior de la mandíbula inferior hasta el ombligo. Pertenece al suborden Mysticeti que, a diferencia del suborden Odontoceti, poseen placas córneas o barbas a cada lado del paladar en lugar de dientes, siendo ambos subórdenes del orden Cetacea. (Reeves *et. al.*, 2002; Evans, 1987)

Las hembras adultas tienen una longitud de 13.7 a 15 m y los machos entre 12.2-14.6 m, alcanzando pesos entre las 30-40 toneladas con un máximo de 53 toneladas. El cuerpo es de color negro en la parte dorsal con manchas blancas en la parte ventral. Este patrón de coloración (blanco y negro) se extiende hasta la región ventral de la cola pudiendo hacer uso de esta característica como una forma de identificación individual a través de la fotografía (Katona *et. al.*, 1979). La aleta dorsal, con una altura cercana a los 30 cm., se encuentra situada sobre una giba en el tercio posterior del cuerpo; variando ambas en forma y tamaño de un individuo a otro. (Figura 1) (Medrano y Urbán, 2002; Reeves *et. al.*, 2002).

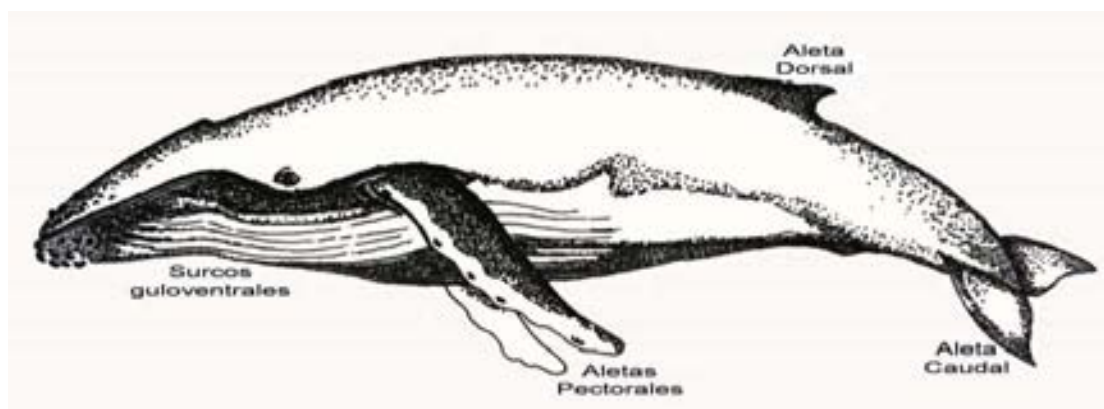


Figura 1: Morfología externa de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Ilustración: Betzi P.

2.1.2. Distribución y movimientos migratorios

La ballena jorobada es considerada una especie cosmopolita, distribuyéndose en todos los océanos del planeta. Sin embargo, sus poblaciones se encuentran parcial o totalmente separadas debido al aislamiento geográfico y reproductivo consecuencia de su amplia distribución en las diferentes cuencas oceánicas y de la diferencia que existe entre las estaciones invernales de cada hemisferio, las cuales determinan la migración hacia sus áreas de reproducción. Para el hemisferio norte o boreal (Pacífico Norte y Atlántico Norte) la época reproductiva es entre diciembre y abril y para las del hemisferio sur o austral entre junio y octubre. La ballena jorobada es considerada una especie migratoria debido a las largas travesías que realizan, de manera cíclica y previsiva, desde sus áreas de alimentación localizadas en las latitudes altas hacia sus áreas de reproducción y crianza en las aguas tropicales y subtropicales en las latitudes bajas (Evans, 1987)

La migración de estas ballenas ocurre a manera de una procesión, variando en el tiempo de arribo a sus respectivas zonas según la edad, sexo y estatus reproductivo (Dawbin, 1997; Craig *et. al.*, 2003). En el Pacífico Norte Craig *et. al.* (2003) encontraron que las ballenas inmaduras de ambos sexos y las hembras en su última etapa de lactancia junto a su joven cría son las primeras en llegar a las áreas de reproducción, seguidas de los machos maduros y por último las hembras preñadas próximas a tener su cría, mientras que la migración hacia sus áreas de alimentación lo hacen primero las hembras recién preñadas, seguidas de las ballenas inmaduras de ambos sexos, luego por los machos maduros y hembras en descanso y finalmente por las hembras con cría.

A partir de estudios moleculares y de foto-identificación se ha llegado a la conclusión de que las ballenas que invernan en el Pacífico mexicano se dividen en dos subpoblaciones (Medrano-González *et. al.*, 1995; Urbán, 2001; González-Peral, 2006). La primera formada por las agregaciones costeras de la Península de Baja California y las de Costa Continental quienes tienen como principales áreas de alimentación las aguas de California, Oregon y Washington (Calambokidis *et. al.*, 2000; Urbán *et. al.*, 2000) así como las áreas de las Islas Shumagin y British Columbia (González-Peral, 2006). La segunda, formada por las ballenas que se concentran en los alrededores de las islas del Archipiélago de Revillagigedo cuyas

principales áreas de alimentación se determinaron hasta hace poco; encontrando que la mayoría de estas ballenas provienen del norte y oeste del Golfo de Alaska con algunas recapturas en las Islas Aleutianas y el Mar de Bering (Calambokidis *et. al.*, 2008). Esto es consistente con lo observado por Urbán *et. al.* (2000) (Figura 2)

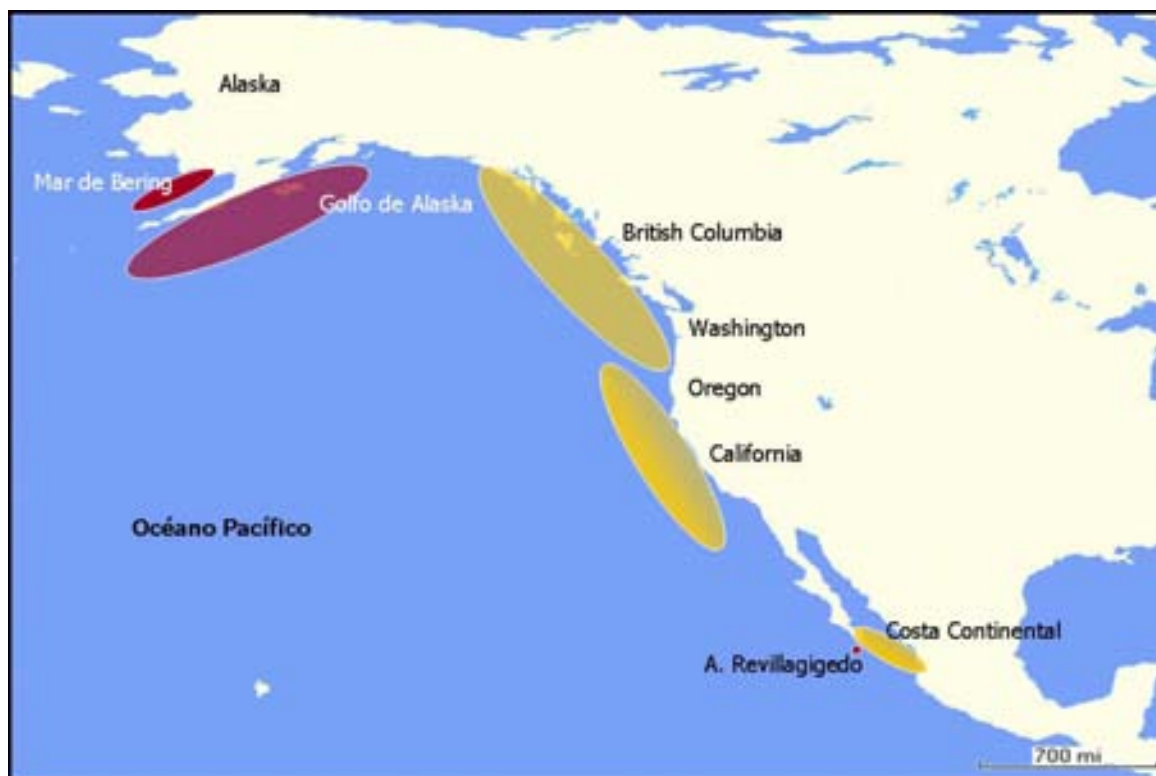


Figura 2: Destinos migratorios de las ballenas jorobadas que se congregan en el Pacífico mexicano.

2.1.3. Estado de conservación

Las ballenas jorobadas, como muchos otros mamíferos marinos, fueron casi extinguidas durante la primera mitad del siglo XX producto de la intensa caza comercial a la que fue sometida por parte de la industria ballenera de países como la Unión Soviética, Japón, Noruega y el Reino Unido (Springer *et. al.*, 2003). En un esfuerzo por evitar que las especies desaparecieran se creó en 1946 la Comisión Ballenera Internacional (IWC por sus siglas en inglés) para regular la caza indiscriminada y permitir solo aquella considerada como de subsistencia. De esta manera en 1955 se prohibió la caza de ballenas jorobadas en el Atlántico Norte, en 1966 en el Pacífico Norte y en 1963 en todo el hemisferio sur.

Actualmente la ballena jorobada continua siendo una especie protegida debido a que la población todavía no se recupera por completo (Medrano y Urbán, 2002). Sin embargo, es bien conocido que países como Japón, que poseen un alto consumo de productos derivados de ballenas, siguen practicando la cacería bajo el título de “caza científica”. En el año 2007 Japón amenazó con cazar 50 ballenas jorobadas en la Antártica, haciendo caso omiso a la moratoria de la Comisión Ballenera Internacional establecida desde 1963, suspendiendo más tarde dicha decisión (IWC, 2008).

La ballena jorobada se encuentra enlistada en el Apéndice I de la Convención Internacional sobre Especies Amenazadas-CITES (CITES < <http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>>), en el Apéndice I como especie migratoria en peligro por La Convención de Especies Migratorias – CMS (Prideaux, 2003), como especie vulnerable en el Apéndice I de la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-IUCN (IUCN, 2007 <www.iucnredlist.org>) y en la categoría de amenazada por el Comité del Gobierno Canadiense para el Estado de la Vida Silvestre en Peligro (COSEWIC, 2003). En México se encuentra en la categoría de “especies sujetas a protección especial” en la Norma Oficial Mexicana NOM-059 de la SEMARNAT (2002), y en la Norma Oficial Mexicana NOM 131 de la SEMARNAT (1998) se establecen los lineamientos y especificaciones para las actividades de observación de ballenas en aguas territoriales de México.

2.1.4. Comportamiento en áreas de reproducción

En las áreas de reproducción la ballena jorobada presenta una serie de comportamientos que van desde saltos, coletazos, aletazos, canto y competencia intrasexual, siendo estas dos últimas las que mayor atención han acaparado en la comunidad científica debido a la gran complejidad que presenta cada una. Todos estos comportamientos son asociados principalmente a tácticas de cortejo; por ejemplo, el canto (Winn y Winn, 1978) y la competencia intrasexual son comportamientos que no se presentan en las áreas de alimentación. Por otro lado el salto se da en ambas zonas aunque con mayor frecuencia en las de reproducción (Whitehead, 1985).

La competencia intrasexual se da entre dos o más machos adultos que se pelean por el acceso a una hembra que ha entrado o entrará pronto en estro. Comúnmente a estos grupos se les denomina “Grupo de competencia” y están formados por una hembra que es el “animal nuclear” una “escolta principal” que va junto a ella y una escolta secundaria o retadores que intentarán apartar a la escolta principal de su posición (Clapham *et al.*, 1992). Los grupos de competencia ganan y pierden miembros constantemente lo que los convierte en grupos dinámicos, variando desde tres hasta 15 individuos. Las hembras también pueden presentar un comportamiento agresivo dentro de un grupo de competencia, demostrando que no siempre aceptará a la escolta principal (Clapham *et al.*, 1992). Pack *et al.* (1998) reportaron la muerte de un individuo dentro de un grupo de competencia, concluyendo que este tipo de comportamiento infringe un alto costo físico para el animal. Sin embargo, es más común ver la presencia de marcas y cicatrices producto de esta actividad, que para nuestro beneficio son usadas en la foto-identificación (Clapham y Mayo, 1990). También se sugiere que estas marcas pueden ser utilizadas para inferir la edad, el sexo y la clase social de un animal (Chu y Nieukirk, 1988).

El canto de las ballenas jorobadas fue definido por Payne y McVay (1971) como una serie de frases que a su vez forman temas y que al ser repetidas de manera cíclica forman una canción. Ha sido bien documentado que sólo los machos cantan (Glockner, 1983), pero aún no se sabe a ciencia cierta cuál es el papel exacto de la misma. A pesar de que todos los machos de una misma población producen la misma canción, Winn y Winn (1978) sugieren que el canto podría ser una forma de reconocer subpoblaciones. Por ejemplo, en un estudio realizado en el invierno de 1989 por Helweg *et al.* (1990) en el que realizaron grabaciones de ballenas de las poblaciones de Japón, Hawai y México encontraron que los cantos de estas tres poblaciones tenían pequeñas variaciones en la composición de los temas. Por otro lado Chu y Harcourt (1986) sugieren que el canto es una forma de demostrar su condición física a las hembras, mientras que Frazer y Mercado (2000) sugieren que podría servir como un sonar para detectar otras ballenas en el área. El canto de las jorobadas también varía de un año a otro, pero este cambio se da de manera gradual hasta convertirse en una nueva canción. Noad *et al.* (2000) encontraron que en menos de dos años animales de la costa este de Australia cambiaron su canción por la influencia de algunos cantores de la costa oeste que migraron hacia esa área; sugiriendo que la novedad trae cambios en las canciones de las jorobadas.

Tal vez uno de los comportamientos más sorprendentes para un espectador es ver a una ballena jorobada saltar fuera del agua sacando más de la tercera parte de su cuerpo. Al igual que en la mayoría de los comportamientos que se han descrito en las jorobadas existen varias hipótesis que intentan darle un significado. Whitehead (1985) explica que este comportamiento podría tener varias funciones, entre ellas: 1) comunicación: el ruido que provoca una rompedura podría ser una forma de comunicación entre dos o más animales que se encuentren dentro de un área aproximada de 10 km o menos; 2) juego: tanto las hembras como los machos realizan saltos sin importar la edad, en especial las crías; 3) cortejo: se ha observado que los machos que escoltan a una hembra suelen saltar por lo que se ha asociado a una forma de demostración de fortaleza hacia la hembra.

2.1.5. Ciclo reproductivo

Es muy poco lo que se sabe sobre el sistema de apareamiento de las ballenas jorobadas, principalmente debido a que la cópula aún no ha sido observada a pesar de todos los años que se han dedicado al estudio de esta especie. Algunas investigaciones realizadas hasta el momento sugieren la presencia de un sistema promiscuo con leve grado de poliginia (Cerchio *et. al.*, 2005; Clapham, 1996) en el cual el éxito reproductivo de los machos está influenciado por diferentes factores como son: el tiempo de residencia de las hembras en las áreas de reproducción, la asincronía en el tiempo de migración y el uso de diversas tácticas durante el cortejo. Por otro lado, la ausencia de un cuidado paternal (Clapham y Palsboll, 1997) así como la ausencia de grupos estables (Clapham, 1996) son factores que confirman este sistema.

Al parecer son varias las estrategias de cortejo que utilizan los machos para ganar el acceso a una hembra durante la época reproductiva, estas van desde el canto, pasando por un comportamiento agonístico, hasta el “escoltar” a una hembra con su cría. Esta última con el aparente objetivo de esperar a que la hembra entre en estro posparto, sin embargo esto no garantiza que la hembra se encontrará receptiva al apareamiento (Clapham, 1996). Los primeros estudios que se tuvieron acerca del ciclo reproductivo de las jorobadas fueron llevados a cabo a través de las necropsias realizadas a los animales cazados por la industria ballenera. Se encontró que las hembras entran en estro sólo una vez durante la temporada reproductiva (Chittleborough, 1965) lo cual, además de la marcada diferencia en la proporción de machos y hembras (2-3:1) en estas áreas (Brown *et. al.*, 1995; Darling, 2001) podría

explicar las diferentes tácticas de cortejo, en especial del comportamiento agresivo que presentan durante la época de reproducción.

Una vez que la hembra es preñada pasarán de 11-12 meses después de los cuales nace una cría que mide de 4.5-5 m de longitud. El regreso de la madre con su cría recién nacida a su habitual área de alimentación, representa la primera migración de la cría, la cual tendrá gran influencia en la elección del hábitat que esta realizará en los siguientes años (Weinrich, 1998). La cría se mantendrá lactando de 5-10^{1/2} meses, dándose casos de destete tanto en las áreas de alimentación (Baraff y Weinrich, 1993) como en las de reproducción (Baker *et. al.*, 1987).

La edad a la que una cría macho o hembra llega a la madurez sexual es entre los 4-5 años de edad mientras que la madurez física es alcanzada alrededor de los 10 años (Chittleborough, 1955; Clapham y Mayo, 1990). Clapham (1992) menciona que los machos al llegar a la madurez sexual aún no son capaces de desenvolverse en las actividades de competencia intrasexual sino hasta alcanzar la madurez física; mientras que las hembras ya se encontrarán listas para tener su primera cría. En la mayoría de los casos, después de nacer la cría la hembra presentará una ovulación posparto la cual normalmente ocurre sin la concepción, posiblemente debido a que en esta etapa las hembras son menos receptivas que cuando no están lactando, completándose así un ciclo reproductivo de dos años (Chittleborough, 1958; Glockner-Ferrari y Ferrari, 1984). También se ha documentado que hembras maduras bien alimentadas y de mayor edad y experiencia pueden llegar a tener ciclos reproductivos exitosos de un año con la producción de dos crías en dos años, sin embargo este tipo de ciclo no puede mantenerse por mucho tiempo (Straley *et. al.*, 1994).

En resumen, Chittleborough (1958) define tres tipos de ciclos reproductivos que pueden ocurrir para una hembra madura: A) la ausencia de la ovulación posparto o la ocurrencia de la misma pero sin la concepción, resultando en una cría en dos años; B) la ovulación posparto resulta en la concepción de una nueva cría, obteniendo dos crías en dos años y C) la pérdida de la primera cría recién nacida es balanceada con una segunda concepción (Figura 3).

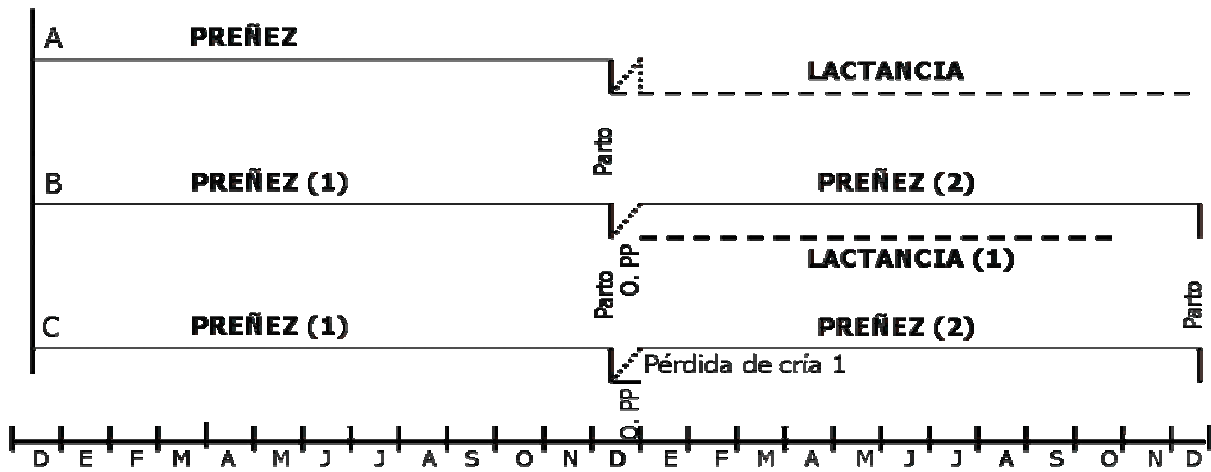


Figura 3: Ciclos reproductivos que pueden ocurrir para una hembra madura de ballena jorobada. Tomado de Chittleborough (1958). O.pp = Ovulación posparto

2.2. Antecedentes en el Pacífico mexicano

Por varios años, las investigaciones realizadas en el Pacífico mexicano se han concentrado principalmente en el entendimiento de la distribución espacio-temporal y en la realización de estimaciones del tamaño poblacional de las ballenas jorobadas que aquí se congregan (Urbán y Aguayo, 1987; Jaramillo, 1995; Salinas, 1999; González-Peral, 2003). En materia de reproducción es muy poco lo que se ha realizado para identificar los parámetros poblacionales que rigen a estas congregaciones. Entre los trabajos más destacados está el de Salas-Rodarte (1993) quien determinó las tasas de nacimiento y el intervalo de reproducción de las ballenas jorobadas identificadas en dos áreas de reproducción del Pacífico mexicano de 1986 a 1991, concluyendo que la tasa de nacimiento promedio para el Archipiélago de Revillagigedo fue de 0.099 y de 0.084 para la Bahía de Banderas y el intervalo de reproducción promedio fue de 2.1 años para el Archipiélago de Revillagigedo. Estos datos fueron ampliados por Juárez-Salas (2001) cuando determinó las tasas de nacimiento y el intervalo de reproducción de las ballenas jorobadas para el Pacífico Mexicano de 1986 a 1998 encontrando que los intervalos de nacimiento más comunes fueron los de dos y tres años y el intervalo promedio fue de 2.20 años para la Bahía de Banderas y de 2.21 años para el Archipiélago de Revillagigedo, mientras que para la Península de Baja California la estimación de estos parámetros no pudo ser realizada debido a la inconsistencias de los datos durante esos años. En el 2008 Juárez-Salas (2008) realizó una ampliación de su trabajo realizado en el 2001 utilizando datos de ballenas identificadas entre 1986 y el 2004, pero esta vez concentró su esfuerzo en la Bahía de

Banderas encontrando una ligera disminución del intervalo de nacimiento para esta agregación (2.12 años) con respecto a sus resultados en el 2001. Juárez-Salas concluye que esta disminución podría ser el efecto de un mayor tamaño de muestra y por tanto una mayor exactitud del promedio.

III. OBJETIVOS

General

- Determinar el intervalo de nacimiento de las ballenas jorobadas que se congregan en la Península de Baja California, con base en hembras identificadas individualmente en el periodo 2004-2008.

Particulares

- Elaborar un catálogo de aletas dorsales de ballenas jorobadas para la Península de Baja California correspondiente a las temporadas invernales 2004-2008.
- Reconstruir el historial de avistamientos de las hembras foto-identificadas y calcular el intervalo de nacimiento.
- Comparar el intervalo de nacimiento de las ballenas jorobadas de la Península de Baja California con los estimados para las ballenas jorobadas del Archipiélago de Revillagigedo y de la Bahía de Banderas.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

4.1. Baja California Sur

El área de estudio se concentra en la congregación de ballenas jorobadas que se reproducen en la Península de Baja California (Figura 4). Geográficamente se ubica a la entrada del Golfo de California entre los 23°03' - 23°35' N y 109°21' - 109°69' W. La topografía de esta región se caracteriza por ser muy irregular. Presenta montes y cañones submarinos y la plataforma continental no rebasa los 5 Km. de amplitud. En ocasiones la plataforma es interrumpida por cañones con profundidades arriba de los 1000 m como sucede en la localidad de los Frailes. En Los Cabos la plataforma es recortada y en el talud la pendiente es muy abrupta. La temperatura y la salinidad presentan una alta complejidad debido a la presencia de tres masas de aguas superficiales: la Corriente cálida y altamente salina del Golfo de California ($T=18^{\circ}\text{C}$; $S=34.90\text{‰}$) que acarrea agua hacia el sur, la Corriente de California a la altura de Cabo San Lucas con aguas frías y baja salinidad ($T=15\text{-}20^{\circ}\text{C}$; $S=34.6\text{‰}$) que viajan al sureste creando frentes termohalinos y la Corriente Norecuatorial de aguas cálidas y salinidad intermedia ($T=26^{\circ}\text{C}$; $S=34.5\text{-}34.85\text{‰}$) que viaja al Noroeste (De la Lanza, 1991).



Figura 4: Áreas de congregación de la ballena jorobada en el Pacífico mexicano. En círculo se muestra el área de estudio. Tomado de Urbán *et. al.*, 1999.

V. METODOLOGÍA

5.1. Términos y definiciones

Para una mejor comprensión del trabajo desarrollado se ha estandarizado la definición de algunos términos con base a definiciones dadas por diferentes autores como Baker *et. al.* (1987), Clapham y Mayo (1990) y Steiger y Calambokidis (2000).

Cría: Ballena en su primer año de vida con un tamaño de 3-8 m asociada a una ballena adulta considerada como su madre. .

Madre: Hembra adulta, de 12 a 15 m, que mantiene una asociación cercana con una cría a la que se considera como su descendiente.

Intervalo de nacimiento: Se define como el número de años que se suceden entre cada nacimiento conocido para una hembra identificada individualmente. Se distinguen dos tipos: “completo” es aquel en el que se conoce la historia reproductiva de una hembra individual por dos o más años consecutivos e “incompleto” es aquel donde la historia de la ballena contiene espacios en los que no fue posible hacer una recaptura en dos o más años sucesivos, por lo que no podemos saber si en esos años tuvo o no cría.

5.2. Obtención de datos en campo.

5.2.1. Temporadas 1983-2003

El denominado Catálogo Histórico de aletas caudales de la UABCS comprende 823 individuos foto-identificados entre los años 1983-2003 para Baja California, 1102 entre 1986-2003 para el Archipiélago de Revillagigedo y 910 entre 1983-2003 para la Bahía de Banderas, Isla Isabel y Costa de Nayarit. Las fotografías de este catálogo, en su mayoría, fueron tomadas con cámaras reflex equipadas con lentes zoom 70-200 mm o con telefoto 300 mm y películas blanco y negro. Estos individuos foto-identificados fueron el resultado del trabajo realizado en diversos proyectos, así como de personas e instituciones. Entre los principales colaboradores que participaron en la obtención de las fotografías de estos catálogos están investigadores y estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), de la UABCS, del Center for Whale Research (CWR), de la Cousteau Society (CS), así como investigadores independientes.

5.2.2. Temporadas 2004-2008

Los datos de este periodo provienen principalmente de tres proyectos ligados al Programa de Investigación de Mamíferos Marinos (PRIMMA) de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UBACS):

- “*Conservación de grandes ballenas en el Golfo de California y Pacífico mexicano. Fase I*” con la Alianza WWF México-Telcel: uno de sus objetivos es recabar información sobre las ballenas jorobadas que se congregan en el extremo sur de la Península de Baja California, principalmente en la región de Los Cabos. Se realizó una salida en marzo del 2007 y otra en abril del 2008 con una duración de 10 y 9 días respectivamente. La navegación se realizó en una embarcación mediana (13.4 m) y cuando fue posible se utilizó una lancha de fibra de vidrio tipo panga con motor fuera de borda.
- “*Whale Ecology Program*” con Ecology Project International (EPI): es una ONG dedicada a la conservación y educación ambiental en el Golfo de California. Esta entidad lleva dos años colaborando con los muestreos del PRIMMA, aportando la mayor cantidad de datos utilizados en la elaboración de los catálogos del 2007 y 2008. Las navegaciones fueron llevadas a cabo en una embarcación mediana y cuando hubo un avistamiento y las condiciones del mar lo permitieron se utilizó una panga que fue llevada en cada salida. Estas se realizaron desde enero a marzo con una duración de 10 días por mes alternando los viajes desde La Paz-Loreto-La Paz y La Paz-Los Frailes-La Paz.
- *Structure of Populations, Level of Abundance and Status of Humpbacks* (SPLASH): este proyecto tuvo una duración de tres años (2004-2006) e incluyó a más de 400 investigadores provenientes de 5 naciones. Fue llevado a cabo en todo el Pacífico Norte con el objetivo de ampliar el conocimiento acerca del estatus actual de las ballenas jorobadas tanto en sus áreas de alimentación como en las de reproducción. Se realizó esfuerzo de observación en las tres áreas de congregación invernal del Pacífico mexicano, pero para efectos del presente trabajo sólo se incluyen los datos de esfuerzo realizados en la congregación de la Península de Baja California. Las navegaciones se realizaron en embarcaciones pequeñas (lanchas de fibra de vidrio tipo panga) y

medianas (13.4 m) cubriendo principalmente el área comprendida entre Cabo Pulmo-Los Frailes y Cabo San Lucas. Adicionalmente se contó con la base de datos del proyecto donde se incluyen las recapturas de todo el Pacífico Norte.

Igualmente, se incluyen en los catálogos fotografías a las que se les denomina “Oportunistas” ya que fueron colaboraciones de investigadores y observadores independientes al PRIMMA. Los días y horas de esfuerzo realizados en cada temporada dependió principalmente de los objetivos de cada proyecto así como de las condiciones ambientales (Cuadro 1).

Cuadro 1: Esfuerzo realizado en cada temporada de estudio en la Península de Baja California

Temporada	Días de esfuerzo efectivo	Fecha	Proyecto
2004	38	19 ene 04 - 03 abr 04	SPLASH
2005	32	08 ene 05 - 30 may 05	SPLASH
2006	33	16 ene 06 - 17 may 06	SPLASH
2007	20	20 ene 07 - 20 mar 07	UABCS/EPI
2008	39	21 ene 08 - 09 abr 08	UABCS/EPI

En cada salida se tomaron todos los datos posibles para cada avistamiento. Para esto se utilizó una bitácora general y otra de avistamiento. En la bitácora general (Anexo A) se anotaron los datos iniciales de cada avistamiento que incluían la fecha, hora, especie y número de individuos y los correspondientes a las condiciones ambientales del día como: nubosidad; beaufort, dirección del viento, tamaño de las olas, visibilidad y temperatura de la superficie del mar. Además se anotó la posición, rumbo y velocidad de navegación, estas últimas tomadas a través de un Sistema de Posición Geográfico (GPS, por sus siglas en inglés). Todos los datos fueron registrados por el anotador cada vez que hubo un avistamiento y cada 15 ó 20 min. de observación, dependiendo del tiempo elegido para hacer la rotación entre los observadores, los cuales van ubicados a cada lado del barco y en la proa o la cofa dependiendo de la embarcación. La bitácora de avistamiento (Anexo B) fue llenada cada vez que se realizó un esfuerzo máximo con el/los individuos. En ella se anotó la fecha, hora y posición inicial y final del avistamiento, localidad, tipo de grupo, comportamiento principal, número de fotografías tomadas, biopsias y comentarios adicionales relacionados al avistamiento. Todos los datos

registrados tanto en la bitácora general como en la de avistamiento fueron pasados a una base de datos digital diseñada para tal efecto con el programa Access de Microsoft Office 2003 por el proyecto SPLASH y que se continúa usando hasta el momento con algunas modificaciones.

5.3. Elaboración del catálogo de aletas dorsales para la Península de Baja California

Las fotografías (2004-2008) fueron tomadas con cámaras digitales modelo Cannon EOS 10D, 20D y Nikon D100 equipadas con lentes de 75-300 mm. Posteriormente se pasaron a la computadora en donde se editaron y se les renombró utilizando el programa ACDSsee y guardadas en formato JPEG. El nombre de la foto incluye cinco componentes: 1) MX = México; 2) BC = Península de Baja California; 3) AM = son las dos primeras letras de la embarcación utilizada en ese momento, en este caso “Amigo”; 4) la fecha y 5) el número consecutivo de la foto (MXBC-AM-2008Ene01-0001).

Para elegir las fotografías que integrarían el catálogo se realizó una modificación de la clasificación de la calidad de imágenes de aletas caudales propuesta por Mizroch *et. al.*, (1990). Esta clasificación utiliza una escala de 1 a 3, en donde el 1 equivale a una fotografía de excelente calidad para la foto-identificación, considerándose estas con buena resolución, claridad de la dorsal, marcas y cicatrices, cercanía y plano perpendicular. La categoría 2 representa imágenes de buena calidad para la foto-identificación pero con algunos defectos, por ejemplo claridad de la foto, pero tomada en un plano de 45°. La categoría 3 son fotografías consideradas de mala calidad no aptas para la foto-identificación, aquí se incluyeron las fotografías consideradas de muy baja resolución, borrosas, con destellos de luz o en un plano que no permitía ver la dorsal ni marcas correctamente.

Entre el 2004 y el 2008 se tomaron un total de 1530 fotografías de aletas dorsales de las cuales 1045 fueron consideradas de excelente y buena calidad para la foto-identificación (categorías 1 y 2) y 485 fueron consideradas dentro de la categoría 3. Debido a la existencia de dorsales que no se pudieron asociar a su respectiva caudal, las fotografías que fueron elegidas para confeccionar el catálogo de dorsales de individuos fotoidentificados en la Península de Baja California se les asignó un código único para cada animal distinto al de la caudal. Este

código consiste de tres letras y un número: MX = México, D = Dorsal, seguido del número consecutivo de tres dígitos.

5.4. Identificación del sexo

La ballena jorobada no muestra dimorfismo sexual. Para la identificación de las hembras se utilizaron dos métodos: uno basado en la inferencia, considerando como hembra al individuo adulto que mantuviera una relación estrecha con una cría y el segundo método fue por medio de análisis moleculares a partir de biopsias de piel. Las muestras de piel se obtuvieron con la ayuda de una ballesta y una flecha con punta modificada que penetra en la piel del individuo reteniendo una pequeña porción de la misma. Las muestras fueron analizadas por Úrsula González-Peral¹ en el Laboratorio de Genética y Conservación de Cetáceos de la Universidad Estatal de Oregon, siguiendo el protocolo planteado por Gilson *et. al.* (1998). El método consiste principalmente en la amplificación por PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) de un fragmento de la región control utilizando primers diseñados específicamente para los genes ZFX/ZFY de hembras y machos.

5.5. Reconstrucción del historial de avistamientos de las hembras

5.5.1. Foto-identificación

El presente trabajo está basado en la técnica de foto-identificación. Para la ballena jorobada, tradicionalmente, se fotografía la aleta caudal, la cual presenta un patrón de coloración en la parte ventral que funciona como una huella digital para cada individuo permitiendo hacer un seguimiento a través de los años (Katona *et. al.*, 1979). Sin embargo, en este trabajo la identificación individual de las hembras se realizó principalmente mediante la aleta dorsal, la cual es igualmente única para cada individuo, por su forma y por la presencia de marcas y cicatrices en ella (Chu y Nieukirk, 1998; Glockner y Venus, 1983) (Figura 5). Esto se debe a que no es común que una hembra acompañada de una cría deje ver su aleta caudal después de una inmersión, ya que por lo general, realizan buceos poco profundos (Craig y Herman, 1997; Medrano *et. al.*, 2000). Esta técnica fue utilizada también para documentar el tiempo de residencia y la probabilidad de recaptura.

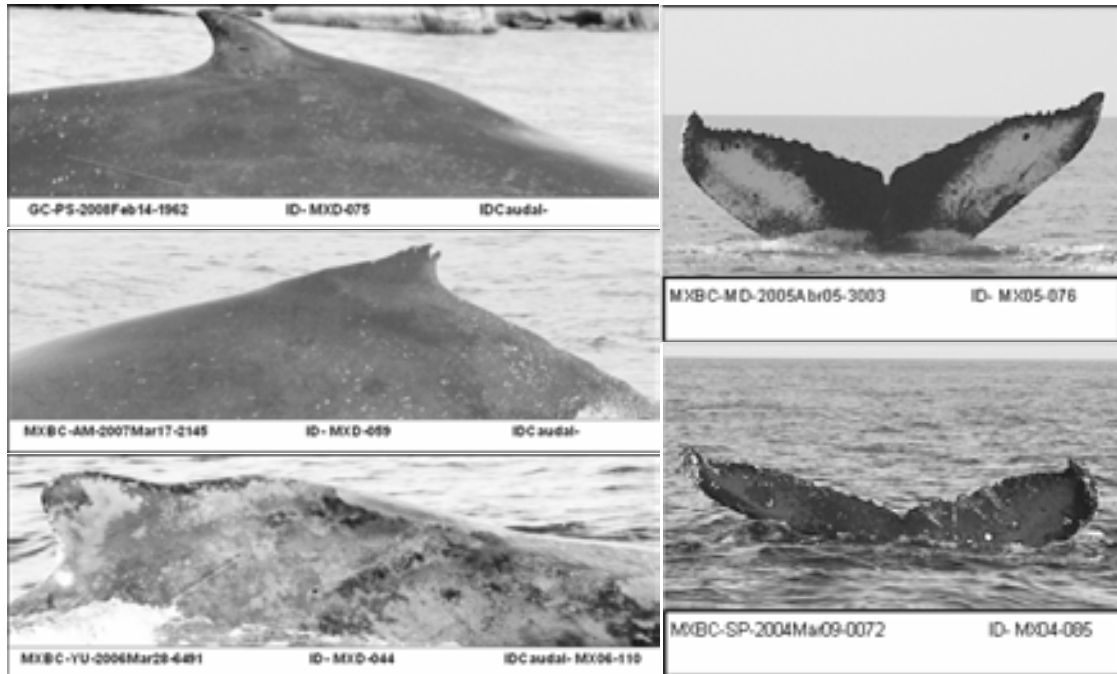


Figura 5: Ejemplos aletas dorsales y caudales de ballenas jorobadas utilizadas para la foto-identificación.

Debido a que la Península de Baja California es considerada tanto como un destino migratorio, como también un área de tránsito para las ballenas jorobadas que se congregan en el Archipiélago de Revillagigedo y Costa Continental (González-Peral, 2006), la comparación de ballenas foto-identificadas por medio de la aleta caudal se realizó también con los catálogos de estas dos congregaciones. El proceso de comparación por medio de la aleta dorsal se indica en la cuadro 2, mientras que en el cuadro 3 se muestra el llevado a cabo para la comparación de las aletas caudales. Adicionalmente se utilizó la base de datos de recapturas del proyecto SPLASH para complementar historiales de avistamientos y corroborar algunas de las recapturas, incluyéndose también las recapturas con las áreas de alimentación.

Cuadro 2: Foto-identificación utilizando la aleta dorsal del individuo. En paréntesis se indica el número de hembras conocidas (columna) y el número de individuos identificados a través de la aleta dorsal, incluyendo a las hembras (fila). La flecha indica la dirección en la que se realizó la comparación.

Temporada	2004 (28, 200)	2005 (166)	2006 (134)	2007 (117)
2005 (41)	↗			
2006 (33)	↗	↗		
2007 (15)	↗	↗	↗	
2008 (18, 57)	↗	↗	↗	↗

Cuadro 3: Foto-identificación utilizando la aleta caudal del individuo. En paréntesis el área de congregación, N° total de caudales de hembras conocidas (columna) y N° total de individuos identificados a través de la aleta caudal (fila).

Temporada	Catálogos Históricos			Catálogo SPLASH			
	2003-1983 (BC, 823)	2003-1983 (BB, 910)	2003-1986 (AR, 1102)	2004-2006 (BC, 579)	2004-2006 (BB, 999)	2004-2006 (AR, 765)	2007 (BC, 180)
2004 (BC, 6)	↯	↯	↯				
2005 (BC, 3)	↯	↯	↯				
2006 (BC, 5)	↯	↯	↯				
2007 (BC, 9)	↯	↯	↯	↯	↯	↯	
2008 (BC, 3)	↯	↯	↯	↯	↯	↯	↯

5.5.2. Cálculo del Intervalo de nacimiento

Una vez reconstruido el historial de avistamientos de las hembras se realizó el cálculo del intervalo de nacimiento. Debido a que hubo hembras cuyo historial fue incompleto (ver punto 5.1 para definición) se usó el intervalo mínimo de nacimiento el cual sólo toma en cuenta los años en el que la hembra fue avistada sin cría. Los resultados se compararon con los obtenidos para las congregaciones del AR y la BB mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney para conocer si las diferencias entre los promedios globales y por periodos de las congregaciones eran estadísticamente significativas. Cabe aclarar que en este trabajo los intervalos de nacimiento del AR y de la BB fueron determinados utilizando los datos originales de los trabajos realizados por Juárez-Salas (2001 y 2008).

5.6. Índices de Abundancia Relativa de hembras con cría y de hembras sin cría

Como se indicó en el punto 6.2.1, en cada bitácora de avistamiento se anotó el tipo de grupo al cual pertenecía la hembra con su cría. Para facilitar las anotaciones en el momento del avistamiento, a los grupos de una hembra con cría se les denominó “Mc”, a una hembra con cría y una escolta “McE” y a una hembra con cría y dos o más escoltas se le denominó McEComp. Debido a que el esfuerzo de observación fue distinto para y a lo largo de cada temporada se utilizó el número de animales identificados por horas de esfuerzo de observación (individuos/hora de esfuerzo) como un Índice de Abundancia Relativa (IAR) para poder hacer los valores comparables. Este índice se calculó por mes, desde enero hasta la primera quincena de abril, para los años 2004 al 2006 debido a que en estas temporadas los esfuerzos de

observación se concentraron principalmente en las ballenas jorobadas y en la misma área de muestreo (Región de Los Cabos). A diferencia de lo anterior, en las temporadas 2007 y 2008 el esfuerzo de observación no se limitó solamente hacia la especie en estudio y tampoco a las mismas áreas de muestreo.

VI. RESULTADOS

6.1. Catálogo de aletas dorsales

De las 1045 fotografías que resultaron elegidas para confeccionar el catálogo, 210 pertenecen a 133 hembras identificadas individualmente a través de la aleta dorsal, de las cuales 75 poseen fotografía de la aleta por ambos lados (Cuadro 4). Además de elaborar el catálogo impreso de las dorsales se confeccionó un catálogo digital (Anexo C) utilizando el programa Access de Microsoft Office 2003. En cada registro de este catálogo se incluyen las fotografías de ambos lados de la dorsal, la aleta caudal y el historial de avistamientos de las hembras. La búsqueda de los individuos en ambos catálogos se puede hacer tanto por el código de la aleta dorsal como por el de la caudal.

Cuadro 4: Total de fotografías de individuos adultos presentes en el catálogo de aletas dorsales de la Península de Baja California. En paréntesis se indican las pertenecientes a las hembras del total.

	2004	2005	2006	2007	2008	Total
Fotografías	341 (46)	243 (64)	190 (48)	186 (24)	85 (28)	1045 (210)
Individuos.	228 (28)	193 (41)	144 (32)	117 (15)	56 (17)	738 (133)
Individuos con ambas dorsales	119 (18)	77 (23)	55 (15)	69 (9)	28 (10)	348 (75)

6.2. Historias de Avistamiento

Durante el periodo 2004-2008 se fotoidentificaron 145 hembras, de las cuales en 48 se determinó el sexo por DNA, en 73 por la presencia de una cría y en 24 por ambos métodos. De estas 145 hembras, 72 fueron foto-identificadas por la aleta dorsal, 61 por las aletas dorsal y caudal y sólo 12 por la aleta caudal. De las 145 hembras 17 tuvieron las suficientes recapturas para elaborar sus historiales de avistamientos, ya que se observaron en dos o más años entre 1983 y 2008 (Cuadro 5). Las cuatro últimas hembras que se muestran en este cuadro fueron recapturadas sin crías. Entre 1983 y 1996 no se encontraron recapturas por lo que estos años se excluyen del cuadro.

Con referencia a recapturas de hembras en diferentes regiones, se encontraron 20: cuatro entre BC y las áreas de alimentación y 16 entre las tres congregaciones del Pacífico mexicano. Tomando en consideración solamente las recapturas entre congregaciones de

México encontramos que el 50% fue entre BC-BB, 31% entre BC-AR y 19% entre BC-BC. Se presentaron cuatro casos de hembras identificadas en dos zonas de congregación en la misma temporada. La primera hembra (MXD-006) fue observada el 8/mar/04 en BB sin cría y recapturada el 24/mar/04 en BC con cría; la hembra MXD-562 fue observada en la BB el 14/ene/06 y posteriormente en BC el 17/feb/06; la tercera hembra (MXD-241) fue foto-identificada en la BB el 10/ene/04 y el 13/mar/04 en BC y la última hembra (MXD-269) fue observada primero en el AR el 24/ene/04 y luego en BC el 26/feb/04, en estos últimos tres casos las hembras fueron identificadas sin cría. También se encontró que la hembra MXD-063 fotoidentificada en 1999 en el AR fue vista ese mismo año con cría y luego sin cría, lo que implica que posiblemente la perdió, pero esto no se pudo confirmar ya que no se volvió a tener un tercer avistamiento (Jacobsen, com. pers.). La hembra MXD-007 fue vista el 21/Feb/04 con cría y más tarde, el 1/Jul/04, en el Mar de Bering sin cría y al siguiente año solo se vio en el mar de Bering nuevamente sin cría. La hembra MXD-119 fue vista dos veces dentro de la misma temporada en BC, el 21/mar/06 como individuo A1 en un grupo de competencia en cual no se presencié ninguna cría y el 24/mar/06 como madre con cría.

Cuadro 5: Historial de avistamientos de hembras identificadas en BC. En negrita = con cría; sin negrita = sin cría; - = no fue observada; subrayada = rol desconocido; * = área de alimentación (MB=Mar de Bering, CA=California, SH=Islas Shumagins). INM=Intervalo de nacimiento mínimo, S-INM=segundo intervalo de nacimiento mínimo.

Individuo	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	INM	S-INM
MX07-120		<u>BB</u>	-	-	BB	-	-	-	-	BB	BC	-	2, 2	2, 2
MXD-007								BC / *MB	*MB	-	-	-	2	2
MX04-077								BC	*CA	-	-	-	2	2
MX05-115								AR	BC	-	-	-	2	2
MXD-373								BB	BC	-	-	-	2	2
MXD-375									BC	AR	-	-	2	2
MX07-119										AR	BC	-	2	2
MXD-006	BB	BB	-	-	-	-	-	BB / BC	-	-	-	-	3	3
MX05-057								AR	BC	BB	-	-	3	3
MXD-063			AR	-	-	<u>BB</u>	-	-	-	-	BC	-	-	-
MXD-010								BC	-	BC	-	-	-	-
MXD-032									BC	-	-	BC	-	-
MXD-080										BB	-	BC	-	-
MX04-072								BC / *SH	*SH	-	-	-		2
MXD-390								*CA	BC/*CA	-	-	-		2
MX06-036								BB	-	BC	-	-		
MXD-455									BC	-	BC	-		

6.3. Intervalo de nacimiento mínimo

El intervalo de nacimiento mínimo (INM) fue calculado tomando en consideración las 13 hembras que se identificaron con cría en algún año, obteniéndose un total de 10 intervalos. Los intervalos de dos y tres años fueron los únicos observados dando un promedio de 2.20 años ($DE \pm 0.42$). Se calculó un segundo intervalo de nacimiento mínimo (S-INM), pero esta vez se incluyen a las hembras MX04-072 y MXD-390, las cuales fueron eliminadas de la primera estimación debido a que no se les observó con cría en ninguna de sus recapturas por lo que no se tenía la certeza de que fueran hembras maduras sexualmente. Sin embargo, al tomar en consideración que al menos una de sus recapturas fue solamente en área de alimentación cabe la posibilidad de que haya tenido una cría pero no se logró observar. El resultado obtenido fue un intervalo promedio de 2.17 años ($DE \pm 0.39$) (Cuadro 6).

Cuadro 6: Frecuencias y promedios del intervalo de nacimiento para las agregaciones del Pacífico mexicano

Intervalos (años)	BC		Global		Periodos			
			**	*	**	**	*	*
	1997-2008		BB	AR	BB1 (n = 21)	BB2 (n = 61)	AR1 (n = 22)	AR2 (n = 12)
	n=10	n=12	(n=82)	(n=34)	1985-1994	1995-2004	1986-1992	1995-1998
1	0	0	3	8	1	2	8	0
2	8	10	70	23	18	52	12	11
3	2	2	5	1	0	5	0	1
4	0	0	4	0	2	2	0	0
5	0	0	0	2	0	0	2	0
Promedio	2.20	2.17	2.12	1.97	2.14	2.11	1.90	2.08
DE	0.42	0.39	0.49	0.89	0.65	0.48	1.06	0.28

Juárez-Salas *2001, **2008

Para fines comparativos en el cuadro 6 también se agregaron los resultados del intervalo de nacimiento obtenidos, con base en los datos de Juárez-Salas (2001, 2008), en el AR y en la BB. A simple vista se puede observar que existe una mayor similitud entre el promedio del intervalo de nacimiento calculado para BC con el de la BB que con el del AR, sin embargo estadísticamente BC no mostró diferencias significativas con ninguna de las dos congregaciones ($p > 0.05$ para ambos casos, cuadro 7). Al realizar la comparación del intervalo de nacimiento de BC con los intervalos por periodos de cada congregación sólo se

encontró diferencias significativas con el primer periodo del AR ($p < 0.05$, cuadro 7). No se observaron intervalos de nacimiento de un año en BC, en el AR se observaron sólo durante el primer periodo y en la BB estos intervalos se presentaron de manera eventual para ambos periodos. De manera global para las tres congregaciones el intervalo de dos años fue el que se encontró con mayor frecuencia, seguido del de tres años. Los intervalos de cuatro y cinco años parecen ser valores atípicos dentro de la población ya que sus frecuencias fueron muy bajas. De igual manera se comparó el segundo intervalo de nacimiento calculado para BC con los del AR y la BB obteniéndose resultados muy similares a los primeros (Cuadro 7).

Cuadro 7: Resultados de la Prueba de Mann-Whitney donde se compara el intervalo de nacimiento de BC con los del AR y la BB.

Congregación	Globales		Periodos			
	BB (n=82)	AR (n=34)	BB1 (n=21)	BB2 (n=62)	AR1 (n=22)	AR2 (n=12)
BC (n=10)	0.366	0.087	0.391	0.400	0.047	0.438
BC (n=12)	0.475	0.88	0.471	0.518	0.041	0.546

6.4. Probabilidad de recaptura

Con base en el cuadro 5 y tomando en cuenta el total de hembras identificadas en cada año se calculó la probabilidad de recapturar a una hembra durante el siguiente año como la proporción de hembras identificadas en un año entre el número total de hembras que se identificaron el año anterior (Barlow y Clapham, 1997). Los resultados para BC fueron de 0 para el 2004, 0.022 para el 2005, 0.05 para el 2006 y 2007 y 0 para el 2008.

6.5. Tiempo de residencia

El tiempo de residencia se refiere al tiempo mínimo que una ballena permanece en el área de congregación en una misma temporada. Esto se debe a que no se puede saber cuanto tiempo permaneció en el área antes de la primera fotografía y después de la última fotografía. Por medio de la foto-identificación se pudo estimar el tiempo de residencia de 13 hembras, 11 fueron hembras con cría y dos sin cría. Al unificar ambos grupos se obtuvo un promedio de 7.6 días ($DE \pm 7.7$) (Cuadro 7). Las hembras con cría presentaron un mínimo de dos días y un máximo de 30 días de residencia, si excluimos a la única hembra (MXD-044) que tuvo un tiempo de residencia de 30 días el tiempo máximo baja a nueve días, mientras que el tiempo

mínimo y máximo de residencia de las hembras sin cría fue de tres y 16 días respectivamente. El tiempo de residencia con mayor frecuencia fue el de tres días y el mayor número de recapturas para una sola hembra fue de cuatro días. Una comparación entre los tiempos de residencia de las hembras con crías y sin cría muestra que no hay diferencias significativas entre ellas ($U = 0.767$; $p = 0.05$).

Cuadro 8: Proporción de hembras identificadas en más de un día en una misma temporada y promedio del tiempo de residencia. * = cálculo realizado sin la hembra que tuvo un tiempo de residencia de 30 días.

	Nº de Ballenas	Nº Reavistados	Promedio (días)
Hembras con cría	97	11	7.3 (DE \pm 7.9) *5.0 (DE \pm 2.4)
Hembras sin cría	48	2	9.5 (DE \pm 9.2)
Total de Hembras	145	13	7.6 (DE \pm 7.7) *5.8 (DE \pm 3.9)

6.6. Avistamientos de grupos de hembras con cría y sin cría

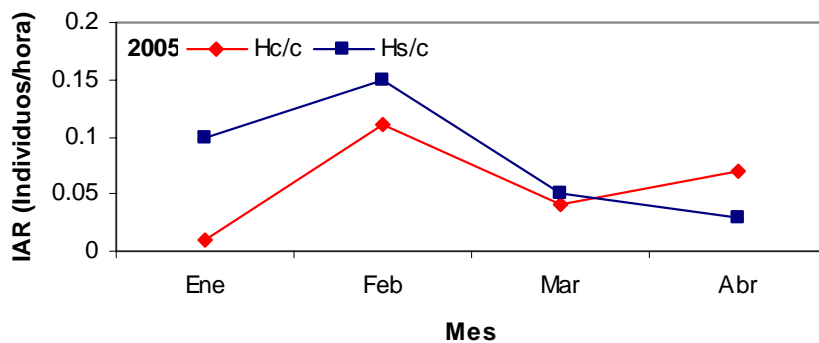
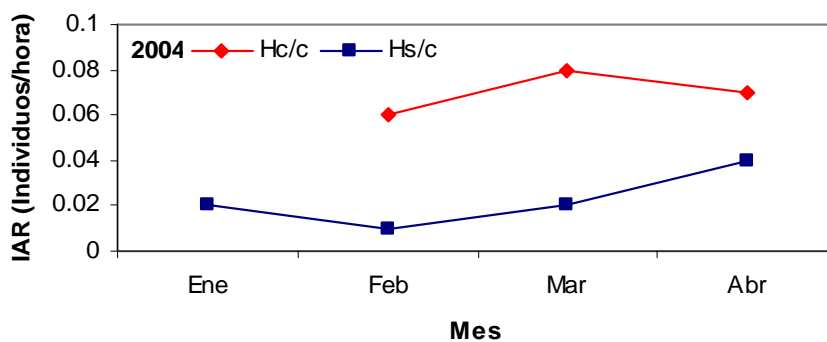
En las cinco temporadas de estudio se completaron un total de 185 días de esfuerzo efectivo y 1449.18 horas de esfuerzo de observación. Se obtuvieron un total de 873 avistamientos de los cuales 137 fueron grupos de hembras con cría (Cuadro 8). Las hembras sin crías sólo pudieron ser identificadas mediante análisis moleculares realizados para los años 2004 al 2006 identificándose un total de 48 hembras sin cría, ocho en el 2004, 28 en el 2005 y 12 en el 2006.

Cuadro 9: Total de horas de esfuerzo de observación, de Grupos de Hembras con Cría (GHc) y de avistamientos por año.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-08
Total de horas de esfuerzo	423.41	354.76	148.79	228.48	293.74	1449.18
Total Avistamientos de GHc	36	20	32	24	25	137
Total de avistamientos	194	341	166	120	52	873

En cuanto a su distribución temporal, para el 2004 los grupos de hembras con cría presentaron un patrón bastante regular, comienzan a aparecer a partir del mes de febrero con

un pico en marzo para decaer en la primera quincena de abril. A excepción de la temporada 2005, las hembras sin cría aparecen desde enero, decaen en febrero y aumentan nuevamente a medida que pasa la temporada (Figura 6a). En el 2005 tanto las hembras con cría como las hembras sin cría presentaron un patrón muy similar, ambas aparecen desde enero, presentando su mayor abundancia en febrero, para luego disminuir en marzo y diferir ligeramente en abril ya que las hembras con cría presentan un leve aumento pero las hembras sin cría disminuyen (Figura 6b). En el 2006 las hembras sin cría aparecen desde enero junto con las hembras con cría pero presentan una mayor abundancia, disminuyen en febrero pero las hembras con cría continúan en aumento hasta alcanzar su máxima abundancia relativa en marzo. En abril ya no se presentan capturas de hembras con cría mientras que las hembras sin cría continuaron en aumento (Figura 6c). Al promediar los datos obtenidos durante los tres años el patrón de distribución temporal de las hembras con y sin cría se observa mucho más claro. Las hembras con cría comienzan a ser detectadas desde enero pero con una abundancia relativa muy baja en comparación con las hembras sin cría, luego las hembras con cría siguen aumentando hasta alcanzar su máxima abundancia en marzo e ir declinando hacia la primera quincena de abril, en cambio las hembras sin cría parecen mantenerse durante toda la temporada pero con una abundancia baja (Figura 6d).



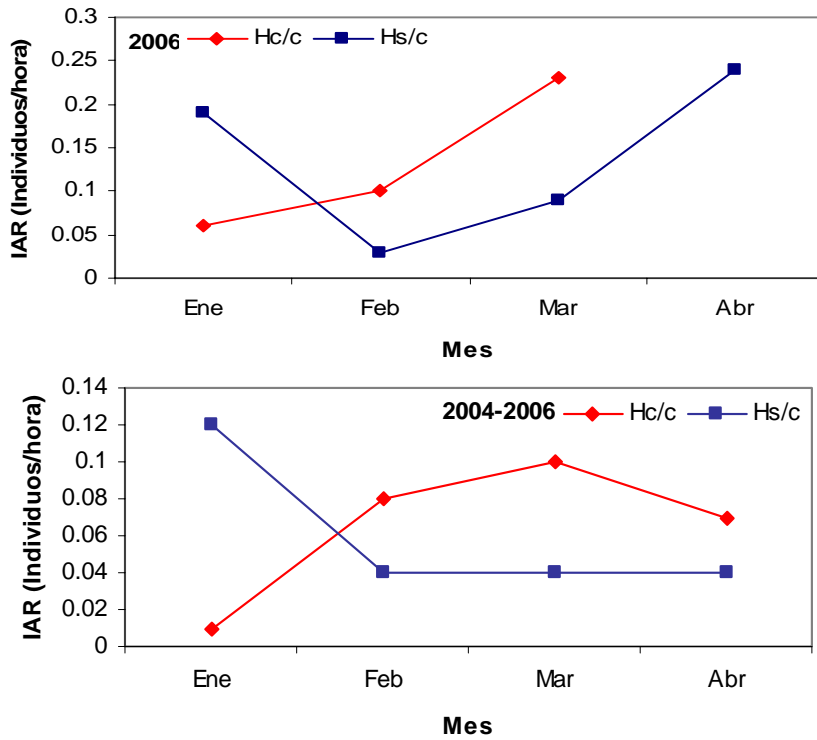


Figura 6: Índice de Abundancia Relativa de grupos de hembras con cría y sin cría. a) 2004, b) 2005, c) 2006, d) Total para el 2004-2006

VII. DISCUSIÓN

Los estudios realizados en distintas poblaciones, tanto en áreas de reproducción (Glockner-Ferrari y Ferrari, 1990; Juárez-Salas, 2001, 2008) como de alimentación (Clapham y Mayo, 1990; Barlow y Clapham, 1997) han demostrado que el intervalo de nacimiento de las ballenas jorobadas varía de una región a otra. A su vez se ha podido observar que los intervalos predominantes en cada uno de estos trabajos, incluyendo el nuestro, han sido los de dos y tres años, lo anterior podría estar indicando que las poblaciones de ballena jorobadas se encuentran en un proceso de estabilización en el que han comenzado a reducir los ciclos de un año y a aumentar los de dos y tres años, los cuales fueron considerados como ciclos normales antes de la explotación comercial

Se sugiere que el intervalo nacimiento mínimo real para la congregación de BC puede encontrarse entre los intervalos de 2.17 y 2.20 años. Estos promedios al ser comparados con los promedios globales del AR y de la BB no mostraron diferencias alguna, pero al realizar la comparación entre periodos se pudo observar que sólo hubo diferencias entre BC y el primer periodo del AR, lo que marca esta diferencia son los eventos de un año ocurridos con mayor frecuencia antes de 1995 en el AR y que estuvieron ausentes en la muestra de BC y con una frecuencia relativamente baja en ambos periodos de la BB. Esta diferencia entre los intervalos por periodo podría explicarse de tres maneras: 1) Historia de la explotación comercial, 2) Disponibilidad de presas y 3) Actividades Antropogénicas.

Historia de la explotación comercial

Debido a sus hábitos costeros, la ballena jorobada se convirtió en una especie vulnerable a la explotación comercial que se dio durante las primeras décadas del siglo XX en las costas del Pacífico noreste. A principios de la década de 1960 las únicas áreas en el Pacífico Norte con un número considerable de jorobadas fueron en las Islas Aleutianas orientales y el del Golfo de Alaska. Sin embargo, para 1962 y 1963 esta población decayó debido de la cacería pelágica de la Unión Soviética, considerándose estos años como los de mayor captura antes de su protección en 1966 (Rice, 1974). Como podemos ver los picos de captura comercial se dieron a distintos tiempos y espacio dando lugar a una recuperación diferencial de las

congregaciones, esto quizás se puede ver reflejado en las diferencias que se tienen de los intervalos de nacimiento para las distintas áreas. Como se ha indicado con anterioridad, las ballenas jorobadas de BC y de la BB provienen principalmente de las áreas de alimentación del Pacífico noreste las cuales fueron sometidas a la cacería mucho antes que las del AR que provienen en su mayoría de las zonas de alimentación del Pacífico central.

Disponibilidad de presas

En el Sureste de Alaska la dieta de las jorobadas incluye las especies de peces *Clupea harengus*, *Mallotus villosus*, *Ammodytes* spp., *Theragra chalcogramma*, y una variedad de especies de eufáusidos (Gabriele *et. al.*, 2007). Para el área de California la dieta consiste casi exclusivamente de eufáusidos (Krill). A raíz del cambio climático la salinidad y la temperatura superficial del agua han sufrido cambios causando una declinación en la abundancia de estos organismos (Bryant *et. al.*, 1981) en distintas zonas de alimentación por lo que la disponibilidad de presas puede diferir de un área a otra debido a diferencias ecológicas (Gabriele *et. al.*, 2007). Lockyer (1984) señala que el éxito reproductivo de las grandes ballenas barbadas depende de la energía contenida para el mantenimiento del cuerpo, crecimiento del feto y producción de leche. Esta energía depende del tipo de presa y de su disponibilidad. Straley *et. al.* (1994) también considera que la edad de la hembra también es un factor que puede ser muy influyente, ya que una hembra con mayor edad y experiencia puede obtener mejores resultados en la búsqueda y captura de su alimento pudiendo así contener una mayor cantidad de energía. Lo anterior, esto podría llevarnos por tres vías: 1) que las hembras del AR podrían ser de mayor edad con respecto a las de BC, 2) la disponibilidad de presas en las zonas de alimentación de las ballenas del AR es mayor que en las zonas de alimentación de las de BC y BB y 3) la combinación de las dos anteriores.

Efectos Antropogénicos

A pesar de que la caza excesiva e ilegal de este rorcual cesó hace 42 años, actualmente se ve amenazada por otras situaciones como son: el enmallamiento con redes de pesca, el turismo dedicado a la observación de ballenas (comúnmente llamado “whale watching”), la contaminación por desechos y por la contaminación acústica. En el Pacífico mexicano se ha documentado que las áreas que presentan mayor riesgo por el aumento del turismo

desordenado y de las redes de pesca son la Bahía de Banderas en la Costa Continental y la región de Los Cabos en la Península de Baja California y la menos afectada es el Archipiélago de Revillagigedo (Paredes-Lozano, 2007; Foubert-Corona, 2006), debido a que esta última es una zona alejada de la costa y con poca actividad humana.

En BC Ramírez-Sánchez (1995) reportó que uno de los primeros efectos de la actividad antropogénica que se pueden observar en las ballenas es un cambio en su comportamiento y que esto puede verse reflejado en su conducta respiratoria. Sin embargo, los efectos sobre su distribución y parámetros reproductivos solo son visibles a través de estudios a largo plazo. Glockner-Ferrari y Ferrari (1990) realizaron un estudio en Hawai de 1977 a 1988 y encontraron que la distribución de las madres con cría disminuyó su presencia en aguas cercanas a la costa conforme pasaron los años. Este cambio lo atribuyeron a las actividades relacionadas al turismo manifestando que esto posiblemente podría resultar en una disminución de la tasa de sobrevivencia de las crías y en la tasa de reclutamiento de la población. En este caso el intervalo de nacimiento podría verse afectado por una declinación en respuesta a las presiones causadas por tales actividades. Si observamos los datos del cuadro 6 nos daremos cuenta de que la BB, que es el área de mayor riesgo, aun mantiene intervalos de un año, mientras que en BC no se presentaron y en el AR estos disminuyeron conforme pasaron los años probablemente a partir del cese de la captura comercial. El AR es una muestra de que al disminuir los intervalos de nacimiento de un año no solamente se ha mantenido por excelentes vías de recuperación sino que tampoco se ha visto afectada por otras causas que promuevan nuevamente la aparición de los mismos.

Fuentes Potenciales de Sesgos

De antemano se conoce que el promedio del intervalo de nacimiento de BC es una subestimación ya que se utilizan los intervalos de nacimiento mínimos para realizar el cálculo. Esto no implica que otros factores influyan en la estimación produciendo una sobreestimación o una subestimación del mismo.

Sobrevivencia de las crías

Este factor está más relacionado con las recapturas que se realizaron en las áreas de alimentación que con las de reproducción. Clapham y Mayo (1990) encontraron que en el Golfo de Maine el intervalo de nacimiento más largo para una hembra fue de cuatro años sin cría, alternativamente pudo haber tenido la cría pero esta no sobrevivió. Ejemplo de esto lo encontramos en la hembra MXD-007 que fue vista en BC el 21/Feb/04 con cría y más tarde, el 1/Jul/04, en el Mar de Bering sin cría, la cual posiblemente murió antes de los 5 meses de edad. En este caso tenemos la certeza de que esta hembra tuvo una cría porque fue vista con ella en BC, pero ¿Qué ocurre con aquellas hembras que fueron vistas en un año dado sólo en su área de alimentación y sin cría? Retomemos el caso de la hembra MXD-007, que durante el 2005 sólo se vio en el Mar de Bering y sin cría. Aquí suponemos que no tuvo cría ese año, por lo cual estaríamos cayendo en una sobreestimación del intervalo de nacimiento. Las tasas de sobrevivencia o de mortalidad de las crías en su primer año de vida no son fáciles de determinar, a pesar de que se han utilizado datos de forma colaborativa entre los investigadores de distintas áreas los resultados obtenidos son muy bajos. Por ejemplo Baker *et. al.*, (1987) reportaron cinco casos de sobrevivencia de crías de 58 pares de Mc, lo que equivale a tener una probabilidad de 8.62% de confirmar la sobrevivencia de una cría en su área de alimentación. Entre las causas que podrían estar influyendo en la obtención de historiales reales al utilizar datos de las áreas de alimentación están: 1) mortalidad de las crías durante la migración (Gabriele *et. al.*, 2007), 2) separación temporal de la madre con la cría (Steiger y Calambokidis, 2000) y 3) destete temprano (Baraff y Weinrich, 1993). En esencia estas causas son las que mayor efecto tienen en el cálculo del intervalo de nacimiento en las áreas de alimentación ya que los resultados obtenidos son mayores en comparación con las áreas de reproducción. Dado que las primeras dos causas son estudios que se llevaron a cabo en el Pacífico Norte se puede sugerir que estas dos son las causas más probables de sesgo en nuestro resultado.

Probabilidad de recaptura:

A pesar de que la filopatría de las hembras a los sitios de reproducción del Pacífico mexicano parece ser mayor que la de los machos (Juárez-Salas, 2008) y que se mueven menos entre las áreas de reproducción (González-Peral, 2003) las probabilidades de recapturas para BC fueron

al menos cinco veces más bajas que las reportadas por Barlow y Clapham (1997) en el Golfo de Maine, las cuales variaron entre 0.71 y 0.94. Esto puede estar muy relacionado con la fidelidad al área ya que se ha comprobado que las ballenas jorobadas tienen mayor fidelidad a sus zonas de alimentación que a las de reproducción (Calambokidis *et. al.*, 1997, 2001; Urbán *et. al.*, 2000) o como lo menciona González-Peral (2003) que las bajas probabilidades de recaptura pueden ser consecuencia de una población grande y de distribución más amplia. Juárez-Salas (2008) estimó que para la costa del Pacífico mexicano el tamaño mínimo de la población es de aproximadamente 1500 animales hasta el 2004 presentando en cada año una alta proporción de nuevos individuos con respecto al número de individuos recapturados. Si a esto le agregamos el hecho de que la población presenta una distribución amplia y heterogénea, y que el esfuerzo de foto-identificación sólo se lleva a cabo en una mínima parte de su distribución total tenemos como consecuencia que la probabilidad de recaptura de una hembra disminuya. Un ejemplo de lo anterior lo constituyen los resultados obtenidos por Lagerquist *et. al.* (2008). Estos autores marcaron 11 ballenas en el AR, de las cuales seis fueron madres con cría, al realizar el seguimiento de estas ballenas por medio de sus marcas satelitales se pudo observar que el 70% de ellas pasaron por la parte sur de la Península de Baja California en su migración hacia el norte, pero fuera de las áreas de muestreo. Esto sugiere que existe un sesgo hacia la subestimación de los resultados a consecuencia de la baja probabilidad de recaptura que se obtuvo en BC. Por otro lado algunos autores como Craig y Herman (1997) y Brown *et. al.* (1995) sostienen que algunas hembras que se encuentran en descanso no completan la migración a sus áreas de reproducción cada invierno por lo que la probabilidad de recapturar una hembra que no tuvo cría en un año se reduce.

Tiempo de residencia

Entre más completo sea el historial de avistamiento de las hembras más preciso será el intervalo de nacimiento, pero esto dependerá de que tan alta sea la probabilidad de recapturar una hembra durante la siguiente temporada. El tiempo de estancia es un factor que influye en esta probabilidad ya que entre menos tiempo pasa una hembra en el área las posibilidades de recapturarla en un muestreo se reducen. El tiempo de estancia promedio calculado para las hembras de BC con o sin cría fue de 7.6 (DE \pm 7.7) días, casi la mitad de lo estimado para la BB (18.95 días, Juárez-Salas 2008). Al excluir de los datos a la única hembra que tuvo un

tiempo de residencia de 30 días el tiempo se redujo aún más. Al determinar el tiempo de residencia por separado de las hembras con cría de las que no tuvieron cría no se mostró una diferencia significativa. Esto nos indica que la permanencia en el área no depende del estado reproductivo de las hembras sino de las ventajas que ésta le confiere como hábitat para las actividades de crianza y reproducción, como son la temperatura (Ladrón de Guevara, 2001) y las aguas someras y calmadas (Whitehead y Moore 1982). Por ejemplo la hembra MXD-006 fue observada en la BB el 08/mar/04 sin cría, 16 días después se le observó en BC con una cría, el tiempo que esta hembra pudo haber pasado en la BB es desconocido pero por las fechas de captura, que fue a finales de la temporada, pudo haber estado un mayor tiempo en la BB y estar solamente de paso por BC y su cría pudo haber nacido en cualquiera de las dos áreas. Esto, sumado al hecho de que las recapturas son menos de cuatro individuos en un mismo año y que el tiempo de residencia es casi la mitad de lo que se reporta para la BB refuerza la idea de Ladrón de Guevara (1995) quien señala que el stock Baja California-Continente se congrega principalmente en la Bahía de Banderas y que Baja California es un sitio de tránsito para las ballenas en su migración hacia al norte. Ladrón de Guevara (1995) se basa en las capturas de individuos que se registraron primero en la Bahía de Banderas y luego en Baja California lo que coincide con nuestros datos y con los de Jiménez-López (2006) quien encontró que los picos de abundancia de las Mc en BC se dan a finales de la temporada. Además el 50% de las recapturas interanuales en este trabajo fueron con la BB. Estos resultados nos dejan con la interrogante ¿Podría el intervalo de nacimiento calculado para BC estar reflejando un promedio para el stock BC-Costa Continental (BB) más que para la propia congregación de BC? Nuestros resultados sugieren que el intervalo de nacimiento debería ser estimado considerando a BC y a la BB como una sola unidad poblacional (Figura 4) y continuar tratando el AR como una población a parte y no para cada una de las congregaciones como se ha venido haciendo hasta ahora. Esta sugerencia está basada en los siguientes argumentos:

- a) Por medio de la foto-identificación se ha sugerido que las ballenas jorobadas que se congregan en la zona costera de BC y BB provienen principalmente de las áreas de alimentación de California, Oregon y Washington (Calambokidis *et. al.* 2000, Urbán *et. al.* 2000), mientras que las del AR y zona oceánica del Pacífico mexicano,

proviene principalmente de las áreas de alimentación del Golfo de Alaska occidental y el Mar de Bering (Urbán *et. al.* 2000, González-Peral *et. al.* 2007, Calambokidis *et. al.* 2008).

- b) Los resultados de análisis moleculares utilizando DNA mitocondrial apoyan los resultados obtenidos por foto-identificación, pero también demuestran que si bien BC-BB y el AR se consideran como dos unidades poblacionales distintas mantienen cierto grado de intercambio pero no lo suficiente como para considerar a las tres congregaciones como una sola (González-Peral, 2006).
- c) Las ballenas jorobadas en el Pacífico mexicano pueden moverse de un área de congregación a otra sin importar su estado reproductivo (Juárez-Salas, 2001). Esto coincide con González-Peral (2003) quien concluyó que las hembras pueden cambiar su destino migratorio de reproducción entre temporadas (Ej. hembra MX05-057, Cuadro 5), pero a pesar de esto el mayor número de recapturas fueron realizadas con la BB y en menor grado con el AR.

Por último, Barlow (1990) sugiere que el mejor método para realizar cálculos de tasas de nacimiento y crecimiento de una población es el que se basa en el intervalo de nacimiento y sugiere que la mejor forma de reducir los sesgos es usando toda la información posible de los individuos a través de los historiales de avistamiento. Por otro lado, Barlow y Clapham (1997) mencionan que el intervalo de nacimiento calculado utilizando solamente a las hembras que se consideran sexualmente maduras por la presencia de una cría como lo hizo Baker *et. al.* (1987) y como se presenta en este trabajo resulta en un intervalo “aparente” ya que se deja a un lado los individuos que posiblemente eran hembras maduras pero que no fueron vista con cría. Tener un intervalo de nacimiento más exacto implica tener más historiales de avistamientos completos y reducir aquellos que son inferidos de los historiales incompletos además de tener un mayor conocimiento de historiales de avistamientos de hembras desde su nacimiento. Lo anterior con el objetivo de reducir sesgos causados por la mala interpretación de los datos, es decir tomar intervalos de 4 ó 5 años cuando en realidad la hembra se encontraba inmadura sexualmente hasta ese momento ya que antes de esos años se desconocía su presencia como

ocurre en los intervalos encontrados por Juárez-Salas (2001, 2008) en la BB y en el AR. Esto sería posible sólo si el esfuerzo fuera constante en cada temporada, aumentando el tiempo de muestreo, ya que se ha encontrado que en el Pacífico mexicano se pueden encontrar ballenas jorobadas desde noviembre hasta mayo (Urbán y Aguayo 1987), además de cubrir un área de muestreo más amplia a la actual, todo esto con el objetivo de tener una mayor posibilidad de recapturar a los individuos.

A pesar de que la muestra fue pequeña, el presente trabajo, muestra un ligero patrón a través del cual se han podido realizar suposiciones muy cercanas a la realidad. Con un mayor número de muestra y de historiales de avistamientos más completos se podrán completar y mejorar los actuales resultados siendo este el primer antecedente con el cual se podrá comparar.

VIII. CONCLUSIONES

1. El que las ballenas jorobadas de la Península de Baja California no haya presentado diferencias estadísticamente significativas con las congregaciones de la Bahía de Banderas y el Archipiélago de Revillagigedo podría significar que la población del Pacífico mexicano se encuentra en una etapa muy cercana al equilibrio en donde los promedios del intervalo de nacimiento entre congregaciones son muy similares y los que predominan son los de dos y tres años, los cuales fueron considerados como normales antes de la explotación comercial.
2. La ausencia de intervalos de nacimiento de un año en la congregación de BC se considera que puede deberse a tres razones: recuperación diferencial a la sobreexplotación comercial de la especie, disponibilidad de alimento y diferencias en la interacción con los humanos.
3. Las ballenas jorobadas de la Península de Baja California y las de la Bahía de Bandera deberían ser consideradas como una sola unidad poblacional para realizar futuras estimaciones de parámetros reproductivos y continuar tratando al Archipiélago de Revillagigedo como una unidad aparte.
4. Por primera vez se utilizaron para el Pacífico mexicano datos de las áreas de alimentación para estimar un parámetro reproductivo. Lo cual significó un importante aporte para completar los historiales de avistamiento y comprobar algunas recapturas.
5. Se refuerza una vez más que el uso de marcas y cicatrices presentes en la aleta dorsal así como su forma son tan útiles como la identificación a través de la aleta caudal. Sin embargo, se pueden presentar algunos problemas derivados de una asociación errónea de una dorsal a su respectiva caudal.

IX. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda incluir fotografías de la aleta dorsal, si es posible por ambos lados, de cada individuo foto-identificado, principalmente de las hembras con cría.
2. En la medida que sea posible, ampliar el tiempo y las áreas de muestreo para obtener mejores probabilidades de recapturar a un individuo.
3. Que durante el trabajo de campo se tenga un mayor cuidado al momento de capturar los datos para evitar errores de asociación entre la dorsal y la caudal de un individuo, en especial cuando los grupos observados son numerosos.
4. Continuar con los trabajos que se realizan en colaboración con las instituciones e investigadores de las áreas de alimentación (Estados Unidos, Canadá y Rusia) ya que son un complemento fundamental para el estudio y entendimiento de la dinámica de las poblaciones de las ballenas jorobada en el Pacífico mexicano.

X. LITERATURA CITADA

- Baker C.S., Perry A. y Herman L.M. 1987. Reproductive histories of female humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the North Pacific. *Marine Ecology Progress Series*, 41: 103-114.
- Baker, C.S., R.H. Lambertsen, M.T. Weinrich, J. Calambokidis, G. Early y S.J. O' Brien. 1991. Molecular genetic identification of the sex of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). *Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 13*: 105-111.
- Baraff, L. y M.T. Weinrich. 1993. Separation of humpback whale mothers and calves on a feeding ground in early autumn. (*Megaptera novaeangliae*). *Marine Mammal Science* 9(4): 431-434.
- Barlow, J. 1990. A Birth-Interval model for estimating cetacean reproductive rate from resighting data. *Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 12*: 155-160.
- Barlow, J. y Clapham, P.J. 1997. A new Birth-Interval approach to estimating demographic parameters of humpback whales. *Ecology*, 78(2): 535-546.
- Brown, M.R., P.J. Corkeron, P.T. Hale, K.W. Schultz y M.M. Bryden. 1995. Evidence for a sex-segregated migration in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). *Proceeding of the Royal Society of London Series Biological Science*, 259(1355): 229-234.
- Bryant, P.J., G. Nichols, T.B. Bryant y K. Miller. 1981. Krill availability and the distribution of humpback whales in southeastern Alaska. *Journal of Mammalogy*, 62(2): 427-430.
- Calambokidis, J., G.H. Steiger, J.M. Straley, T.J. Quinn, L.M. Herman, S. Cerchio, D.R. Salden, M. Yamaguchi, F. Sato, J. Urbán, J. Jacobsen, O. von Ziegesar, K.C. Balcomb, C.M. Gabriele, M.E. Dahlheim, N. Higashi, S. Uchida, J.K.B. Ford, Y. Miyamura, P. Ladrón de Guevara, S.A. Mizroch, L. Schlender, y K. Rasmussen. 1997. Abundance and population structure of humpback whales in the North Pacific basin. Final Report under Contract No. 5ABNF500113 to the Southwest Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, La Jolla, CA. 72 pp.
- Calambokidis J., G.H. Steiger, K. Rasmussen, J.R. Urbán, K.C. Balcomb, P. Ladrón de Guevara, M.Z. Salinas, J.K. Jacobsen, C.S. Baker, L.M. Herman, S. Cerchio y J.D. Darling. 2000. Migratory destinations of humpback whales that feed off California, Oregon and Washington. *Marine Ecology Progress Series*, 192: 295-304.
- Calambokidis, J., G.H. Steiger, J.M. Straley, L.M. Herman, S. Cerchio, D.R. Salden, J. Urbán, J. Jacobsen, O. von Ziegesar, K.C. Balcomb, C.M. Gabriele, M.E. Dahlheim, S. Uchida, G. Ellis, Y. Miyamura, P. Ladrón de Guevara, M. Yamaguchi, F. Sato, S.A. Mizroch, L. Schlender, y K. Rasmussen, J. Barlow y T.J. Quinn. 2001. Movements and population structure of humpback whales in the North Pacific. *Marine Mammal Science*, 17(4): 769-794.
- Calambokidis, J., E.A. Falcone, T.J. Quinn, A.M. Burdin, P.J. Clapham, J.K.B. Ford, C.M. Gabriele, R. LeDuc, D. Mattila, L. Rojas-Bracho, J.M. Straley, B.L. Taylor, J. Urbán R., D. Weller, B.H. Witteveen, M. Yamaguchi, A. Bendlin, D. Camacho, K. Flynn, A. Havron, J. Huggins y N. Maloney. 2008. SPLASH: Structure of Population, Levels of Abundance and Status of Humpback Whale in the North Pacific. Final report for

- Contract AB133F-03-RP-00078 to the U.S. Dept of Commerce Western Administrative Center Seattle, Washington. 57 pp.
- Cerchio, S., J.K. Jacobsen, D.M. Cholewiak, E.A. Falcone y D.A. Merriwether. 2005. Paternity in humpback whales, *Megaptera novaeangliae*: Assessing polygyny and skew in male reproductive success. *Animal Behaviour* 70(2): 267-277.
- CITES-Convention on International Trade in Endangered Species of wild Fauna and Flora. Apéndices I, II y III < <http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>>. Consulta del 21 de Julio del 2008.
- Chittleborough, R.G. 1955. Puberty, physical maturity, and relative growth of the female humpback whale, *Megaptera nodosa* (Bonnaterre), on the Western Australian coast. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 6(3): 315-327.
- Chittleborough, R.G. 1958. The breeding cycle of the female humpback whale, *Megaptera nodosa* (Bonnaterre). *Australian Journal of Freshwater and Marine Research* 9: 1-18.
- Chittleborough R.G. 1965. Dynamics of two populations of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski). *Australian Journal of Freshwater and Marine Research* 16: 33-128.
- Chu, K. y P. Harcourt. 1986. Behavioral correlations with aberrant patterns in humpback whale songs. (*Megaptera novaeangliae*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 19(5): 309-312.
- Chu, K. y Nieu Kirk, S. 1988. Dorsal fin scars as indicators of age, sex and social status in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Can. J. Zool.* 66: 416-420.
- Clapham, P.J. 1992. Age at attainment of sexual maturity in humpback whales, *Megaptera novaeangliae*. *Can. J. Zool.* 70: 1470-1472.
- Clapham, P.J. 1996. The social and reproductive biology of Humpback Whales: an ecological perspective. *Mammal Rev.* 26 (1): 27-49.
- Clapham, P.J. y C.A. Mayo. 1990. Reproduction of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, observed in the Gulf of Maine. Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 12: 171-175.
- Clapham, P.J., P. J. Palsboll, D.K. Mattila y O. Vásquez. 1992. Composition and dynamics of humpback whale competitive groups in the West Indies. (*Megaptera novaeangliae*). *Behaviour* 122(3-4): 182-194.
- Clapham, P.J. y P.J. Palsboll. 1997. Molecular analysis of paternity shows promiscuous mating in female humpback whale (*Megaptera novaeangliae*, Borowski). *Proc. R. Soc. Lond. B.* 264: 95-98.
- COSEWIC 2003. COSEWIC assessment and update status report on the humpback whale *Megaptera novaeangliae* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. Viii + 25 pp.
- Craig, A.S. y L.M. Herman. 1997. Sex differences in site fidelity and migration of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) to the Hawaiian Islands. *Can. J. Zool.* 75: 1923-1933.
- Craig, A.S., L.M. Herman, C.M. Gabriele y A.A. Pack. 2003. Migratory timing of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the central North Pacific varies with age, sex and reproductive status. *Behaviour*, 140(8-9): 981-1001.
- Darling, J. 2001. Characterization of behavior of humpback whales in Hawaiian waters. Report for Department of Land and Natural Resources. Honolulu, Hawaii. 61 pp.
- Dawbin, W.H. 1997. Temporal segregation of humpback whales during migration in southern hemisphere waters. (*Megaptera novaeangliae*). *Memoirs of the Queensland Museum*, 42(1): 105-138.

- De la Lanza, E. G. 1991. Oceanografía de los mares mexicanos. AGT. Editor S. A. Primera Edición.
- Evans, P.G.H. 1987. The natural history of whale and dolphins. Academic Press. Cambridge.
- Foubert-Corona, Z.C. 2006. Impacto de las redes pesqueras en las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) del Pacífico mexicano. Tesis de Maestría. Departamento de Biología Marina, UABCS. 75 pp.
- Frazer, L.N y E. Mercado. 2000. A sonar model for humpback whale song. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 25(1): 160-182.
- Gabriele, C.M., J.M. Straley y J.L. Neilson. 2007. Age at first calving of female humpback whales in Southeastern Alaska. Marine Mammals Science, 23(1): 226-239.
- Gilson A., M. Syvanen, K. Levine, J. Banks. 1998. Deer gender determination by polymerase chain reaction: validation study and application to tissues, bloodstains, and hair forensic samples from California. California fish and game, 84(4): 159-169.
- Glockner, D.A. 1983. Determining the sex of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in their natural environment. In: Communication and behavior of whales. R. Payne (ed.). pp.447-464. AAAS Selected Symposium Ser. Westview Press, Boulder, CO.
- Glockner, D. A. y S. C. Venus. 1983. Identification, growth rate and behavior of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) cows and calves in the waters of Maui, 1977-79. En R. Payne (ed.). Communication and Behavior of whales. Selected Symposia Series: 76, Westview Press, Boulder, Colorado, pp. 223-258.
- Glockner-Ferrari, D.A. and M. J. Ferrari. 1984. Reproduction in humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Hawaiian waters. Rep. Int. Whal. Comn., (Special Issue), 6: 237-242.
- Glockner-Ferrari, D.A. y M.J. Ferrari. 1990. Reproduction in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in Hawaiian waters, 1975-1988: the life history, reproductive rate and behavior of known individuals identified through surface and underwater photography. Rep. Int. Whaling Comm. (Special Issue), 12: 161-169.
- González-Peral, U. 2003. Dispersión diferencial de sexos en los destinos migratorios de las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) del Pacífico Norte. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 63 pp.
- González-Peral, U. 2006. Identidad poblacional de las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) que se congregan en Baja California Sur. Tesis de Maestría. Departamento de Biología Marina, UABCS. México. 58 pp.
- González-Peral, U., J. Urbán R., J.K. Jacobsen, L. Medrano-González, F.A. Vázquez Z., M.E. Rodríguez-Vázquez y A. Frisch-Jordán. 2007. Movement of humpback whales among the winter aggregation of the Mexican Pacific. In Abstract of the 17th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Cape Town, South Africa.
- Helweg, D.A., L.M. Herman, S. Yamamoto y P.H. Forestell. 1990. Comparison of songs of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) recorded in Japan, Hawaii and Mexico during the winter of 1989. Scientific Report of Cetacean Research, 1: 1-20.
- IUCN 2007. 2007 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Consulta del 21 July 2008.
- International Whaling Commission-IWC <<http://www.iwcoffice.org/index.htm>>. Consulta del 21 July 2008.
- Jaramillo L., A.M. 1995. Relación entre las agregaciones del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico Mexicano, en base a la fotoidentificación y morfología caudal. Tesis de Licenciatura. Departamento de Biología Marina, UABCS. México. 51 pp.

- Jiménez-López, M.E. 2006. Uso de hábitat de madres con cría y machos cantores de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en la región de Los Cabos, Baja California Sur, durante el invierno 2004. Tesis de Maestría. Departamento de Biología Marina, UABCS. México. 72 pp.
- Juárez-Salas, R. A. 2001. Tasa de nacimiento e intervalo entre partos del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.
- Juárez-Salas, R. A. 2008. Historias de avistamiento y reproducción de las ballenas jorobadas en el Pacífico mexicano. Tesis profesional de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Katona, S., S. Baxter, O. Blazer, S. Graus, J. Perkins y H. Whitehead. 1979. Identification of humpback whale by fluke photographs. In: Winn, H. E. y Olla, B. L. (eds) The Behavior of Marine Animals, Volume 3: Cetaceans. Plenum Press, New York, p 33-44.
- Ladrón de Guevara Porras, P. 1995. La ballena jorobada *Megaptera novaeangliae* (Borowski 1781) en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México (Cetacea: Balaenopteridae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Ladrón de Guevara, Porras, P. 2001. Distribución temporal y estructura de las agrupaciones de rorcuales jorobados (*Megaptera novaeangliae*) en dos áreas de reproducción del Pacífico mexicano. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Lagerquist, B.A., B.R. Mate, J.G. Ortega-Ortiz, M. Winsor, J. Urbán-Ramírez. 2008. Migratory movements and surfacing rates of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) satellite tagged at Socorro Island, Mexico. *Marine Mammal Science*, 24(4): 815-830.
- Lockyer, C. 1984. Review of ballen whale (mysticeti) reproduction and implications for management. *Rep. Int. Whaling. Comm. (Special Issue) 6*: 27-50.
- Medrano, L., M. Salinas, I. Salas, P. Ladrón de Guevara, A. Aguayo, J. Jacobsen y C.S. Baker. 1994. Sex identification of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, on the wintering grounds of the Mexican Pacific Ocean. *Canadian Journal of Zoology* 72(10): 1771-1774.
- Medrano-González, L., A. Aguayo-Lobo, J. Urbán-Ramírez y S. Baker. 1995. Diversity and distribution of mitochondrial DNA lineages among humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Mexican Pacific Ocean. *Canadian Journal of Zoology* 73(9):1735-1743.
- Medrano-González, L., J. Urbán R., Vázquez C., M. de J., Robles S., M. R., Ladrón de Guevara P., P., Nolasco S., J., Gómez L., F. R., Villavicencio L., K., Juárez-Salas, R. A., Knud J., J., Cerchio, S. y Baker, C. S. 2000. Hábitos reproductivos e historia poblacional reciente de las ballenas jorobadas en el Pacífico mexicano. Primer Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología, Veracruz.
- Medrano-González, L. y Urbán-Ramírez, J. 2002. La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en la Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-1994, 2000. Ficha de la especie, categorización de riesgo y propuesta para un plan nacional de investigación y conservación. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Informe final del proyecto W024.
- Mizroch, S.A., J.A. Beard y M. Lynde. 1990. Computer assisted photo-identification of humpback whales. (*Megaptera novaeangliae*). *Report of the International Whaling Comm. (Special Issue) 12*: 63-70.

- Noad, M. J.; D. H. Cato; M. M. Bryden; M-N. Jenner y K. C. S. Jener. 2000. Cultural revolution in whale songs. *Nature* (London) 408(6812):537.
- Pack, A. A.; D. R. Salden; M. J. Ferrari; D. A. Glockner-Ferrari; L. M. Herman; H. A. Stubbs y J. M. Straley. 1998. Male humpback whale dies in competitive group. (*Megaptera novaeangliae*). *Marine Mammal Science*. Research note. 14(4):861-873.
- Paredes-Lozano, L. 2007. Diagnóstico de la actividad turística de observación de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*, Borowski, 1781) en la región de Los Cabos, BCS. México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Biología Marina, UABCS. México 75 pp.
- Payne, R. S. y S. McVay. 1971. Songs of humpback whales: Humpbacks emit sounds in long, predictable patterns ranging over frequencies audible to humans. *Science* (Washington D. C.) 173(3997):585-597.
- Prideaux, M. 2003. Conservación de Cetáceos: La Convención de Especies Migratorias y sus Acuerdos Relevantes para la Conservación de Cetáceos, WDGS, Munich, Alemania. 24 pp.
- Ramírez Sánchez, S. 1995. Efecto de las embarcaciones sobre el comportamiento del rorcual jorobado, *Megaptera novaeangliae*, en Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Biología Marina, UABCS. México. 55pp.
- Reeves, R.R., B. Stewart, P.J. Clapham, J.A. Powell. 2002. Guide to Marine Mammals of the World / Illustrated by Pieter A. Folkens. National Audubon Society. A Chanticleer Press Edition. New York.
- Rice, D.W. 1974. Whales and whale research in the eastern North Pacific. pp. 170-95. In: W.E. Schevill (ed). *The whale Problem: A Status Report*. Harvard University Press, Cambridge. 419pp.
- Rice, D W. 1978. The humpback whale in the North Pacific: distribution, exploitation and numbers. In: Norris K. S. y Reeves, R. (ed) "Report on a Workshop on Problems Related to Humpback Whales (*Megaptera novaeangliae*) in Hawaii". Contract Report to the U.S. Marine Mammals Commission, Washington. p. 29-44.
- Salas Rodarte I.V. 1993. Intervalo de reproducción y tasas de nacimiento de las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) identificadas en dos áreas de reproducción del Pacífico mexicano, 1986-1991. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF.
- Salinas V., J.C. 1999. Distribución espacio-temporal y abundancia relativa del rorcual jorobado, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781), en las aguas adyacentes a Los Cabos. B.C.S., México 1989-1993. Tesis de Licenciatura. Departamento de Biología Marina, UABCS. México. 64 pp.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2000. Norma Oficial Mexicana NOM-131-ECOL-1998 que establece los lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas relativas a su protección y la conservación de su hábitat. *Diario Oficial de la Federación*. 10 de enero del 2000.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección Ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 6 de marzo del 2002.
- Springer A.M., J.A. Estes, G.B. van Vliet, T.M. Williams, D.F. Doak, E.M. Danner, K.A. Forney y B. Pfister. 2003. Sequential megafaunal collapse in the North Pacific ocean:

- An ongoing legacy of industrial whaling?. Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America, 100(21): 12223-12228.
- Steiger, G. H. y J. Calambokidis. 2000. Reproductive rates of humpback whales off California. *Marine Mammal Science* 16(1), 220–239.
- Straley J.M., Gabriele C.M. y Baker C.S. 1994. Annual reproduction by individually identified humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in Alaskan waters. *Marine Mammal Science*, 10: 87-92.
- Urbán Ramírez, J.J. 2001. Estructura poblacional, abundancia y destinos migratorios de las ballenas jorobadas que invernán en el Pacífico mexicano. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Urbán-Ramírez, J. y A. Aguayo-L. 1987. Spatial and seasonal distribution of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in the Mexican Pacific. *Marine Mammal Science* 3(4): 333-344.
- Urbán R., J., C. Álvarez F., M. Salinas Z., J. Jacobsen, K.C. Balcomb, A. Jaramillo L., P. Ladrón de Guevara P. y A. Aguayo L. 1999. Population size humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in waters off the Pacific coast of Mexico. *Fishery Bulletin*. 97(4): 1017-1024.
- Urbán, J.; A. Jaramillo; A. Aguayo; P. Ladrón De Guevara; M. Salinas; C. Alvarez; L. Medrano; J. Jacobsen; K. Balcomb; D. Claridge; J. Calambokidis; G. Steiger; J. Straley; O. Von Ziegesar; J. M. Waite; M. Dahlheim; J. Darling y C. S. Baker. 2000. Migratory destinations of humpback whales wintering in the Mexican Pacific. (*Megaptera novaeangliae*). *Journal of Cetacean Research and Management* 2(2): 101-110.
- Weinrich, M.T. 1998. Early experience in habitat choice by humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Journal of Mammalogy*. 79(1): 163-170.
- Whitehead, H. 1985. ¿Por qué saltan las ballenas? *Investigación y Ciencia*. 104:58-63.
- Whitehead, H. y M.J. Moore. 1982. Distribution and movements of West Indian humpback whales in winter. (*Megaptera novaeangliae*). *Canadian Journal of Zoology*, 60(9): 2203-2211.
- Winn, H.E. y L. K. Winn. 1978. The song of the humpback whale *Megaptera novaeangliae* in the West Indies. *Marine Biology (Berlin)* 47(2): 97-114.

ANEXO C

