



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

“HISTORIAS DE AVISTAMIENTO Y  
REPRODUCCIÓN DE LAS BALLENAS  
JROBADAS EN EL PACÍFICO  
MEXICANO”

## TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

P R E S E N T A

RICARDO AXAYACATL JUÁREZ SALAS

DIRECTOR DE TESIS: DR. LUIS MEDRANO GONZÁLEZ

MÉXICO, D.F.

AGOSTO, 2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## Créditos

---

El presente trabajo se realizó gracias al apoyo económico que me fue brindado como becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), Número de becario 182139.

El proceso de investigación fue dirigido y revisado por el siguiente comité:

Dr. Luis Medrano González (Tutor principal)

Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte (Miembro del Comité Tutorial)

Dr. Eduardo Morales Guillaumin (Miembro del Comité Tutorial)

Dra. María Ana Fernández Alamo (Miembro del Jurado)

Dra. Livia Socorro León Paniagua (Miembro del Jurado)

Este trabajo contó con el apoyo económico brindado por parte de los proyectos de investigación “Cambio ambiental, dinámica de los hábitos de la ballena jorobada y conformación de la mastofauna marina en la boca del Golfo de California y las Islas Revillagigedo” (Número de proyecto 38605-V) y “Hábitos reproductivos e historia poblacional reciente de las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico Mexicano” (Número de proyecto 400302-5-3725PN), ambos apoyados por el CONACyT.

La parte final del trabajo se desarrolló como parte del proyecto SPLASH (Structure of Populations, Levels of Abundance and Status of Humpbacks) el cual fue financiado por los gobiernos de Japón, Rusia, Canadá, Estados Unidos de América y México.

Las prácticas de campo de la materia optativa “Adaptación de los mamíferos a la vida acuática” y de las biología de campo, impartidas en la Facultad de Ciencias de la UNAM suministraron una gran parte de los datos analizados en este trabajo.

En el presente trabajo se contó con la infraestructura y el apoyo del grupo de mastozoología marina de la Facultad de Ciencias de la UNAM y con el apoyo de la comunidad del Nuevo Corral del Risco, Nayarit.

Las investigaciones en el campo fueron realizadas con permisos y autorización de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

**Para Alicia, mi mamá, para Ricardo,  
mi papá.**

**Para mis hermanos Alicia, Jorge y  
Francisco.**

**Para Elia.**

**Mis ángeles mortales, mis dioses  
personales, mi corazón, mi isla  
salvadora, mi norte, mi apoyo, mi  
fuerza, mi orgullo y mi amor.**

*El mar, siempre el mar, ya estaba y era.  
Quien es el mar?  
Quien lo mira lo ve por vez primera.  
Siempre. Con el asombro que las cosas  
Elementales dejan, las hermosas tardes,  
La luna, el fuego de una hoguera.....*

Borges.

*"The afterdeck. A fair morning. Tied up, twisted, eyes like coal still glowing in the ashes of the ruin, Ahab lifts up to the clearness of the morn his splintered helmet of a brow. This glad, this happy air, this winsome sky, at last seems almost to dissolve the cankerous beating of his heart. The cruel, step-mother world now throws affectionate arms around that stubborn neck. Old Ahab drops a tear into the sea. Nor did all the Pacific contain such wealth as that one drop"*

Moby Dick.

*The similarities between the humpback whale and human songs are the impact that they have on human emotions. If we fail to protect whales and they disappear, we will lose not only their physical presence in the oceans, but also the emotion produced by listening to their songs. And we will continue our journey alone...in silence.*

Roger Payne.

## Contenido

---

---

Resumen . . . . .	1
Abstract . . . . .	2
Introducción . . . . .	3
Antecedentes . . . . .	6
Morfología de la Ballena Jorobada . . . . .	6
Distribución, migración y abundancia . . . . .	8
Reproducción . . . . .	10
La ballena jorobada en el Pacífico mexicano . . . . .	12
La Bahía de Banderas . . . . .	15
Planteamiento de la Investigación . . . . .	17
Objetivos . . . . .	18
Métodos . . . . .	19
Catálogos . . . . .	19
Trabajo de Campo . . . . .	20
Recopilación de datos y comparación fotográfica . . . . .	21
Análisis de datos . . . . .	22
Resultados . . . . .	25
Tasas de Nacimiento . . . . .	25
Intervalos entre partos . . . . .	32
Distribución estacional . . . . .	35
Distribución espacial . . . . .	37
Distribución por sexos . . . . .	38
Tiempos de estancia . . . . .	41
Historias de avistamiento . . . . .	43
Historias de avistamiento de los machos . . . . .	45

Tamaño poblacional . . . . .	47
Discusión . . . . .	53
Conclusiones . . . . .	63
Referencias . . . . .	66
Agradecimientos . . . . .	74

## Resumen

---

Los estudios a largo plazo se han convertido en un método muy valioso para el estudio de las poblaciones de cetáceos que han sido sujetos a protección después de su intensa captura comercial. Esto es especialmente importante para parámetros reproductivos como las tasas de nacimiento e intervalos entre partos que resultan muy útiles para conocer las posibles tendencias en su recuperación. Con respecto a la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), dichos estudios se han desarrollado durante las últimas décadas para evaluar las tendencias en su abundancia. En México, la agregación costera representa una zona importante para toda la población del Pacífico Norte, por lo que su estudio continuo y sistemático resulta muy importante.

En este trabajo se analizan las historias de avistamiento de las ballenas de la agregación costera del Pacífico mexicano, en especial aquellas que pasan el invierno en la Bahía de Banderas, con lo que se obtienen parámetros reproductivos y ecológicos como tasas de nacimiento, intervalos entre partos, distribución espacial y temporal, tiempos de estancia y una estimación del número poblacional de las ballenas de esta agregación.

El valor global de las tasas de nacimiento obtenidas utilizando el número de animales identificados fotográficamente (NacF) resultó ser de 4.9% mientras que la tasa de nacimiento obtenida a partir de animales avistados (NacA) tiene un valor global de 6.4%. Estos valores de las tasas de nacimiento son más bajos de los que habían sido reportados con anterioridad, aunque no es posible establecer una tendencia de incremento o decremento sostenido. La división de la temporada reproductiva en etapas muestra que ambas tasas de nacimiento aumentan conforme el invierno avanza, como resultado de que las agrupaciones de hembras acompañadas de una cría se encuentran entre las últimas en dejar las zonas de reproducción.

Con 885 identificaciones mediante aleta caudal y 372 por aleta dorsal obtenidas de 1983 al 2004 se calcularon los intervalos entre partos de 103 hembras, lo cuales van de uno hasta cuatro años con un promedio de 2.1 años. La división de los intervalos entre partos antes y después de 1995 muestra una ligera disminución de los intervalos durante el segundo periodo, por lo que al parecer, los intervalos entre partos de esta agregación cada vez están más cercanos a los 2 años, el cual era el intervalo más común antes de su captura comercial.

En todos los años, la agrupación de animales solitarios es la que presenta mayor abundancia durante el invierno, mientras que la de los cantores y la de grupos con cría son las menos abundantes. Las agrupaciones de hembras con cría son las más estables y duraderas y su preferencia por la parte norte de la bahía es especialmente evidente.

Los animales que se observan en la bahía presentan distintos tiempos de estancia, debido a que en esta zona pueden observarse animales que van de paso hacia otras zonas de agregación y animales cuyo destino es la propia bahía. Los tiempos de estancia entre sexos también son diferentes (18.9 días DE= 17.8 para las hembras y 10.3 días DE= 10.45 para los machos).

Las recapturas de los machos a través de los años no muestran ninguna evidencia que sugiera una preferencia de estos por alguna agrupación en particular, sin embargo, durante un mismo invierno sí parece existir una preferencia de los machos por encontrarse dentro de grupos con actividad en superficie.

La estimación de tamaño poblacional obtenida a partir del programa Fidfid 32 resulta ser de entre 7500 y 8900 individuos, la cual es muy alta y posiblemente se refiere al conjunto de la agregación total del Pacífico Norte. La asignación del tamaño poblacional de la Bahía de Banderas es una cuestión difícil de establecer, debido a que las ballenas que ahí se agregan forman un mosaico de individuos que provienen de distintas áreas de alimentación y que presentan diferentes estancias en la bahía.



## Abstract

---

Long-term studies have become a valuable method to study cetacean populations that have been subject to legal protection after intense commercial capture. This is especially important when obtaining reproductive parameters such as birth rates and intervals between births, which are useful to recognize trends in the recovery of these populations. Regarding humpback whales (*Megaptera novaeangliae*), such studies have been developed over the past decades to assess trends in their abundance. The Mexican coastal aggregation of humpback whales represents an important area for the entire North Pacific population, so its continuous and systematic study is of major concern.

In this paper, the sighting history of humpback whales in the coastal aggregation of the Mexican Pacific were analyzed, specially for those individuals which spend the winter season in Bahía de Banderas, thereby obtaining reproductive and ecological parameters such as birth rates and intervals between births, spatial and temporal distribution, sojourn time and a population estimate of the number of whales in this aggregation.

The global birth rate value obtained using the number of animals identified photographically (NacF), was 4.9% while the birth rate obtained from animals sighted (NacA) has a global value of 6.4%. These birth rate values are lower than others reported previously for this area, although it hasn't been possible to establish any signs of a sustained increase or decrease trend due to the great annual variation. The division of the reproductive season into stages shows that both birth rates increase as the winter develops resulting in mother - calf pairs being one of the last to leave the reproductive areas.

Using 885 caudal and 372 dorsal fin identifications obtained for 1983 to 2004 we calculated the intervals between births of 103 females, which range from one to four years with an average of 2.1 years. The division of intervals between births before and after 1995 shows a slight decrease in the intervals calculated for the second period, it seems that the intervals between births of this area after 1995 become closer to the average 2 year interval which was more common before commercial capture started.

Solitary animals are the most abundant grouping during the winter in all years, while singers and surface active groups with calves are the less abundant. Mother - calf pairs are the most stable and durable grouping and their preference for the northern part of the bay is especially evident.

The animals observed in the bay show different sojourn times, mainly because some animals stay in the bay as its destination area and some animals just pass by towards another aggregation area. The sojourn days are also different between sexes (18.9 days SD=17.8 for females and 10.3 days SD= 10.45 for males).

Resightings of males over the years show there is no preference for arranging into any particular type of grouping; however, during the same winter it seems there is a preference for males to be found in surface active groups.

The estimate of population size obtained from the Fidfid 32 software approximates the population sampled between 7500 and 8900 individuals, which is very high and possibly refers to the total North Pacific aggregation. The calculation of the population size of Bahía de Banderas is difficult to establish, because the whales that aggregate in this area resemble a mosaic of individuals coming from different feeding areas and having different sojourn times in the bay.

## **Introducción**

---

Después de años de actividad industrial y de la quema de combustibles fósiles, la especie humana comienza a hacerse consciente de que nuestro desarrollo en el planeta ha tenido un enorme impacto en todas las demás formas de vida y sobre el planeta mismo. Día a día escuchamos acerca de extinción de especies, calentamiento global, desertificación, escasez de agua potable, epidemias, hambre y pobreza, y la única forma de lidiar con todos estos problemas es a través de la ciencia.

Cada vez es más frecuente entre las personas la idea de que el conocimiento científico es algo importante en la vida diaria. Cada día escuchamos y vemos anuncios ofreciendo productos que utilizan frases como “científicamente comprobado” para demostrar la aparente valía de un producto o de otro. Hago referencia a esto como una alegoría de cómo la ciencia ha encontrado un lugar importante dentro de la sociedad aún cuando en la mayoría de los casos este conocimiento se limite a temas banales como el tipo de desodorante que va con nosotros.

Este aparente respeto hacia la ciencia en temas que pueden ser tratados de superfluos contrasta sin embargo, con la falta de interés y de respeto proporcionado por autoridades y gobiernos que en muchas ocasiones desoyen datos científicos con consecuencias nefastas en muchos casos. Debido a esto, es enormemente necesario seguir haciendo ciencia ya que si bien la función de los científicos no es el de implementar legislaciones, si lo es la resolución de problemas mediante el aporte de datos fidedignos e imparciales que permitan la toma de decisiones acertadas.

La conservación, es sin lugar a dudas una de las cuestiones más importantes y vigentes dentro del campo de la biología. Lograr conservar especies con el afán de que puedan ser observadas por generaciones futuras es uno de los temas más importantes, honorables y generosos. Hace falta, sin embargo, el compromiso de muchas personas e instituciones a muchos niveles por lo que lograrlo puede parecer utópico, ya que al mismo tiempo es necesario asegurar que cada persona tenga acceso a una vida digna. La educación es el mejor camino, no es obligatorio crear millones de científicos, lo que es importante es el que cada persona tenga acceso a la educación necesaria para darse cuenta que el conservar especies y ecosistemas representa un gran beneficio personal y para todas las generaciones futuras.

Como aspirante a investigador estoy profundamente interesado en que más personas conozcan acerca de la gran diversidad biológica que existe en nuestro país, pero no solamente eso, sino que también sepan acerca de la investigación que se hace y en lograr interesarlos en su conservación. En el caso de los cetáceos y haciendo a un lado la idea sentimental que muchas personas puedan tener acerca de ellos, es indiscutible que estos representan una gran importancia a nivel biológico, simbólico y político (Barstow 1990). Su conservación, sin embargo es un tema controvertido en donde existen posturas encontradas y el cual en la actualidad aún es materia de debate.

Dejando a un lado la posible existencia de intereses oscuros que en ocasiones existen en el tema de su conservación, resulta claro que estos animales por el alto nivel trófico que ocupan pueden funcionar como especies indicadoras de la condición del ecosistema en que se encuentran y que su conservación ayuda a la viabilidad e integridad de su hábitat, garantizando la conservación de otras especies y del ecosistema mismo (Chittleborough 1991; Bowen 1997).

Ante la intención declarada por parte de algunos países por explotar nuevamente de manera comercial algunas de las especies de cetáceos, en este trabajo no se debatirá acerca de la ética y honorabilidad de estas acciones lo que se pretende es participar en el estudio científico acerca de la biología de una de sus especies, la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*).

Una de las mayores interrogantes actuales acerca de las ballenas jorobadas es el de conocer su recuperación poblacional y la dinámica de ésta años después de la prohibición de su captura comercial, para lo cual el estudio de su biología reproductiva resulta primordial. Dado que en de nuestro país se reproducen una parte importante de las ballenas que habitan todo el Pacífico Norte, los estudios en las distintas agregaciones del Pacífico mexicano, como la Bahía Banderas, resultan muy importantes.

Debido a que esta especie es de hábitos costeros, interacciona estrechamente con las actividades humanas que ahí se realizan (National Marine Fisheries Service 1991; Medrano-González *et. al.* 2000; Laist 2001), lo que hace necesario mantener estudios sistemáticos, constantes y a largo plazo para asegurar que actividades, como la observación turística de ballenas, no se realicen en perjuicio de la especie. Por lo anterior, el presente trabajo se incorpora al esfuerzo de investigación que sobre las ballenas jorobadas se realiza en nuestro país, analizando para ello las historias de avistamiento

recabadas desde 1980, y los números poblacionales de las ballenas pertenecientes a la población costera del Pacífico mexicano, en especial aquellas que pasan el invierno en la Bahía de Banderas. Este análisis busca acrecentar el conocimiento acerca de sus hábitos reproductivos, esperando de esta manera contribuir en la conservación de la especie.

## Antecedentes

---

### **Morfología de la ballena jorobada.**

El rorcual jorobado, ballena jorobada o yubarta (*Megaptera novaeangliae*) se encuentra clasificado dentro del Orden Cetacea, Suborden Mysticeti, y pertenece a la Familia Balaenopteridae o de los rorcuales. La principal característica de los rorcuales es la presencia de pliegues guloventrales que se extienden desde el extremo anterior de su mandíbula hasta el ombligo y los cuales permiten distender enormemente la región de la garganta durante la alimentación ayudando a capturar una gran cantidad de alimento (Harrison 1978; Bonner 1980; Clapham y Mead 1999).

La ballena jorobada es una especie de fácil identificación gracias a varias características morfológicas entre las que se encuentran 1) La presencia de protuberancias tegumentarias en la parte dorsal de la cabeza, 2) sus grandes aletas pectorales que representan un tercio de la longitud total del cuerpo, 3) su aleta dorsal que presenta una gran variación en forma y tamaño y que se encuentra encima de una joroba que es más evidente cuando el animal se arquea para sumergirse y que le da el nombre común a la especie y finalmente, 4) su aleta caudal, que las ballenas exhiben casi siempre al sumergirse, que es de gran envergadura (30% de la longitud total del cuerpo) y que presenta en la superficie ventral una gran variación en las proporciones de coloración blanca y negra (Tomilin 1967; Nishiwaki 1972; Katona y Whitehead 1981; Winn y Reichley 1985; Figura 1). Las características de coloración, marcas y cicatrices de la aleta caudal (Figura 2), junto con la forma, cicatrices y marcas de su aleta dorsal (Figura 3) permiten el reconocimiento de organismos individuales a través de los años, lo cual ha sido de gran utilidad para el estudio de esta especie.



Figura 1. Ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Ilustración de Pieter A. Folkens.

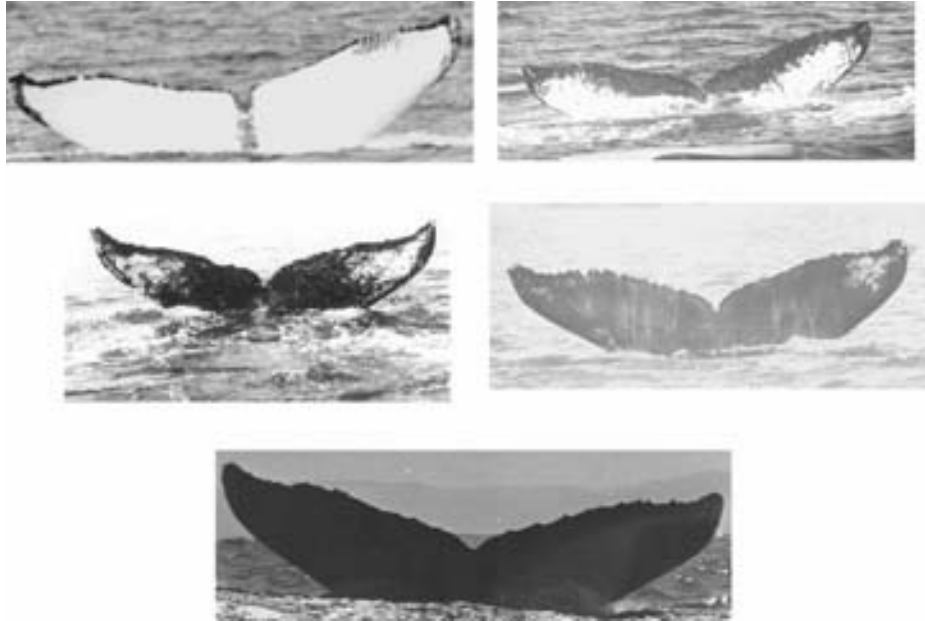


Figura 2. Diferentes proporciones de coloración blanca y negra en la porción ventral de la aleta caudal en las ballenas jorobadas.



Figura 3. Ejemplos de las diferentes formas de aletas dorsales presentes en la ballena jorobada útiles en su identificación individual.

### **Distribución, migración y abundancia.**

La ballena jorobada se encuentra en todos los océanos del mundo con excepción del Ártico. Diferentes evidencias indican la existencia de tres grandes poblaciones: Océano Austral, Atlántico Norte y Pacífico Norte. Aunque existe el potencial de intercambio genético entre hemisferios (Baker y Medrano-González 2001), estos ocurren con poca frecuencia, debido principalmente al desfase estacional entre los hemisferios (Stone et.al. 1990; Baker y Palumbi 1997) lo que ocasiona que las poblaciones de las diferentes cuencas oceánicas estén separadas reproductivamente.

La jorobada presenta un ciclo migratorio anual regular. Durante el verano se encuentran en zonas altamente productivas en altas latitudes donde primordialmente realizan actividades de alimentación y hacia finales del otoño migran hacia aguas someras de regiones tropicales y subtropicales donde llevan a cabo su reproducción. Existen diversas explicaciones acerca de la preferencia de aguas templadas durante su época de reproducción pero es posible que esta preferencia se deba a que las capacidades de termorregulación de las crías no están suficientemente desarrolladas (Dawbin 1966), o que reflejen patrones históricos de distribución de su alimento (Lipps y Mitchell 1976 en Hoelzel 2002; Figura 4).

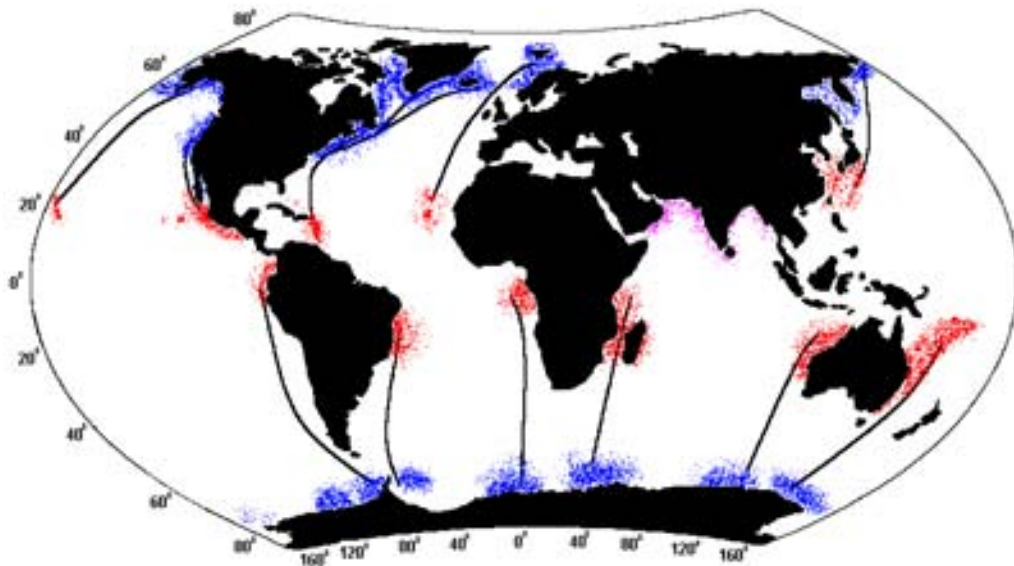


Figura 4. Distribución mundial de la ballena jorobada. En azul se muestran las áreas de alimentación y en rojo las de reproducción. Las líneas muestran las principales conexiones migratorias. Modificado de Winn y Reichley (1985).

Durante la migración de las jorobadas, existe una segregación por edad, sexo y estado reproductivo. Las hembras lactantes son las primeras en dejar las áreas de alimentación seguidas de animales jóvenes, machos maduros, hembras en descanso y por último hembras preñadas. Al final del invierno el orden se invierte con las hembras preñadas comenzando el regreso hacia altas latitudes (Lockyer y Brown 1981). Se sabe que no todos los individuos realizan o completan la migración y esta es la razón principal de que la proporción de hembras en áreas invernales sea menor que la de machos (Craig y Herman 1997) lo cual tiene consecuencias en sus hábitos reproductivos. Las ballenas jorobadas son filopátricas tanto a sus zonas de alimentación como a sus áreas de reproducción pero hay evidencia que sugiere que el grado de filopatria hacia sus zonas de alimentación es mayor. Se han establecido numerosas conexiones migratorias entre las zonas de alimentación y áreas de reproducción. En algunos casos, como en el Golfo de Maine, la tasa de retornos en algunos años es de más del 90%. No obstante dicha fidelidad hacia áreas de alimentación o reproducción no es absoluta (Lockyer y Brown 1981; Darling y Jurasz 1983; Darling y Mc Sweeney 1985; Baker *et. al.* 1986; Clapham 1993; Flórez-González *et. al.* 1998; Urbán *et. al.* 2000).

En el Pacífico Norte, las jorobadas se distribuyen en el verano en áreas de alimentación a lo largo de las costas continentales e islas desde California hasta Taiwán incluyendo el Golfo de Alaska, Mar de Bering, Mar de Chuckchi y Mar de Okhotsk. Tomando como base las zonas de reproducción de estas ballenas se reconocen las subpoblaciones americana u oriental, hawaiana o central y asiática u occidental. Las ballenas de la subpoblación americana se reproducen en el Pacífico oriental tropical frente a las costas de México y Centroamérica y se alimentan frente a las costas de California, Oregon y Washington. La subpoblación hawaiana se reproduce alrededor de las islas de Hawai y se alimentan frente a la costa de Alaska e Islas Aleutianas. La subpoblación asiática se reproduce del sur de Japón a Taiwán incluyendo diversas islas y se alimentan desde el Mar de Okhotsk hasta los alrededores de las Aleutianas (Rice 1974, 1978; Herman y Antinoja 1977; Darling y Jurasz 1983; Darling y McSweeney 1985; Baker *et. al.* 1986, 1998; Calambokidis *et. al.* 1997; 2000).

Al igual que otros grandes cetáceos, las ballenas jorobadas estuvieron sujetas a una caza intensiva durante los siglos XIX y XX. Se calcula que el número de jorobadas en la población del Pacífico Norte antes de su



explotación era de entre 15,000 y 20,000 individuos (Rice 1978). Cálculos realizados durante la década de los 1980 sugieren un mínimo estimado de 1,200 ballenas (Perry *et. al.* 1990). En el Golfo de Farallones, California, Calambokidis *et. al.* (1988) estimaron una población de 1,658 jorobadas en tres años de estudio (1986-88) y para la costa central de California los mismos autores en 1988 estimaron una población de 230 individuos. Varios estudios en Hawai indican una abundancia de aproximadamente 2,000 ballenas (Darling y McSweeney 1985; Darling y Morowitz 1986; Baker y Herman 1987; Perry *et. al.* 1990). Según Calambokidis *et. al.* (1998) la población de ballenas jorobadas en todo el Pacífico Norte hasta el año de 1996 era entre 6,000 y 8,000 animales.

### **Reproducción.**

Las jorobadas comúnmente tienen una cría por parto y éstas se conciben y nacen en aguas tropicales y subtropicales durante el invierno. El periodo de gestación es de 11 a 11.5 meses, la lactancia dura de seis a 11 meses y el destete comienza a los seis meses de edad en las áreas de alimentación cuando la cría mide entre 8 y 9 metros de longitud. Las crías miden al nacer de 4 a 4.5 m y pesan aproximadamente 700 Kg, alcanzando la independencia total de sus madres al final del año de nacimiento (Tomilin 1967; Clapham y Mayo 1987b).

Mucha de la información acerca de la reproducción de las jorobadas se obtuvo del examen de organismos capturados por la industria ballenera. De datos obtenidos a partir del análisis de ovarios y glándulas mamarias, Matthews (1937) sugirió que la mayoría de las hembras tienen una cría cada dos años y una minoría tiene dos crías cada tres años. Chittleborough (1958) igualmente concluyó que aunque las jorobadas generalmente conciben hasta que la lactancia ha terminado, la ovulación posparto es común en esta especie por lo que la preñez y la lactancia pueden ocurrir simultáneamente. Los intervalos entre partos pueden variar entre uno y dos años en Hawai, (Glockner-Ferrari y Ferrari 1984) y de uno a siete años en Alaska, (Perry *et. al.* 1990; Straley *et. al.* 1994).

En los machos, el promedio de peso para los testículos es de 2000 g en la madurez sexual y de 6490 g en la madurez física. Además, el peso de los testículos y la tasa de espermatogénesis se incrementan considerablemente en

el invierno no encontrándose espermatozoides en los testículos de machos maduros capturados en zonas de alimentación (Chittleborough 1955).

A diferencia de otras especies de mysticetos, los testículos de los machos de ballena jorobada no presentan un gran tamaño relativo al tamaño de su cuerpo lo que se ha asociado a competencia sexual precopulatoria (Brownell y Ralls 1986; Clapham 1996, Berta y Sumich 1999). En las zonas de reproducción, los machos sobrepasan en número a las hembras (2.4:1 Brown *et. al.* 1995; 1.13:1 a 6.1:1 Smith Aguilar 2007) por lo que compiten físicamente por el acceso a ellas. Dicha competencia se da en mayor medida hacia aquellas hembras con un alto potencial reproductivo, es decir, aquellas que no se encuentran criando. Sin embargo, conforme la temporada de reproducción avanza y las hembras comienzan a escasear, la competencia por parte de los machos se incrementa haciendo que se asocien a hembras con cría (Craig *et. al.* 2002). Las estrategias que utilizan los machos para aparearse son diversas y probablemente estén en función de la cantidad de hembras receptivas disponibles. Una estrategia utilizada por los machos es escoltar a hembras con cría. Se han mencionado diversas hipótesis acerca de la función del escoltar hembras con cría, Mobley y Herman (1985) sugieren que los machos se asocian a hembras con cría recién nacidas esperando la ocurrencia del estro posparto y que si la cópula ocurre el macho mantiene una guardia postcopulatoria. Otros autores sugieren que es probable que el macho escolta y la hembra con cría estén desarrollando lazos sociales o reforzando los ya existentes lo que incrementaría la posibilidad para la escolta de copular con esa hembra en años subsecuentes (Green *et. al.* 2001).

Durante el invierno, las jorobadas pueden encontrarse formando grupos de 20 o más ballenas denominados grupos con actividad en superficie (GAS) en donde existe una hembra denominada animal nuclear y una gran cantidad de machos compitiendo por la posición más cercana a ella. El macho más cercano a la hembra se denomina escolta principal y este animal defiende su posición contra los otros machos que buscan desplazarlo (Tyack y Whitehead 1983; Clapham *et. al.* 1992; Brown *et. al.* 1995; Darling *et. al.* 1983; Glockner-Ferrari y Ferrari 1984; Medrano-González *et. al.* 1994). Existe evidencia de coaliciones entre machos para desplazar a la escolta principal e incluso la proporción de pares macho-macho en áreas de reproducción es mayor que otro tipo de asociaciones entre sexos (Clapham 1996; Falcone 1999). Sin embargo, aún si se tratara de individuos relacionados, lo cual es poco probable, el beneficio

para la mayoría de los machos en colaboración resultaría magro (Clapham 1996).

El que los machos presenten diferentes grados de cicatrices en su aleta dorsal, como resultado de los comportamientos agresivos entre ellos en los grupos con actividad en superficie, podría significar que no todos los machos tienen las mismas oportunidades de llegar a ser una escolta principal (Chu y Nieukirk 1988) y los machos que no pueden competir exitosamente en forma directa pueden utilizar otro tipo de estrategias para lograr copular.

Otra estrategia utilizada por los machos es la producción de secuencia de sonidos denominados canciones. El canto es un comportamiento característico de regiones invernales (Payne y McVay 1971; Winn y Winn 1978) razón por la cual se supone está relacionado de alguna manera con la reproducción en esta especie. Existen varias teorías acerca de la función del canto en la jorobada, una de ellas menciona que el canto funciona como un despliegue sexual para atraer a las hembras (Payne y McVay 1971; Winn y Winn 1998; Tyack 1981). En este caso, la hembra selecciona a qué macho asociarse por características de su canción como la potencia y/o la duración o se basaría en ella para ayudarse a seleccionar al macho que la ayudaría en la protección de su cría contra depredadores o para mantener a otros machos alejados (Green *et. al.* 2001). Otros investigadores creen que la canción establece dominancia entre machos o que establece y mantiene el espacio entre machos competidores (Win y Win 1978; Tyack 1981; Frankel y Herman 1987; Mobley *et. al.* 1988).

Es evidente que los machos pueden utilizar cualquiera de las estrategias antes mencionadas de manera indistinta durante una temporada de reproducción y aunque la distribución del éxito reproductivo en las jorobadas no se conoce muy bien (Cerchio 2005), algunos autores sugieren que el escoltar a una hembra con cría se trate de una estrategia alternativa e inferior de aquellos machos menos exitosos en los grupos de competencia (Falcone 1999) o en el canto (Cerchio 1996).

### **La ballena jorobada en el Pacífico mexicano.**

Uno de los primeros registros que se tiene de ballenas jorobadas en aguas mexicanas es el registro realizado y publicado por el capitán Charles M. Scammon en 1874 en donde menciona la presencia de hembras con cría durante el invierno en la Bahía de Banderas, lo cual atrajo el interés de la flota

ballenera hacia las costas de nuestro país. Años más tarde, después de su protección internacional, se registró la primera fotoidentificación de esta especie en nuestro país, cerca de la isla Isabel (Urbán *et. al.* 1990).

Durante el invierno en México se encuentran dos agregaciones de ballenas jorobadas, una denominada costera que se distribuye en el borde sur de la Península de Baja California y la costa occidental de México, desde Sinaloa hasta el Istmo de Tehuantepec abarcando islas como la Isabel y archipiélagos como el de las Islas Marías. La segunda agregación se localiza en el Archipiélago de Revillagigedo. Se han observado ballenas jorobadas en el alto Golfo de California en distintos meses del año aunque la identidad y relación demográfica de estas ballenas con las de las demás regiones del Pacífico Norte no se conocen bien (Rice 1974; Urbán y Aguayo 1987; Urbán *et. al.* 1989; Gendron y Urbán 1993). La presencia de ballenas jorobadas en el Golfo de México es ocasional y existen muy pocos trabajos acerca de la especie en esta región (Figura 5).

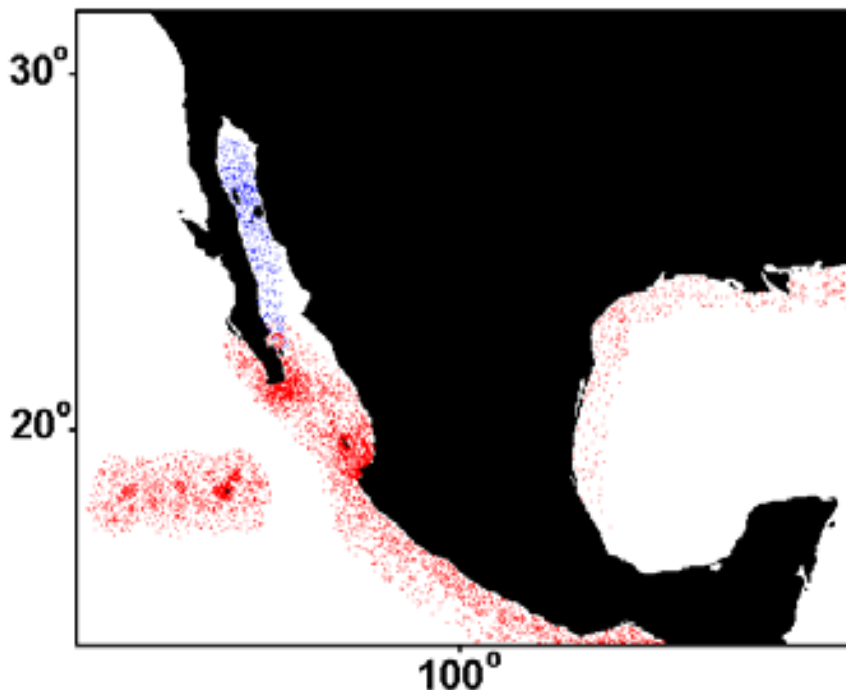


Figura 5. Distribución de la ballena jorobada en México. En rojo se muestra la su distribución durante la temporada invernal y en azul la agregación que se encuentra en el Golfo de California que se encuentra durante todo el año. La mayor concentración de puntos indica una mayor concentración de animales.

Las agregaciones de la costa y de Revillagigedo presentan diferencias en la frecuencia de tipos mitocondriales y en sus destinos de alimentación en verano (Urbán y Aguayo 1987; Medrano-González 1993; Urbán *et. al.* 2000).

Las ballenas de la costa occidental de México se alimentan durante el verano en aguas de las costas de California, Washington y Oregon mientras que para las ballenas de las islas Revillagigedo no se conoce un destino de alimentación principal, existiendo algunas recapturas entre esta zona y la Columbia Británica, Prince William Sound, la Isla Vancouver y las Aleutinas (Calambokidis *et. al.* 1993; Urbán *et. al.* 2000).

Los estudios acerca de la ballena jorobada en el Pacífico mexicano han sido muy diversos desde su comienzo en 1982. Por mencionar algunos, podemos encontrar aquellos que tienen que ver con su distribución (Álvarez Flores 1987; Urbán y Aguayo 1987; Salinas Zacarías y Bourillón Moreno 1988; Salinas Vargas 2000), abundancia (Álvarez *et. al.* 1990; Urbán *et. al.* 1994; Urbán *et. al.* 1999), conducta (Campos Ramos 1989; Hernández Ventura 1997; Gómez Lozano 1998; Salinas Zacarías 2000; Villavicencio Llamosas 2000; Smith Aguilar 2007), energética (Nolasco Soto 2003; Ruíz Rodríguez 2004; López Montalbo 2005), genética (Medrano González 1993; Medrano González *et. al.* 1994; Medrano-González *et. al.* 1995), ecología (Gendron y Urbán 1993; Jaramillo Legorreta 1995; Ladrón de Guevara Porras 1995; Medrano González *et al* 2000; Urbán *et. al.* 2000; Ladrón de Guevara Porras 2001; Rosales Nanduca 2004; Díaz Gamboa 2005), reproducción (Salas Rodarte 1993; Juárez Salas 2001) y conservación (Ávila Foucat 1998; Salazar Bernal 2005).

Acercas del número de jorobadas que pasan el invierno en el Pacífico mexicano existen varios trabajos, con datos analizados hasta el año de 1992, la abundancia es de cerca de 1800 jorobadas en la costa occidental y 900 ballenas en las Revillagigedo (Urbán *et. al.* 1994, 1999).

Los trabajos realizados en cuanto a su reproducción (Salas Rodarte 1991, Juárez Salas 2001) muestran que las tasas de nacimiento y los intervalos entre partos son similares entre las jorobadas de las diferentes agregaciones del Pacífico mexicano, y que además estas son comparables con los que se han reportado para otras zonas de reproducción en el mundo (tasas de nacimiento de entre 5% y 10% e intervalos entre partos promedio de 2.2 años). Al mismo tiempo, estos estudios han mostrado un aparente incremento en sus intervalos y tasas de nacimiento en los últimos años lo cual indicaría una aparente recuperación en las ballenas del Pacífico Norte. Es importante mencionar que en estos mismos estudios se ha demostrado que factores como el esfuerzo y la identificación de los animales juega un papel importante en la obtención de parámetros reproductivos coherentes (Barlow y Clapham 1997) lo que

demuestra la importancia de mantener estudios sistemáticos, continuos y a largo plazo sobre esta especie.

### **La Bahía de Banderas.**

La gran mayoría de estudios que sobre la ballena jorobada se han realizado en nuestro país se han llevado a cabo en la Bahía de Banderas, una zona de agregación importante de la subpoblación costera. Esta bahía se ubica en las coordenadas 20° 15' a 20° 47' norte y los 105° 15' y 105° 42' oeste. Es una de las más grandes de nuestro país, con una extensión en su boca de 23.4 millas náuticas (mn), un ancho máximo de 17 mn, y una longitud este-oeste de 21 mn. La bahía se delimita al norte por Punta de Mita, Nayarit, al sur por Cabo Corrientes, Jalisco y al este por la línea de costa de Puerto Vallarta, Jalisco (Secretaría de Marina 1975). Fuera de la bahía, en la parte norte, se encuentra el Archipiélago de las Marietas que consta de dos pequeñas islas, tres islotes y un par de rocas. En la parte más externa de la bahía se localiza La Corbeteña, una roca de poca altura que se localiza a aproximadamente 16.6 mn de Punta de Mita.

La bahía se divide casi a la mitad por la isobata de los 200 metros (m) que cruza la bahía delimitando una parte norte de aguas someras y una parte sur de aguas profundas. La plataforma continental en la parte sur de la bahía es muy angosta, por lo que se pueden encontrar profundidades de 1200 m apenas a 0.25 mn de la costa, y frente a las costas de Yelapa y Quimixto se localiza una fosa de poco más de 1400 metros (García *et al* 2004; Figura 6).

La Bahía de Banderas pertenece a la provincia oceanográfica denominada Boca del Golfo de California, y es una zona de transición que presenta una estructura termohalina complicada, caracterizada por la presencia de frentes, remolinos e intrusiones ligados a la confluencia de de tres distintas masas de agua: el flujo saliente del Golfo de California que acarrea agua caliente y de alta salinidad (18°C y 35‰) hacia el sur, la corriente de California que transporta agua fría y de baja salinidad (15 a 20°C y 33.6‰) hacia el noroeste y la corriente Costera de Costa Rica que transporta agua caliente y de baja salinidad (26°C y 34.6‰) hacia el noreste. El patrón de circulación de las corrientes se relaciona con la presencia de vientos locales, los cuales tienen una dirección norte-sur durante el invierno y sur-norte en el verano. La influencia de las corrientes del Pacífico Oriental Tropical en la bahía se manifiesta a lo largo del año con la variación de la temperatura superficial

del mar. Durante el invierno la temperatura superficial promedio es de 23.7°C, durante la primavera de 26.7 °C, en el verano de 27 °C y durante el otoño de 26.9 °C (Ladrón de Guevara Porras 1995; Salinas y Bourillón 1988).

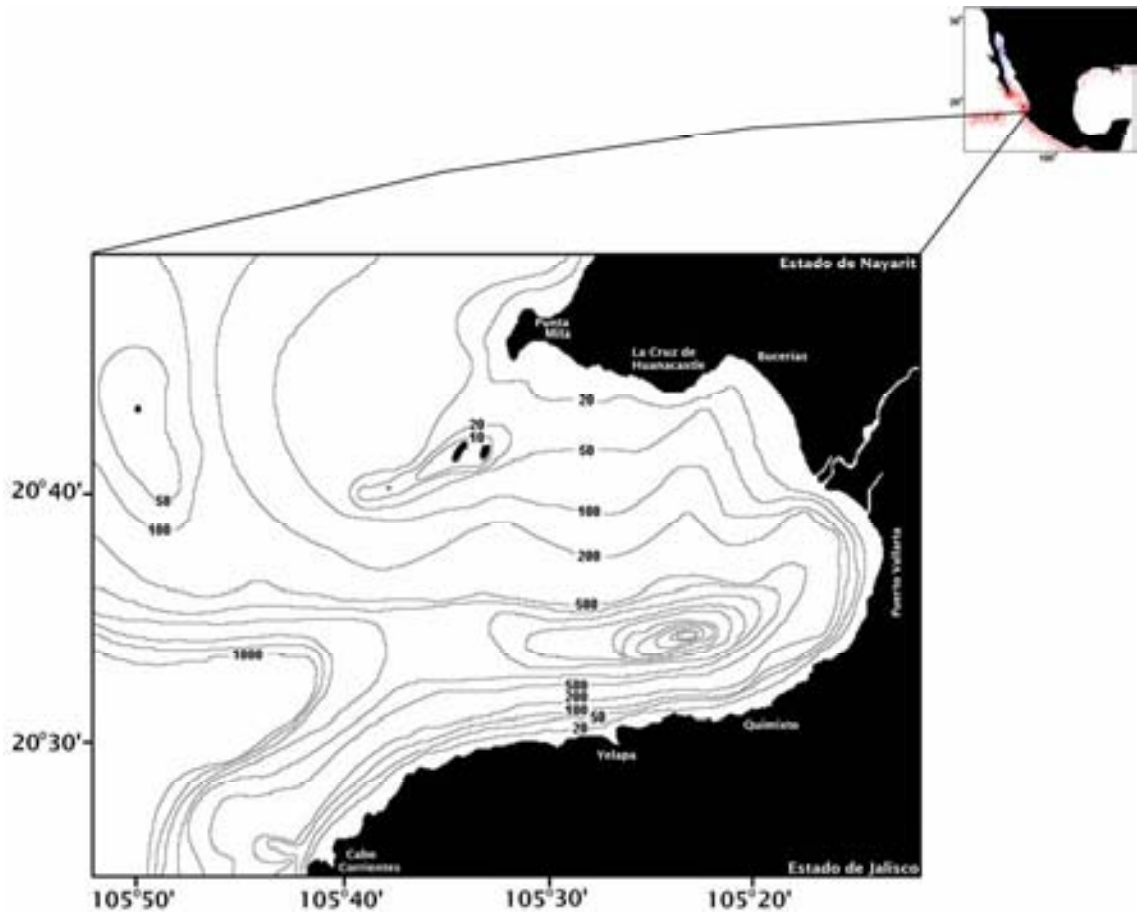


Figura 6. Mapa de la Bahía de Banderas, se indican algunos puntos en tierra y la profundidad en metros.

## **Planteamiento de la investigación**

Como la mayoría de los grandes cetáceos, las ballenas jorobadas fueron blanco de la caza comercial durante los siglos XIX y XX lo que redujo en gran medida sus poblaciones a nivel mundial. En el Pacífico Norte la abundancia de ballenas jorobadas antes de su caza intensiva se ha calculado en cerca de 15, 000 animales (Rice 1978). Después de que la Comisión Ballenera Internacional (CBI) prohibiera su captura comercial en esta zona en 1965, su abundancia era de cerca de 1,500 ballenas (Johnson y Wolman 1984).

Uno de los objetivos primordiales después de su protección internacional ha sido el de conocer el estado de sus poblaciones así como la capacidad y dinámica de su recuperación. Para conseguir esto, es necesario estudiar aspectos acerca de su biología, en específico acerca de su reproducción y hacerlo de manera continua y sistemática. La Bahía de Banderas en el Pacífico Mexicano es un área de reproducción importante para las ballenas de la subpoblación americana del Pacífico Norte y es en esta zona en donde existe un esfuerzo de investigación importante desde 1985, lo que ha permitido elaborar historias de avistamiento de los individuos que ahí se congregan.

El estudio de cetáceos en vida libre representa una serie de problemas que deben ser resueltos entre los que se encuentran la pequeña fracción de tiempo en que pueden observarse y la porción tan reducida de lo que vemos de ellos. El desarrollo de técnicas de estudio como la fotoidentificación la cual consiste en la toma de fotografías de estructuras útiles en la identificación individual de los organismos ha hecho posible la utilización de métodos que permiten, entre otras cosas, conocer el número de individuos en la población y de esta manera evaluar las tendencias en su abundancia, lo cual resulta indispensable para la conservación de la especie.

La técnica de la fotoidentificación es relativamente sencilla, barata, no intrusiva y permite mantener un estudio continuo y confiable de las poblaciones de esta y otras especies. Basados en esta técnica y con estudios a largo plazo, es posible realizar seguimientos de los animales a través de los años y junto con los datos obtenidos, elaborar historias de avistamiento a partir de las cuales se pueden inferir parámetros reproductivos de la especie que son importantes para su conservación.



Con base en lo anterior, en el presente trabajo se analizan las historias de avistamiento obtenidas en la Bahía de Banderas de 1983 a 2004 con los siguientes objetivos:

## **Objetivos:**

### **General.**

- Hacer inferencias sobre la reproducción de las ballenas jorobadas en la costa continental del Pacífico mexicano a través de sus historias de avistamiento determinadas por identificación fotográfica.

### **Particulares.**

- Completar las historias de avistamientos de las hembras identificadas en años anteriores y examinar las respectivas historias de los machos que se distribuyen en la costa del Pacífico mexicano.
- Analizar la distribución espacial y temporal de la tasa de nacimiento y los intervalos entre partos en las hembras.
- Determinar las estrategias de reproducción utilizadas por los machos de ballenas jorobadas en la costa del Pacífico mexicano.
- Analizar los cambios en la distribución de ambos sexos en la Bahía de Banderas.
- Estimar el tamaño poblacional absoluto de las ballenas jorobadas en la costa pacífica mexicana.

## **Métodos**

---

La información utilizada en este estudio forma parte del acervo que el Grupo de Mastozoología Marina de la Facultad de Ciencias (GMMFC) ha recabado desde 1980, y se tomó como base las comparaciones realizadas por Salas Rodarte (1993) y por Juárez-Salas (2001).

### **Catálogos.**

El GMMFC cuenta con un catálogo de aletas caudales en donde se localizan todos los individuos que han sido fotografiados en alguna ocasión en la costa continental del Pacífico mexicano dentro de su temporada de reproducción (885 individuos hasta 2004). Cada fotografía de este catálogo representa un animal registrado de manera individual mediante una clave que hace referencia a características de coloración, la región en que fue fotografiada, el año de su identificación y su número de identificación individual (Figura 7).



Figura 7. Individuo 3M90B034, identificado mediante su aleta caudal y registrado dentro del catálogo fotográfico. Su número de identificación hace referencia al tipo de coloración, su identificación hecha en México, el año en que se fotografió por vez primera, la región en donde se identificó y su número de identificación serial.

Existe también un catálogo de aletas dorsales en donde se encuentran las fotografías de los individuos identificados a partir de esta estructura (372 animales hasta 2003). Este catálogo se modificó con el propósito de incluir todas las fotografías de aletas dorsales existentes ya que en un principio en este catálogo se encontraban sólo aletas dorsales de hembras. Debido a este cambio, fue necesario asignar nuevas claves de identificación dorsal en donde se indica que la identificación es con base en su aleta dorsal, así como el año y la región en que fueron identificadas (Figura 8). En algunos casos, fue posible

obtener la relación entre la aleta caudal y la dorsal por lo que es posible identificar al individuo mediante cualquiera de estas dos estructuras.

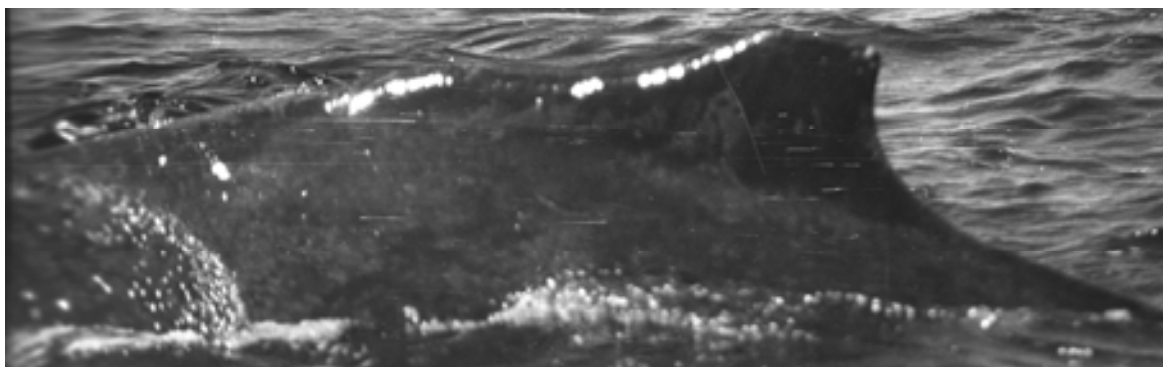


Figura 8. Individuo DM96B072 identificado mediante su aleta dorsal y clasificado dentro del catálogo de aletas dorsales. Su número de identificación indica que la identificación esta hecha mediante su aleta dorsal, que fue identificado en México, dentro de la región de Bahía de Banderas y su número de identificación consecutiva.

### **Trabajo de Campo.**

El trabajo de campo que se realizó en el invierno de 2003 consistió en navegar en embarcaciones menores con motor fuera de borda desde las cuales se realizaron las observaciones de los cetáceos siguiendo los protocolos descritos por Ladrón de Guevara Porras (1995) y procurando abarcar la mayor parte de la bahía. En cada avistamiento se registró: especie, fecha, hora, posición, tipo y tamaño de la agrupación, presencia de crías, comentarios sobre conducta, asociaciones con otras especies, estado del mar, temperatura superficial del mar y condiciones ambientales generales. Las ballenas jorobadas se identificaron individualmente utilizando la técnica de la fotoidentificación que consiste en fotografiar estructuras específicas, en este caso, ambos lados de su aleta dorsal y la cara ventral de la aleta caudal, utilizando cámaras réflex de 35 mm con lentes zoom y película blanco y negro 400 ASA (Katona *et. al.* 1979; Katona y Whitehead 1981; Álvarez Flores 1987; Ladrón de Guevara Porras 1995).

Los datos acerca de las observaciones y fotografías se registraron en libretas de campo durante la navegación, luego en formas especialmente diseñadas para ello y finalmente en bases de datos electrónicas en donde se establecen la identidad y relación de los datos obtenidos.

### **Recopilación de datos y comparación fotográfica.**

Se trabajó en la integración de las bases de datos de todos los años en los que existieran fotografías, lo cual implicó recopilar los datos anteriores a 1998 que se encontraban en formas o en libretas de campo.

Cada una de las fotografías de las aletas dorsales y caudales obtenidas desde 1999 hasta 2003 en la región de la costa del Pacífico mexicano fueron reveladas, ampliadas, escaneadas y comparadas, primero entre la misma temporada de reproducción para de esta manera obtener las recapturas interanuales y después fueron comparadas con sus catálogos respectivos. Es importante mencionar que en el análisis de los resultados se tomó la decisión de incluir las aletas caudales fotografiadas, identificadas y catalogadas en 2004, las cuales habían sido completamente comparadas. Sin embargo al existir huecos y errores en la comparación de aletas dorsales de 2004 se tomó la decisión de excluirlas de este trabajo.

A partir de esta comparación fotográfica se obtuvieron las recapturas de animales que habían sido identificados en años previos o animales nuevos que no habían sido identificados con anterioridad los cuales finalmente se incluyen dentro de su catálogo correspondiente, asignándoles su nueva clave de identificación individual.

Con la comparación fotográfica y los datos recabados acerca de ellas, se construyeron bases de datos en donde se indicaba para cada uno de los organismos la fecha exacta de su identificación, la región en que fue identificada y el tipo de agrupación en que se encontraba, a partir de esto fue posible asignarles sexo. Con base en lo reportado en trabajos previos, aquellos animales observados como cantores, escoltas de hembras con cría o animales no nucleares de grupos con actividad en superficie, se identificaron como machos, mientras que animales asociados alguna vez a una cría, se identificaron como hembras (Clapham *et. al.* 1992; Brown *et. al.* 1995; Darling *et. al.* 1983; Glockner-Ferrari y Ferrari 1984; Medrano *et. al.* 1994). De esta manera, se formaron las historias de avistamiento. Finalmente, a partir de la totalidad de los datos obtenidos se formaron bases de datos en donde se indica para cada año la totalidad de avistamientos, posiciones, fechas y tiempos de navegación desde el año de 1983 hasta 2004.

### **Análisis de datos.**

La obtención de recapturas a partir de la comparación fotográfica permitió para aquellas hembras identificadas con anterioridad aumentar sus historias de avistamientos, lo que permitió actualizar parámetros reproductivos como las tasas de nacimiento y los intervalos entre partos. Como se mencionó en un trabajo anterior (Juarez Salas 2003) se calculó la tasa de nacimientos como el porcentaje de crías en la población obteniéndose dos tasas de nacimiento, una que toma en cuenta el análisis de la comparación fotográfica de individuos diferentes entre años denominada (NacF) y otra tasa de nacimiento basada sólo en la abundancia de animales avistados a través de los años la cual se denomina (NacA). La definición de ambas tasas es la siguiente:

**NacF=** Total de crías identificadas/ total de animales identificados.

**NacA=** Total de crías avistadas/ total de animales avistados.

Los intervalos entre partos se calcularon a partir de las historias de avistamiento de las hembras y tomando en cuenta la presencia y ausencia de crías. Ya que las historias de avistamiento rara vez son continuas, en este trabajo se utilizaron dos métodos para el cálculo de los intervalos entre partos: uno basado en recapturas subsecuentes (intervalos reales) y otro que se calcula a partir de recapturas no continuas (intervalos mínimos).

A partir de esta misma comparación fotográfica se formaron las historias de avistamiento de los machos, para conocer la dinámica de las agrupaciones dentro de una misma temporada y a través de los años con lo que podremos inferir cuestiones acerca de las estrategias de apareamiento que presentan distintos individuos en distintas condiciones con base en conocer el tipo de agrupación en que se encuentran.

Con los datos de las posiciones de cada uno de los avistamientos y con la ayuda del sistema de información geográfica (SIG) ArcView 3.1, se graficó la posición de todas las agrupaciones, de cada agrupación y por sexos para cada una de las temporadas, y para cada etapa de la temporada (inicio, del 1 de octubre al 21 de enero, mitad, del 22 de enero al 4 de marzo y final, del 5 de marzo al 22 de abril), para de esta forma describir la distribución de las agrupaciones. Por otra parte, a partir de las fechas de las recapturas de una

misma temporada se obtienen los tiempos de estancia para los animales recapturados.

Finalmente, para estimar la abundancia absoluta de ballenas jorobadas que se encuentran en el Pacífico mexicano durante la temporada invernal se utilizó el programa desarrollado por Luis Medrano denominado Fidfid32, el cual trabaja a partir del número de animales identificados y de sus recapturas. Este programa utiliza tres estimadores:

- 1) La modificación de Bailey (1951) al estimador fundamental de Petersen.
- 2) La tasa de aparición de nuevos individuos y
- 3) La distribución del número de capturas (Darling y Morowitz 1986).

La modificación de Bailey, al estimador fundamental de Petersen realiza las suposiciones de que la población es cerrada tanto geográfica como demográficamente, que todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de ser capturados, que las marcas no afectan las capturas posteriores y que las marcas no se pierden.

Por otra parte, la tasa de aparición de nuevos individuos de Darling y Morowitz (1986) se obtiene mediante una gráfica que representa la aparición de nuevos individuos, donde el eje X es igual al número de fotoidentificaciones realizadas, mientras que Y es igual al número de animales diferenciados. Si el número de animales diferenciados es igual al número de identificaciones realizadas, la gráfica será lineal con una pendiente de 1, pero a medida que en las identificaciones no aparezcan nuevos animales, la gráfica tenderá a abatirse hasta tomar un valor de Y que será igual al tamaño de la población.

Finalmente, la distribución del número de capturas (Darling y Morowitz 1986) se basa en la distribución de Bernoulli del número de animales capturado  $n$  veces.

El programa Fidfid32 calcula estos estimadores mediante la determinación de mínimos cuadrados entre los datos y predicciones teóricas de modelos poblacionales simples y fijos para diferentes valores propuestos de abundancia, después de lo cual al programa se le ingresan parámetros de diferentes modelos de heterogeneidad ( $\alpha$ ) en la probabilidad de captura y diferentes tasas de crecimiento poblacional ( $r$ ), a partir de lo cual simula el esfuerzo real de captura en cada una de las poblaciones modeladas, determinando mínimos cuadrados entre los datos reales y los obtenidos por simulaciones.  $\alpha$  es un parámetro que indica la desigualdad en la marcabilidad de los individuos, pudiendo tomar valores cercanos a cero

cuando la probabilidad de marcabilidad es similar para todos los individuos de la población, o valores cercanos a uno cuando la marcabilidad para cada individuo dentro de la población es diferente. A partir de esto se utilizan distintos valores de alfa y de tamaño poblacional con lo que se obtienen distintos modelos de tamaño poblacional. La elección de la mejor estimación poblacional se da mediante una medida de optimización total ( $O_{tot}$ ) que se refiere al modelo que presenta la mayor congruencia entre los estimadores combinado con un error mínimo, es decir, valores altos de optimización indican congruencias altas entre los estimadores y poco error, lo cual indica la mejor estimación y modelación de tamaño poblacional.



## **Resultados**

---

De 1983 a 2004 se tuvo un total de 885 animales identificados a partir de su aleta caudal en el catálogo fotográfico de ballenas jorobadas de la Facultad de Ciencias, UNAM, de los cuales 690 han sido identificados en la Bahía de Banderas, 22 en la península de Baja California y 173 en la Isla Isabel. Es importante mencionar que la Bahía de Banderas es la zona en donde se concentra la mayoría de fotografías, datos de avistamientos, posiciones y recapturas y que los datos de la península de Baja California y de la Isla Isabel se tratan en general, de registros históricos correspondientes a la década de los 1980 donde los datos asociados a las fotografías son escasos o nulos. Ejemplo de esto es una ballena identificada en la Isla Isabel en 1966, de la cual no se tiene otro dato que el año y la fotografía de su aleta caudal.

De 1985 a 2003 se tienen un total de 372 animales identificados por su aleta dorsal, de los cuales sólo dos fueron fotografiados en la Isla Isabel y el resto corresponden a animales identificados en la Bahía de Banderas. Cabe aclarar que los animales identificados a partir de su aleta dorsal pueden o no ser animales distintos a los identificados a partir de su caudal, ya que en la mayoría de los casos la correspondencia dorsal y caudal no está bien establecida.

Con los datos generales de avistamientos y la comparación fotográfica se obtuvieron las agrupaciones y las recapturas de los animales a partir de lo cual se formaron sus historias de avistamiento.

### **Tasas de Nacimiento.**

A partir del número de animales avistados y fotoidentificados se obtienen las tasas de nacimiento correspondientes. Debido a la dificultad de fotoidentificar a las crías o a la falta de datos de avistamientos, para algunos años no fue posible calcular alguna o ambas tasas de nacimiento. Es importante mencionar que para la obtención de las tasas de nacimiento por fotoidentificación se utilizó el número de fotos existentes en los catálogos fotográficos y no se basó en los formatos de campo que indicaban el número de individuos que habían sido fotografiados, de esta manera se espera que el conteo de animales fotoidentificados sea más exacto.

Con un valor global de 6.44%, la tasa de nacimiento obtenida a partir de avistamientos (NacA) presenta fluctuaciones a través de los años ocasionado

por la disparidad en el número de animales avistados cada año (Figura 9A), al mismo tiempo, la tasa de nacimientos por avistamiento presenta una gran variación antes de alcanzar los 400 animales avistados (Figura 9B) y con esfuerzos de navegación menores de 300 horas (Figura 9C). Por otro lado, la tasa de nacimientos obtenida a partir de animales identificados fotográficamente (NacF) también muestra fluctuaciones a través de los años incluso superiores que los observados en la tasa por avistamientos (Figura 9D). El valor de la tasa de nacimientos por fotoidentificación parece comenzar a estabilizarse después de los 200 animales fotoidentificados, con un valor cercano al 5% (Figura 9E), sin embargo, esta tasa no muestra una clara estabilización y a diferencia de lo que se observa en la tasa por avistamiento, la tasa por fotoidentificación no parece estabilizarse a medida de que el esfuerzo de navegación aumenta (Figura 9F).

Las enormes variaciones observadas en la tasa por fotoidentificación son evidencia de que esta tasa depende fuertemente del número de animales fotoidentificados, en especial del número de crías identificadas. Tomando en cuenta esto, parece ser que la tasa por avistamiento es un estimador más confiable y real de la tasa de nacimiento de esta agregación.

El cálculo de los valores acumulados de las tasas de nacimiento muestra que al aumentar el número de animales avistados el valor de la tasa por avistamiento se estabiliza en un valor cercano al 6% (Figura 10A). Al mismo tiempo los valores acumulados de las tasas de nacimiento se van estabilizando hacia los últimos años de esta investigación presentando valores cercanos al 6% (Figura 10B). Esto concuerda con los resultados obtenidos en las zonas de alimentación de esta agregación reproductiva que indican una tasa de incremento poblacional de 5% anual (Calambokidis y Steiger 1995).

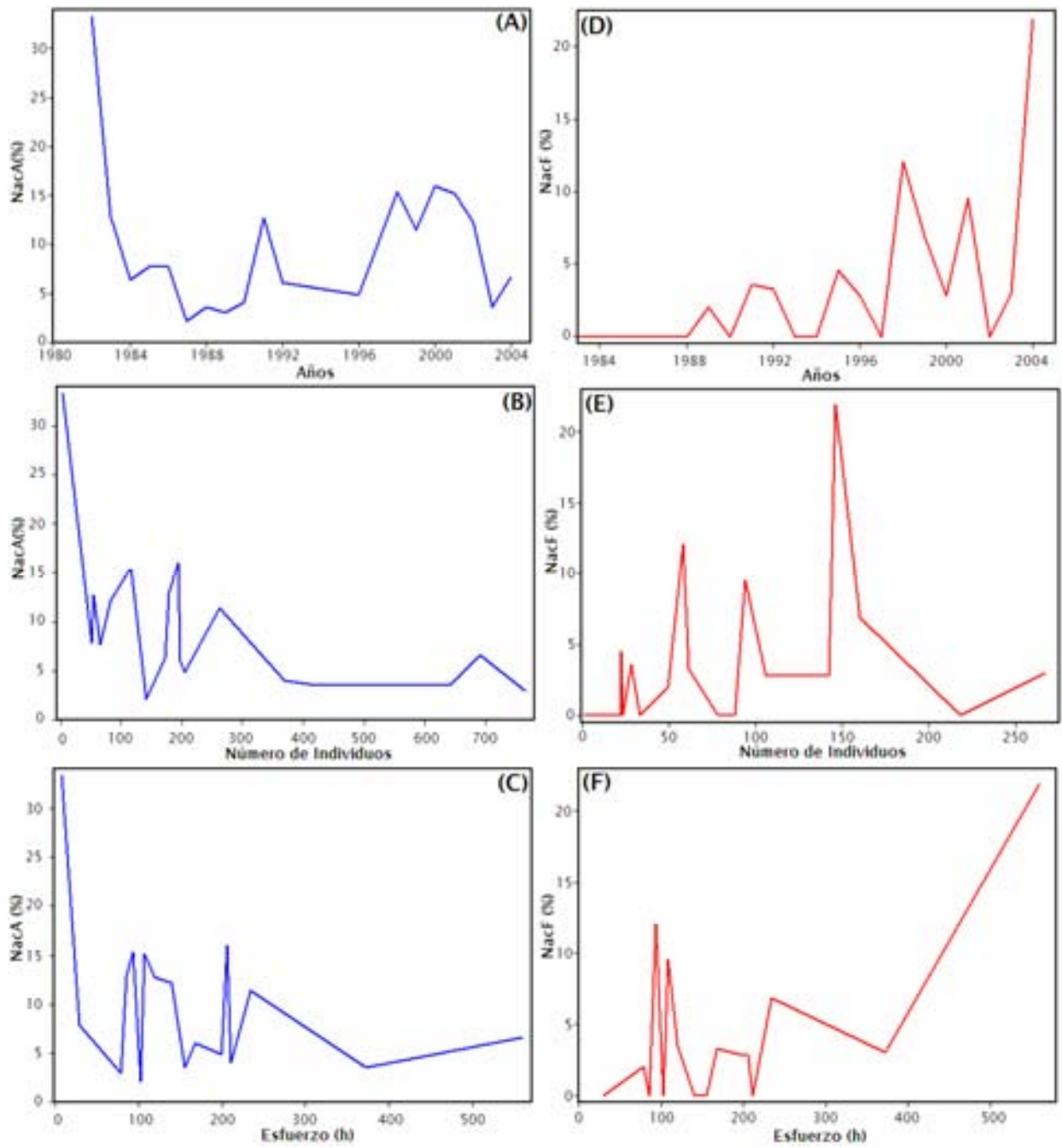


Figura 9. Tasas de nacimiento obtenidas a partir de avistamientos en azul (NacA) y por identificación fotográfica en rojo (NacF) de 1984 al 2004. Se muestran las tasas de nacimiento con respecto a los años (A, D). Las tasas nacimiento con respecto al número de individuos (B, E), y las tasas de nacimiento con respecto al esfuerzo (C, F).

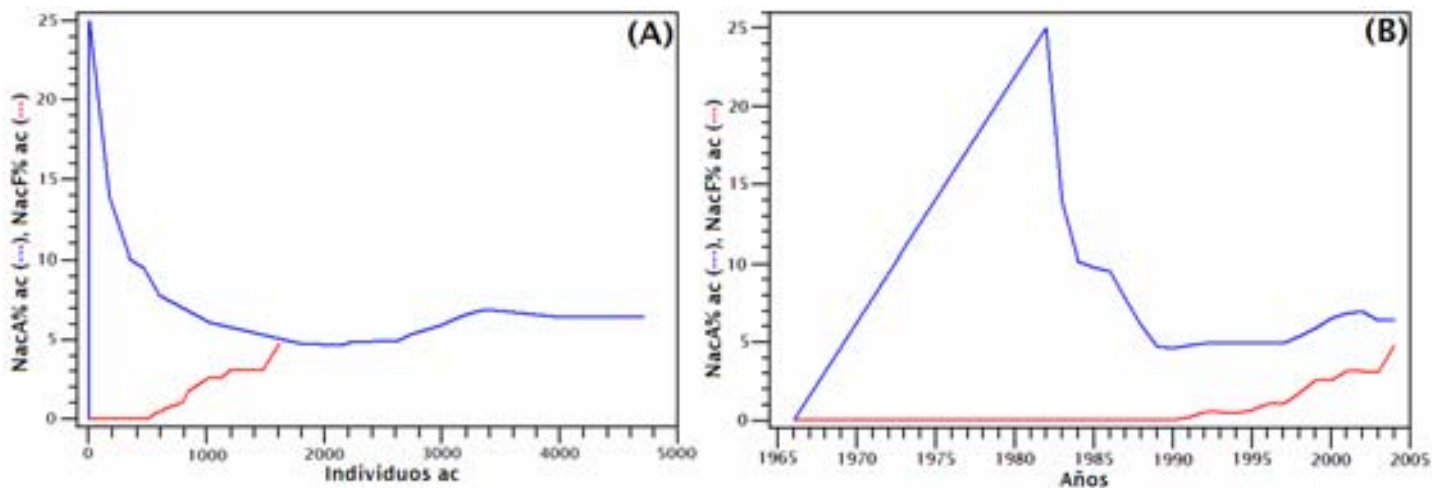


Figura 10. Tasas de nacimiento acumuladas por avistamiento (azul) y por fotoidentificación (rojo) con respecto a los individuos acumulados (A) y con respecto a los años (B).

De manera individual, se tiene que la tasa de nacimiento por avistamiento (NacA) tiene su límite inferior en 1987 en donde el registro de crías con respecto de animales adultos es muy bajo por lo que se tiene una tasa de nacimiento de 2.12%, en cuanto al límite superior aunque en 1982 presenta un valor de 33.3% se observa que en este año se registraron sólo una hembra con cría y escolta por lo que es obvio que el valor de la tasa de nacimiento resulte alta, quitando este año el límite superior para esta tasa ocurre en los años de 1998, 2000 y 2001, con un valor de 15.3%, 15.9% y 15.1%, respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Tasas de nacimiento como porcentaje de crías observadas por avistamiento (NacA) de ballenas jorobadas en la Bahía de Banderas de 1982 a 2004.

Año	# Individuos	# Crías	# Adultos	NacA%
1982	3	1	2	33.33
1983	178	23	155	12.92
1984	173	11	162	6.36
1985	65	5	60	7.69
1986	51	4	47	7.84
1987	141	3	138	2.13
1988	419	15	404	3.58
1989	766	23	743	3.00
1990	369	15	354	4.07
1991	55	7	48	12.73
1992	198	12	186	6.06
1993				
1994				
1995				
1996	205	10	195	4.88
1997				
1998	117	18	99	15.38
1999	262	30	232	11.45
2000	194	31	163	15.98
2001	112	17	95	15.18
2002	82	10	72	12.20
2003	642	23	619	3.58
2004	691	46	645	6.66
<b>Total</b>	<b>4723</b>	<b>304</b>	<b>4419</b>	<b>6.44</b>

Como ya se ha mencionado, la dificultad de identificar fotográficamente a las crías ocasiona que existan años en que no se tiene registro de ellas por lo que no en todos los años es posible calcular esta tasa de nacimiento. Para aquellos años en donde existen crías fotoidentificadas se tiene que el límite inferior ocurre en 1989 con un valor de 2.0%, aunque los años de 1996, 2000 y 2003 presentan valores bajos de esta tasa de nacimiento con 2.8%, 2.8% y 2.9% respectivamente, mientras que el límite superior ocurre en 2004 en donde esta la tasa de nacimiento es de 21.9% (Tabla 2).

Tabla 2. Tasas de nacimiento como porcentaje de crías y adultos de ballenas jorobadas identificados fotográficamente (NacF), en la Bahía de Banderas de 1983 a 2004.

Año	# Individuos	# Crías	# Adultos	NacF%
1966	1	0	1	0.00
1983	2	0	2	0.00
1984	7	0	7	0.00
1985	23	0	23	0.00
1986	88	0	88	0.00
1987	78	0	78	0.00
1988	33	0	33	0.00
1989	49	1	48	2.04
1990	218	0	218	0.00
1991	28	1	27	3.57
1992	61	2	59	3.28
1993	5	0	5	0.00
1994	22	0	22	0.00
1995	22	1	21	4.55
1996	142	4	138	2.82
1997	13	0	13	0.00
1998	58	7	51	12.07
1999	160	11	149	6.88
2000	106	3	103	2.83
2001	94	9	85	9.57
2002	1	0	1	0.00
2003	267	8	259	3.00
2004	146	32	135	21.92
<b>Total</b>	<b>1624</b>	<b>79</b>	<b>1566</b>	<b>4.86</b>

Los valores globales de ambas tasas de nacimiento, calculados a partir del total de crías e individuos avistados y fotoidentificados (NacA= 6.44% y NacF= 4.86%) son algo mayores e inversos a los reportados por Steiger y Calambokidis (2000) quienes para la zona de California reportan que los valores promedio en las tasas de nacimiento por fotoidentificación son mayores que por avistamiento (4.1% y 3.6% respectivamente), aunque los mismos autores mencionan que sus resultados pueden estar subestimados y que se encuentran por debajo de lo reportado para otras zonas. Clapham *et. al.* 2006, haciendo una revisión acerca de distintos parámetros reproductivos de la ballena jorobada utilizando distintas poblaciones mencionan que una tasa de incremento anual promedio de 4.7% es la mejor estimación posible, lo cual podría ser comparable con los valores obtenidos en el presente trabajo, sobre todo con los obtenidos para la tasa de fotoidentificación.

Estos datos muestran que el esfuerzo de navegación y de fotoidentificación influye en el cálculo de las tasas de nacimiento ya que esto depende del número de crías avistadas e identificadas. En trabajos previos (Juárez Salas 2001) se ha propuesto que para que los valores de las tasas de nacimiento se estabilizaran era necesario contar con más de 200 individuos avistados y más de 150 individuos fotoidentificados. En el presente estudio y para aquellos años en donde se cumple con esto, las tasas de nacimiento resultan ser más bajas de lo que se esperaba, en especial la tasa por fotoidentificación (NacF), lo que puede estar relacionado con la decisión de tomar para este trabajo animales que se encuentran en los catálogos fotográficos y no el cálculo de animales identificados a partir de las formas de campo.

La tasa de nacimiento por avistamientos (NacA) es similar a la reportada en otras zonas, lo cual además del hecho de que es la que menores fluctuaciones presenta puede ser señal de que esta tasa de nacimiento sea más exacta.

A través de los años, las tasas de nacimiento no muestran ningún patrón de incremento o decremento sostenido. Este patrón, junto con los sesgos antes descritos no permiten determinar tendencia alguna en la variación temporal de las tasas de nacimiento. Lo que si es posible mencionar a diferencia del trabajo anterior (Juárez Salas 2001) es que con los datos actualizados del presente trabajo los valores globales de ambas tasas presentan poca variación entre ellos, lo que puede estar indicando que estos valores sean más coherentes y cercanos a la realidad.

A partir del cálculo de animales fotografiados y avistados en cada fecha se obtuvieron las tasas de nacimiento divididas en inicio (1 de octubre al 14 de enero), mitad (15 de enero al 25 de febrero) y final (26 de febrero al 22 de abril) de la temporada. El aumento de ambas tasas conforme avanza el invierno resulta comprensible ya que la proporción de crías con respecto al total de individuos va aumentando gradualmente, ocasionando un aumento progresivo en las tasas de nacimiento (Tabla 3). Los valores de ambas tasas obtenidas al final del invierno concuerdan muy bien con lo reportado en un trabajo anterior, en donde se menciona que con más de 200 animales avistados la tasa NacA presenta valores cercanos al 12% y que con más de 150 animales identificados fotográficamente la tasa NacF presenta valores de entre 14% y 19%. (Juárez Salas 2001).

Tabla 3. Tasas de nacimiento como porcentaje de crías observadas por avistamiento (NacA) y por identificación fotográfica (NacF), divididos en inicio, mitad y final de la temporada en la Bahía de Banderas.

	# individuos	# crías	NacA %		# individuos	# crías	NacF %
Inicio	659	29	<b>4.40</b>	Inicio	260	10	<b>3.84</b>
Mitad	3565	220	<b>6.17</b>	Mitad	960	40	<b>4.16</b>
Final	499	55	<b>11.02</b>	Final	193	29	<b>15.02</b>
Global	4723	304	<b>6.43</b>	Global	1413	79	<b>5.59</b>

El valor global de NacF obtenido a partir de este cálculo no corresponde con el valor mostrado en la Tabla 1, debido a que, para el cálculo de las tasas de nacimiento por etapa de la temporada, se utilizaron sólo aquellos datos en que se tenía una fecha completa, por lo que el total de registros fotográficos no pudieron ser tomados en cuenta, ocasionando que el valor global de NacF calculada estacionalmente sea mayor.

#### **Intervalos entre partos.**

A partir de la comparación caudal y dorsal se obtuvieron un total de 103 hembras de las cuales pudieron establecerse sus historias de avistamiento; a partir de estas historias se obtuvieron un total de 82 registros de intervalos entre partos.

Los intervalos reales (IR) registrados a partir de recapturas subsecuentes resultaron ser de uno, dos, tres y cuatro años, siendo el de un año el intervalo real más frecuente (Figura 11). Los intervalos mínimos (IM) inferidos a partir de recapturas no continuas fueron de dos, tres y cuatro años, siendo el de dos años el que se presenta con mayor frecuencia (Figura 11). En general, los intervalos entre partos van de 1 a 4 años siendo el de 2 años el que se presenta con mayor frecuencia, con un promedio de 2.12 y una desviación estándar de 0.53 (Figura 11).



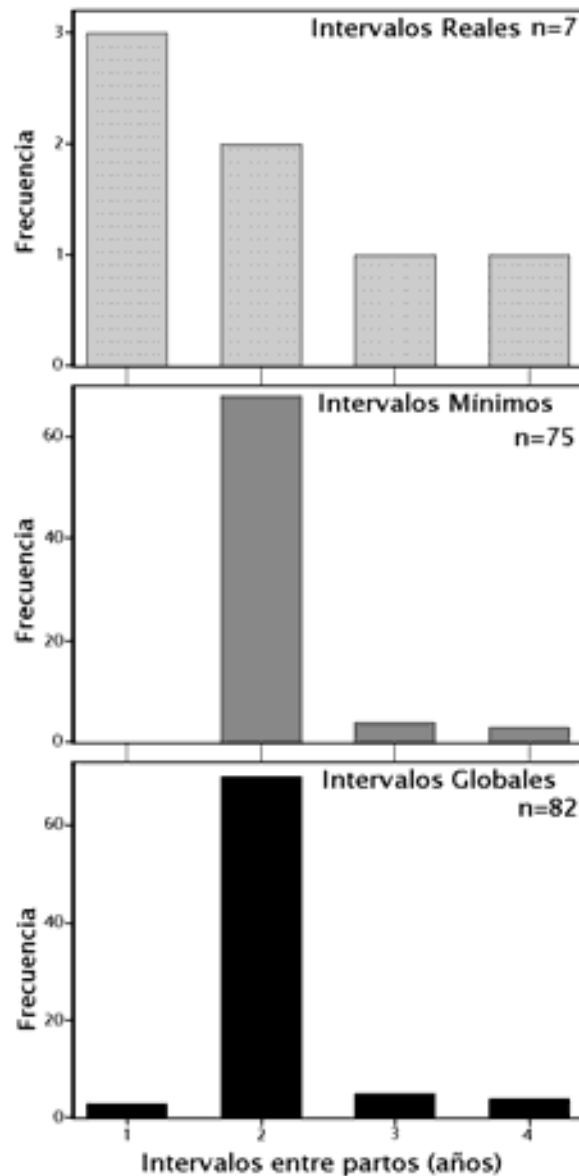


Figura 11. Frecuencias de los Intervalos entre partos reales, mínimos y global de las hembras de ballena jorobada de 1985 a 2004.

El total de datos de intervalos entre partos se dividieron en dos periodos, el primero de ellos abarcando del año 1985 a 1994 y el segundo de 1995 a 2004. Durante el primer periodo se registraron intervalos reales de uno, dos, y cuatro años y mínimos de dos y de cuatro, obteniendo un promedio de 2.14 años y una desviación estándar de 0.65. Durante el segundo periodo se registran intervalos reales de uno, dos y tres años y los mínimos de dos, tres y cuatro, con un promedio de 2.11 años y una desviación estándar de 0.49 (Figura 12).

	Distribución de intervalos (años)	N	Promedio	Desviación estándar
85-94		21	2.14	0.65
95-04		61	2.11	0.48

Figura 12. Distribución de los intervalos entre partos de las ballenas jorobadas de 1985 a 1994 y de 1995 a 2004.

El promedio de los intervalos entre partos después de 1995 muestra una ligera disminución, además de que en este periodo se encuentran presentes intervalos mínimos y reales de tres años que no se encontraban durante el primer periodo.

El promedio de los intervalos entre partos concuerdan con aquellos reportados en trabajos anteriores para ésta y otras agregaciones de reproducción (Baker *et. al.* 1987; Clapham y Mayo 1987a; Clapham y Mayo 1990; Perry *et. al.* 1990; Salas Rodarte 1993; Clapham *et. al.* 2003). En un trabajo anterior (Juárez Salas 2001) se menciona que existe gran variación temporal de los intervalos entre partos con valores promedio de 2.14 años para el periodo de 1990 a 1994 y de 2.23 años para el periodo de 1995 a

1998. En este trabajo con periodos de 1990 a 1994 y de 1995 al 2004 los valores resultan ser de 2.14 y de 2.11 años. El ligero aumento de los intervalos reportado entre un periodo y otro reportado en el trabajo anterior no se observa en este trabajo, por el contrario se distingue una ligera disminución hacia el segundo periodo, en este caso es importante mencionar que en este trabajo se cuenta con un mayor número de registros, por lo que es posible que esta sea una mejor aproximación de la que se tenía anteriormente.

En la región del Archipiélago de Revillagigedo en el periodo de 1986 a 1992 se tiene un promedio en el intervalo entre partos de 1.92 años, en un periodo similar en la Bahía de Banderas se tiene de 1985 a 1994 un promedio de 2.14, por otro lado, en el periodo de 1995 a 1998 en Revillagigedo se tiene un promedio de 2.08 años y en la bahía en el mismo periodo un promedio de 2.12. Lo cual indica que existen diferencias significativas entre ambas regiones ( $f= 1.92$   $m_1= 4.00$ ;  $m_2= 4.06$ ;  $p < 0.05$ ), y que la Bahía Banderas presenta promedios de intervalos entre partos superiores que los que se observan para el Archipiélago de Revillagigedo.

### **Distribución estacional.**

De 1982 a 2004, con 2768 horas navegadas se obtuvo un total de 2590 avistamientos de ballenas jorobadas en la Bahía de Banderas, en donde la agrupación más común es la de animales solitarios seguidos por las parejas de ballenas, lo cual es similar a lo reportado en esta zona anteriormente por Rosales Nanduca (2004), mientras que las menos observadas son los cantores y los grupos con actividad en superficie que contenían una cría y de entre las agrupaciones de hembras es más común observar hembras con cría que hembras con cría y escolta (Figura 13).

A través de los años se mantiene la proporción en las abundancias de cada agrupación, con los solitarios siendo la agrupación con mayor número de avistamientos, seguida de los pares, y los grupos con actividad en superficie. Por otro lado, las agrupaciones que presentan un menor número de avistamientos en todos los años son los cantores, además de los grupos con actividad de superficie que contienen una cría, existiendo incluso años en donde esta agrupación no es registrada. Con excepción de tres años (1996, 1998 y 1999), las hembras con cría siguen siendo más abundantes que las hembras con cría y escolta.

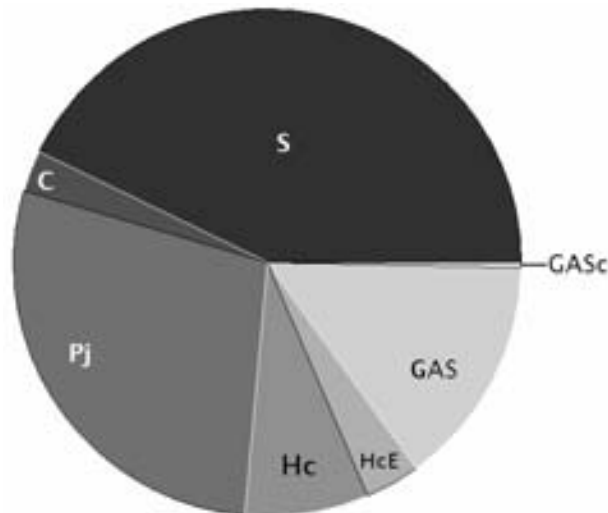


Figura 13. Porcentaje de agrupaciones de ballenas jorobadas avistadas de 1982 a 2004 en la Bahía de Banderas. S, Solos, Pj, Parejas, Hc, Hembras con cría, HcE, Hembras con cría y escolta, GAS, Grupos con actividad en superficie, GASc Grupos con actividad en superficie con cría.

Con respecto a la distribución de las agrupaciones a través de las etapas de la temporada se tomaron solamente los años en donde existía registro del esfuerzo de navegación lo cual ocurre de 1989 al 2004, con estos datos se observa que con 1352.65 horas y 1202 avistamientos, la mitad de la temporada es la que presenta el mayor esfuerzo de navegación y número de avistamientos. A través de las etapas, los avistamientos de las agrupaciones mantienen la proporción mencionada anteriormente con los solitarios siendo la agrupación más abundante, mientras que los cantores y los grupos con actividad en superficie que contienen una cría (GASc) las menos abundantes (Figura 14).

Es importante notar que los solos y las hembras con cría aumentan sus avistamientos a través del invierno, mientras que los pares y los grupos con actividad van disminuyendo sus avistamientos conforme la temporada avanza. Lo cual es indicativo de las diferentes estrategias utilizadas por machos y hembras dentro de su temporada de reproducción invernal. El que las agrupaciones de GAS disminuyan a lo largo de la temporada y las de hembras con cría aumentan, concuerda bien con el hecho de que los machos emprenden el regreso hacia sus zonas de alimentación mucho antes que las hembras. El que los avistamientos de algunas agrupaciones aumenten mientras los de otras disminuyen conforme la temporada avanza es muestra de la dinámica reproductiva de la especie.

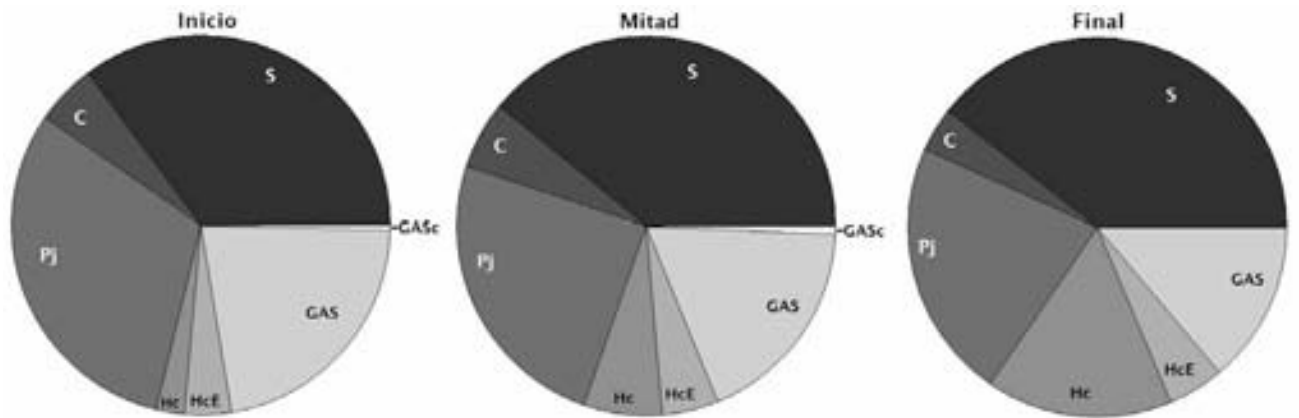


Figura 14. Porcentaje de avistamientos de ballena jorobada en la Bahía de Banderas al inicio, mitad y final de la temporada de 1989 al 2004. S, Solos, Pj, Parejas, Hc, Hembras con cría, HcE, Hembras con cría y escolta, GAS, Grupos con actividad en superficie, GASc Grupos con actividad en superficie con cría.

### Distribución espacial.

Mediante el sistema de información geográfica (SIG) Arc View 3.1, y utilizando aquellos avistamientos que contaban con posición geográfica, se mapeó la posición de cada avistamiento en la bahía. En este mapa es posible observar que aunque los avistamientos pueden encontrarse a todo lo ancho de la bahía, existe una tendencia por parte de los animales a congregarse en las aguas someras de la parte norte (Figura 15).

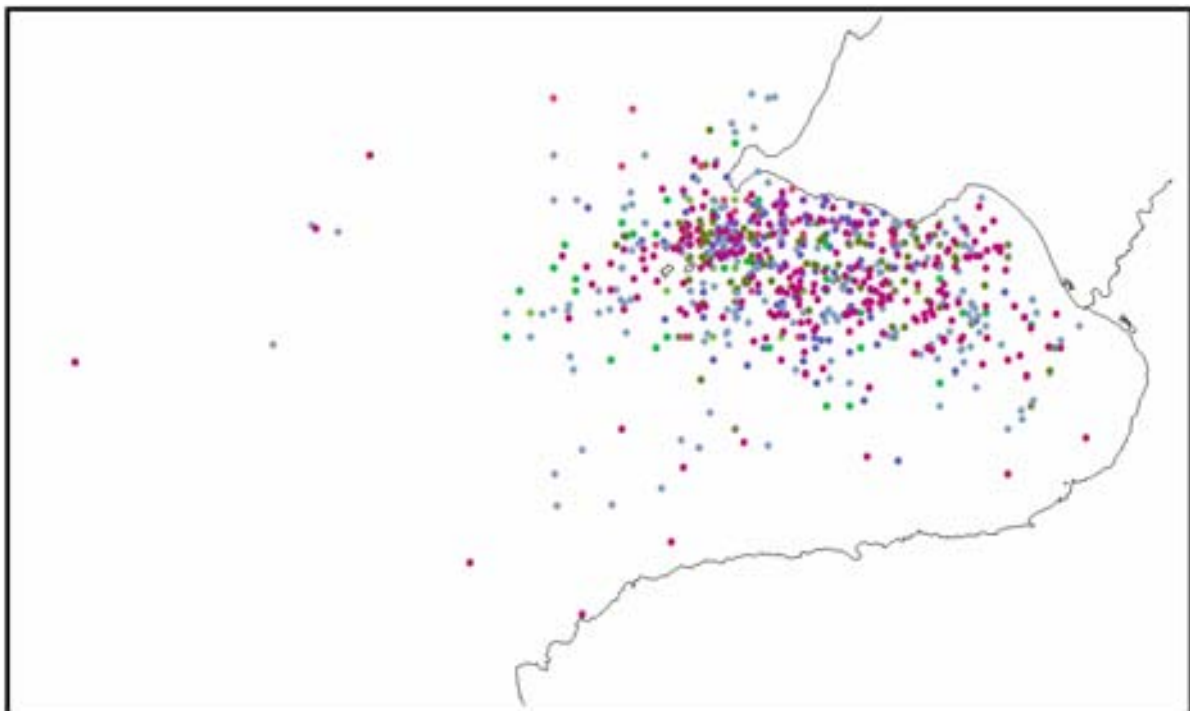


Figura 15. Total de avistamientos (820) de navegaciones de ballena jorobada de 1991 a 2004 en la Bahía de Banderas. Las diferencias en color se refieren a los datos de los distintos años.

Distribución espacial por sexos.

La preferencia por congregarse en la parte norte de la bahía es especialmente evidente en aquellas agrupaciones de hembras con cría y de hembras con cría y escolta, al graficar este tipo de agrupaciones en la bahía se observa que son muy pocos los avistamientos de estas agrupaciones en la parte sur de la bahía, además que no se registra ninguna de este tipo de agrupaciones fuera de la bahía (Figura 16).

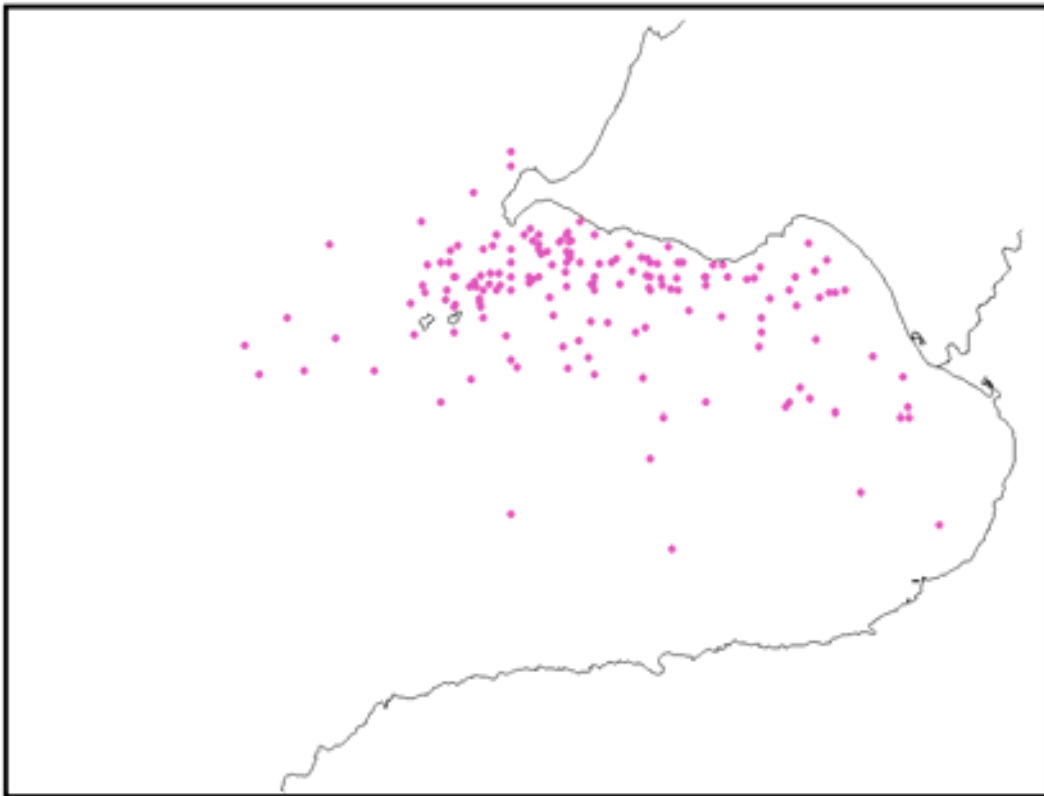


Figura 16. Total de las agrupaciones de hembras de ballena jorobada en la Bahía de Banderas.

En las agrupaciones con un amplio predominio de machos, (solos, cantores y grupos con actividad en superficie), se observa que su distribución es más amplia dentro de la bahía, no observándose preferencia por alguna zona de la bahía, e incluso se observan regularmente avistamientos fuera de la bahía (Figura 17)

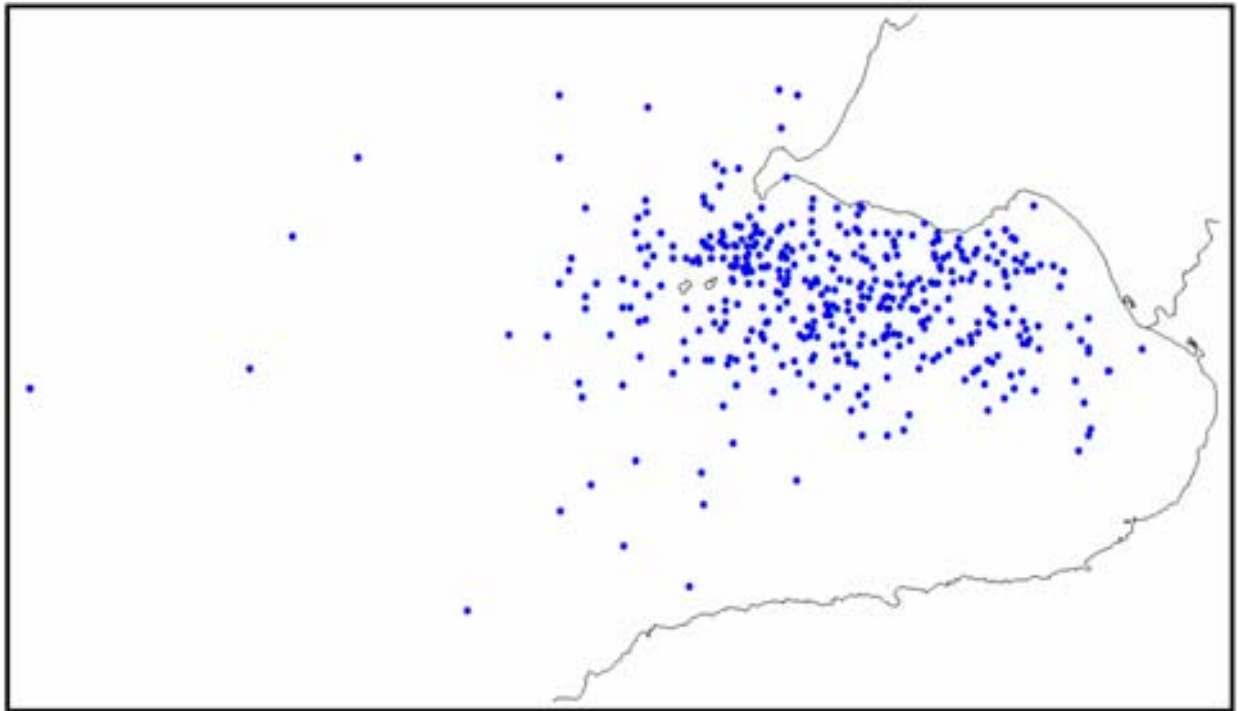


Figura 17. Total de las agrupaciones de machos de ballena jorobada en la Bahía de Banderas.

Al graficar las posiciones de estas agrupaciones al inicio, mitad y final de la temporada, se observa que las agrupaciones de hembras en el inicio se encuentran distribuidas de manera uniforme, sin que se observe alguna preferencia por alguna parte de la bahía, esta distribución cambia en la mitad y final de la temporada, mostrando una clara preferencia de estas agrupaciones por concentrarse en la parte norte de la bahía (Figura 18). En cuanto a las agrupaciones ocupadas mayoritariamente por machos, estas presentan un patrón de distribución estacional menos claro, al inicio de la temporada sus avistamientos se encuentran de la mitad de la bahía hacia fuera de esta, en la mitad de la temporada se observa una mayor cantidad de avistamientos ocupando prácticamente la totalidad de la bahía, con una ligera preferencia por la parte norte de la bahía, y en el final de la temporada sus agrupaciones se observan especialmente en la parte media de la bahía (Figura 19).

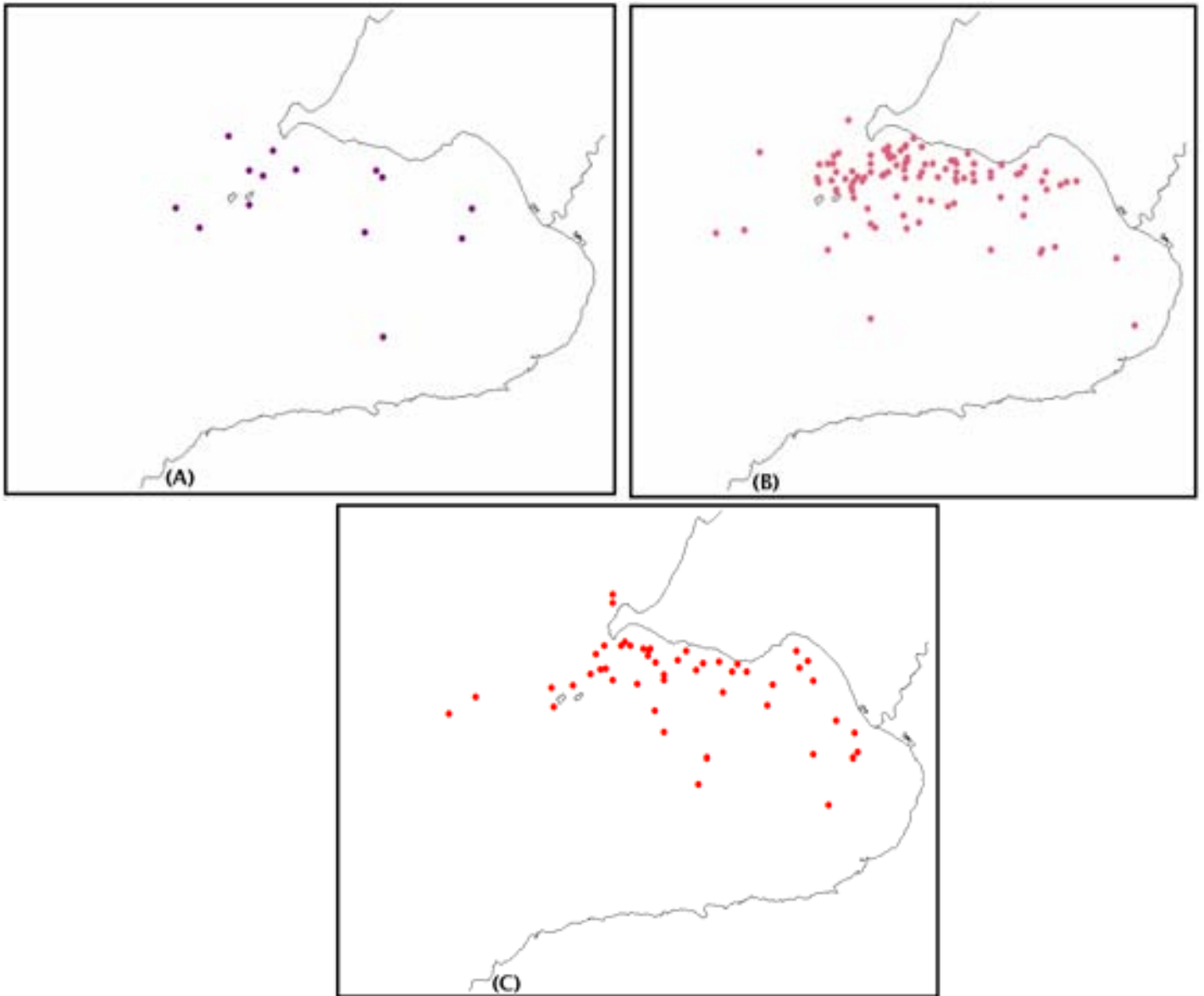


Figura 18. Agrupaciones de hembras al inicio (A), mitad (B) y final (C) de la temporada.



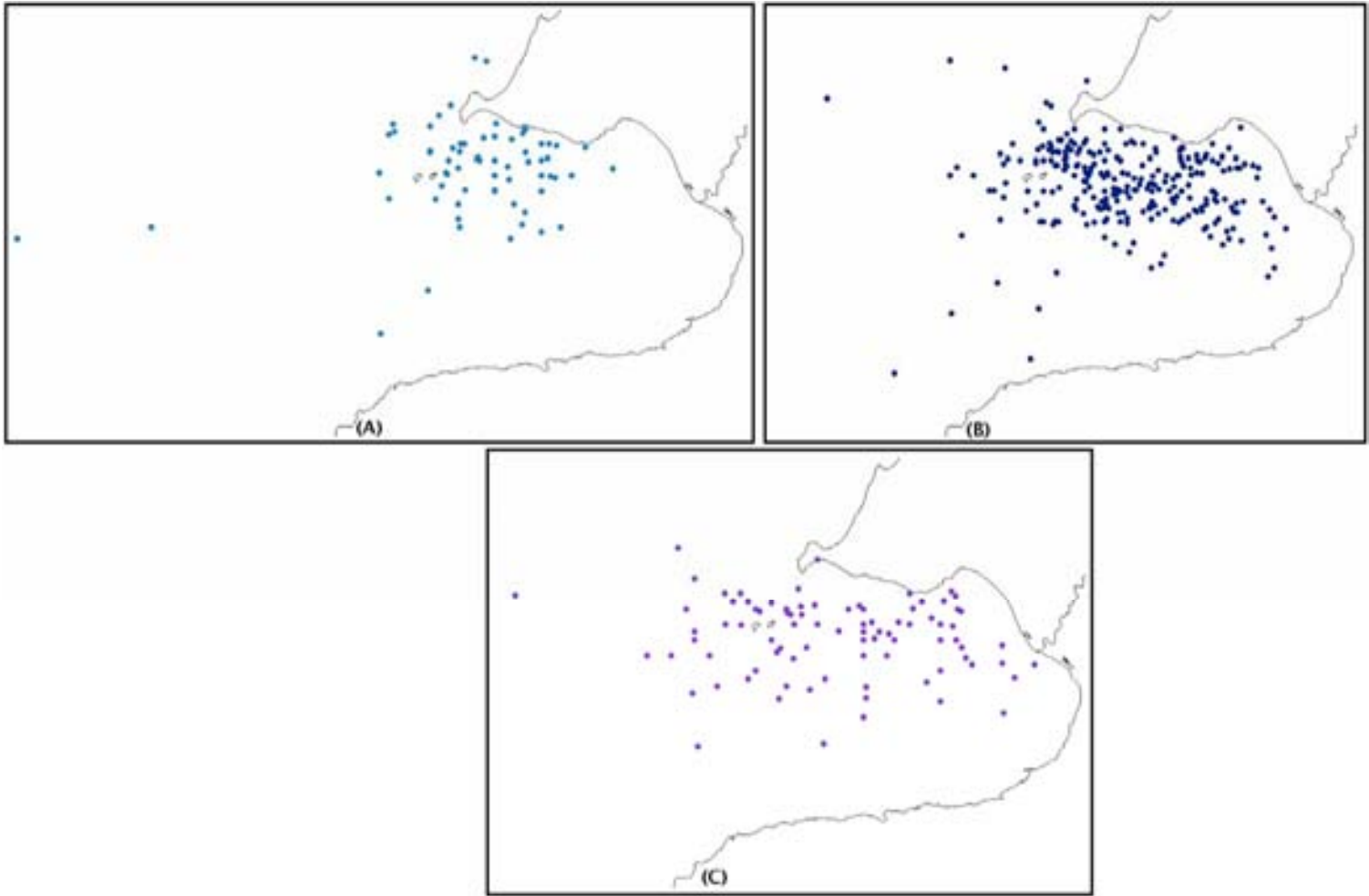


Figura 19. Agrupaciones de machos al inicio (A), mitad (B) y final (C) de la temporada.

### Tiempos de estancia.

Con los datos y las recapturas obtenidas dentro de la misma temporada fue posible establecer una inferencia sobre los tiempos de estancia de los animales a partir de conocer la fecha de cada registro. Con 109 registros de recapturas en una misma temporada se tienen recapturas de entre 1 y 63 días, con un promedio de 13.24 días. El mayor porcentaje de recapturas interanuales ocurre con un intervalo de dos días, y más del 55% de las ballenas se recapturan dentro de los siguientes 7 días después de su captura en la misma temporada, siendo las recapturas de más de 10 días poco comunes.

Con la asignación de sexo basado en las agrupaciones en que han sido avistados y recapturados los animales, se observan algunas diferencias en el tiempo de estancia de machos y hembras. En el caso de las hembras se tiene un total de 24 registros con recapturas que van de 2 a 59 días con un promedio de 18.95 días, siendo las recapturas de dos días las más comunes, además de que se observa que el 50% de las hembras presenta intervalos de

recapturas de entre 10 y 15 días. Después de los 20 días, las recapturas se hacen poco frecuentes. Con respecto a los machos, con un total de 37 registros se tienen recapturas que van de 1 a 40 días con un promedio de 10.27 días, siendo las recapturas de un día las que se presentan con mayor frecuencia y también se observa que el 50% de las recapturas de los machos ocurren entre los primeros 6 días, más allá de las cuales las recapturas se hacen poco frecuentes.

Al graficar los intervalos de recapturas en un mismo año con la frecuencia acumulada de cada recaptura se obtiene una gráfica en donde se observa la existencia de dos tipos de distribuciones para cada sexo (Figura 20). Para ambos sexos, se observan dos picos en sus intervalos de recapturas interanuales, lo que indica la existencia de diferentes tiempos de estancia en la bahía, que se dividen en las categorías denominadas “de paso” y “en estancia”.

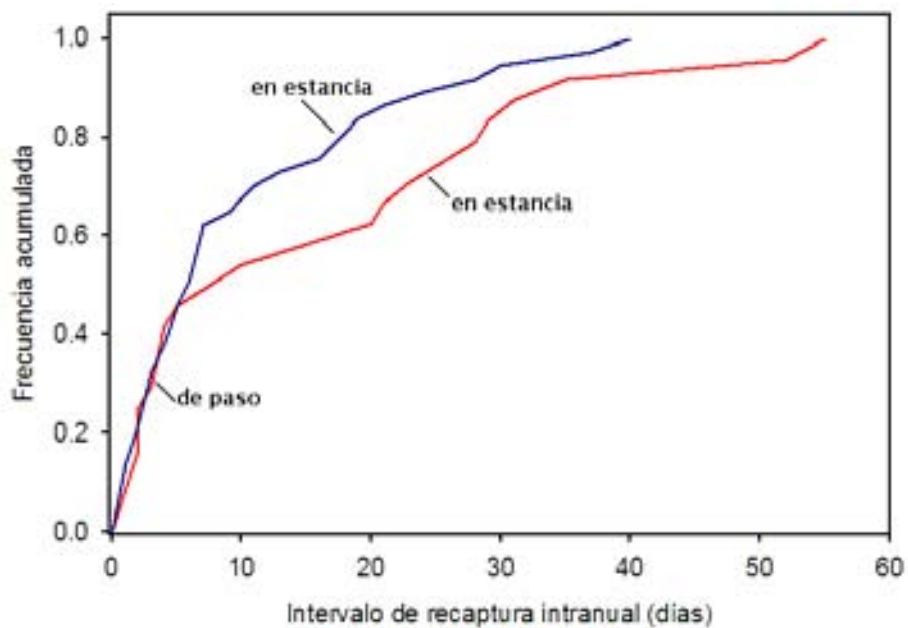


Figura 20. Distribución de las frecuencias acumuladas y los intervalos de recaptura interanual de machos (azul) y hembras (rojo).

Los diferentes tiempos de estancia de cada categoría en ambos sexos, indicadas en la tabla 4, muestran que a la bahía llegan animales a distintos tiempos y que utilizan la bahía con diferentes propósitos, ya sea de paso hacia otras agregaciones de reproducción en el Pacífico o como zona de reproducción principal.

Tabla 4. Tiempos de estancia de las ballenas jorobadas en la Bahía de Banderas a partir de recapturas interanuales y categorías de estancia para machos y hembras.

		<b>Machos</b>	<b>Hembras</b>
<b>Total</b>	N	37	24
	Promedio	10.27	18.95
	DE	10.45	17.79
	CV (%)	101.75	93.84
<b>“De paso”</b>	N	23	10
	Promedio	3.73	3.30
	DE	2.19	1.33
	CV (%)	58.82	40.53
<b>“En estancia”</b>	N	14	14
	Promedio	21.00	30.14
	DE	9.73	15.34
	CV (%)	46.35	50.91

### Historias de avistamiento

A partir de la comparación fotográfica se obtuvieron 103 hembras identificadas, de las cuales 12 se han identificado a partir de su aleta dorsal y caudal, 68 sólo por su dorsal y 23 sólo por su aleta caudal, el número de veces que han sido avistadas de 1983 al 2004 va de 1 a 7 años, la mayoría de las hembras (44%) han sido avistadas únicamente en una ocasión durante este periodo y los avistamientos de hasta 7 años solamente representan el 3% de las ballenas avistadas. En cuanto a sus recapturas, estas van de 1 a 6 años y las hembras con una sola recaptura son las más frecuentes con el 35% del total de hembras recapturadas. Aunque el número de hembras va disminuyendo conforme aumenta el número de años entre recapturas, el número de hembras con recapturas de 6 años es mayor que el de hembras con recapturas de 4 y 5 años. Con los datos de avistamientos y recapturas es posible observar que el 92% de las hembras tienen una historia de avistamientos de hasta 4 años y que el 91% de las hembras presentan recapturas dentro de los primeros 4 años (Figura 21).

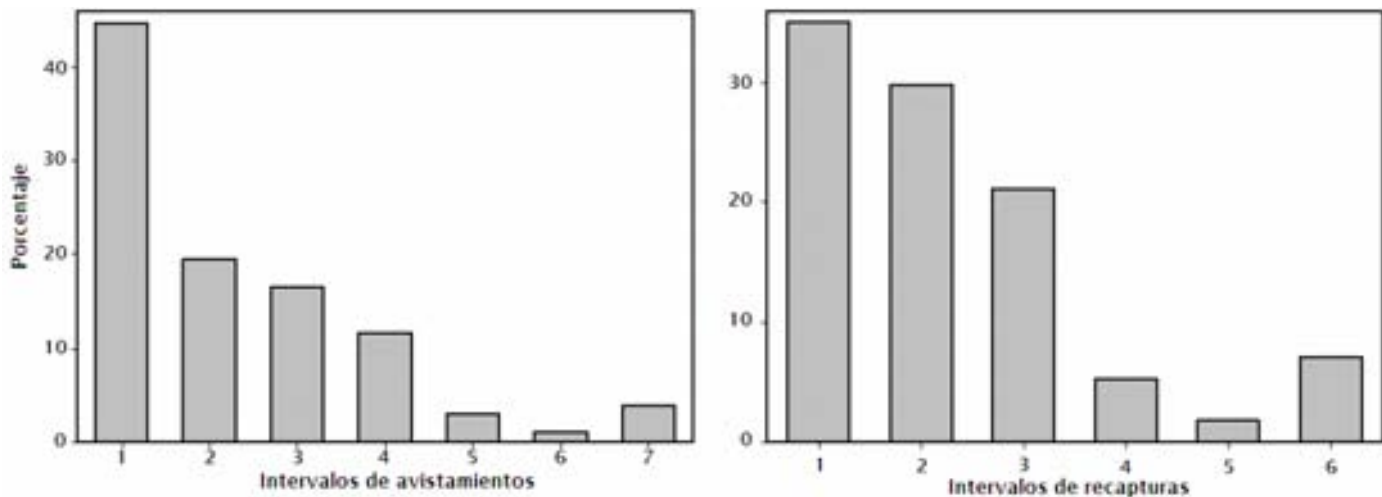


Figura 21. Número de veces en porcentaje en que han sido avistadas y recapturadas las hembras en la Bahía de Banderas de 1986 a 2004.

Con respecto a los machos se tienen 196 identificados, de los cuales 130 han sido identificados por su aleta caudal, 62 solo por su aleta dorsal y 4 por su aleta dorsal y caudal, el número de veces que los machos han sido avistados va de 1 a 8 años, con la mayor proporción de ellos (66%) siendo avistados en una sola ocasión, y la menor proporción (0.5%) con avistamientos de 6, 7 y 8 años. En cuanto a sus recapturas, estas van de 1 a 7 años y la mayor proporción se encuentra en las recapturas de un año (54%) mientras que las recapturas de 5, 6 y 7 años son las menos comunes con el 1.5% del total (Figura 22).

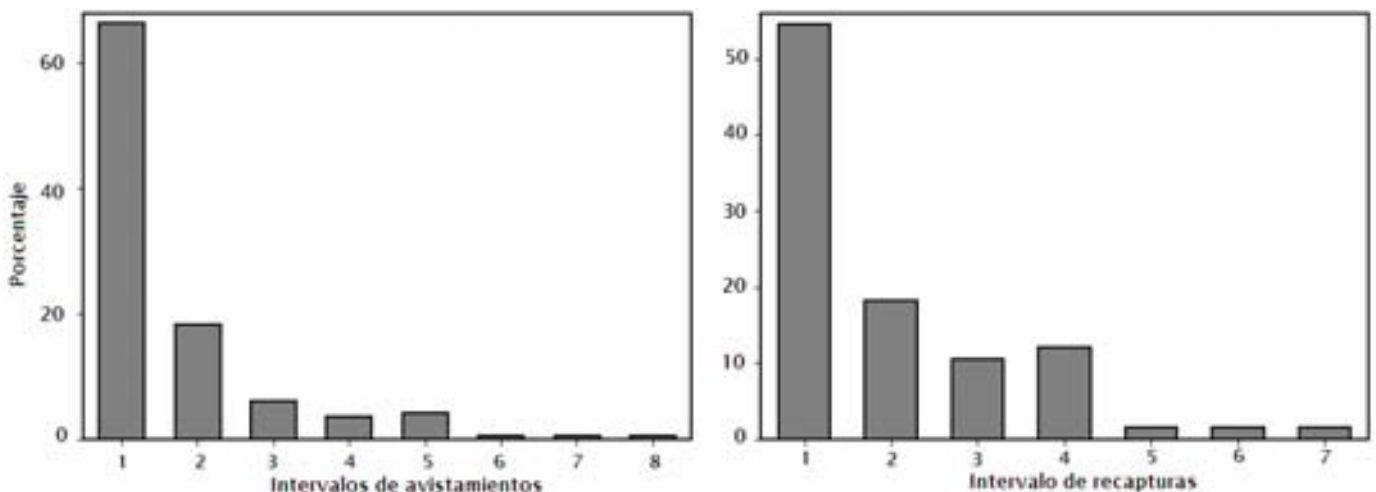


Figura 22. Número de veces en porcentaje en que han sido avistados y recapturados los machos en la Bahía de Banderas de 1986 a 2004.

El promedio de años avistados para las hembras es de 2.27 años y para los machos de 1.66 años, mientras que el promedio de años recapturados para

las hembras es de 2.29 años y para los machos es de 1.98 años, lo cual nos indica que aunque existe una mayor cantidad de machos en la temporada invernal, son las hembras las que cuentan con una mayor probabilidad de ser avistadas y recapturadas lo cual indica que la filopatría de las hembras en la bahía es mayor que la de los machos.

Historias de avistamiento de los machos.

Al analizar las agrupaciones ocupadas mayoritariamente por machos (escoltas de hembras con cría, escoltas en grupos con actividad en superficie, cantores y solitarios) y a partir de sus recapturas entre años, se observa que los machos no muestran preferencia alguna por mantenerse en una agrupación en particular a través de los años, de 77 machos que presentan recapturas entre distintos años sólo 24 de ellos fueron recapturados en años siguientes en una agrupación similar de la que se avistaron previamente y de estos la gran mayoría se trata de machos cuyas recapturas se dan en grupos con actividad en superficie.

Al graficar la abundancia de las agrupaciones de machos (solos, escoltas, pares y grupos) relativa a la abundancia de grupos con actividad en superficie, que es la agrupación con mayor número de avistamientos, se observa que la agrupación de los pares es la primera en presentarse en la temporada, registrándose desde principios de diciembre y que es una de las agrupaciones más abundantes durante la temporada, solo superada por los grupos con actividad en superficie que comienzan a registrarse a partir de enero y que es la única agrupación que aumenta a lo largo de la temporada. Las escoltas de hembras con cría se comienzan a observar a partir de la segunda mitad de enero, con dos picos de abundancia, uno a finales de enero y el otro hacia la segunda mitad de febrero. Por último, los organismos solitarios son los menos abundantes y empiezan a observarse desde la segunda mitad de enero (Figura 23).

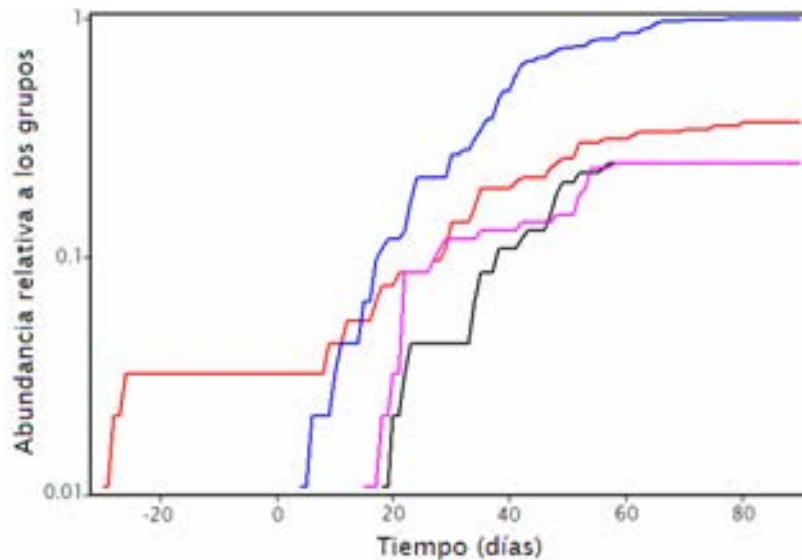


Figura 23. Abundancia relativa de las agrupaciones de machos en la Bahía de Banderas a lo largo de la temporada años (La abundancia se indica en escala logarítmica. En azul se muestran los grupos, en rojo las parejas, en rosa las escoltas y en negro los animales solitarios).

Al graficar la abundancia relativa de las agrupaciones a través de los años se observa que las abundancias de cada agrupación van cambiando, con las mayores abundancias de cada agrupación en los últimos años. Junto con esto, no existe nada que nos indique cambios entre las agrupaciones de machos a través de los años, por lo que no puede indicarse preferencia alguna por parte de los machos por ocupar alguna agrupación en particular (Figura 24).

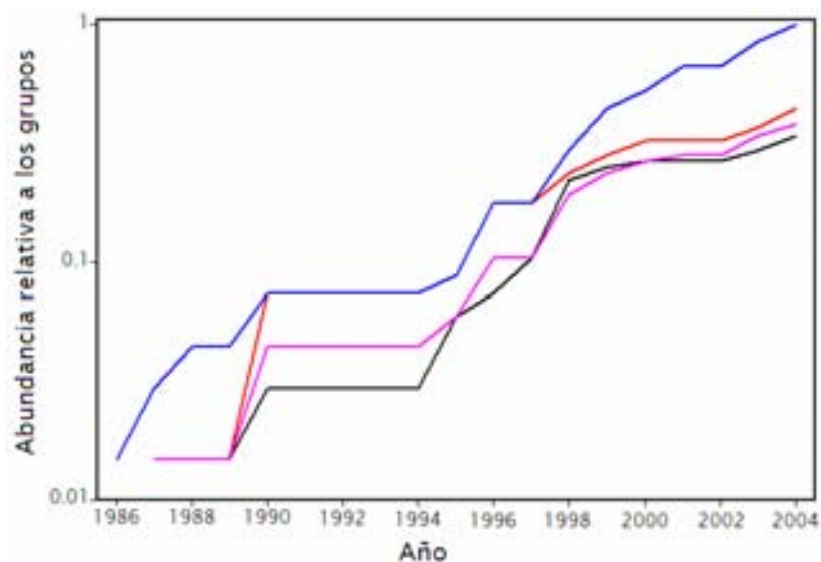


Figura 24. Abundancia relativa de las agrupaciones de machos en la Bahía de Banderas a lo largo de los años (La abundancia se indica en escala logarítmica. En azul se muestran los grupos, en rojo las parejas, en rosa las escoltas y en negro los animales solitarios).

Para conocer si existe alguna preferencia por parte de los machos por ocupar alguna agrupación en particular durante una misma temporada, se analizaron los avistamientos y recapturas de las agrupaciones con una alta proporción de machos.

Con 75 movimientos de machos entre distintas agrupaciones, y tomando en cuenta que la abundancia de cada agrupación es distinta, se obtienen las frecuencias de las transiciones observadas y esperadas con base en la abundancia de cada agrupación, normalizando de esta manera su abundancia con lo que los movimientos registrados serán debido a cambios entre las agrupaciones y no a la abundancia de las mismas (Tabla 5). A partir de esto se tiene que en general los animales solitarios, los cantores y los que forman parte de parejas son recapturados en agrupaciones distintas, mientras que los animales en los grupos, y las escoltas se recapturan nuevamente en estas mismas agrupaciones, lo que podría indicar una posible preferencia por éstas agrupaciones, al menos durante la misma temporada invernal.

Tabla 5. Transiciones entre las agrupaciones de machos de ballena jorobada en la Bahía de Banderas, frecuencias observadas y esperadas y fracción de las frecuencias observadas y esperadas (pj-parejas, esc-escoltas, g-grupos con actividad en superficie, c-cantores, s-solos).

Transiciones	Frec. Relativa Esp.	% Esp.	Frec. Relativa Obs.	% Obs.	To/Te
pj-esc	0.03	3.88	0.01	1.33	0.34
g-esc	0.08	9.82	0.04	4.00	0.41
pj-g	0.10	11.79	0.09	9.33	0.79
g-pj	0.10	11.79	0.09	9.33	0.79
g-c	0.01	1.57	0.01	1.33	0.85
esc-g	0.08	9.82	0.09	9.33	0.95
g-g	0.26	29.86	0.29	29.33	0.98
s-g	0.05	5.89	0.07	6.67	1.13
pj-s	0.02	2.33	0.03	2.67	1.15
pj-pj	0.04	4.65	0.07	6.67	1.43
c-g	0.01	1.57	0.03	2.67	1.70
s-pj	0.02	2.33	0.04	4.00	1.72
s-s	0.01	1.16	0.03	2.67	2.29
esc-esc	0.03	3.23	0.09	9.33	2.89
c-s	0.00	0.31	0.01	1.33	4.30

### Tamaño poblacional

Para la estimación de abundancia absoluta, se utilizaron sólo las identificaciones realizadas a partir de la aleta caudal de 885 animales identificados en la costa del Pacífico mexicano. La estimación del modelo

modificado de Petersen-Bailey da un valor de 3277 individuos, La estimación de la distribución del número de capturas arroja un valor de 4000 y el estimador de la curva de aparición de nuevos individuos indica un valor de 1500 animales.

Con el programa Fidfid32 de Medrano González, se hizo una estimación basada en la congruencia entre la distribución del número de capturas y la curva de aparición de nuevos individuos al modelar un parámetro de tasa de crecimiento anual ( $r$ ) y un parámetro de heterogeneidad en la marcabilidad de los individuos ( $\alpha$ ). Se elige el modelo con aquellos parámetros cuyos resultados en un conjunto de simulaciones arrojan estimadores más congruentes y con un grado menor de error relativo, a lo cual se refiere el parámetro de optimización total (Otot). El programa es capaz de hacer simulaciones de poblaciones hasta 8900 individuos. En estas simulaciones, la mejor estimación de tamaño poblacional ocurre con valores de alfa de 1.2 y de 1.5, y valores de  $r$  de 0.06, 0.07 y 0.08, los cuales presentan valores de optimización total (Otot) de entre 0.94 y 1, todo lo cual indica una abundancia de entre 7500 y 8900 ballenas jorobadas (Tabla 6; Figura 25). Estos valores poblacionales son similares a la estimación de ballenas jorobadas de todo el Pacífico Norte (Calambokidis *et al.* 1997) lo que sugiere que la modelación de heterogeneidad en las ballenas jorobadas de la Bahía de Banderas es la de la población de todo el Pacífico Norte. Esto puede interpretarse como el hecho de que las ballenas jorobadas de la Bahía de Banderas no son en sí una unidad poblacional sino un mosaico de distintas unidades poblacionales del Pacífico Norte lo cual concuerda con la evidencia genética y demográfica de que en la costa pacífica mexicana invernan ballenas provenientes de distintas zonas de alimentación siendo las más comunes las de la costa de California (Medrano-González *et al.* 1995; Urbán *et al.* 2000). Queda entonces abierta la definición de la escala geográfica en la cual debe identificarse una unidad poblacional de las ballenas jorobadas de la costa pacífica mexicana para la cual deba estimarse un valor de abundancia absoluta.

Las estimaciones normales no modeladas de Petersen, distribución de capturas y curva de aparición de nuevos individuos indican valores de abundancia superiores a los reportados por Urbán *et al.* (1999) los cuales se basan en datos hasta 1992. En los resultados modelados de este trabajo, la sola consideración de una tasa de crecimiento  $r=0.07$  sin heterogeneidad, indica una abundancia de 5700 individuos. Todo esto sugiere que la población



de ballenas jorobadas en la costa pacífica mexicana se ha incrementado, por lo que se requiere de un esfuerzo intenso y continuo para determinar esta tasa de crecimiento por un proceso de medición y no por uno de modelación como se ha hecho aquí.

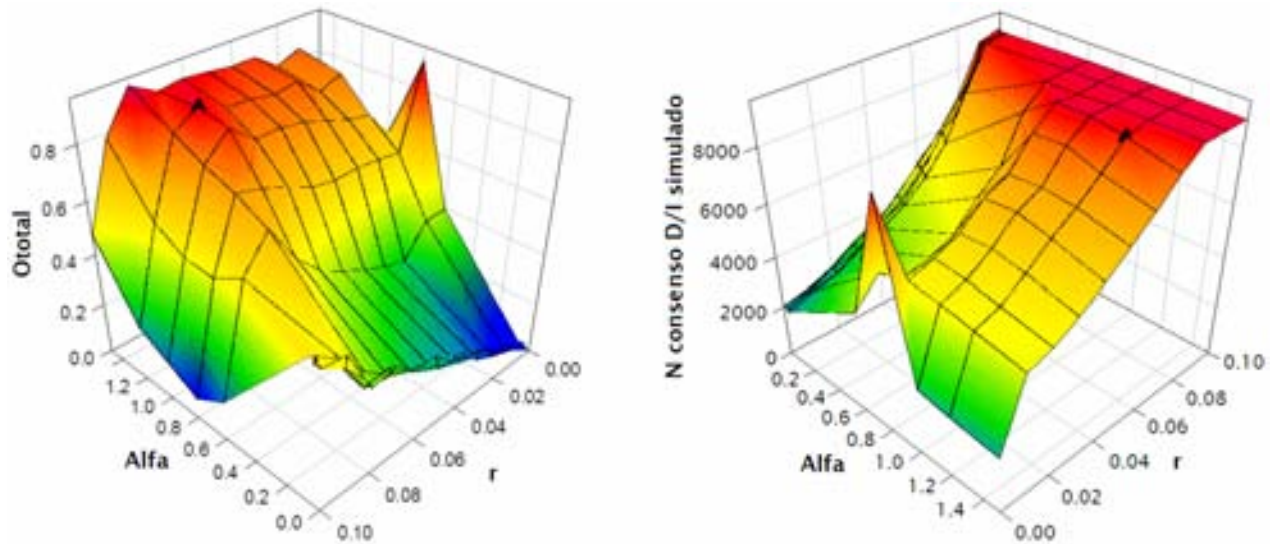


Figura 25. Gráficas con los mayores valores de optimización total (Ototal) que ocurre a valores de alfa de 1.2 y 1.5 con valores de r de 0.6 y 0.8 (Izquierda), y Valores de N consenso D/I simulado, alfa y r, donde se muestra que la mejor simulación presenta valores de tamaño poblacional cercano a 8000 animales (Derecha).

Tabla 6. Modelos de abundancia absoluta con heterogeneidad en la marcabilidad (alfa) y en la tasa de crecimiento (r). Se muestran el estimador de Petersen-Bailey simulado (Petersen S), el error del estimador de Petersen-Bailey simulado (Error Pet S), el estimador de la distribución de capturas simulado (Dc S), el estimador del número de individuos identificados simulado (Idi S), el consenso entre la distribución de capturas y el número de individuos identificados (Cons D/I S), la congruencia absoluta entre la distribución de capturas y el número de individuos identificados (Congruencia Dc-Idi s), y el valor de optimización (Ototal). En negritas se muestran las mejores estimaciones de número poblacional.

Modelo	Alfa	r	Petersen S ith	Error Pet S ith	Dc S	Idi S	Cons D/I S	Congruencia Dc-Idi s	Ototal	Cons D/I S
6	0.00	0.00	1969	197	2400	1400	2000	0.474	0.000	2000
6	0.00	0.01	1880	182	2700	1600	2200	0.488	0.061	2200
6	0.00	0.02	1925	189	3200	1800	2600	0.440	0.098	2600
6	0.00	0.03	1948	194	3600	2100	3000	0.474	0.158	3000
6	0.00	0.04	1998	202	4300	2500	3600	0.471	0.211	3600
6	0.00	0.05	1850	177	5200	3000	4000	0.463	0.250	4000
6	0.00	0.06	1995	202	6200	3500	5100	0.443	0.277	5100
6	0.00	0.07	1861	180	7200	4300	5700	0.496	0.350	5700
6	0.00	0.08	1879	183	8800	5000	7000	0.449	0.341	7000
6	0.00	0.09	1815	174	8900	6200	8100	0.642	0.492	8100
6	0.00	0.10	1725	161	8900	7400	8900	0.816	0.538	8900
6	0.01	0.00	2033	207	2500	1400	2100	0.436	0.002	2100
6	0.01	0.01	1943	192	2700	1600	2300	0.488	0.073	2300
6	0.01	0.02	1975	198	3100	1800	2600	0.469	0.096	2600
6	0.01	0.03	2023	206	3700	2100	3100	0.448	0.152	3100
6	0.01	0.04	1931	190	4300	2400	3500	0.433	0.182	3500
6	0.01	0.05	1980	199	5100	2900	4300	0.450	0.234	4300
6	0.01	0.06	1990	201	6100	3500	5100	0.458	0.280	5100
6	0.01	0.07	1974	199	7100	4300	6000	0.509	0.359	6000
6	0.01	0.08	1891	186	8700	5100	6900	0.478	0.364	6900
6	0.01	0.09	1863	181	8900	6100	8300	0.627	0.475	8300
6	0.01	0.10	1662	150	8800	7500	8800	0.840	0.546	8800
6	0.02	0.00	2045	209	2500	1400	2100	0.436	0.011	2100
6	0.02	0.01	1967	196	2700	1600	2300	0.488	0.057	2300
6	0.02	0.02	1946	193	3100	1800	2600	0.469	0.107	2600
6	0.02	0.03	1888	184	3600	2100	2900	0.474	0.162	2900
6	0.02	0.04	1920	189	4300	2400	3400	0.433	0.179	3400
6	0.02	0.05	1886	183	5000	3000	4000	0.500	0.271	4000
6	0.02	0.06	1902	187	6000	3400	4800	0.447	0.270	4800
6	0.02	0.07	1887	185	7200	4200	5700	0.474	0.332	5700
6	0.02	0.08	1874	183	8800	5100	6800	0.468	0.355	6800
6	0.02	0.09	1914	189	8900	6300	8700	0.658	0.500	8700
6	0.02	0.10	1663	151	8800	7900	8800	0.892	0.577	8800

Tabla 6. Continuación.....

Modelo	Alfa	R	Petersen S ith	Error Pet S ith	Dc S	Idi S	Cons D/I S	Congruencia Dc-Idi s	Ototal	Cons D/I S
6	0.03	0.00	1939	192	2500	1400	2000	0.436	0.014	2000
6	0.03	0.01	2018	205	2700	1600	2300	0.488	0.071	2300
6	0.03	0.02	2001	201	3200	1800	2700	0.440	0.099	2700
6	0.03	0.03	1906	186	3700	2100	2900	0.448	0.144	2900
6	0.03	0.04	1927	190	4300	2500	3400	0.471	0.208	3400
6	0.03	0.05	1819	173	5200	2900	3800	0.432	0.231	3800
6	0.03	0.06	1984	200	6200	3500	5000	0.443	0.270	5000
6	0.03	0.07	1858	179	7400	4200	5700	0.448	0.312	5700
6	0.03	0.08	1893	186	8900	5000	6800	0.439	0.333	6800
6	0.03	0.09	1910	189	8900	6100	8700	0.627	0.475	8700
6	0.03	0.10	1683	155	8900	7600	8800	0.842	0.535	8800
6	0.04	0.00	1875	182	2500	1500	1900	0.500	0.026	1900
6	0.04	0.01	1970	196	2800	1600	2300	0.455	0.050	2300
6	0.04	0.02	1902	186	3100	1800	2500	0.469	0.106	2500
6	0.04	0.03	1973	198	3700	2100	3000	0.448	0.153	3000
6	0.04	0.04	2019	205	4200	2400	3600	0.455	0.192	3600
6	0.04	0.05	1922	190	5000	2900	4000	0.468	0.244	4000
6	0.04	0.06	1943	193	6000	3400	4900	0.447	0.273	4900
6	0.04	0.07	2002	203	7100	4200	6100	0.487	0.340	6100
6	0.04	0.08	1857	180	8800	4900	6800	0.431	0.324	6800
6	0.04	0.09	1834	177	8900	6100	8100	0.627	0.470	8100
6	0.04	0.10	1690	156	8800	8000	8800	0.905	0.566	8800
6	0.05	0.00	1888	183	2500	1400	2000	0.436	0.006	2000
6	0.05	0.01	1999	202	2800	1600	2300	0.455	0.045	2300
6	0.05	0.02	1916	188	3100	1800	2500	0.469	0.104	2500
6	0.05	0.03	1992	201	3600	2100	3000	0.474	0.159	3000
6	0.05	0.04	1916	188	4200	2400	3400	0.455	0.192	3400
6	0.05	0.05	1872	181	5100	2800	3900	0.418	0.217	3900
6	0.05	0.06	1883	184	6000	3400	4600	0.447	0.267	4600
6	0.05	0.07	1860	180	7200	4100	5600	0.451	0.309	5600
6	0.05	0.08	1935	192	8800	5300	7200	0.504	0.387	7200
6	0.05	0.09	1954	197	8900	6300	8700	0.658	0.503	8700
6	0.05	0.10	1657	150	8800	8100	8800	0.917	0.565	8800
6	0.60	0.00	1948	199	4200	2900	3700	0.634	0.471	3700
6	0.60	0.01	1913	191	5900	3700	4900	0.542	0.392	4900
6	0.60	0.02	1912	191	5500	3000	4300	0.412	0.275	4300
6	0.60	0.03	1942	195	5700	3200	4500	0.438	0.301	4500
6	0.60	0.04	1946	197	6200	3600	4900	0.469	0.340	4900
6	0.60	0.05	1973	201	7000	4200	5800	0.500	0.385	5800
6	0.60	0.06	1930	195	8200	5100	6500	0.534	0.438	6500
6	0.60	0.07	1960	199	8800	6100	8100	0.638	0.537	8100
6	0.60	0.08	1779	170	8900	7800	8800	0.868	0.682	8800
6	0.60	0.09	1543	135	8900	8800	8900	0.989	0.564	8900
6	0.60	0.10	1317	104	8900	8900	8900	1.000	0.154	8900

Tabla 6. Continuación.....

Modelo	Alfa	R	Petersen S ith	Error Pet S ith	Dc S	Idi S	Cons D/I S	Congruencia Dc-Idi s	Ototal	Cons D/I S
6	0.80	0.00	1909	195	3400	2800	3000	0.806	0.640	3000
6	0.80	0.01	1965	202	5900	4500	5300	0.731	0.603	5300
6	0.80	0.02	1954	200	6100	4700	5600	0.741	0.617	5600
6	0.80	0.03	1917	194	6800	5200	6000	0.733	0.627	6000
6	0.80	0.04	2006	209	7600	5700	6800	0.714	0.621	6800
6	0.80	0.05	1942	199	8200	6200	7200	0.722	0.638	7200
6	0.80	0.06	1980	206	8900	7000	8200	0.761	0.682	8200
6	0.80	0.07	1920	195	8900	7500	8900	0.829	0.718	8900
6	0.80	0.08	1669	156	8900	8800	8800	0.989	0.742	8800
6	0.80	0.09	1466	126	8900	8900	8900	1.000	0.494	8900
6	0.80	0.10	1264	100	8900	8900	8900	1.000	0.082	8900
6	1.00	0.00	1959	202	2900	2400	2600	0.811	0.594	2600
6	1.00	0.01	1986	207	5600	4600	5200	0.804	0.696	5200
6	1.00	0.02	1960	203	6000	5000	5500	0.818	0.714	5500
6	1.00	0.03	1963	204	6600	5600	6100	0.836	0.747	6100
6	1.00	0.04	2005	211	7300	6300	6900	0.853	0.778	6900
6	1.00	0.05	1922	197	8100	7100	7300	0.868	0.795	7300
6	1.00	0.06	1981	207	8900	7700	8300	0.855	0.791	8300
6	1.00	0.07	1896	194	8900	8600	8900	0.966	0.865	8900
6	1.00	0.08	1686	161	8900	8900	8900	1.000	0.782	8900
6	1.00	0.09	1478	130	8900	8900	8900	1.000	0.503	8900
6	1.00	0.10	1295	106	8900	8900	8900	1.000	0.150	8900
6	1.20	0.00	1988	205	2700	2100	2400	0.750	0.475	2400
6	1.20	0.01	2035	218	5200	4800	5000	0.920	0.804	5000
6	1.20	0.02	2026	216	5700	5000	5300	0.869	0.772	5300
6	1.20	0.03	2002	212	6100	5700	5900	0.932	0.841	5900
6	1.20	0.04	2027	217	6900	6300	6600	0.909	0.827	6600
6	1.20	0.05	1991	211	7500	6900	7200	0.917	0.844	7200
<b>6</b>	<b>1.20</b>	<b>0.06</b>	<b>1980</b>	<b>209</b>	<b>8500</b>	<b>7800</b>	<b>7900</b>	<b>0.914</b>	<b>0.851</b>	<b>7900</b>
<b>6</b>	<b>1.20</b>	<b>0.07</b>	<b>2012</b>	<b>216</b>	<b>8900</b>	<b>8500</b>	<b>8700</b>	<b>0.954</b>	<b>0.887</b>	<b>8700</b>
6	1.20	0.08	1777	177	8900	8900	8900	1.000	0.838	8900
6	1.20	0.09	1554	144	8900	8900	8900	1.000	0.569	8900
6	1.20	0.10	1349	115	8900	8800	8900	0.989	0.215	8900
6	1.50	0.00	2009	207	2600	1800	2200	0.636	0.296	2200
6	1.50	0.01	2012	216	5000	4700	4700	0.938	0.834	4700
6	1.50	0.02	2001	213	5300	4800	5000	0.901	0.801	5000
6	1.50	0.03	2031	219	5600	5400	5500	0.964	0.863	5500
6	1.50	0.04	2088	230	6300	6000	6100	0.951	0.861	6100
6	1.50	0.05	2113	234	6900	6600	6800	0.956	0.874	6800
<b>6</b>	<b>1.50</b>	<b>0.06</b>	<b>2119</b>	<b>236</b>	<b>7600</b>	<b>7300</b>	<b>7500</b>	<b>0.960</b>	<b>0.882</b>	<b>7500</b>
<b>6</b>	<b>1.50</b>	<b>0.07</b>	<b>2097</b>	<b>233</b>	<b>8600</b>	<b>8100</b>	<b>8300</b>	<b>0.940</b>	<b>0.872</b>	<b>8300</b>
<b>6</b>	<b>1.50</b>	<b>0.08</b>	<b>2026</b>	<b>220</b>	<b>8900</b>	<b>8900</b>	<b>8900</b>	<b>1.000</b>	<b>0.924</b>	<b>8900</b>
6	1.50	0.09	1767	178	8900	8900	8900	1.000	0.783	8900
6	1.50	0.10	1549	146	8900	8900	8900	1.000	0.473	8900

## **Discusión**

---

### **Tasas de nacimiento**

El cálculo de las tasas de nacimiento presenta errores intrínsecos. La tasa por avistamientos puede ser errónea si la tasa de reavistamiento de las crías es diferente a la tasa de reavistamientos de otras ballenas. Por otra parte, la tasa por identificación fotográfica puede estar subestimada debido a la dificultad de identificar fotográficamente a las crías. En este trabajo, la similitud en los valores de ambas tasas parece indicar que el sesgo es mínimo y que los valores de las tasas de nacimiento calculados pueden estar cercanos a la realidad. Las tasas de nacimiento obtenidas en este estudio (NacA 6.44% NacF 4.86%), son menores de las que han sido calculadas para otras zonas de reproducción. Craig y Herman (2000) reportan una tasa de nacimiento de 9.9% en Maui y de 6.1% en Hawai, Herman y Antinoja (1977) reportan tasas de nacimiento de 9.1 a 9.6% para Hawai, en la República Dominicana, Clapham y Mayo (1987b) calcularon una tasa de 7.8% y en la zona IV de la Antártica se ha calculado una tasa de 11% (Chittleborough 1965). Las bajas tasas de nacimiento son cuestiones difíciles de explicar ya que pueden ser resultado de una gran cantidad de factores entre los que se encuentran: una alta competencia en sus zonas de alimentación, escasez de presas, alta contaminación o una alta mortalidad de crías por depredación (Steiger y Calambokidis 2000).

Sin embargo, para el área de California, Oregon y Washington, zona de alimentación en donde se reproducen las ballenas estudiadas en este trabajo, existen trabajos que reportan promedios en las tasas de nacimiento por avistamiento y por fotoidentificación muy similares a los encontrados aquí (3.6% por avistamiento y 4.1% por identificación fotográfica; Steiger y Calambokidis 2000). En ese mismo trabajo, al igual que lo reportado aquí, se observa una gran variación anual en las tasas de nacimiento, pero los resultados de la zona de California, Oregon y Washington siempre muestran valores más bajos que los reportados en el presente estudio. El que los valores de ambas tasas de nacimiento sean más bajos en su zona de alimentación probablemente sea debido a la mortalidad de las crías durante la migración o a efectos del muestreo que estos mismos autores mencionan.

La gran variación anual en las tasas de nacimiento concuerda con la idea de que su valor está determinado por el esfuerzo y aún más del esfuerzo de

identificación sobre los animales avistados. El que las tasas de nacimiento no concuerden con los valores reportados para otras zonas de reproducción y que en general sean más bajos tiene que ver con factores que van desde el propio estado de recuperación de esta población, parámetros ecológicos como escasez de presas y competencia con otras especies, hasta una alta tasa de mortalidad neonatal pero sobre todo de la distribución del esfuerzo de identificación (Steiger y Calambokidis 2000).

En un trabajo anterior (Juárez Salas 2001) se habían reportado valores de 15.8% para NacF y de 6.53% para NacA, en el presente trabajo se observa que la tasa por identificación fotográfica es menor a la reportada en 2001, pero la tasa por avistamiento presenta valores similares. En el mismo trabajo, se había mencionado que la tasa por avistamiento parecía ser más exacta y precisa debido a que esta menos sujeta a sesgos debido al esfuerzo, lo cual parece confirmarse con el presente trabajo. Además, la diferencia entre las tasas de nacimiento por fotoidentificación probablemente se deba, como ya se ha mencionado, a una sobreestimación de los animales identificados ya que en ese trabajo su cálculo se basó en formatos de campo que mencionaban la cantidad de animales fotografiados, mientras que para este trabajo fueron tomados en cuenta los animales realmente fotografiados.

Aunque en general, las tasas de nacimiento obtenidas en este trabajo son menores, estos valores caen dentro del intervalo que se ha reportado para otras zonas de alimentación y reproducción (4% a 13% Chittleborough 1965, Herman y Antinoya 1977, Whitehead 1982). Si tomamos en cuenta sólo aquellos años en donde se encontraron crías identificadas fotográficamente, el valor de ambas tasas es muy parecido (NacF 6.97% y NacA 6.44%). De acuerdo con Clapham *et. al.* (2006) quienes se basan en datos sobre factores biológicos de la ballena jorobada, una tasa de incremento anual mayor a 10% no puede tomarse en cuenta como real, para esta población una tasa de incremento anual de 5% (Calambokidis y Steiger 1995) parece la más coherente, y se ajusta bien con los valores de las tasas de nacimiento encontrados en este trabajo. Con base en todo esto, se observa que la tasa por avistamiento es la que presenta valores más congruentes con los que han sido reportados para otras zonas y en otros estudios por lo que parece ser la más exacta.

A través de los años las tasas de nacimiento no muestran ningún patrón de incremento o decremento sostenido, estas irregularidades, junto con los

sesgos antes descritos no permiten determinar tendencia alguna en la variación temporal de las tasas de nacimiento.

La división de la estancia invernal de las ballenas en estaciones muestra que ambas tasas de nacimiento aumentan al avanzar el invierno, con los datos disponibles para el Archipiélago de Revillagigedo se observa esta misma tendencia, al menos para la tasa calculada a partir de los avistamientos. El que las tasas de nacimiento aumenten a lo largo del invierno comprueba lo reportado por otros autores de que las agrupaciones de hembras con cría son las últimas en dejar las áreas de reproducción, y que al maximizar su estancia en bajas latitudes aumentan las probabilidades de sobrevivencia de sus crías.

Resulta difícil saber si las bajas tasas de nacimiento obtenidas en este trabajo sean el reflejo de diversas fuentes de error o si esta agregación realmente tiene tasas de nacimiento bajas, por lo que estos valores deben de ser tomados con cautela. Aún más porque la estimación del tamaño poblacional obtenida en el presente trabajo también muestra evidencia de un aumento en su número. Una explicación alternativa para estos resultados es que las tasas de nacimiento de la bahía representen una aportación aunque importante, limitada con respecto al total de las agregaciones invernales que se encuentran en la costa del Pacífico mexicano.

### **Intervalos entre partos**

El promedio de los intervalos entre partos encontrados en este trabajo es de 2.12 años y es similar a los valores reportados por otros autores en otras regiones del mundo (Baker *et. al.* 1987; Clapham y Mayo 1987b; Clapham y Mayo 1990; Perry *et. al.* 1990; Barlow y Clapham 1997; Clapham *et. al.* 2003). Aunque el intervalo más común es el de 2 años, que corresponde bien con los resultados encontrados por otros autores, es necesario mencionar que la falta de continuidad en las historias de recapturas de las hembras puede ocasionar tanto una sobreestimación de este intervalo como una subestimación de los demás, sin embargo, por el momento con los datos y análisis actuales no es posible corregir este tipo de error.

La distribución de los intervalos encontrados aquí (de 1 a 4 años) es similar a lo reportado por otros autores en otras zonas de alimentación y reproducción (Clapham y Mayo 1987b). En un trabajo previo (Juárez Salas 2001) para la región de Bahía de Banderas se había reportado un intervalo entre partos promedio de 2.2 años (DE= 0.41), mientras que en este trabajo el

promedio resulta de 2.12 años (DE= 0.53) lo que aparentemente muestra una ligera disminución entre los intervalos entre partos para esta zona. Sin embargo hay que tomar en cuenta que este intervalo podría estar subestimado debido a que las historias de avistamiento de años consecutivos son escasas.

El promedio de los intervalos entre partos antes y después de 1995 muestran valores muy similares, incluso el valor del intervalo después de 1995 muestra una ligera disminución, esto sugiere que los intervalos entre partos se están acercando al promedio de 2 años que era el más común antes de su captura comercial, esto, junto con la disminución de los intervalos de un año, posiblemente sea evidencia de que esta agregación se encuentra en recuperación, o de que el mantenimiento de intervalos menores cada vez es más complicado para las hembras debido tal vez a una menor disponibilidad de alimento en verano (Baker *et. al.* 1987; Straley *et. al.* 1994; Craig y Herman 1997).

Los datos disponibles para otra zona de reproducción en el Pacífico mexicano como el Archipiélago de Revillagigedo muestran un promedio en los intervalos entre partos hasta 1998 menores a los reportados para la Bahía de Banderas, lo cual indica que la dinámica reproductiva de las áreas de reproducción en México es distinta y están sujetas a una gran variación temporal; esto último como consecuencia posible de una enorme variabilidad en la disponibilidad de alimento ya que las zonas de alimentación de estas dos agregaciones son diferentes.

### **Distribución estacional**

Al igual que lo reportado anteriormente en el Pacífico mexicano (Ladrón de Guevara 2001; Rosales Nanduca 2004), y para otras zonas de agregación (Clapham y Mayo 1987) la agrupación más común en esta zona de reproducción es la de los animales solitarios, seguidas por las parejas, los grupos con actividad en superficie, las hembras con cría, las hembras con cría y escolta, los cantores y por último los grupos con actividad en superficie que contenían una cría.

Estos resultados pueden indicarnos algunos de los hábitos de las ballenas jorobadas en las zonas de reproducción, por ejemplo, el que exista una mayor cantidad de avistamientos de grupos con actividad en superficie (GAS) que de animales cantores puede indicarnos una cierta preferencia de los machos por esta estrategia de reproducción sobre otras como el canto. Esto



debe ser tomado con reserva ya que podría ser también una consecuencia de una cobertura geográfica no sistemática o a la mayor facilidad de avistar grupos que animales cantores, aunque en años en donde existe un mayor esfuerzo y mejor distribuido esta tendencia parece mantenerse.

El que en la bahía sea más común observar hembras con cría que hembras con cría y escolta concuerda bien con la baja proporción de intervalos entre partos de un año, y además apoya la idea de que los machos tienden a asociarse con hembras con una mayor posibilidad de entrar en estro y que el escoltar a una hembra con cría representa una estrategia inferior para los machos, además de que coincide con lo reportado por otros investigadores que mencionan que las hembras con cría se asocian menos que aquellas hembras que no tienen cría (Clapham y Mayo 1987).

La división de la temporada en inicio, mitad y final muestra que es durante la mitad de ésta donde se presenta el mayor número de avistamientos, esto es congruente con la idea mencionada aquí de que la zona de la Bahía Banderas es parte de la agregación continua de la costa pacífica mexicana, por lo que esta zona tiene un recambio y una aportación de animales importante a través de la temporada, el cual es más evidente en la mitad de ésta. El que las hembras con cría sean la única agrupación que aumenta en su porcentaje de avistamientos conforme la temporada avanza resulta evidente al tratarse de una zona de reproducción, y muestra lo importante que es la zona para esta especie.

A diferencia de lo que se ha observado en el Archipiélago de Revillagigedo (Rosales Nanduca 2004), en la Bahía de Banderas existe una baja tasa de reencuentros y una gran inestabilidad de los grupos de más de tres individuos, lo que ocasiona que el establecimiento de jerarquías entre los machos no sea posible, parece ser que en la Bahía de Banderas los machos se encuentran más ocupados por la búsqueda de hembras y de apareamientos potenciales que en el establecimiento de jerarquías con machos con los que tal vez no vuelvan a encontrarse, esto explicaría porqué aquellos animales avistados dentro de grupos se recapturan una gran mayoría de las veces formando parte de grupos.

En general, la distribución de las agrupaciones en la bahía corresponde con la de cualquier otra agregación de reproducción, aunque pueden observarse grupos de animales de más de seis animales, la duración de estos

es muy corta, y la agrupación más estable es la formada por los pares de hembras con cría.

### **Distribución espacial**

Aunque en general existe una tendencia por parte de todas las agrupaciones por ocupar preferentemente la parte norte de la bahía, esta preferencia es más evidente para las agrupaciones de hembras con cría, y es especialmente visible en la mitad y final de la temporada.

Esta preferencia por parte de las ballenas jorobadas por ocupar la parte norte de la bahía ha sido reportada por diversos investigadores (Ladrón de Guevara 1995; Smith Aguilar 2007) y concuerda con la idea ampliamente aceptada de que para sus zonas de reproducción las hembras de ballenas jorobadas buscan zonas poco profundas, protegidas y tranquilas, como apoyo para la crianza de sus ballenatos.

La preferencia principal de la parte norte de la bahía como área de crianza es un factor que debe de ser tomado en cuenta en los lineamientos y regulaciones de avistamiento de ballenas en la zona, ya que existen investigaciones que mencionan que el desplazamiento de este tipo de agrupaciones hacia zonas de crianza menos óptimas puede traer como consecuencia una presión de depredación mayor por parte de orcas en la bahía (Salazar-Bernal 2005).

El que los cantores puedan distribuirse de manera amplia en la bahía también es un factor a tomar en cuenta para este tipo de lineamientos, ya que esta estrategia de los machos es muy importante en las zonas de reproducción y puede resultar afectada por la gran cantidad de tránsito marino asociado a las actividades humanas en esta zona; los grupos con actividad en superficie presentan una distribución más amplia en la bahía, y algunos estudios han mostrado que son los menos propensos a sufrir cambios de conducta por parte del avistamiento turístico (Ramírez Saudiel 1995; Mosig Reidl 1998; Díaz Gamboa 2005), por lo que podrían ser utilizados como agrupación clave en lugar de aquellas como las de hembras con cría que pueden ser mas susceptibles al estrés debido a esta actividad.

### **Tiempos de estancia**

En diversos estudios se ha mencionado que las ballenas de la costa del Pacífico mexicano pertenecen a una agregación continua que se distribuye desde la

Península de Baja California hasta Costa Rica (Álvarez *et. al.* 1990; Medrano-González *et. al.* 1994, 1995; Urbán *et. al.* 1999, 2000) por lo que la Bahía de Banderas representa sólo una de las distintas zonas de reproducción dentro de este continuo. Esto resulta importante ya que en este trabajo se obtienen, por una parte, tiempos de estancia cortos, lo cual es congruente con la idea de que en la bahía pueden observarse animales cuyo destino final son otras áreas y que se encuentran en la bahía solo de paso, y por otra parte animales que hacen uso de la bahía de manera más prolongada cuyos tiempos de estancia son mayores.

Es importante mencionar que dentro de nuestro análisis los machos dentro de la categoría de paso tuvieron un promedio de estancia mayor que las hembras de la misma categoría, lo que indica que a la bahía llega una primera oleada de animales, la mayoría machos los cuales permanecen ahí durante un tiempo tal vez en espera de una oportunidad de copular con alguna hembra, antes de seguir su camino hacia otras zonas de agregación, mientras que las hembras que van de paso tienen una estancia más corta dentro de la bahía.

Dentro de los animales que hacen uso de la bahía de manera más prolongada, también existen diferencias entre los tiempos de estancia entre los sexos. Las hembras tienen un promedio de estancia mayor que los machos, lo cual resulta coherente tomando en cuenta las diferentes estrategias utilizadas por ambos sexos, los machos al ser más vágiles maximizan la probabilidad de copular con la mayor cantidad de hembras y con esto aumentan su éxito reproductivo, mientras que para las hembras el mantenerse durante el mayor tiempo posible en una misma área es lo más conveniente, especialmente para aquellas que se encuentran criando.

### **Historias de avistamiento**

Las historias de reavistamientos de esta agregación son muy discontinuas debido a que la gran mayoría de los animales presentan historias de recapturas de muy pocos años, esto es consecuente con la observación que la filopatria de esta especie es mayor hacia sus zonas de alimentación que hacia las de reproducción (Calambokidis *et. al.* 2001).

Entre los machos y las hembras existen diferencias en el número de veces en que han sido recapturados a través de los años, mientras que para el 90% de las hembras sus recapturas no van más allá de los cuatro años, el 54% de los machos tienen recapturas de sólo un año. Esto indica que aunque en

una temporada invernal pueda existir una mayor cantidad de machos, son las hembras las que tienen una mayor probabilidad de ser avistadas y consecuentemente recapturadas, como consecuencia de que los machos son más vágiles en sus zonas de reproducción como lo han reportado algunos autores (Garrigue *et. al.* 2000). Además, esto es coherente y apoya los resultados de los tiempos de estancia previamente mencionados aquí, que muestran que las hembras permanecen más tiempo en la bahía que los machos.

Los resultados de las recapturas de los machos en distintos años no muestran ninguna evidencia que nos indique alguna preferencia por agrupaciones en particular debido a que se no se observa ningún patrón en sus cambios de agrupaciones a través del tiempo.

Por otra parte, el análisis de las preferencias de agrupación de los machos dentro de una misma temporada invernal nos indica una posible preferencia por ocupar ciertas agrupaciones en particular, en específico se observa que los animales que forman parte de grupos con actividad en superficie (GAS) así como las escoltas tienden a ser recapturados formando parte de este mismo tipo de agrupación, mientras que los animales solos y los cantores se recapturan frecuentemente en agrupaciones distintas a las que previamente se habían avistado.

Los resultados de las preferencias de agrupación encontrados aquí pueden ser explicados y concuerdan bien con dos argumentos los cuales han sido mencionados por otros investigadores. Primero el que los machos que forman parte de GAS se recapturan con una alta frecuencia en este mismo tipo de agrupación no es de extrañarse ya que otros estudios han mostrado que debido a la baja tasa de reencuentros entre animales en esta agregación, el establecimiento de jerarquías no es posible (Rosales Nanduca 2004), por lo cual los machos tienen oportunidad de formar este tipo de agrupaciones las veces que sea necesario para tratar de conseguir pareja sin preocuparse por la jerarquía de otros machos. En cuanto a las escoltas es fácil suponer su preferencia por mantenerse en esa misma agregación, ya que en distintos estudios se ha mencionado que estos machos se encuentran en busca de una oportunidad para copular con la hembra si es que esta entra en estro posparto (Mobley y Herman 1985; Clapham 1996).

Por otra parte, se ha mencionado que el canto puede ser una estrategia alterna y algo inferior utilizada por aquellos machos que no pueden tener una

buena posición en los grupos de actividad en superficie (Cerchio 1996). En este trabajo, ninguno de los animales avistados como cantores fue recapturado en esta misma agrupación, lo que hace suponer que en realidad los machos utilizan poco esta estrategia, y que están más interesados en ser integrantes de grupos con actividad en superficie o de escoltar a hembras con cría, agrupaciones que tienen un alto porcentaje de recapturas de animales.

Finalmente, el que no exista una clara preferencia por parte de los machos por encontrarse en una agrupación en particular, es congruente con los hallazgos reportados por Cerchio (2003) y Cerchio *et. al.* (2005), quienes mencionan que los machos pueden utilizar diferentes tipos de tácticas en su búsqueda de cópulas y que el éxito reproductivo de éstas diferentes tácticas es muy similar.

### **Tamaño poblacional**

La estimación de tamaño poblacional obtenida en este trabajo es muy alta y probablemente se refiera al conjunto de la agregación que se distribuye a lo largo de toda la costa del Pacífico mexicano, y que en algún momento pueden avistarse dentro de la Bahía de Banderas, pero de ninguna manera se refiere al número de ballenas que pasan el invierno dentro de esta particular zona de agregación. Esto es coincidente con los resultados mencionados por Clapham *et. al.* (2006) ya que estos autores mencionan que tasas de crecimiento poblacional mayores al 5% probablemente sean inexactas, y en este caso nuestras mejores estimaciones de tamaño poblacional se dan mediante valores de crecimiento poblacional superiores al 5%.

La estimación de tamaño poblacional absoluto y la identidad geográfica de las ballenas de la bahía son difíciles de designar, ya que al parecer estas forman un mosaico de individuos que provienen de diferentes zonas de alimentación y que tienen distintas estancias en la Bahía de Banderas. Sin embargo resulta más importante confirmar que las ballenas que ahí habitan parecen formar parte de una agregación mayor, como ha sido reportado por resultados de genética y de identificación fotográfica.

Si tomamos en cuenta la menor estimación de tamaño poblacional obtenida en este trabajo de 1500 animales en el Pacífico Mexicano resulta mayor al promedio reportado por Urbán (1999) de 1162 individuos hasta el año de 1992, lo que nos indica que esta población ha aumentado en número desde ese año.

A lo largo de este estudio algo que se ha observado es que cada año, la proporción de animales nuevos es alta, junto con esto como ya ha sido mencionado en resultados anteriores, la tasa de recapturas es muy baja para esta agregación, todo esto concuerda con el resultado obtenido aquí de que su número poblacional es alto.

El que por una parte se tenga un número poblacional alto y tasas de nacimiento bajas es algo que no ha sido posible explicar de manera adecuada. Si las estimaciones de crecimiento poblacional son correctas y se encuentran en aumento, las bajas tasas de nacimiento se explicarían con una amplia gama de factores que van desde contaminación, escasez de presas y competencia en zonas de alimentación hasta una gran mortalidad de crías debido a depredación (Steiger y Calambokidis 2000).

Son precisamente este tipo de interrogantes los que nos indica la enorme necesidad de ampliar el conocimiento que se tiene acerca de estos animales, y de hacerlo en todos los aspectos posibles, y la única forma de hacerlo es llevando a cabo investigaciones a largo plazo que no brinden elementos para responder a este y otro tipo de cuestionamientos.

## **Conclusiones**

---

Aunque los parámetros reproductivos como las tasas de nacimiento pueden estar sujetos a errores, los valores globales de las tasas obtenidas en este trabajo son muy similares a los reportados en otras partes del mundo, en especial, a aquellos obtenidos en su zona de alimentación de verano, particularmente, la tasa obtenida por avistamientos parece ser la más coherente y exacta.

Sin embargo, debido a que existe una gran variación anual en las tasas de nacimiento ya que su cálculo está determinado por el esfuerzo de identificación de los animales avistados, no es posible determinar ninguna tendencia en su variación temporal ya que sus incrementos y decrementos no son sostenidos.

El gran número de agrupaciones de hembras con cría y el aumento en sus avistamientos conforme el invierno avanza es evidencia de lo importante que es la zona en términos reproductivos para esta especie.

Los intervalos entre partos reportados aquí son también muy similares a los de otras zonas de agregación en el mundo, no obstante, se observa una ligera disminución en el promedio de los intervalos con respecto a lo reportado en el año 2001, por lo que al parecer los intervalos entre partos de esta agregación se encuentran cada vez más cercanos a los 2 años. Lo anterior puede tomarse como un indicio de recuperación o de que a las hembras no les es posible realizar y mantener intervalos de crianza menores, lo cual a su vez sería evidencia de una menor condición física de las hembras como resultado de una menor disponibilidad de alimento durante el verano, lo cual hace muy necesario el monitoreo de este parámetro reproductivo.

La comparación de los intervalos entre partos entre las distintas áreas de reproducción de México muestra una dinámica reproductiva distinta, que posiblemente se debe a diferencias ecológicas presentes en cada una de sus zonas de alimentación de verano.

Aunque a lo largo de la vida de los machos no parece existir ninguna preferencia por encontrarse dentro de alguna agrupación en particular, durante un mismo invierno si se observa una mayor proporción de machos recapturados dentro de grupos con actividad en superficie, lo cual parece indicar una posible preferencia por este tipo de agrupaciones.

Lo anterior también es evidencia de que los machos prefieren asociarse a hembras no lactantes y por lo tanto en una mejor condición física. Esta preferencia por parte de los machos es también un indicio de que la mayor parte de éstos opta por competir física y directamente por el acceso a hembras y que el canto es utilizado por un menor número de machos. No obstante, esto también puede ser el reflejo de que la observación y el registro de cantores es mucho más complicado que la observación de grupos de ballenas.

El alto número de recapturas en los grupos con actividad en superficie es posible debido a que en la bahía existe una baja tasa de reencuentros ocasionado por el aporte continuo de animales a distintos tiempos, lo que permite a los machos buscar un mayor número de cópulas en lugar de establecer jerarquías entre ellos.

La preferencia de las ballenas por la parte norte de la bahía, principalmente para las agrupaciones de hembras con cría resulta muy evidente, lo cual resulta importante en la toma de decisiones acerca de su protección y en la regulación de las actividades humanas en la bahía.

En la Bahía de Banderas es posible encontrar ballenas en tránsito hacia otras zonas de agregación del Pacífico y ballenas cuya agregación principal es la bahía, lo cual ocasiona tiempos de estancia distintos; además, debido a que machos y hembras persiguen objetivos distintos y realizan estrategias diferentes para conseguirlos, los tiempos de estancia entre los sexos también son diferentes.

La estimación del tamaño poblacional de las ballenas jorobadas de la Bahía de Banderas es una cuestión difícil de resolver debido a que las ballenas que ahí se encuentran forman parte de una agregación mucho mayor y su utilización de la bahía es diferencial, debido a esto, la estimación poblacional utilizando este programa de cómputo arroja un número que posiblemente indique la totalidad de la agregación costera del Pacífico Mexicano (7500-8900 individuos), más que de esta área en particular.

Si tomamos la menor estimación obtenida en este trabajo, ésta resulta ser mayor a la estimación previamente reportada para esta agregación de reproducción, lo cual indica que esta población se ha acrecentado desde entonces. Lo anterior es coherente con el hecho de que cada año la proporción de animales nuevos se mantiene alta y que la tasa de recapturas es baja, todo ello indicaciones de que el tamaño poblacional es alto.



El aumento en el número poblacional indicado en este trabajo coincide bien con los resultados de distintas poblaciones de jorobadas en todo el mundo que muestran que se encuentran incrementándose. Esto a pesar de que las tasas reproductivas de esta agregación parecen ser algo más bajas de las que han sido reportadas en otras zonas.

## Referencias

---

- Álvarez Flores C.M. 1987. Fotoidentificación del rorcual jorobado, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781), en las aguas adyacentes a la Isla Isabel, Nayarit. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Álvarez C., Aguayo A., Rueda R., y Urbán J. 1990. A note on the stock size of humpback whales along the Pacific coast of México. Rep. Int. Whal. Commn. Special Issue 12: 191-193.
- Ávila Foucat V. S. 1998. Propuesta de lineamientos y estrategias para la observación turística de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en Bahía de Banderas Nayarit-Jalisco. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Bailey, N. T. J. 1951. On estimating the size of mobile populations from capture-recapture data. *Biometrika*. 38:293-306.
- Baker C.S. y Herman L.M. 1987. Alternative populations estimates of humpback whale in Hawaiian waters. *Can. J. Zool.* 65(11): 2818-2821. Baker C.S., Perry A., y Herman L.M. 1987. Reproductive histories of female humpback whale *Megaptera novaeangliae* in the North Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 41: 103-114.
- Baker C.S., y Palumbi S. R. 1997. The genetic structure of whale populations: Implications for management. *Society for Marine Mammalogy. Special Publication* 3:117-146.
- Baker C.S. y Medrano-González L. 2001. World-wide distribution and diversity of humpback whale mitochondrial DNA lineages. En: Pfeiffer C.J. (ed). *Molecular and cell biology of marine mammals*. Krieger Publishing Co. Melbourne, FL.
- Baker C.S., Flórez-González L., Abernethy B., Rosebaum H.C., Slade R.W., Capella, J. y Bannister J.L. 1998. Mitochondrial DNA variation and maternal gene flow among humpback whales of the Southern Hemisphere. *Mar. Mamm. Sci.* 14(4): 721-737.
- Baker C.S., Herman L.M., Perry A., Lawton W.S., Straley J.M., Wolman A.A., Kaufman G.D., Winn H.E., Hall J.D., Reinke J.M. y Ostman J. 1986. Migratory movement and population structure of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the central and eastern North Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 31: 105-119.
- Barlow J. y Clapham J.P. 1997. A new birth-interval approach to estimating demographic parameters of humpback whales. *Ecology*. 78(2):535-546.
- Barstow, R. 1990. Beyond whale species survival - peaceful coexistence and mutual enrichment as a basis for human-cetacean relations. *Mammal Review*, 20(1):65-73.
- Berta A. y Sumich J.L. 1999. *Marine mammals evolutionary biology*. Academic Press. San Diego, CA.
- Bonner W.N. 1980. *Whales*. Blandford Mammals Series.
- Bowen W.D. 1997. Role of marine mammals in aquatic the ecosystems. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 158:267-274.
- Brown M.R., Corkeron P.J., Hale P.T., Schultz K.W. y Bryden M.M. 1995. Evidence for a sex-segregated migration in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). *Proc. R. Soc. Lond. B* 259: 229-234.
- Brownell R.L. y Ralls K. 1986. Potential for sperm competition in baleen whales. *Rep. Int. Whal. Commn. Special issue* 8:97-112.

- Calambokidis J., y Steiger G. H. 1995. Population estimates of humpback and blue whales made through photo-identification from 1993 surveys off California. Contract report to Southwest Fisheries Center, P.O. Box 271, La Jolla, California. 31 pp.
- Calambokidis J., Cabbage J.C., Balcomb K.C., Steiger G.H. y Bloedel P. 1988. Humpback whale *Megaptera novaeangliae* distribution and abundance in Gulf of Farallones National Marine Sanctuary, 1987. Annual report to Gulf the Farallones National marine santctuary, NOAA for contract CX 8000-6-0003. Cascadian reserch collective olimpia. Washington, DC.
- Calambokidis J., Steiger G.H., y Evenson J.R. 1993. Photographic identification and abundance estimates of humpback whales off California in 1991-1992. Final report 50ABNF110137 to the Southwest Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, P.O. Box 271 La Jolla, Ca. 67 pp.
- Calambokidis J., Cabbage C.J., Steiger G.H., Balcomb K.C. y Bloedel P. 1998. Population estimates of humpback whales in the Gulf of the Farallones, California. Rep. Int. Whal. Commn. Special issue 12: 325-333.
- Calambokidis, J., Steiger G. H., Straley J. M., Quinn T., Herman L. M, Cerchio S., Salden D. R., Yamaguchi M., Sato F., Urban J. R., Jacobsen J., Von Zeigesar O., Balcomb K. C., Gabriele C. M., Dahlheim M. E., Higashi N., Uchida S., Ford J. K. B., Miyamura Y., Ladrón de Guevara P., Mizroch S. A., Schlender L., y Rasmussen K. 1997. Abundance and population structure of humpback whales in the North Pacific basin. Final Contract Report 50ABNF500113 to Southwest Fisheries Science Center, P.O. Box 271, La Jolla, CA 92038. 72 pp.
- Calambokidis J., Steiger G.H., Rasmussen K., Urbán R.J., Balcomb K.C., Ladrón de Guevara P.P., Salinas Z.M., Jacobsen J.K., Baker C.S., Herman L.M., Cerchio S. y Darling J.D. 2000. Migratory destinations of humpback whales that feed off California, Oregon and Washington. Mar. Ecol. Prog. Ser. 192: 295-304.
- Calambokidis J., Steiger G.H., Straley J. M., Rasmussen K., Urbán R.J., Balcomb K.C., Ladrón de Guevara P.P., Salinas Z.M., Jacobsen J.K., Baker C.S., Herman L.M., Cerchio S. y Darling J.D. 2001.
- Calambokidis J, Steiger G.H., Straley J.M., Herman L.M., Cerchio S., Salden D.R., Urbán J., Jacobsen J.K., Von Zeigesar O., Balcomb K.C., Gabrielle C.M., Dahlheim M.E., Uchida, G Ellis, Y Miyamura, P Ladrón de Guevara, M Yamaguchi, F Sato, SA Mizroch S., Schlender L., Rasmussen K., Barlow J y Quinn II. T.J. 2001. Movements and population structure of humpback whales in the North Pacific. Marine Mammal Science 17: 769-794.
- Campos Ramos R. 1989. Fotoidentificación y comportamiento del rorcual jorobado *Megaptera novaeangliae* (Borowski 1971) en las aguas adyacentes al Archipiélago de Revillagigedo, México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- Cerchio S. 1996. Social structure, sexual selection and mate choice in lek mating systems and evaluation of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) as a lekker. Biology Department, University of Michigan. Ann Arbor, MI.
- Cerchio, S. 2003. Paternity, polygyny and alternative mating tactics in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). Ph.D.Thesis,University of Michigan, Ann Arbor.
- Cerchio S., Jacobsen J.K., Cholewiak D. M., Falcone E.A., Merriwether D.A., 2005. Paternity in humpback whales, *Megaptera novaeangliae*: assessing polygyny and skew in male reproductive success. Animal Behaviour. 70: 267-277.

- Chittleborough R.G. 1955. Aspects of reproduction in the male humpback whale *Megaptera nodosa* (Bonaterre). Aust. J. Mar. Freshw. Res. 6: 1-29.
- Chittleborough R.G. 1958. The breeding cycle of the female humpback whale, *Megaptera nodosa* (Bonaterre). Aust. J. Mar. Freshw. Res. 9: 1-18.
- Chittleborough R.G. 1965. Dynamics of two populations of the humpback whale *Megaptera novaeangliae* (Borowski). Aust. J. Mar. Freshw. Res. 16:33-128.
- Chittleborough R.G. 1991. Potential impacts of climatic change on the Southern Ocean ecosystem. Memoirs of the Queensland Museum. 30(2): 243-247.
- Chu K. y Nieuwkerk S. 1988. Dorsal fin scars as indicators of age, sex and social status in humpback whales, *Megaptera novaeangliae*. En Prensa. Can. J. Zool.
- Clapham P.J. 1993. Social organization of humpback whales on a North Atlantic feeding ground. Symposium of the Zoological Society of London, 66: 131-145.
- Clapham P.J. 1996. The social and reproductive biology of humpback whales: An ecological perspective. Mamm. Rev. 26(1): 27-49.
- Clapham P.J. y Mayo C.A. 1987a. The attainment of sexual maturity in two female humpback whales. Mar. Mamm. Sci. 3(3): 279-283.
- Clapham P.J. y Mayo C.A. 1987b. Reproduction and recruitment of individually identified humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) observed in Massachusetts Bay 1979-1985. Can. J. Zool. 65: 2853-2863.
- Clapham P.J. y Mayo C.A. 1990. Reproduction of humpback whale *Megaptera novaeangliae* observed in the Gulf of Maine. Rep. Int. Whal. Commn. Special issue 12: 171-175.
- Clapham P.J. y Mead J.G. 1999. *Megaptera novaeangliae*. The American Society of Mammalogists. 604: 1-9.
- Clapham P.J., Palsbøll P.J., Mattila D.K. y Vázquez O. 1992. Composition and dynamics of humpback whale competitive groups in the West Indies. Behaviour. 122: 182-194.
- Clapham P.J., Wade P. y Zerbini A. 2006. Pausable rates of population growth in humpback whales revisited. IWC Paper SC/58/SH4:12pp.
- Clapham P.J., Barlow J, Bessinger M, Cole T, Mattila D, Pace R, Palka D, Robbins J. y Seton R. 2003. Abundance and demographic parameters of humpback whales from the Gulf of Maine, and stock definition relative to the Scotian Shelf. Journal of Cetacean Research and Management 5:13-22.
- Craig A.S. y Herman L.M. 1997. Sex differences in site fidelity and migration of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to the Hawaiian islands. Can. J. Zool. 75: 1923-1933.
- Craig A.S. y Herman L.M. 2000. Habitat preferences of female humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Hawaiian islands are associated with reproductive status. Mar. Ecol. Prog. Ser. 193:209-216.
- Craig S.A., Herman L.M., y Pack A.A. 2002. Male mate choice and male-male competition coexist in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). Can. J. Zool. 80: 745-755.
- Darling J.D. y Jurasz C.M. 1983. Migratory destinations of North Pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). pp 359-368. En: Payne R. (ed). Communication and behavior of whales. AAAS Selected Symposium 76. Westview Press. Boulder, CO.
- Darling J.D. y Mc Sweeney D.J. 1985. Observations on the migrations of the North Pacific humpback whales *Megaptera novaeangliae*. Can. J. Zool. 63: 308-314.

- Darling J.D. y Morowitz H. 1986. Census of "Hawaiian" humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) by individual identification. *Can. J. Zool.* 64: 105-111.
- Darling J.D., Gibson K.M. y Silber G.K. 1983. Observations on the abundance and behavior of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off West Maui, Hawaii, 1977-79. pp 201-220. En: Payne R. (ed). *Communication and behavior of whales*. AAAS Selected Symposium 76. Westview Press. Boulder, CO.
- Dawbin H.W. 1966. The seasonal migratory cycle of humpback whales. pp 145-170. En: Norris K.S. (ed). *Whales, dolphins and porpoises*. California University Press. Berkeley, CA.
- Díaz Gamboa I. C. 2005. Hábitos de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en interacción con la actividad turística en la costa sur de Nayarit y norte de Jalisco. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Falcone E.A. 1999. Associations among individuals in a breeding population of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). Tesis de pregrado. Department of Biological Sciences, Humboldt State University. Arcata, CA.
- Flórez-González L., Capella A.J., Hasse B., Bravo A.G., Félix F. y Gedorrete T. 1998. Changes in winter destinations and the northernmost record of southeastern Pacific humpback whales. *Mar. Mamm. Sci.* 14(1): 189-196.
- Frankel A.S. y Herman L.M. 1987. Behavioral responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to playback of sound. En: *Proceedings of the Seventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, Miami FL. Abstracts.
- García J.A., Expósito G.D., Castillo S.S., Pérez M. A., Ramírez E.Z. (Ed). 2004. Estudio prospectivo oceanográfico frente a las costas del Pacífico central mexicano. Métodos de muestreo en la investigación oceanográfica: Informe de la campaña oceanográfica PROCEAM I. Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México, D.F.
- Garrigue C, Forestell P.H., Greaves J., Gill P., Naessig P., Patenaude N.M. y Baker C.S. 2000. Migratory movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) between New Caledonia, East Australia and New Zealand. *Journal of Cetacean Research and Management* 2: 111-115.
- Gendron D. y Urbán R.J. 1993. Evidence of feeding by humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Baja California breeding ground, México. *Mar. Mamm. Sci.* 9(1): 76-81
- Glockner-Ferrari F.D. y Ferrari J.M. 1984. Reproduction in humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in Hawaiian waters. *Rep. Int. Whal. Commn.* Special issue 6: 237-242.
- Gómez Lozano 1998. Identificación de las conductas en superficie de la ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae* en el área reproductiva en el Archipiélago de Revillagigedo, México. Tesis profesional. Escuela de Biología, Universidad Simón Bolívar. México, D.F.
- Green M.L., Zoidis A.M., y Pantukhoff J. 2001. Singing humpback whales associate with mothers and calves. En *Abstracts of the 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, 28 nov.- 03 dic. 2001, Vancouver, Canadá, p. 87.
- Harrison L.M. 1978. *The natural history of the whale*. Columbia University Press. New York, NY.
- Herman L.M. y Antinoja C.R. 1977. Humpback whales in the Hawaiian breeding waters: populations and pod characteristics. *Sci. Rep. Whal. Res. Inst.* 29: 59-85.

- Hoelzel R. A (ed). 2002. Marine mammal biology. An evolutionary approach. Blackwell Publishing, Oxford, Reino Unido.
- Jaramillo Legorreta A. 1995. Relación entre las agregaciones invernales del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano, en base a la fotoidentificación y morfología caudal. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 51 pp.
- Johnson H.J. y Wolman A.A.1984. The humpback whale *Megaptera novaeangliae* pp30-37. En: Breiwick M.J. y Braham W.H.(eds). The status of endangered whales. A special section of the marine fisheries review. 46 (4). NOAA7NMFS.
- Juárez Salas 2001. Tasas de nacimiento e intervalos entre partos del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano. Tesis de profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Katona S.K. y Whitehead H.P. 1981. Identifying humpback whales using their natural markings. Polar Record 20(128): 439-444.
- Katona S., Baxter B., Brazier O., Kraus S., Perkins J. y Whitehead H. 1979. Identification of humpback whales by fluke photographs. pp 33-44. En: Winn y Olla (eds). The behavior of marine animals. Volume 3. New York and London. Plenum Press.
- Ladrón de Guevara Porras P. 1995. La ballena jorobada *Megaptera novaeangliae* (Borowki 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 los rorcuales jorobados (*Megaptera novaeangliae*) en dos áreas de reproducción del Pacífico mexicano. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Laist W.D., Knowlton R.A., Mead G.J., Collet S.A. y Podesta M. 2001. Collision between ships and whales. Mar. Mamm. Sci. 17(1): 35-75.
- Lockyer C.H. y Brown S.G. 1981. The migration of whales. Pp 105-137 En: Aidley D.J. (ed). Animal migration. Society of Experimental Biology Seminar Series 13. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- López Montalbo C. 2005. Composición de ácidos grasos del tejido subcutáneo de cuatro ballenas jorobadas, *Megaptera novaeangliae*, (Borowski 1781), en la costa Pacífica mexicana. Tesis profesional. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Jalapa, Ver. México.
- Matthews L.H. 1937. The humpback whale *Megaptera nodosa*. Disc. Rep. 17: 7-92.
- Medrano González L. 1993. Estudio genético del rorcual jorobado en el Pacífico Mexicano. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF
- Medrano L., Salinas M., Salas I., Ladrón de Guevara P., Aguayo A., Jacobsen J., y Baker C.S. 1994. Sex identification of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, on the wintering grounds of the Mexican Pacific Ocean. Can. J. Zool. 72: 1771-1774.
- Medrano-González L., Aguayo-Lobo A., Urbán-Ramírez J. y Baker C.S. 1995. Diversity and distribution of mitochondrial DNA lineages among humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in the Mexican Pacific Ocean. Can. J. Zool. 73:1735-1743.

- Medrano González L., Urbán Ramírez J., Vázquez Cuevas M.J., Robles Saavedra M.R., Ladrón de Guevara Porras P., Nolasco Soto J., Gómez Lozano F., Villavicencio Llamosas K., Juárez Salas R.A., Jacobsen J.K., Cerchio S. y Baker C.S. 2000. Hábitos reproductivos e historia poblacional reciente de las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano (Proyecto 3725P-N9608). Memorias del 1er Congreso Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, DF.
- Mobley J.R. y Herman L.M. 1985. Transience of social affiliations among humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Hawaiian wintering grounds. *Can. J. Zool.* 63: 762-772.
- Mobley J.R., Herman L.M., y Frankel A.S. 1988. Responses of wintering humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to playback of recordings of winter and summer vocalizations and of synthetic sound. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 23: 211-223.
- Mosig Reidl., P. 1998. Efectos del turismo en la abundancia y comportamiento de la ballena gris, *Eschrichtius robustus*, en laguna San Ignacio, B.C.S., México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- National Marine Fisheries Service. 1991. Recovery plan for the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). National Oceanic and Atmospheric Administration. Silver Spring, MD.
- Nishiwaki M. 1972. General biology pp 33-353. En: Ridgway H.S (ed). *Mammals of the sea. Biology and medicine*. Charles Thomas Publisher. Illinois, USA.
- Nolasco Soto J. 2003. Contenido calórico y composición de ácidos grasos de la dermis de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- Payne R.S. y McVay S. 1971. Songs of humpback whales. *Science* 173(3997): 585-597.
- Perry A., Baker C.S. y Herman L.M. 1990. Population characteristics of individually identified humpback whales in the central and eastern North Pacific: A summary and critique. *Rep. Inter. Whal. Commn. Special issue* 12: 307-317.
- Ramírez Saudiel S. 1995. Efecto de las embarcaciones sobre el comportamiento del rorcual jorobado, en Baja California Sur, México. Tesis profesional. Departamento de Biología Marina, UABCS. La Paz, BCS.
- Rice D.W. 1974. Whales and whale research in the eastern North Pacific pp 170-195. En: Scheville W.E. (ed) *The whale problem*. Harvard University Press. Cambridge, MA.
- Rice D.W. 1978. The humpback whale in the North Pacific: Distribution, exploitation and numbers pp 29-74. En: Norris K.S. y Reeves R. (eds). *Report on a workshop on problems related to humpback whales (Megaptera novaeangliae) in Hawaii*. US Marine Mammal Commission. Washington, DC.
- Rosales Nanduca H. 2004. Transiciones entre las agrupaciones del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Ruiz Rodríguez T. 2004. Actividad en superficie y dinámica del consumo de aire de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Salas Rodarte I.V. 1993. Intervalos 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, UNAM. México, DF.

- Salazar Bernal E.C. 2005. Ocurrencia de orcas (*Orcinus orca*) y de sus ataques a ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en la Bahía de Banderas, México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Salinas Vargas, J.C. 2000. Distribución espacio-temporal y abundancia relativa del rorcual jorobado *Megaptera novaeangliae* (Borowski 1971), en las aguas adyacentes a Los Cabos, B.C.S., México 1989-1993. Departamento de Biología Marina, UABCS. La Paz, BCS.
- Salinas Zacarías M.A. y Bourillón Moreno L.M. 1988. Taxonomía, diversidad y distribución de los cetáceos de la Bahía de Banderas, México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- Salinas Zacarías M. 2000. Estudio comparativo del sonido emitido por los machos del rorcual jorobado, *Megaptera novaeangliae*, durante el invierno en dos áreas de reproducción del Pacífico de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- Scammon C.M. 1874. The marine mammals of the North-western coast of North America, Described and Illustrated: Together with an account of the American whale-fishery. Dover Publications. New York, NY. 1968.
- Secretaría de Marina. Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo. 1975. Memorias del levantamiento hidrográfico para la carta O.S.M 655 de Puerto Vallarta, Jalisco. México. 143 pp.
- Smith Aguilar S. E. 2007. Competencia sexual entre machos de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en la Bahía de Banderas y alrededores de la Isla Socorro, México. Tesis profesional Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- Steiger G.H. y Calambokidis J. 2000. Reproductive rates of humpback whales off California. Marine Mammal Science 16 (1), 220-239.
- Stone G.S., Flórez-Gonzalez L. y Katona S. 1990. Whale migration record. Nature. 346(6286):705.
- Straley J.M., Gabriele C.M. y Baker C.S. 1994. Annual reproduction by individually identified humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Alaskan waters. Mar. Mamm. Sci. 10(1): 87-92.
- Tomilin A.G. 1967. Mammals of the USSR and adjacent countries. Volume 9. Cetacea. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.
- Tyack P. 1981. Interactions between singing Hawaiian humpback whales and coespecifics nearby. Behav. Ecol. Sociobiol. 8: 105-116.
- Tyack P. y Whitehead H. 1983. Male competition in large groups of wintering humpback whales. Behaviour 83:132-154.
- Urbán J. y Aguayo A. 1987. Spatial and seasonal distribution of the humpback whale *Megaptera novaeangliae* in the Mexican Pacific. Mar. Mamm. Sci. 3(4): 333-344.
- Urbán R.J., Aguayo L.A. y Balcomb K.C. 1990. The humpback and others baleen whales in the Sea of Cortez. Whalewatcher 24(2): 3-6.
- Urbán R.J., Aguayo L.A., Salinas Z.M., Campos R.R., Balcomb K.C., Jacobsen K.J., Ladrón de Guevara P.P. y Alvarez F.C. 1989. Abundance and interaction of the humpback whale in their Mexican breeding grounds. 8<sup>th</sup> biennial Conference on the biology of marine mammals. Pacific Grove, CA.
- Urbán R.J., Jaramillo A.L., Salinas Z.M., Jacobsen J.K., Balcomb K., Ladrón de Guevara P.P. y Aguayo A.L. 1994. Estimación de la abundancia de los rorcuales jorobados que habitan en el Pacífico mexicano durante el periodo invernal. XIX Reunión internacional para el estudio de los mamíferos marinos. La Paz, BCS.



- Urbán Ramírez J., Alvarez C.F., Salinas Z.M., Jacobsen J., Balcomb K.C., Jaramillo A.L., Ladrón de Guevara P.P. y Aguayo A.L. 1999. Population size of humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in waters off the Pacific coast of México. Fish. Bull. 97: 1017-1024.
- Urbán R.J., Jaramillo L.A., Aguayo L.A., Ladrón de Guevara P.P., Salinas Z.M., Alvarez F.C., Medrano G.L., Jacobsen J.K., Balcomb K.C., Claridge D.E., Calambokidis J., Steiger G.H., Straley J.M., von Ziegezar O., Waite J.M., Mizroch S., Dahlheim M.E., Darling, J.D. y Baker C.S. 2000. Migratory destinations of humpback whale in the Mexican Pacific. J. Cet, Res. Manag. 2(2): 101-110.
- Villavicencio Llamosas K. 2000. Patrones de ventilación y hábitos del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) durante su estancia invernal en el Pacífico Mexicano. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- Winn H.E y Winn L.K. 1978. The song of humpback whale *Megaptera novaeangliae* in west Indies. Mar. Biol. 47: 97-114.
- Winn H.E. y Reichley N. 1985. Humpback whale, *Megaptera novaeangliae*. pp 241-274. En: Ridgway S.H. y Harrison R. (eds). Handbook of marine mammals. Vol. 3. The sirenians and baleen whales. Academic Press. New York, NY.

## **Agradecimientos**

---

¿Como dar las gracias de algo que es de muchos? Creo que solo hay una forma.

El trabajo que ahora está en tus manos es en realidad el trabajo de muchísima gente que ha dedicado parte o toda su vida a la investigación científica en México y de algunos más que aspiramos a hacerlo.

Gracias a la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, así, con mayúsculas, institución a la que le debo no solo mi formación profesional sino gran parte de mis sueños y anhelos, en verdad espero estar un día en posición de poder regresarle un poco de lo mucho que me ha brindado. Gracias a la Facultad de Ciencias que me dio, mientras fue posible un espacio libre en el cual pude trabajar para completar este trabajo.

Gracias a los miembros de mi comité tutorial Dr. Luis Medrano, Dr. Isaías Salgado y Dr. Eduardo Morales por todo el tiempo que dedicaron a este proyecto, muchísimas gracias a los miembros de mi jurado a la Dra. María Ana Fernández y a la Dra. Livia León por tomarse un poco de su valioso tiempo para la revisión de mi escrito y por que con sus comentarios, observaciones y sugerencias permitieron que este trabajo quedara lo mejor posible.

Gracias a mis padres, Alicia y Ricardo, por darme una vida que he podido disfrutar al máximo haciendo las cosas que quiero hacer, gracias porque con su inigualable apoyo es que he podido llevar a cabo todo lo que he querido hacer, no solo haber estudiado biología sino todos los proyectos y actividades que en conjunto me hacen ser lo que soy, ser feliz y disfrutar de mi vida.

Gracias Mamá por todo lo que me sigues dando, por siempre tener tiempo para mi, por alimentarme de más maneras de las que puedo explicar y de las que creo merecer, en verdad me gustaría que supieras que es gracias a ti y a tu gran ejemplo como profesionista que he podido completar este paso que quería dar. En verdad Muchas Gracias Mamá. Gracias Papa por siempre tenerme presente, gracias por seguir preocupándote por mí y por darme todo lo que te es posible dar y en ocasiones aún más.

Gracias a mis hermanos Alicia, Jorge y Francisco por ser ustedes, muchas gracias por todo el apoyo que me dan, gracias por dejarme ser y aceptarme como soy, gracias por soportarme aun cuando soy más sangrón y huraño que todos ustedes.

Gracias Elia, ¿como empiezo? Muchas gracias por aparecer en mi vida y por haber caminado todo este tiempo junto a mí, gracias por aguantar mis errores, mi carácter, mis carencias emocionales y afectivas y sobre todo... ¡¡gracias por soportarme aún cuando te molesto tanto!! Gracias por tu inmenso e invaluable apoyo en infinidad de cosas y muchas gracias por todo el amor que me has regalado, quiero que sepas que le agradezco infinitamente a la vida hacer que nuestros caminos se cruzaran, pero sobre todo a ti por dejarme conocerte.

Gracias a mis amigos de siempre, en especial a Axa, Ricardo, Miguel y Roberto, a quienes conocí desde mi niñez y adolescencia y con los que afortunadamente sigo compartiendo mi vida.

Gracias a mis amig@s del laboratorio de mamíferos marinos, Elia, Sandra Smith, Maria José, Sandra Pompa, Lorena, Miriam, Marisela, Hiram, Sergio y Carlos, muchas gracias por todo su apoyo, por el gran ejemplo que me han dado, por todo lo que he aprendido de ustedes y por ser parte del recurso más valioso e importante con el que cuenta nuestra Universidad. Déjenme decirles que agradezco infinitamente el haberlos conocido y que nunca olvidaré las cosas que logramos juntos. Muchas gracias por compartir la pasión y el gusto por los animales (y algunas otras cosas más) y el anhelo de que las cosas cambien para mejorar. Confío en cada uno de ustedes y estoy seguro que en el lugar en donde nos encontremos tendremos lo necesario para hacer las cosas bien. Pero sobre todo muchas gracias, por su cariño y amistad.

Gracias a mis amigos de la carrera, en donde quiera que se encuentren, porque con ellos compartí mis primeras experiencias en esta maravillosa profesión que es la biología, gracias Gaby por mantenerte en contacto y por tu gran cariño y amistad.

Gracias a todos los participantes de la familia Nieblas Olvera en especial a Justino y Margarita que son quienes cuidan de nosotros en la bahía y que con su apoyo, hospitalidad, ayuda y sobre todo amistad han hecho mucho por la investigación de mamíferos marinos en nuestro país, tal vez sin saberlo. Gracias a todos los amigos de la bahía, a Astrid, Karen, Sherman, Aurelio y a todos aquellos que me brindaron su consejo, tiempo, instrumentos y equipo, pero sobre todo su compañía y amistad.

Gracias a los que han estado antes de mí por el camino recorrido, gracias porque con su ejemplo, bueno y malo, yo decido hacia donde ir, gracias y sobre todo mucha suerte a los que estarán después, espero que siempre puedan ver hacia adelante, que no se dejen vencer y espero que mi ejemplo, bueno y malo les sirva para ser mejores.

Gracias a todos los maravillosos y majestuosos seres vivos que comparten con nosotros este planeta. Y muchísimas gracias a todas esas personas que luchan y se preocupan todos los días porque el mundo sea más justo para todos aún en las cosas más pequeñas.

Gracias a todos los alumnos de la materia de mamíferos marinos, por los datos que han ayudado a coleccionar, pero sobre todo por sus opiniones, discrepancias, paciencia, gusto e infinidad de preguntas y dudas expresadas, las cuales me han estimulado a tratar de ser mejor y a querer saber más.

Gracias a todos con los que he compartido navegaciones en el mar, en la vida real y en sueños.

Gracias a tod@s aquellos que con amistad, datos, dinero, confianza, trabajo duro, convivencia, formación, interés, presencia, apoyo, recursos, alimentos, hospedaje, existencia, amistad y amor permitieron que este trabajo empezara y terminara (¡por fin!), en verdad... ¡¡GRACIAS!!

Solamente hay un éxito, poder vivir la vida a tu gusto.  
Christopher Morley

*“...Después de la persecución,  
después de páginas y páginas de  
terrible blancura y de muerte, el  
viejo Ahab puede mirar el cielo: el  
aire feliz, el cielo dichoso, finalmente  
parecen disolver el palpito de ese  
corazón; el mundo, esa madrastra  
cruel, ahora abraza su cuello  
pertinaz: Ahab deja caer una  
lágrima al mar, más rica que toda la  
riqueza del Pacífico...”*