



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**HABITOS DE LA BALLENA JOROBADA
(MEGAPTERA NOVAEANGLIAE) EN INTERACCION
CON LA ACTIVIDAD TURISTICA EN LA COSTA
SUR DE NAYARIT Y NORTE DE JALISCO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGO**

**PRESENTA
IVAN CANEK DIAZ GAMBOA**

**DIRECTOR
DE TESIS: DR. LUIS MEDRANO GONZALEZ**

2005



**FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM**



**FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR**

m. 349067



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA IT
MEXICO

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: IVAN CANEK DIAZ
GAMBOA

FECHA: 07 DE OCTUBRE DE 2005

FIRMA: [Signature]

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:
"Hábitos de la Ballena Jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en interacción con la actividad turística en la Costa Sur de Nayarit y Norte de Jalisco."

realizado por
Díaz Gamboa Iván Canek
con número de cuenta 09022796-1 , quien cubrió los créditos de la carrera de:
Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Dr. Luis Medrano González

Propietario

Dra. Elva Escobar Briones

Elva Escobar Briones

Propietario

Biól. Eduardo Peters Recagno

Suplente

Biól. María de Jesús Vázquez Cuevas

Suplente

Biól. Ricardo León Rico

FACULTAD DE CIENCIAS

Consejo Departamental de
Biología

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGIA

CONTENIDO

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES	7
• Descripción de la ballena jorobada	7
• Ciclo migratorio	8
• Distribución y abundancia	10
• Alimentación	12
• Reproducción	12
• Hábitos y conducta	13
• Diversidad y distribución de las agrupaciones en las áreas invernales de México	15
• Conservación de la ballena jorobada en México	17
• Conservación de la ballena jorobada a nivel mundial	18
• Interacción con embarcaciones y factores de perturbación	19
• El turismo de observación de ballenas en la Bahía de Banderas	22
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	26
• Objetivos	27
ÁREA DE ESTUDIO	28
• Geología	28
• Clima	28
• Oceanografía biológica	29
• Geografía humana	30
MÉTODOS	32
• Trabajo de campo	32
• Análisis de datos	36
RESULTADOS	42
DISCUSIÓN	67
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES ECOTURÍSTICAS	71
AGRADECIMIENTOS	72
REFERENCIAS	73
APÉNDICES	79

RESUMEN

La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) es una especie que realiza migraciones estacionales. Durante el invierno, una población de estos animales se reproduce en el Pacífico mexicano. Las distintas agrupaciones que se presentan en zonas invernales muestran muchos despliegues en superficie relacionados con la crianza y el apareamiento que hacen de la ballena jorobada una de las especies preferidas para realizar turismo ecológico. Esta es una industria que en todo el mundo y México no es la excepción, ha crecido con escaso control y reglamentación y que negligente el considerable impacto en las especies y ecosistemas de las que se dice ayuda a conservar.

Durante el invierno 1999-2000, se visitaron la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco y la Bahía de Jaltemba, Nayarit, con el propósito de examinar el comportamiento en superficie de las ballenas jorobadas y su interacción con las embarcaciones turísticas. La población de ballena jorobada que migra hacia estas costas se distribuye en una amplia zona. Los animales se desplazan de una bahía a otra formando distintas agrupaciones. La Bahía de Banderas es muy extensa, es una zona donde se congregan regularmente las ballenas, en la que existen sitios adecuados para la crianza y en la que se practica intensamente la observación turística de estos animales. La Bahía de Jaltemba es una bahía más pequeña y abierta, no se observan ballenas regularmente ni con alta densidad aunque existe una escasa práctica de observación turística. Se formaron dos equipos para tomar registros simultáneos de los avistamientos en las dos bahías. Las observaciones se realizaron desde embarcaciones y puntos fijos en tierra.

Se observaron diferencias marcadas en el comportamiento, riqueza de conductas y distribución de las agrupaciones entre las ballenas de ambas bahías. El número promedio de machos por cada hembra en posibilidad de reproducirse es mayor en la Bahía de Banderas y por lo tanto también existe mayor competencia entre los machos. Las agrupaciones observadas en Bahía de Banderas muestran patrones conductuales diversos que indican actividades diferentes relacionadas con la crianza y el apareamiento. Las conductas de las agrupaciones observadas en la Bahía de Jaltemba en su mayoría están relacionadas con la navegación.

En la Bahía de Banderas la actividad de observación turística de ballenas provoca modificaciones en su conducta habiendo un mayor acoso hacia las hembras con cría, individuos solitarios y parejas. Se observaron cambios conductuales marcados para todas las agrupaciones que se incrementan a mayor tiempo de persecución o cantidad de embarcaciones. Las agrupaciones interrumpen sus actividades o modifican su conducta a navegación con cambios abruptos de dirección y disminución en tiempo de superficie. La NOM-131-ECOL-1998 que reglamenta las actividades de observación turística de ballenas se viola en el número máximo de embarcaciones simultáneas por avistamiento (2 embarcaciones) y en el tiempo de estancia permitido por embarcación (30 min). Se registraron más de 2 embarcaciones (3-6) en el 10.45% de los casos y tiempos mayores al permitido en el 17.49% del tiempo total de observación. Un análisis cinético del encuentro entre ballenas y embarcaciones indica que la capacidad de carga de embarcaciones de observación turística de la Bahía de Banderas se encuentra en su máximo permisible. Un pequeño aumento en la densidad de embarcaciones por avistamiento generaría un aumento exponencial en la violación a la NOM-131. El número de permisos para embarcaciones no debe aumentar. De no ser así, sería necesario reducir el tiempo de estancia de las embarcaciones lo cual no es rentable. Incrementar la distancia de acercamiento máximo podría permitir una carga de embarcaciones por agrupación como la observada e incluso permitir cierto crecimiento. Estimo que una aproximación máxima de 100 m podría sostener 6 – 7 embarcaciones simultáneas por agrupación.

ABSTRACT

The humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) is a species which have seasonal migrations. During the winter, a population of these animals breeds in the Mexican Pacific. The different pods in wintering grounds show several displays in surface related with nursing and mating making the humpback whale one of the preferred species for ecological tourism. This is an industry which, worldwide and in México, has growth with little control and law development and which neglects the high impact in the species which are supposedly helping to conserve.

During the winter 1999-2000, Bahía Banderas and Bahía Jaltemba were visited to examine the surface behavior of humpback whales interacting with touristic vessels. The humpback whale population migrating to these areas is a large region. Animals move from one bay to the other forming different pods. Bahía Banderas is a large bay where humpbacks congregate regularly, where proper locations for nursing are found and where touristic observation is practiced intensely. Bahía Jaltemba is a smaller and open bay, humpbacks are observed neither regularly nor in high density and a scarce touristic observation is made. Two teams were organized to make simultaneous sighting recordings in the two bays. Observations were made from vessels and high locations at land.

Marked differences between whales from both bays were observed in behavior, conduct richness and pod distribution. Average ratio between males and females was higher for Bahía Banderas and thereby, Bahía Banderas showed a higher competition between males. Pods observed in Bahía Banderas show diverse behavioral patterns related with nursing and mating. Behavior of pods in Bahía Jaltemba are mostly related with navigation.

Activity of whale watching in Bahía Banderas modifies whales behavior with a higher harassment to cow/calf pairs, adult pairs and solos. Marked modifications of behavior were observed for all pods as the number of watching vessels and chase time increase. Whale pods stop their activity or modify their behavior to navigation with sudden changes in direction and decrease of time in surface. The regulation NOM-131-ECOL-1998, which in México rules whale watching activities, is violated in the maximum number of simultaneous watching vessels (2 vessels) and the maximum watching time (30 min). More than two simultaneous watching vessels (3-6) were recorded in 10.45% of occasions and watching time over 30 min was recorded to yield 17.49% of total observation time. A kinetic analysis for the encounter between whales and vessels indicates that carrying capacity of whale watching vessels in Bahía Banderas is in the allowable maximum. A little increase in vessels density per pod would generate an exponential increase in the violation of NORM-131. The number of whale watching vessels then, should not increase. Otherwise, it would be necessary to reduce vessels watching time which is not adequate for observation. To enlarge the distance of maximum approach would allow a vessel load per pod as the one observed and even to allow some growth. I estimate that a maximum approach of 100 m may sustain 6 – 7 simultaneous vessels per pod.

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, cuando las civilizaciones europeas y asiáticas comenzaron a tener un amplio desarrollo marítimo y hasta principios del siglo XX, las ballenas fueron consideradas criaturas terribles y mágicas, uno de tantos peligros que aguardaba en el mar y que junto a una infinidad de quimeras formaron parte de las historias y narraciones de los marinos de aquellos tiempos, que incluso hoy en día nos gusta escuchar.

Aunque los cetáceos forman parte de las historias y creencias de diversas culturas antiguas y modernas, el conocimiento que se tiene en la actualidad acerca de estas especies es reducido. En gran medida este desconocimiento se debe a la distribución y a los hábitos de estos organismos, que hacen poco accesible su estudio. Sin embargo, existen algunas excepciones como es el caso de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) cuya distribución y hábitos costeros han hecho más factible su observación captando la atención de muchos de nosotros ya sea por sus canciones, sus acrobáticos saltos, sus largas y regulares migraciones, sus diversas conductas o incluso por sus peculiares características físicas. Así, no es de extrañar que en la actualidad la ballena jorobada sea una de las especies marinas más populares y admiradas en el mundo.

Si bien se conocen registros antiguos de la descripción de esta especie provenientes incluso desde el siglo XVIII, no fue sino hasta el siglo XX que investigadores de todo el mundo comenzaron a estudiar con más objetividad, métodos eficaces y de manera coordinada la biología de esta especie permitiéndonos tener un mejor y más amplio conocimiento acerca de estos organismos y con ello mejorar su conservación.

Se estima que a principios del siglo XVIII la población de ballena jorobada a nivel mundial era de aproximadamente 125 000 animales y para el Pacífico Norte entre 15 000 y 20 000 animales. A principios del siglo XIX la industria ballenera comenzó a tener un mayor auge y de 1905 a 1965, cerca de 28 000 ballenas fueron cazadas por esta industria. De 1965 a 1974 la población total en las áreas de alimentación era de aproximadamente 850 ballenas jorobadas y en México era cercana a los 100 animales. Para 1970 la cantidad de ballenas jorobadas había disminuido en un 86% de su población original (Rice, 1978; Ávila y Saad, 1998; Carwardine, 1998). En 1986 la Comisión Ballenera Internacional (CBI) aplicó una moratoria indefinida mundial a la caza comercial de todos los mysticetos. A partir de entonces las poblaciones de ballena jorobada parecen recuperarse (PNUMA, 1993). La CBI otorgó permiso para la captura de algunos ejemplares por año a comunidades esquimales de Alaska y tribus aborígenes de Rusia, este y oeste de Groenlandia, San Vicente y Granadinas, que cazan ballenas de manera tradicional y para su sobrevivencia.

Si bien, la mayoría de las especies de grandes cetáceos han comenzado a recuperarse de la cacería indiscriminada, para las especies de hábitos costeros, como la ballena gris y la jorobada, ahora existen otros tipos de explotación llamadas *prácticas ecoturísticas*, que se definen como un método alternativo de turismo fundamentado en un concepto de desarrollo sustentable, en donde la finalidad es la observación de las especies en su medio natural sin intervenir en su ciclo biológico por lo que se supone que el grado de afectación hacia el recurso es mínimo. En cambio, el aprovechamiento es enorme por parte de los visitantes y sobre todo por quienes promueven y desarrollan este tipo de turismo. En México el ecoturismo se practica desde 1960. La primera de estas prácticas de observación en nuestro

país se realizó con la ballena gris en la Laguna San Ignacio, Baja California Sur (Avila, 1998). En la actualidad uno de los lugares más visitados para este fin es la Bahía de Banderas, en donde cada año las ballenas jorobadas se congregan durante la temporada invernal.

Aunque estas prácticas y las actividades económicas derivadas, aparentemente no afectan de manera directa a las poblaciones de ballenas en su ciclo de vida, es indudable que al no existir un conocimiento mínimo suficiente de las necesidades de la especie, ni un manejo adecuado de las áreas de distribución estacional, tanto por parte de las autoridades como de los prestadores de servicios turísticos, se generan perturbaciones en el comportamiento y en la distribución espacial de las ballenas, principalmente en áreas de intensa actividad humana, presentes tanto en las zonas de alimentación así como en las de reproducción y crianza (Hernández Ventura, 1997; Avila, 1998). Aunado a esto, la contaminación de los mares, la explotación pesquera, el tránsito marítimo, las prácticas deportivas y muchas otras actividades humanas provocan cambios al interior de las poblaciones, no sólo de ballenas sino de muchos otros organismos. Estos cambios pueden ir desde modificaciones en sus hábitos alimenticios y reproductivos, rutas y destinos migratorios, o incluso cambios que en su conjunto y a largo plazo pueden dar lugar a serias modificaciones en la conducta y distribución de la especie. Por esto, es necesario que en nuestro país se realicen y apoyen investigaciones que puedan dar como resultado beneficios tanto para los sectores económicos vinculados con actividades relacionadas a estas especies así como para las especies mismas.

Actualmente existe un abundante número de investigaciones referentes al impacto a corto plazo que generan diversas actividades humanas sobre algunos atributos conductuales de las ballenas jorobadas, como son sus hábitos y tasas de ventilación. En regiones de intenso tránsito de embarcaciones, las conductas pueden modificarse abruptamente y las pautas de respiración cambiar. En México, la población de ballenas jorobadas que se concentra durante la temporada invernal en la costa pacífica, es probablemente la más afectada por las actividades humanas, ya que es la única zona en nuestro país en donde está permitida la observación turística de esta especie. La Bahía de Banderas es en particular una zona de constante tránsito de embarcaciones, principalmente de recorridos turísticos y observación de ballenas.

La presente investigación, busca aportar información acerca de la interacción entre las actividades turísticas y las ballenas jorobadas en la Bahía de Banderas. Se realizaron observaciones de esta especie en campo durante su estancia invernal, tanto en la Bahía de Banderas como en la Bahía de Jaltemba siendo esta última una zona en donde el tránsito de embarcaciones es bajo. La población de ballena jorobada que se congrega en la Bahía de Banderas es la misma que se presenta en Bahía de Jaltemba, de tal forma que se compararon los mismos atributos en una misma población, en dos áreas cercanas entre sí, pero con distinto grado de perturbación antropogénica. A partir del estudio de la conducta y los patrones de ventilación, se hizo una valoración del impacto de la observación turística de las ballenas en sus hábitos. Con base en la densidad de agrupaciones, el tiempo de estancia y el número de embarcaciones por grupo de ballenas, se determinaron la forma y extensión de violaciones a la NOM-131-ECOL-1998. Se examinó el problema de la capacidad de carga de embarcaciones, su conducta de búsqueda y observación de ballenas y se hicieron propuestas de modificación a la NOM-131.

ANTECEDENTES

DESCRIPCIÓN DE LA BALLENA JROBADA

Conocida comúnmente en español como yubarta o rorcual jorobado y en inglés por el nombre de *humpback whale*, el nombre científico que recibe la ballena jorobada es *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781; Gray, 1846), que significa “grandes aletas de Nueva Inglaterra” en referencia a sus aletas pectorales y al origen del ejemplar tipo. Esta especie se distribuye en todos los mares del mundo, desde las aguas cercanas a los polos (exceptuando el Océano Ártico) hasta las regiones tropicales (Steiger *et al.*, 1991; Clapham, 1996). Esta especie pertenece al suborden *Mysticeti* o de las ballenas verdaderas y a la familia *Balaenopteridae* o de los rorcuales (Figura 1).



Figura 1. Ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae* (Dibujo de Iván Díaz).

La ballena jorobada es un mamífero de gran tamaño, su apariencia es muy diferente de las demás ballenas. Las hembras pueden llegar a medir hasta 16 metros y los machos pueden alcanzar los 15 metros. Los adultos llegan a pesar entre 30 y 40 toneladas. Su coloración es negra o gris oscura en la parte dorsal del cuerpo mientras que en la parte ventral muestra por lo común una coloración blanca que varía en cobertura de un individuo a otro. Esta coloración se puede encontrar desde la zona gular hasta la aleta caudal. Sus aletas pectorales miden cerca de una tercera parte de la longitud total del cuerpo y presentan protuberancias a lo largo del borde anterior, así como patrones de coloración variable de

blanco y negro por ambos lados. La aleta dorsal se ubica por detrás del segundo tercio del cuerpo, es baja y posee una forma que varía de un individuo a otro (Leatherwood *et al.*, 1982). La aleta caudal presenta una muesca central muy pronunciada y un margen irregular, la superficie ventral varía del blanco al negro entre individuos y suele presentar cicatrices y marcas distintivas únicas para cada animal, permitiendo de esta manera su identificación (Katona y Whitehead, 1981). Los surcos guloventrales son muy profundos y varían en número (Burton, 1980). En la parte anterior de la cabeza, desde la boca hasta los orificios nasales se encuentran tres series de protuberancias tegumentarias redondas, cada una de las cuales porta un pelo de 1 a 3 cm. de largo y que al parecer tiene función sensorial. Estas protuberancias también se presentan en la mandíbula inferior. (Johnson y Wolman, 1984). Generalmente presentan colonias de balanos (cirrípedos) adheridos a la piel en la zona del mentón, en las aletas dorsal y caudal así como en el margen anterior de las aletas pectorales, la cantidad de cirrípedos adheridos a una sola ballena puede llegar a ser de hasta 450 Kg. (Burton, 1980). La mandíbula superior sostiene entre 270 y 400 placas de quitina a cada lado de la boca y cada una está formada por una serie de barbas o ballenas que pueden llegar a medir hasta 75 cm. de largo y 30 cm. de ancho (Leatherwood *et al.*, 1982; Johnson y Wolman, 1984).

En la actualidad las principales causas de mortalidad de las ballenas jorobadas son de dos tipos: 1) las naturales, como pueden ser los varamientos y los ataques de orcas (*Orcinus orca*) que al parecer son una importante causa de mortalidad entre las crías de esta especie y 2) las provocadas por la actividad humana, principalmente a causa de ahogamiento, al quedar atrapadas en redes de pesca. Algunas ballenas jorobadas también mueren en explosiones de prospección geológica o en colisiones con barcos (Johnson y Wolman, 1984).

CICLO MIGRATORIO

La conducta migratoria es difícil de definir, ya que esta se presenta, con muchas variaciones en casi todos los grupos animales. H. Dingle (1996) asegura que en todos los casos dicha conducta se compone por cinco características principales: “*primera, los emigrantes se mantienen en movimiento persistente; segunda, dicho movimiento es reorientado tomando una dirección específica la cual requiere de mecanismos de navegación y una orientación sofisticada para mantenerse; tercera, los emigrantes nunca se distraen con estímulos que pudieran detener su movimiento; cuarta, los emigrantes muestran distintos y característicos comportamientos de partida y de arribo; y quinta, los emigrantes siempre recuperan la energía específica necesaria para poder mantenerse en movimiento*”. Sin embargo, el autor también menciona que no todos los emigrantes exhiben todos los atributos al mismo tiempo.

Al igual que la mayoría de los misticetos, la ballena jorobada presenta un ciclo migratorio anual estacional, cubriendo largas distancias entre las áreas veraniega e invernal. También muestra otro tipo de migración, en donde se observan movimientos durante la misma estación veraniega entre distintas áreas de alimentación, posiblemente buscando o siguiendo a las concentraciones de presas (Dawbin, 1964; Leatherwood *et al.*, 1982; Mayo *et al.*, 1984).

Aunque se desconocen los mecanismos de la migración en la ballena jorobada, se ha observado que es un proceso de segregación por edad y sexo, el cual es muy similar en las distintas poblaciones de esta especie tanto en el hemisferio norte como en el sur; se alimentan durante el verano en las productivas aguas de altas latitudes, presentando en estas áreas una marcada filopatria o fidelidad para retornar. Durante el invierno migran hacia aguas subtropicales para parir a sus crías y/o aparearse. Los destinos migratorios invernales pueden variar de un año a otro (Rice, 1978; Baker *et al.*, 1986; Gabriele *et al.*, 1996). Por lo común, las hembras lactantes son las primeras en llegar a las áreas de reproducción y las hembras preñadas son las últimas. Mientras que, al final del invierno, las hembras con crías recién nacidas son las últimas en partir hacia las áreas de alimentación. Al parecer, en las áreas invernales se presenta un alto porcentaje de machos, lo cual probablemente se deba a que un cierto número de hembras permanece en las áreas de alimentación y rutas de migración durante todo el invierno (Brown *et al.*, 1995).

El desfase estacional entre los hemisferios norte y sur, ocasiona que el contacto entre poblaciones de distintos hemisferios sea escaso. Las ballenas jorobadas durante su migración anual recorren distancias que van de los 10 000 a los 12 000 Km (Medrano-González *et al.*, 2001; Baker y Medrano-González, 2002).

Debido a que las ballenas jorobadas se congregan en distintas áreas de alimentación y reproducción, es de consenso el uso del término “*stock*”, que es empleado para referirse a subpoblaciones o grupos de ballenas que utilizan regiones geográficas distintas durante la temporada de reproducción y durante la temporada de alimentación donde dichas regiones no se traslapan. También el término es empleado para referirse a aquellas poblaciones que ocupan un espacio geográfico distintivo y que son unidades genéticas y demográficas relativamente discretas (Kellogg, 1929 citado en Baker, Medrano-González, 2002). Sin embargo, como mencionan Baker *et al.*, (1986), la compleja estructura poblacional de las ballenas jorobadas en el Pacífico Norte, no se ajusta adecuadamente a estas definiciones por lo que ellos sugieren describirlos bajo el término de “*stocks* estructurados” que consisten de diversas manadas de alimentación, las cuales se entremezclan para reproducirse en una o más regiones invernales.

Urbán *et al.* (2000) encontraron diferencias en la cantidad de ballenas entre las agregaciones invernales del Pacífico mexicano y los destinos migratorios en verano. El principal destino migratorio para las ballenas del Archipiélago de Revillagigedo no fue encontrado, por lo que sugieren, deben existir una o más regiones veraniegas desconocidas, como pueden ser las Islas Aleutianas y/o el mar de Bering, lo que podría significar que estas ballenas se encuentran separadas del “*stock* americano”. Existe poca información sobre las ballenas del Golfo de California que al parecer no realizan la migración hacia las zonas de alimentación como la mayoría de las poblaciones del Pacífico Norte y permanecen dentro del Golfo de California durante todo el año (Urbán y Aguayo, 1987). Las ballenas jorobadas de la costa occidental de México y de la península de Baja California migran hacia aguas costeras al este del Pacífico Norte, donde se encuentran distintas zonas de alimentación en California, Oregon, Washington, Columbia Británica y Alaska (Gabriele *et al.*, 1996). También existen reportes de movimientos de ballenas durante una misma estación invernal o de un año a otro, a través de diferentes zonas de reproducción; entre California y Hawai (Baker *et al.* 1986), entre Revillagigedo y Hawai (Herman y Antinoya, 1977; Darling y Jurasz, 1983), entre Japón y Hawai (Darling y Cerchio, 1993) y entre California central y Costa Rica (Steiger *et al.*, 1991).

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

La ballena jorobada es una especie que se distribuye en todos los mares del mundo, exceptuando las aguas árticas. Las masas continentales separan a las ballenas del hemisferio norte en dos poblaciones oceánicas, la del Atlántico Norte y la del Pacífico Norte. La oposición estacional de los hemisferios divide a la población mundial de ballenas jorobadas en poblaciones del norte y del sur. Se reconocen así, tres poblaciones separadas geográfica y reproductivamente (Figura 2) (Mackintosh, 1965; Johnson y Wolman, 1984; Winn y Reichley, 1985). Estas poblaciones se dividen en diez diferentes *stocks* o subpoblaciones: este del Pacífico Sur, oeste del Atlántico Sur, este del Atlántico Sur, Antillas, oeste de Australia, este de Australia, oeste del Pacífico Norte, centro del Pacífico Norte, oeste del Atlántico Norte y este del Atlántico Norte (NMFS, 1991).

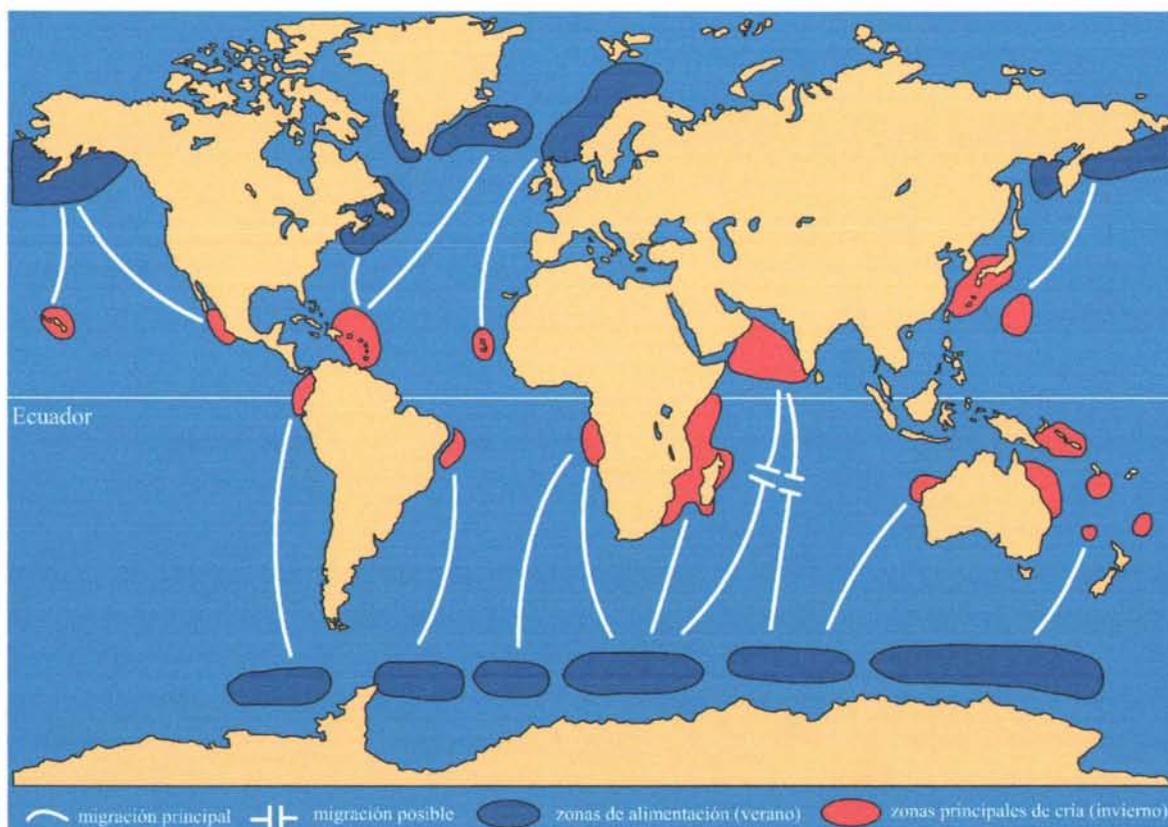


Figura 2. Principales áreas de distribución mundial y rutas migratorias de la ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae* (Dibujo de Lenin Díaz, basado en Carwardine, 1998).

La población del Pacífico Norte se alimenta en las aguas costeras del Pacífico Oeste, en una latitud aproximada a los 37°, desde la parte Norte de Japón, y la Península de Kamchatka hasta el mar de Bering y al este del Pacífico Norte a lo largo del Archipiélago de Alexander (sureste de Alaska), la sonda Prince William y las Islas Aleutianas hasta la parte sur de California. Se reproduce en aguas tropicales y subtropicales en latitudes entre los 20° y 27°, en tres congregaciones durante el invierno: (1) en las Islas Ryukyu, Bonin, e Islas Marianas

al sur de Japón; (2) el Archipiélago de Hawai; y (3) las costas del Pacífico mexicano y el Archipiélago de Revillagigedo (Dawbin, 1964; Baker *et al.*, 1982; Gabriele *et al.*, 1996; Urbán *et al.*, 1999).

Las ballenas jorobadas del hemisferio sur se distribuyen durante el verano en el Océano Austral en una sola población circumpolar dividida en seis subpoblaciones (Baker *et al.*, 1986; Baker *et al.*, 2002). Durante el invierno viajan rumbo al ecuador hacia sus áreas de reproducción y crianza, aunque no está muy claro cuáles son las rutas migratorias ni los destinos precisos de cada subpoblación.

Las ballenas del Atlántico Norte se segregan durante el verano en diversas regiones de alimentación separadas entre sí. Las ballenas jorobadas que se distribuyen entre las costas de Noruega, las Islas Feroe y al norte de Escocia en el Mar del Norte, se congregan durante el invierno en las aguas de las Islas Canarias y Cabo Verde, y en la costa noroeste de África en Marruecos y Sahara Occidental. Otra subpoblación del Atlántico Norte se congrega durante el verano en la costa sureste de Groenlandia y alrededor de Islandia en el Estrecho de Dinamarca, y en el suroeste en el Mar de Labrador; esta subpoblación migra a través del Atlántico Norte hacia el Mar Caribe, donde se encuentra su zona de reproducción, que abarca desde las Grandes Antillas de Haití, República Dominicana y Puerto Rico, hasta las Pequeñas Antillas e incluso hasta la costa de Venezuela.

En el Pacífico mexicano se han identificado tres subregiones de concentración invernal, de las ballenas jorobadas desde noviembre hasta mayo y una de verano: (1) la costa occidental de México, desde Mazatlán, Sinaloa e Isla Isabel, Islas Tres Marias, Nayarit y la Bahía de Banderas, hasta Costa Rica; (2) el Archipiélago de Revillagigedo, que comprende a las islas Socorro, Clarión, San Benedicto y Roca Partida; (3) la península de Baja California, desde islas Cedros a lo largo de la costa oeste de la península, rodeando el extremo sur y hacia el norte hasta Loreto y (4) en la región norte del Golfo de California, que incluye a las grandes islas de Ángel de la Guarda y Tiburón, así como islas de menor tamaño como Isla Rasa, en esta área pueden observarse ballenas jorobadas durante todo el año. El grado de movimiento de las ballenas entre subregiones es desconocido. (Rice, 1978; Urbán y Aguayo, 1987; Urbán *et al.*, 1999). Los rorcuales jorobados al parecer tienen preferencia por permanecer en aguas someras cercanas a la costa o alrededor de las islas oceánicas, tanto en la estación invernal como en la veraniega (Rice, 1978; Johnson y Wolman, 1984, Urbán *et al.*, 2000).

En un estudio de variación genética realizado con una secuencia de 320 pares de bases de DNA mitocondrial en individuos de ballenas jorobadas de todas las subpoblaciones de México, se distinguieron ocho haplotipos que difieren entre sí en 0.31 a 3.75% a lo largo de toda la secuencia. Genéticamente se encuentran diferencias en la distribución de los haplotipos entre las ballenas del Archipiélago de Revillagigedo y las ballenas en las agregaciones invernales de las costas de México, en la Península de Baja California y la Bahía de Banderas. Probablemente la distribución actual de estos linajes en las ballenas jorobadas del este del Pacífico Norte, está asociado a los cambios migratorios generados durante la última glaciación y deglaciación (Medrano-González *et al.*, 1995; Baker y Medrano-González, 2002).

ABUNDANCIA

La población original de ballena jorobada se estima cercana a los 100 000 animales a nivel mundial. La población original del Pacífico Norte se calcula entre los 15 000 y 20 000 individuos (NMFS, 1991; Rice, 1978). Para 1974 y después de varias décadas de intensa cacería, la población total en las áreas de alimentación en el Pacífico Norte se estimaba en aproximadamente 850 animales. En México, la población disminuyó a cerca de 100 ballenas jorobadas para el año de 1965 (Rice, 1978). A partir de 1986 la Comisión Ballenera Internacional (CBI) aplicó una moratoria indefinida mundial sobre el comercio ballenero, en donde se incluían a las once especies de misticetos (NMFS, 1991; PNUMA, 1993). La ballena jorobada se encuentra incluida en el apéndice I de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres), bajo la categoría de "Especie Vulnerable". En la actualidad, la población mundial se calcula entre 12 000 y 15 000 ballenas jorobadas (Carwardine, 1998).

Para el año 2000, Urbán y colaboradores, reportan que entre los años de 1983 y 1993 se contabilizaron e identificaron 383 ballenas para la costa occidental de México, 471 para la península de Baja California y 450 para el Archipiélago de Revillagigedo, obteniendo un total de 1304 ballenas identificadas. Es importante mencionar que en estas publicaciones no se hace referencia a la subpoblación que se distribuye en la región norte del Golfo de California. Actualmente, la población en nuestro país se calcula en aproximadamente 3 000 animales; (Urbán, 2002, comunicación personal).

ALIMENTACIÓN

Al igual que los demás misticetos, el rorcual jorobado se alimenta por filtración. Es un consumidor secundario y terciario, su dieta se basa primordialmente de eufáusidos de los géneros *Euphausia*, *Mysis*, *Pseudoeuphausia* y *Thysanoessa*, conocidos en general como krill, y de camarones de los géneros *Pandalus* y *Eualus*. También se alimenta de peces de cardumen como la anchoveta (*Engraulis ringens*), el bacalao (*Gadus macrocephalus*), el arenque (*Clupea harengus*), el lanzón (*Ammodytes americanus* y *A. hexapterus*), el capelín o capelán (*Mallotus villosus*), la lorcha de atka (*Pleurogrammus azonus*), el bacalao del ártico (*Eleginus gracilis*), el bacalao polar (*Boreogadus saida*), el salmón (*Oncorhynchus* spp.), la gallineta (*Sebastes* spp.) y en ocasiones de especies como la caballa del Atlántico (*Scomber scombrus*), el abadejo de Alaska (*Theragra chalcogramma*), el carbonero (*Pollachius virens*) y el eglefino (*Melanogrammus aeglefinus*), entre otros (Johnson y Wolman, 1984; Clapham, 1996; Ávila y Saad, 1998). Durante cerca de seis meses, las ballenas jorobadas se alimentan en aguas frías de alta productividad. En este tiempo, las ballenas acumulan la grasa necesaria para su migración hacia zonas de reproducción, en donde se alimentan eventualmente.

REPRODUCCIÓN

Las ballenas jorobadas machos y hembras alcanzan la madurez sexual a los cinco años de edad. Se ha observado que las hembras dan a luz a su primera cría entre los cinco y siete años de edad. Se ha observado que los machos entre seis y siete años presentan conductas reproductivas características de machos maduros, esto es cuando han alcanzado una longitud de 11 a 12 metros. (Clapham, 1993; Clapham, 1996).

Los contrastes entre las áreas de residencia invernal y veraniega en el ciclo anual de la ballena jorobada, se reflejan en diferencias endocrinológicas ligadas a estos cambios estacionales. Las hembras entran en estro únicamente durante el invierno, y en los machos los niveles de testosterona y la producción de esperma muestran un marcado aumento en esta temporada (Chittleborough, 1955). Acorde a estos cambios, las conductas cooperativas en las zonas de alimentación contrastan con las conductas competitivas y agresivas entre los machos en las zonas de reproducción (Baker y Herman, 1989).

El período de gestación en esta especie es de un año (11 a 11.5 meses). Por lo general, las hembras dan a luz una cría cada dos o tres años durante la temporada invernal en aguas tropicales. Algunas hembras pueden concebir después de un parto, dando como resultado dos crías en dos años. También existe la posibilidad de que se presente una ovulación a continuación de la pérdida de una cría, lo cuál parecería ser un ciclo reproductivo anual, pero dando como resultado una sola cría en dos años (Straley, 1993; Urbán y Ramírez, 1997; Juárez Salas, 2001). En el hemisferio Norte, los nacimientos ocurren entre enero y marzo (Johnson y Wolman, 1984). Del total de nacimientos, aproximadamente el 51.4% son machos y el 48.6% son hembras (Chittleborough, 1957). Al nacer las crías pesan poco menos de 700 Kg. y miden de 4 a 4.6 m (Leatherwood *et al.*, 1982). Las crías nacen en temporada invernal en regiones tropicales y subtropicales.

Para la Bahía de Banderas, la tasa de nacimientos es de 10 a 12% crías por individuo por año, con una tasa de 0.57 crías por hembra por año. Estos resultados son similares o incluso superiores a las de otras regiones del mundo como Hawai y el Atlántico noroccidental (Juárez Salas, 2001).

HÁBITOS Y CONDUCTA

Durante el siglo XIX y la mayor parte del siglo XX, el conocimiento que se tenía sobre las ballenas provenía en su mayoría de los diarios que escribían los capitanes de los barcos balleneros. En ocasiones la información que presentaban acerca de las zonas de agregación y distribución y de las conductas sociales y de alimentación de diversas especies era muy detallada (Reeves y Smith, 2002, Reeves, Clapham y Wetmore, 2002). Sin embargo, solían referirse a animales asediados y sometidos a un fuerte estrés. Fue hasta el año de 1970 que los biólogos empezaron a comprobar que estos animales exhiben amplios y complejos repertorios conductuales. Sin embargo, las ballenas pasan menos del 20% de su tiempo en la superficie, lo cual hace de su estudio una tarea difícil (Würsig, 1988).

El rorcual jorobado es una especie que presenta una compleja estructura social con una amplia diversidad de patrones conductuales que se modifican a lo largo del año debido a los ciclos estacionales en los que se desplazan hacia aguas subtropicales en el invierno para reproducirse y hacia aguas polares en verano, donde se alimentan. Las ballenas jorobadas aunque son muy activas nadan lentamente. En zonas de poco tránsito marítimo se asustan poco y en ocasiones son curiosas con las embarcaciones. Comúnmente exhiben varios despliegues en superficie: en ocasiones saltan, se tumban de costado o de espaldas y golpean la superficie del agua con una o ambas aletas pectorales o las mantienen extendidas en el aire, asoman la cabeza, dan golpes laterales y dorsoventrales con la aleta caudal o bien la mantienen fuera del agua (Frankel *et al.*, 1995; Carwardine, 1998).

Sus inmersiones tienen una duración de entre 3 y 9 minutos, aunque en ocasiones pueden ser de hasta 45 minutos, continuadas por 4 a 8 soplos con pausas de entre 15 y 30 segundos; en zonas invernales suele soplar de 3 a 6 veces entre cada inmersión (Carwardine, 1998).

Durante el verano, las agrupaciones son generalmente temporales y presentan conductas cooperativas. Se han reportado afiliaciones estables, usualmente entre grupos que contienen una o más hembras sin cría. Por lo común, los grupos están compuestos por tres o menos animales, aunque se han observado grupos de más de 10 animales (Weinrich y Kuhlberg, 1991). Durante el invierno, los grupos formados por varios individuos de esta especie, producen una amplia variedad de desplantes conductuales aéreos y de superficie. Mientras que algunos comportamientos de superficie son relativamente inofensivos para los otros miembros del grupo, tales como soplos y burbujes bajo el agua; otros como los golpes con las aletas pectorales y caudales, son dirigidos claramente a la cabeza y el cuerpo de otros individuos. Las colisiones violentas en esta temporada del año son comunes en las ballenas jorobadas, las cicatrices blancas y los raspones con hemorragia se observan frecuentemente en la cabeza y espalda de las ballenas que viajan en estos grupos, donde también son característicos los cortos periodos de buceo y los rápidos e impredecibles patrones de nado. Generalmente los cantores y los grupos de menos de tres individuos exhiben poca actividad de superficie (Silber, 1986).

Se ha observado que la mayoría de los cetáceos vocalizan o producen sonidos característicos, algunos de ellos de duración considerable. Las ballenas francas del Atlántico Sur (*Eubalaena glacialis*) y del Pacífico Norte (*Balaena mysticetus*) también vocalizan haciéndolo durante periodos y frecuencia muy similares entre ambas especies (McDonald & Moore, 2002); el cachalote (*Physeter macrocephalus*) presenta repertorios de vocalizaciones similares en grupos diferentes (Rendell y Whitehead, 2003); la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) puede generar distintos tipos de llamados (Stafford, 2003). Las vocalizaciones de las ballenas jorobadas son las más estudiadas, presentan un rico y variado repertorio de sonidos con un amplio intervalo de escalas tonales, aquellas que tienen una estructura continua, rítmica y predecible son conocidas como “canciones”, las cuales están formadas por largas series de frases que se repiten en secuencia, en periodos cercanos a media hora y ser escuchados a grandes distancias. Las canciones cubren un amplio intervalo de frecuencias y cada ballena puede interpretar una misma canción de notable consistencia. Estas canciones se modifican de un invierno a otro. Se ha observado que existen dialectos regionales entre diferentes grupos de ballenas (Johnson y Wolman, 1984, Silber, 1986), lo cual provee información de la identidad y área de origen de cada animal (Poole, 1985). Se sabe que son únicamente los machos solitarios quienes producen estos sonidos y es generalmente en las áreas de reproducción donde esta conducta es demostrada. Se han realizado muchos estudios y se han propuesto muchas teorías del posible significado o función que desempeñan dichas canciones, se cree que la distribución espacial y temporal de los cantores de ballena jorobada en las áreas de reproducción, puede ser importante en la estrategia reproductiva de los machos (Poole, 1985; Jacobsen y Cerchio, 2002). Algunas evidencias sugieren que las ballenas jorobadas también cantan en las áreas de alimentación (Leatherwood *et al.*, 1982). Al parecer existe una relación entre la duración de las canciones y la época del año, la hora del día y de otros factores de la transmisión del sonido. El factor estacional está asociado con cambios en la densidad de ballenas vistas cerca de las costas, mientras que el factor diurno está asociado con los cambios en la actividad social de superficie (Fristrup *et al.*, 2003).

Otro tipo de sonidos producidos por esta especie son conocidos como “sonidos sociales”, que a diferencia de las canciones son producidos exclusivamente por grupos de más de tres individuos y están asociados a comportamientos de alta actividad en superficie, como en los grupos de competencia entre machos y grupos de alimentación. El tiempo de duración de estos sonidos puede variar de 0.25 a 5.00 segundos, en frecuencias de 50.0 Hz hasta los 10.0 KHz. La mayoría de los sonidos que producen está por debajo de los 3.0 KHz. Es posible que otras agrupaciones como las parejas de hembra-cría y de adulto-adulto produzcan sonidos de alta frecuencia no percibidos por el oído humano (Silber, 1986).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LAS AGRUPACIONES EN LAS ÁREAS INVERNALES DE MÉXICO

Las ballenas jorobadas forman diversas agrupaciones en las áreas de alimentación y reproducción e incluso durante la migración. En las zonas de reproducción se pueden observar los siguientes tipos de agrupación:

- Solitarios, (**Solo**). Son individuos juveniles o adultos, probablemente machos en su mayoría, en muchas ocasiones muestran alta actividad de superficie.
- Cantores, (**Cantor**). Se sabe que son únicamente machos, en su mayoría adultos, presentando poca actividad en superficie y largos periodos de apnea, se mantienen sumergidos sin desplazarse y alejados de cualquier otro individuo. Esta conducta se presenta únicamente en las áreas de reproducción (Silber, 1986).
- Hembras con cría, (**Hc**). Puede tratarse de hembras con una cría recién nacida o con la cría parida la temporada anterior, nombrada en este caso “añero”. Estas agrupaciones se definen por la presencia de un animal adulto (13 a 15 m) que se presume hembra (**H**) y un animal pequeño (4 a 6 m) que muestra una estrecha relación con el animal adulto (**c**) (Ladrón de Guevara Porras, 2001).
- Hembras con cría y escolta, (**Hce**). En este caso la hembra y la cría van acompañadas por un macho adulto (**e**), que sigue a la hembra por largo tiempo, en espera de la entrada en estro. Posiblemente esta estrategia le confiera alguna ventaja reproductiva sobre otros machos.
- Parejas, (**Par**). Formadas por individuos juveniles o adultos, que pueden ser machos y/o hembras, incluso puede tratarse de hembras sin cría con escolta. Nadan juntos de manera coordinada y pueden llegar a realizar actividades en relativa sincronía, por ejemplo inmersiones o saltos (Ladrón de Guevara Porras, 2001).
- Grupos de competencia (**GC**). Los grupos de competencia, sólo se presentan durante la temporada de reproducción, generalmente están formados por más de cuatro animales, varios machos y no más de una hembra, que puede estar acompañada de una cría. En estos grupos los machos maduros se muestran agresivos y compiten por el acceso a la hembra, que es el animal núcleo del grupo, al parecer durante esta época siempre va acompañada por un macho adulto, denominado escolta principal, mientras que los demás machos son retadores que

pueden entrar o salir del grupo de competencia o integrarse a otros grupos, incluso puede presentarse una escolta secundaria (Clapham, 1993).

En la región de Los Cabos, Baja California, se observa que los grupos con cría y los solitarios presentan una distribución preferentemente costera; mientras que las demás agrupaciones se distribuyen en aguas más profundas lejos de la costa (Salinas-Vargas *et al.*, 1997). En el Archipiélago de Revillagigedo, cerca de la costa (10 a 800 m) se encuentran las agrupaciones con cría y los cantores, el resto de las agrupaciones se distribuyen a una mayor distancia y profundidad (de 400 m a 3 Km). Las diferentes agrupaciones sociales se encuentran presentes durante toda la temporada, sin embargo, a lo largo de esta, existen variaciones en la frecuencia de observación de cada agrupación, presentando picos mínimos y máximos (Salinas *et al.*, 1984).

En Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, la distribución de las distintas agrupaciones sociales es muy similar a la que se presenta en Los Cabos y en el Archipiélago de Revillagigedo; las agrupaciones con cría, solitarios y cantores, presentan una distribución predominantemente costera, entre los 10 y 50 m de profundidad; mientras que las agrupaciones restantes se distribuyen generalmente a una mayor profundidad (Ladrón de Guevara Porras, 1995).

Al parecer, la preferencia por el hábitat está dirigida por una compleja interacción entre patrones conductuales, requerimientos biológicos y condiciones ambientales. En las áreas invernales las ballenas jorobadas presentan ciertos patrones de distribución y utilización del hábitat en relación a su organización social. Se presenta una variación significativa con respecto a la profundidad y distancia a la costa. La distribución en relación a la profundidad al parecer no es descrita como una función dependiente del tamaño del grupo sino, más bien, como una función que depende de la organización social, con las parejas hembra-cría mostrando una fuerte preferencia por aguas poco profundas en comparación a las agrupaciones restantes. El tamaño del grupo y la organización social, parecen ser los principales factores de distribución con respecto a la lejanía de la costa. También se presentan algunos patrones diurnos importantes en la distribución en profundidad y distancia con respecto a la costa, en la cual nuevamente son las parejas hembra-cría quienes presentan una distribución relativamente estable mientras que las parejas de adultos y los grupos de competencia son los grupos más variables (Ersts y Rosenbaum, 2003). Smultea (1994) ya había sugerido que los adultos sin cría utilizan las aguas profundas para facilitar la crianza en aguas someras, en tanto que las hembras con cría, utilizan las aguas poco profundas para evitar el acoso y que las crías sean lastimadas por los machos sexualmente activos.

Es importante mencionar que la distribución de las agrupaciones puede modificarse por cambios ambientales (Salinas *et al.*, 1984). En el año de 1989, el evento de la Niña modificó la distribución de las ballenas jorobadas; en Bahía de Banderas se observó un incremento en la cantidad de animales y una disminución en Isla Socorro y en el área de Los Cabos, Baja California Sur (Ladrón de Guevara Porras, 2001). Estudios realizados con diversas especies de cetáceos, incluyendo al rorcual jorobado, han demostrado que el hostigamiento provocado por las actividades humanas, es en la actualidad, el principal factor que modifica el comportamiento de las ballenas, además de su distribución local que puede terminar en el abandono de las áreas con alto grado de perturbación (Nishiwaki y Sasao, 1977; Reeves, 1977; Baker *et al.*, 1982).

CONSERVACIÓN DE LA BALLENA JOROBADA EN MÉXICO

En México se tienen actualmente registradas, entre Cetáceos, Sirenios y Pinnípedos, de 45 a 49 especies de mamíferos marinos vivientes, incluyendo una desaparecida y otra extinta. La mayoría de las especies que habitan en los mares de nuestro país se distribuyen a lo largo del Océano Pacífico, muchas de ellas son residentes y algunas otras migratorias estacionales, como es el caso de la ballena jorobada. Nuestro país se ha caracterizado por su interés en la protección de las especies de cetáceos. En el año de 1933 México se unió a la Convención de Ginebra para la protección de ballenas; en 1938 apoyó el Convenio Internacional para la Reglamentación de la Caza de Ballenas; en 1948 se adhirió al Protocolo para la Reglamentación de la Caza de Ballena y un año más tarde a la Comisión Ballenera Internacional (CBI). En 1976 se creó la “Sociedad Mexicana Para el Estudio de los Mamíferos Marinos”, en 2001 cambió de nombre a “Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina (SOMEMMA, A. C.), quien auspicia desde el año en que fue creada las Reuniones Internacionales sobre investigación de estas especies (Salinas y Bourillón, 1988). En 1991 México se unió a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES). El 16 de mayo de 1994 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, en donde se determinan las especies y subespecies de flora y fauna terrestre y acuática en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y establece especificaciones para su protección.

Los primeros esfuerzos de nuestro país se enfocaron en la protección de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), para la cual se creó en el año de 1972 el primer Refugio en la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, a la que se le unieron en el año de 1979 la Laguna San Ignacio y en 1980 las lagunas de Guerrero Negro y Manuela. En 1996 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el acuerdo para la regulación de las actividades de observación, protección y conservación de esta especie, en la primera Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-074-ECOL-1996.

En 1989 se conformó la propuesta del Programa de Investigación de los Mamíferos Marinos, integrada por el Instituto Nacional de Pesca, la Sociedad Mexicana de Mamíferos Marinos, la Facultad de Ciencias de la UNAM, la Universidad de Baja California Sur, el Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey *campus* Guaymas y el Centro de Investigaciones de Quintana Roo.

El 10 de enero del año 2000, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Norma Oficial Mexicana NOM-131-ECOL-1998; la cual establece los lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas, relativas a su protección y a la conservación de su hábitat (Apéndice 4).

El 6 de marzo de 2002 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la NOM-059-ECOL-2001, que aboga la norma NOM-059-ECOL-1994, para incluir a todas las especies de mamíferos marinos presentes en México.

El 24 de mayo de 2002, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, presentó en el Diario Oficial de la Federación, el “acuerdo por el que se establece como área de refugio

para proteger a las especies de grandes ballenas de los subórdenes *Mysticeti* y *Odontoceti*, las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción” (Apéndice 5). Se consideran 21 especies de grandes cetáceos (mayores a 4 metros) identificadas en las costas de México: *Peponocephala electra*, *Feresa attenuata*, *Pseudorca crassidens*, *Orcinus orca*, *Globicephala macrorhynchus*, *Berardius bairdii*, *Ziphius cavirostris*, *Mesoplodon europaeus*, *Mesoplodon ginkgodens*, *Mesoplodon peruvianus*, *Kogia breviceps*, *Kogia simus*, *Physeter macrocephalus*, *Eubalaena glacialis*, *Eschrichtius robustus*, ***Megaptera novaeangliae***, *Balaenoptera musculus*, *Balaenoptera physalus*, *Balaenoptera borealis*, *Balaenoptera edeni* y *Balaenoptera acutorostrata*. Dado que México se ubica entre los países costeros más grandes del mundo, con cerca de 10 760 kilómetros de línea de costa, de los cuales 7 939 corresponden al litoral e islas del Océano Pacífico y 2 821 al litoral e islas del Golfo de México y Mar Caribe, y que a partir de 1967 con el establecimiento de su Zona Económica Exclusiva de 200 millas náuticas desde la costa, lo que da un total de 2 800 000 Km², equivalente a más del doble de su porción terrestre (Anónimo, 1976), podemos considerar a las aguas de nuestro país, como la mayor área de refugio para la protección de cetáceos en el mundo.

El 25 de febrero de 2004 se aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-135-SEMARNAT-2004, que establece los lineamientos para la regulación de la captura para investigación, transporte, exhibición, manejo y manutención de mamíferos marinos en cautiverio.

Es importante mencionar los siguientes Artículos:

- Artículo 60 Bis de la ley General de Vida Silvestre, que dice: “Ningún ejemplar de mamífero marino, cualquiera que sea la especie, podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, ya sea de subsistencia o comercial, con excepción de la captura que tenga por objeto la investigación científica y la educación de instituciones acreditadas” (las especificaciones para la realización de actividades de colecta de material biológico, de especies de flora y fauna silvestre y otros recursos biológicos en el territorio nacional, se encuentran en la NOM-126-ECOL-2001).
- Artículo 3, Fracción V de la Ley de Pesca, que establece los métodos necesarios para la protección de los mamíferos marinos.
- Artículo 254 Bis del Código Penal Mexicano, que prohíbe cualquier tipo de daño en contra de cualquier especie de mamífero marino.

CONSERVACIÓN DE LA BALLENA JROBADA A NIVEL MUNDIAL

La Comisión Ballenera Internacional (CBI), aplicó por decreto, una moratoria indefinida sobre el comercio de ballena jorobada para todo el Atlántico Norte en 1955, para el hemisferio Sur en 1956 y para el Pacífico Norte en 1965 (Johnson y Wolman, 1984; PNUMA, 1993). De igual forma, la ballena jorobada se encuentra incluida en el apéndice I del CITES, bajo la categoría de Especie Vulnerable.

La ballena jorobada se encuentra protegida en aguas de los Estados Unidos de Norteamérica y sus territorios por los siguientes decretos del Congreso:

- La “Marine Mammal Protection Act” (MMPA) de 1972, bajo la cual es ilegal el hostigamiento, maltrato, captura y muerte de animales de esta especie, con excepción de la investigación científica o para la subsistencia de grupos nativos de ese país. También hace ilegal la importación de mamíferos marinos, sus partes o productos elaborados con estas especies.
- La “Endangered Species Act” (ESA) de 1973, la cual duplica algunas regulaciones contenidas en la MMPA, y que además provee la protección del hábitat de los mamíferos marinos en los territorios de Estados Unidos de Norteamérica, en donde se incluye a la ballena jorobada bajo la categoría de especie en peligro.
- La “Magnuson Fishing Conservation and Management Act” (MFCMA) de 1976, que extiende el control de los mamíferos marinos en territorio de los Estados Unidos de Norteamérica, al incluir las 200 millas de la zona de pesca de conservación (Johnson y Wolman, 1984).
- El Recovery Plan for the Humpback Whale de la NMFS (National Marine Fisheries Service) y la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) de 1991; que establece una serie de propósitos y acciones para mantener y mejorar el hábitat de la ballena jorobada. Dentro de sus propósitos, el Plan busca identificar y reducir las causas de muerte, maltrato y perturbación hacia las ballenas por parte de los humanos; elaborar investigaciones para evaluar el progreso de las acciones de recuperación e implementar el Plan de Recuperación, bajo un continuo mejoramiento en la coordinación de su administración. Las principales acciones de este Plan son las siguientes: (1) “Acción biológica”, permitir el crecimiento y mantener poblaciones lo suficientemente grandes que tengan la posibilidad de adaptarse a distintos eventos como pueden ser los cambios en las condiciones oceanográficas, cambios epizooticos, catástrofes ambientales antropogénicas o endogamia. (2) “Acción numérica”, cuya finalidad es ayudar a las poblaciones de ballena jorobada a su crecimiento y recuperación, en por lo menos un 60% de su población original, en áreas de los Estados Unidos de Norteamérica, donde se distribuían históricamente y (3) “Acción política”, que busca la posibilidad de cambiar la clasificación de *stocks* específicos de ballena jorobada, de la categoría “en peligro” a la categoría “amenazada”, o de removerla de la lista de especies protegidas.

INTERACCIÓN CON EMBARCACIONES Y FACTORES DE PERTURBACIÓN

Ante la presencia de embarcaciones, la conducta de los cetáceos puede variar considerablemente, dependiendo de la especie y la población, incluso de la edad y el sexo o la actividad que estén realizando (Hoyt, 1995). De cualquier manera, las diversas respuestas de las ballenas en presencia de embarcaciones, pueden ser observadas, registradas y analizadas para intentar conocer el grado de afectación producto de estos encuentros. Un estudio realizado por Beach y Weinrich (1989), con diversos cetáceos que se distribuyen en aguas de Nueva Inglaterra, sugiere que la mayoría de estas especies toleran diversas actividades humanas entre las que destacan el turismo de observación de ballenas y otras como la pesca comercial y recreativa así como el paso de embarcaciones comerciales y

turísticas. Aunque otros autores afirman que son diversos los factores que afectan a las especies de mamíferos marinos y en particular a las ballenas jorobadas.

Si bien existe una falta de conocimiento de lo que constituye con certeza una conducta normal en los rorcuales jorobados, es posible obtener estimaciones del impacto causado por diversos factores tanto naturales como humanos, realizando observaciones de los movimientos, conductas sociales, tasas ventilatorias y velocidades de nado, durante largos periodos y bajo distintas circunstancias (Bauer, 1997). En este sentido, en muchos países se han venido realizando investigaciones con diferentes especies de mamíferos marinos, enfocadas a diversos atributos conductuales y a los cambios que presentan debido al turismo creciente, al tránsito de embarcaciones y a otras actividades humanas que también pueden ser causantes de perturbaciones de tipo diverso. Los cambios en las zonas de distribución y residencia; en los patrones de buceo y en la velocidad de nado; en la orientación de la navegación; en la unión de grupos y en la sincronía en el buceo, pueden ser causados por estas actividades (Reeves, 1992; Richardson *et al.*, 1995).

Baker y Herman (1989), observaron desplazamiento por parte de las ballenas jorobadas del Pacífico Norte de ciertas zonas con perturbación antropogénica, aunque no determinaron el factor causal. Ellos categorizaron los acercamientos de las embarcaciones hacia las ballenas jorobadas en tres tipos: **molesto**, que es el acercamiento rápido, rodeando a las agrupaciones, con cambios abruptos en la velocidad y en la dirección; **discreto**, que es el tipo de acercamiento en el que se sigue a las ballenas a una velocidad lenta y con pocos cambios de dirección y por último, el acercamiento de **paso**, en donde la embarcación simplemente pasa cerca de la ballena. Los autores registraron que los tiempos de buceo y las conductas de superficie cambian con los acercamientos molestos, registrándose mayores tiempos de buceo y disminución en los intervalos entre soplos. Se ha observado que la presencia de embarcaciones en zonas de poco tránsito, tiene una menor influencia en el cambio conductual de esta especie, con respecto a los cambios en los factores ambientales o de composición de los grupos o manadas (Frankel *et al.*, 1995).

Debido a sus hábitos costeros durante su ciclo anual y al creciente turismo en muchas de sus áreas de alimentación y reproducción, el constante tránsito de embarcaciones es el principal factor que altera el comportamiento de las ballenas jorobadas. En las costas de Hawai y de Alaska, se han reportado cambios en la distribución y en el número de ballenas jorobadas identificadas, debido al incremento de las actividades humanas en su hábitat (Baker *et al.*, 1982). Del mismo modo en la Bahía Hervey en Queensland, que es un paso migratorio para la ballena jorobada, se han observado cambios conductuales ante la presencia de embarcaciones turísticas; cuando estas se encuentran a una distancia menor a los 300 m, tanto las agrupaciones con cría como sin ella, muestran una mayor disposición a bucear que a realizar cualquier otra actividad, encontrando diferencias sustanciales entre los comportamientos exhibidos en ausencia de embarcaciones cercanas, estos cambios registrados a corto plazo, se piensa pueden incluso modificar el curso migratorio (Corkeron, 1995). Durante la migración invernal de las ballenas jorobadas de la Bahía Glacier, al sureste de Alaska, se ha observado que se presentan reacciones a corto plazo, causadas por la presencia y la aproximación de las embarcaciones; decremento en los intervalos de respiración, incremento en los tiempos de buceo, en las velocidades de nado y en los movimientos para alejarse de las embarcaciones, son las principales reacciones observadas, aunque no se presentan cambios significativos en la composición de las agrupaciones (Hoyt, 1995).

Las canciones que los machos de ballena jorobada despliegan en las áreas invernales, pueden ser importantes en la estrategia reproductiva de esta especie (Jacobsen y Cerchio, 2002), sin embargo éstas también se ven afectadas a causa del ruido producido por los motores de los botes; dando como resultado modificaciones en la continuidad y el orden en el ritmo de la canción, e incluso pueden suspender la canción de manera abrupta, lo cual puede ser un indicador de perturbación en los cantores (Fletcher, 1971). El tamaño de la embarcación parece ser de importancia, ya que a mayor tamaño, mayor es la afectación (Norris, 1994). Las conductas y vocalizaciones de otras especies de ballenas, como la ballena franca del norte (*Balaena mysticetus*), también se ven modificados, ya que generalmente, ante la presencia de embarcaciones las ballenas modifican su conducta y detienen sus vocalizaciones (McDonald y Moore, 2002). Los cambios súbitos en los niveles de ruido producidos por las embarcaciones al parecer están correlacionados con el tiempo que las ballenas gastan en la superficie (Richardson, *et al.*, 1995), aunado a esto, el aumento en el tránsito de embarcaciones y la disminución de presas parecen ser factores de importancia para el abandono de zonas perturbadas (Baker y Herman, 1989; Evans, 1996).

En otras especies de mamíferos marinos también se registran perturbaciones como resultado de las actividades humanas. En la población de ballena gris (*Eschrichtius robustus*) de la Bahía Magdalena, BCS, México, se ha encontrado cambios tanto en el comportamiento como en las frecuencias respiratorias de las ballenas, producto del acercamiento de embarcaciones turísticas (Martínez, *et al.*, 2002). Si bien la ballena gris es muy conocida por sus características conductas “amistosas” y curiosas con las embarcaciones, en un estudio reciente realizado por Zamora Vilchis (2002), en Laguna San Ignacio, se reporta una relación inversa entre el total de conductas y los cambios en la cantidad de embarcaciones turísticas que transitan en la zona. Esta autora observó que el aumento en el número de embarcaciones provoca una disminución en las conductas de superficie de esta especie. Además de que la presencia de embarcaciones afecta de distinto modo a las diferentes agrupaciones que presenta esta especie en las áreas de reproducción en el Pacífico mexicano; las hembras con cría muestran conductas evasivas con un aumento en el tiempo de apnea, en cambio las ballenas solitarias no muestran cambios significativos en la duración de las apneas, sin embargo en estas ballenas se puede observar un patrón de buceo diferente que en condiciones normales. En presencia de embarcaciones se observan secuencias de apneas cortas alternadas con apneas largas que se repiten al parecer con regularidad.

Las actividades que se desarrollan en la explotación petrolera y el ruido que estas generan, también modifican el comportamiento en diversas especies de cetáceos, como es el caso de la ballena franca del norte (*Balaena mysticetus*). En el mar de Beaufort, Canadá, las ballenas de esta especie muestran reacciones a causa de la aproximación de naves aéreas cuando estas vuelan a menos de 305 m de altura sobre el nivel del mar y cuando se acercan embarcaciones entre los 2 a 4 Km de distancia, los ciclos de buceo se acortan y las ballenas se alejan incrementando su velocidad de nado. Aunque se han observado algunos animales navegando a corta distancia de barcos de perforación (Richardson *et al.*, 1985). Sin embargo el ruido producido por las dragas y taladros puede provocar una disminución en el número de llamados entre ballenas, el cese de la conducta de alimentación y cambios en el ciclo normal de respiración y de buceo, aunque la sensibilidad de respuesta varía de una ballena a otra y a distancias que van desde los 3 hasta los 11 Km (Richardson *et al.*, 1990).

Jahoda *et al.*, (2003), realizaron un estudio con 25 ballenas de aleta (*Balaenoptera physalus*), de las cuales se obtuvieron registros de forma individual, en áreas de alimentación del mar de Liguria, para describir y medir el grado de respuesta a corto plazo de la aproximación de embarcaciones inflables en movimiento rápido y de la colecta de biopsias. El estudio se realizó con una técnica basada en la determinación simultánea de la posición de observación de la embarcación, la distancia entre el animal observado y la embarcación (medida con láser) y el rumbo del animal con respecto a la embarcación. El rastreo se combinó con el cronometraje del intervalo de emersión. Estos investigadores observaron dos modelos de natación-emersión diferentes al parecer relacionados a las conductas de alimentación y navegación; cuando las ballenas se encontraban alimentándose, reaccionaron ante la perturbación cambiando su conducta a navegación. También presentaron dos estrategias simultáneas de evasión, la primera de ellas fue el aumento en la velocidad de navegación y la segunda la reducción en el tiempo de emersión. Después de la perturbación, las ballenas no regresaron al ritmo de emersión y navegación anterior a la perturbación por cerca de una hora y la conducta de alimentación parece suspenderse indefinidamente, lo cual podría suceder de igual manera con otras especies de cetáceos ante el mismo tipo de perturbación.

En especies de menor tamaño también se observan modificaciones en el comportamiento, producto del tránsito de embarcaciones. En las belugas (*Delphinapterus leucas*) de Canadá, se observan cambios en el comportamiento vocal, ante los altos niveles de ruido producidos por las embarcaciones a motor se presenta una reducción progresiva en la frecuencia de los llamados entre individuos y un incremento en la emisión de llamados con tonos erróneos. Cuando las embarcaciones se encuentran a una distancia menor a 1 Km se incrementa la repetición de llamados específicos y se presentan cambios en la banda de frecuencia utilizada por los animales para vocalizaciones, desde una frecuencia de 3.6 KHz antes de la exposición al ruido hasta frecuencias de 5.2 – 8.8 KHz cuando las embarcaciones se encuentran cerca de las ballenas (Stewart *et al.*, 1982; Lesage *et al.*, 1999). La perturbación en esta especie parece ser de las más severas entre los cetáceos, con cambios drásticos en su actividad, evitando incluso los barcos rompehielos desde una distancia de 50 Km (Findlay, 1997).

Debemos tener en cuenta que no sólo es la constante presencia de embarcaciones y el ruido que estas generan las únicas causas que afectan la distribución y el comportamiento de las diversas especies de mamíferos marinos; otro tipo de daño que también es producto de las embarcaciones es la contaminación con desechos sólidos y líquidos que se arrojan directamente al mar, así como el derrame de petróleo y algunos de sus derivados los cuales empobrecen la calidad del agua, dando como resultado el abandono de las zonas afectadas y en casos más graves la intoxicación y muerte de plantas y animales (Geraci y St. Aubin, 1980; Capuzzo, 1987; Gordon y Moscrop, 1996). Por otro lado, la competencia con el hombre por el mismo tipo de presa y la disminución del alimento a causa de la sobreexplotación de los recursos, es otro factor de principal importancia.

EL TURISMO DE OBSERVACIÓN DE BALLENAS EN BAHÍA DE BANDERAS

La observación turística de ballenas es una industria comercial relativamente nueva que genera importantes beneficios educativos, recreativos, ambientales, científicos y económicos; en la actualidad esta industria genera al año ganancias por cerca de un billón

de dólares y atrae a más de 9 millones de turistas en 87 países y sus territorios. En el año de 1991 la observación turística de ballenas únicamente se realizaba en 31 países y sus territorios marítimos y el número de visitantes era menor a los 4 millones. Para el año de 1994 la cifra aumentó a 4.5 millones de visitantes y las ganancias registradas fueron de 504 millones de dólares. En 1998 llegó a los 9 millones de turistas en todo el mundo y las ganancias registradas fueron de 1049 millones de dólares. Para el año de 2001 esta industria se realizaba en cerca de 492 comunidades alrededor del mundo, cerca de 200 comunidades más que en 1994. La industria de turismo de observación no sólo se dedica a los grandes cetáceos, sino también a otras especies de mamíferos marinos de menor tamaño, que en conjunto suman cerca de 87 especies (Hoyt, 2001). Actualmente esta actividad ha generado una gran cantidad de empleos y beneficios cruciales para las comunidades que la practican (Apéndice 3).

La diversidad de mamíferos marinos en costas mexicanas y los hábitos reproductivos de muchas especies que se congregan en bahías y lagunas, proporcionan a nuestro país la posibilidad de llevar a cabo prácticas ecoturísticas, mismas que se vienen realizando desde hace algunos años, principalmente con ballena gris y ballena jorobada (Ávila y Saad, 1998).

En 1991 el total de turistas que visitaron alguna playa mexicana para observar mamíferos marinos fue cercano a los 2 000 y las ganancias generadas fueron de más de 3 millones de dólares; para 1994 el turismo había aumentado a más de 12 000 personas y las ganancias a cerca de 15 millones de dólares y para 1998 el número de visitantes llegó a la cantidad de 108 206 visitantes y las ganancias a 41 638 millones de dólares. Cerca de 14 comunidades en distintas playas del país se dedican y dependen de esta actividad (Hoyt, 2001). En el Cuadro 1 se muestra en valores estimados el perfil potencial de la oferta y la demanda del servicio turístico para observar ballenas para el año de 1998, en los distintos sitios de México en donde se lleva a cabo esta actividad; se destacan las cifras de Bahía de Banderas, ya que este destino turístico por sí sólo atrajo en ese año al 66.5% del total de visitantes interesados en observar cetáceos y generó el 81.3% del total de ganancias producto de esta actividad.

Aunque la observación turística de las ballenas jorobadas ofrece un uso no letal de este recurso, es probablemente en la actualidad, la actividad que más afecta a esta especie, ya que al distribirse generalmente cerca de la costa (a menos de 10 Km) y al presentarse con regularidad durante cada estación del año en sus áreas de alimentación y reproducción, hacen de este cetáceo uno de los más atractivos para estas prácticas (Urbán *et al.*, 2000). En los últimos años, en Bahía de Banderas, Nayarit, las actividades turísticas y de observación de ballenas han tenido un crecimiento desmedido, fácilmente apreciable por el gran número de embarcaciones que realizan estas actividades (Hernández Ventura, 1997). Entre 1970 y 1980, los turistas eran prácticamente en su totalidad estadounidenses y canadienses. Es apenas en años recientes cuando han comenzado a llegar turistas nacionales, en su mayoría de las ciudades de México, Guadalajara y poblaciones cercanas a Puerto Vallarta, con la finalidad de observar ballenas. Ahora también se puede observar un gran número de turistas japoneses y europeos. En el Diario Oficial de la Federación con fecha 02/26/2003, se publicó la fecha establecida para la temporada oficial de observación turística de ballena jorobada en la Bahía de Banderas y que comprende del 15 de diciembre al 30 de marzo.

Cuadro 1. Principales regiones de México donde se desarrolla la actividad turística de observación de cetáceos y perfil potencial de la oferta y la demanda de esta actividad en valores estimados, modificado de Hoyt (2001).

Lugar	Número Operadores	Número Embarcaciones	Número Visitantes	Precio Unitario USD (ext./nac.)	Ganancias directas USD (millones)	Ganancias Totales USD (millones)
Ensenada	5	9	9 338	\$15.98	\$0.149	\$0.522
Laguna Ojo de Liebre	4	13	12 335	25/15	0.222	1.703
Laguna San Ignacio (botes)	4	23	4 189	20/15.98	0.078	0.598
Laguna San Ignacio (campamentos)	4	-	1 000+	100.00	0.100	1.300
Bahía Magdalena	-	-	2 914	20.00	0.058	0.445
Estero La Soledad	-	-	5 430	20.00	0.109	0.836
Botes de gran alcance	6	9	1 000	280.00	0.280	3.100
Mar de Cortés/Golfo de California	-	docenas	cientos	-	mínimo	mínimo
Bahía de Banderas	15	35+	72 000	60.00	4.320	33.134
Yucatán	1	1	mínimo	-	mínimo	mínimo
Total	39+	114+	108,206+	\$15-280	\$5.316	\$41.638

Para la temporada 2002-2003 se presentó un aviso en el Diario Oficial de la Federación con fecha de 13/12/2002, con la finalidad de informar acerca de las zonas restringidas para la observación de ballenas a partir de la publicación del mismo. Se limita esta actividad en un área comprendida dentro de un radio de 1.5 Km de distancia alrededor del Archipiélago de las Islas Marietas y en la franja costera de Nayarit, ubicada desde Punta Mita hasta el Río Ameca a un kilómetro de distancia de la línea más alta de marea. Para Nayarit no se establece una capacidad de carga, mientras que para Jalisco se considera la siguiente capacidad de carga por tipo de embarcación para la zona sujeta a control: 15 embarcaciones mayores y 20 embarcaciones menores.

Cuadro 2. Permisos otorgados a embarcaciones para la observación turística de ballena jorobada en Bahía de Banderas en los años 2000 a 2005 (Información de la Dirección General de Vida Silvestre. Biblioteca SEMARNAT. Área de trámites y permisos).

Temporada	JALISCO	NAYARIT	TOTAL
2000	50	22	72
2001	42	28	70
2002	48	36	84
2003	48	36	84
2004	26	26	52
2005	26	67	93

El número de permisos para la observación turística de ballena jorobada en Bahía de Banderas otorgados a las distintas empresas y prestadores de servicio de Nayarit y Jalisco ha variado año con año como puede verse en el Cuadro 2, en Jalisco ha disminuido mientras que en Nayarit continúa aumentando lo que a su vez a generado un aumento global de embarcaciones dedicadas a esta actividad. Existe además un gran número de embarcaciones de turismo que ofrecen otro tipo de actividades pero que ocasionalmente pueden realizar observación y seguimiento de alguna agrupación de ballena jorobada.

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El arribo de las ballenas jorobadas a la Bahía de Banderas durante la temporada invernal, atrae a miles de visitantes de todo el mundo cada año, permitiendo el desarrollo de diversas actividades económicas y generando empleos. Sin embargo, esto también ha provocado un desmedido crecimiento poblacional, la sobreexplotación de los recursos naturales de la bahía y una rápida degradación del ambiente además de diversos procesos de transformación social. En la Bahía de Jaltemba existe un desarrollo turístico regional que también ha afectado considerablemente las aguas adyacentes. En toda la región, la pesca artesanal e industrial es todavía una actividad importante para los pobladores locales. La Bahía de Banderas es una bahía cerrada y de gran tamaño, con tránsito marítimo constante asociado a diversas actividades turísticas y de pesca. La Bahía de Jaltemba, en cambio, es una bahía abierta, mucho más pequeña, con menos tránsito de embarcaciones y menos turismo. Las ballenas jorobadas de ambas bahías pertenecen a la misma población y pueden cambiar constantemente de una zona a otra. La Bahía de Banderas es una zona regular de agregación de ballenas jorobadas en donde realizan actividades de apareamiento y crianza. En la Bahía de Jaltemba, la ocurrencia de ballenas jorobadas es ocasional y en general de tránsito.

Los estudios que abordan el problema del desarrollo de las actividades humanas en la bahía y su afectación en la población de ballena jorobada, son escasos y recientes (Hernández Ventura, 1997; Ávila Foucalt, 1998; Ávila y Saad; 1998; Ruíz Rodríguez, 2004). En virtud del número elevado de variables involucradas, se desconoce con precisión cuáles son los efectos en la conducta y hábitos sobre esta especie a corto plazo durante los últimos años a causa del aumento constante en el número de embarcaciones, la intensificación del tránsito marítimo y el crecimiento de diversas actividades turísticas. Menos se conoce sobre efectos en la distribución, abundancia, interacción con otras especies y/o reproducción de estos animales aunque hay indicios de afectaciones graves (p.ej. Salazar Bernal, 2005).

La ballena jorobada es una especie ideal para el ecoturismo ballenero, debido a que presenta varias ventajas para su observación; se distribuye cerca de la costa lo que significa una baja inversión en tiempo y combustible para los prestadores de servicio. La temporada de estancia en las zonas veraniega e invernal se encuentra claramente delimitada, lo cual asegura a los turistas algún avistamiento de esta especie. El navegar de la ballena jorobada es lento permitiendo un seguimiento más duradero y a baja velocidad. Más importante, esta especie es mucho más activa en superficie que otras especies de cetáceos haciéndola muy atractiva para el turismo.

Actualmente existe una norma para la observación de ballenas. La NOM-131-ECOL-1998, puntualiza una serie de artículos que deben respetarse para realizar esta actividad. En ella se incluye el ángulo y forma de acercamiento de las embarcaciones dependiendo de su tipo y tamaño, el número de embarcaciones permitidas para observar simultáneamente a una agrupación de ballenas, el tiempo máximo de observación por embarcación y la distancia de aproximación máxima. Continuamente se realizan reuniones entre las autoridades municipales y estatales con los representantes y prestadores de servicios de las cooperativas y compañías turísticas de la Bahía de Banderas, con la finalidad de discutir acerca de los diversos problemas que surgen de esta actividad, el incumplimiento de la normatividad y de las soluciones que pueden generarse.

Lamentablemente, la mayor parte de los prestadores de servicio y de las empresas turísticas conocen poco de la biología de la ballena jorobada, al igual que de otras especies que se distribuyen en la bahía; cotidianamente pueden observarse embarcaciones turísticas violando las reglas implementadas para la observación de estos organismos. Las embarcaciones generalmente se acercan a gran velocidad y en dirección no permitida a las distintas agrupaciones de ballenas, deteniéndose a muy poca distancia de los animales. El número de embarcaciones que se congregan para observar las agrupaciones de ballenas excede al número reglamentado y su tiempo de estancia con frecuencia es mayor al permitido. Es común también que prestadores de servicios turísticos realicen y oferten la observación de ballenas sin contar con autorización. Puede observarse una clara competencia entre los prestadores de servicio por acercarse a los animales y tener la mejor vista. El hostigamiento por esta conducta de los prestadores de servicios provoca cambios en la conducta y hábitos de las ballenas, lo que puede resultar perjudicial para su reproducción y eventualmente para la industria turística misma.

El presente trabajo busca en general conocer los efectos que las actividades humanas, principalmente el turismo de observación de ballenas, tienen en la distribución y en la conducta de las ballenas jorobadas dentro de la Bahía de Banderas. Se busca también describir el comportamiento de las embarcaciones turísticas con relación a las ballenas y con referencia a la Norma Oficial Mexicana 131-ECOL-1998. Este estudio se realizó en el invierno 1999-2000 cuando hubo un periodo inusual de abundancia relativamente alta de ballenas jorobadas en la Bahía de Jaltemba.

OBJETIVOS

- 1) Comparar los patrones estacionales de abundancia, agregación y hábitos de las ballenas jorobadas, definidos por las agrupaciones que forman, en las Bahías de Banderas y Jaltemba.
- 2) Comparar la intensidad y conducta de las embarcaciones de observación de ballenas de la Bahías de Banderas y Jaltemba con referencia a los términos de la NOM-131-ECOL-1998.
- 3) Determinar el efecto de las embarcaciones turísticas sobre la conducta, patrones de ventilación y hábitos de las ballenas jorobadas, en las Bahías de Banderas y Jaltemba en relación con las actividades de las ballenas.
- 4) Determinar el estado y potencialidades de diferentes términos y alternativas de capacidad de carga de embarcaciones dedicadas a la observación turística de ballenas en la Bahía de Banderas con referencia a la NOM-131-ECOL-1998.

ÁREA DE ESTUDIO

GEOLOGÍA

La Bahía de Banderas posiblemente fue formada por el cráter de un volcán antiguo, se considera la tercera bahía más extensa de la República Mexicana, con un área total de 987 Km² (Salinas y Bourillón, 1988; Tovilla, 1991). También es una de las bahías más profundas llegando a superar los 1400 m. Se ubica en los extremos norte de Jalisco y sur de Nayarit, a una latitud de 21° 27' a 20° 23' N y una longitud de 105° 54' a 105° 11' W. Está formada por una marcada internación de la costa comenzando desde Punta Mita, al norte y terminando en Cabo Corrientes al sur (Anónimo, 1976). Debido a sus dimensiones, se considera una bahía abierta, su entrada en dirección norte-sur es de 15.6 millas náuticas (mn) equivalente a 29 Km, con un máximo de 17 mn (31.5 Km) y en dirección este-oeste de 21 mn (38.9 Km).

En la porción norte de la entrada de la bahía, se localizan las Islas Marietas, formadas por dos pequeñas islas rocosas, tres islotes y un par de rocas de poca altura (Salinas y Bourillón, 1988). La isla más elevada con 59 m snm se encuentra al este y se conoce como Isla Redonda, que se ubica en la posición 20° 42' N y 105° 35' W; tiene una longitud máxima de 1 Km y un ancho de 600 m. Aproximadamente a 1 Km de distancia de Isla Redonda, en dirección oeste, se encuentra la Isla Larga que se ubica en la posición 20° 41' N y 105° 36' W. Tiene una altura de 43 m snm, longitud mayor a 1 Km y un ancho máximo de 700 m (Figura 3; Anónimo, 1976; Ladrón de Guevara Porras, 1995, 2001).

La Bahía de Jaltemba (o Bahía de Guayabitos) se ubica al norte de la Bahía de Banderas, entre los 21° 2' y 21° 22' N y los 105° 19' y 105° 15' W (De la Lanza, 1991). Esta es una bahía abierta que colinda al sur con Punta Raza y al norte con Punta El Custodio; presenta en la región sur dos islas pequeñas, la más grande conocida como Isla de Coral o Isla Jaltemba, está formada por la acumulación de corales del género *Pocillopora* y cuenta con una playa arenosa de apenas 100 m de longitud, la isla más pequeña es conocida como Isla del Cangrejo y es una formación rocosa. Las playas son de limo arcilloso y arena limosa.

La batimetría muestra que la porción sur de la plataforma continental del Pacífico Central mexicano, donde se localiza la Bahía de Banderas, es muy angosta y el talud se profundiza rápidamente, mientras que hacia el norte, en donde se encuentra la Bahía de Jaltemba, la plataforma se ensancha y el talud es suave. La topografía se comporta de manera bastante regular hasta la isobata de los 100 m mostrando cambios drásticos a partir de esta profundidad (PROCEAM I, 2004).

CLIMA

El clima de la región es cálido subhúmedo, con lluvias en verano. La temperatura media anual es mayor de 18 °C. Los promedios de temperatura superficial del agua registrados son de 23.6 °C durante el invierno, 26.6 °C durante la primavera, 28.5 °C durante el verano y de 26.8 °C durante el otoño (Salinas y Bourillón, 1988). Ocurren tormentas tropicales y huracanes en verano (De la Lanza, 1991).

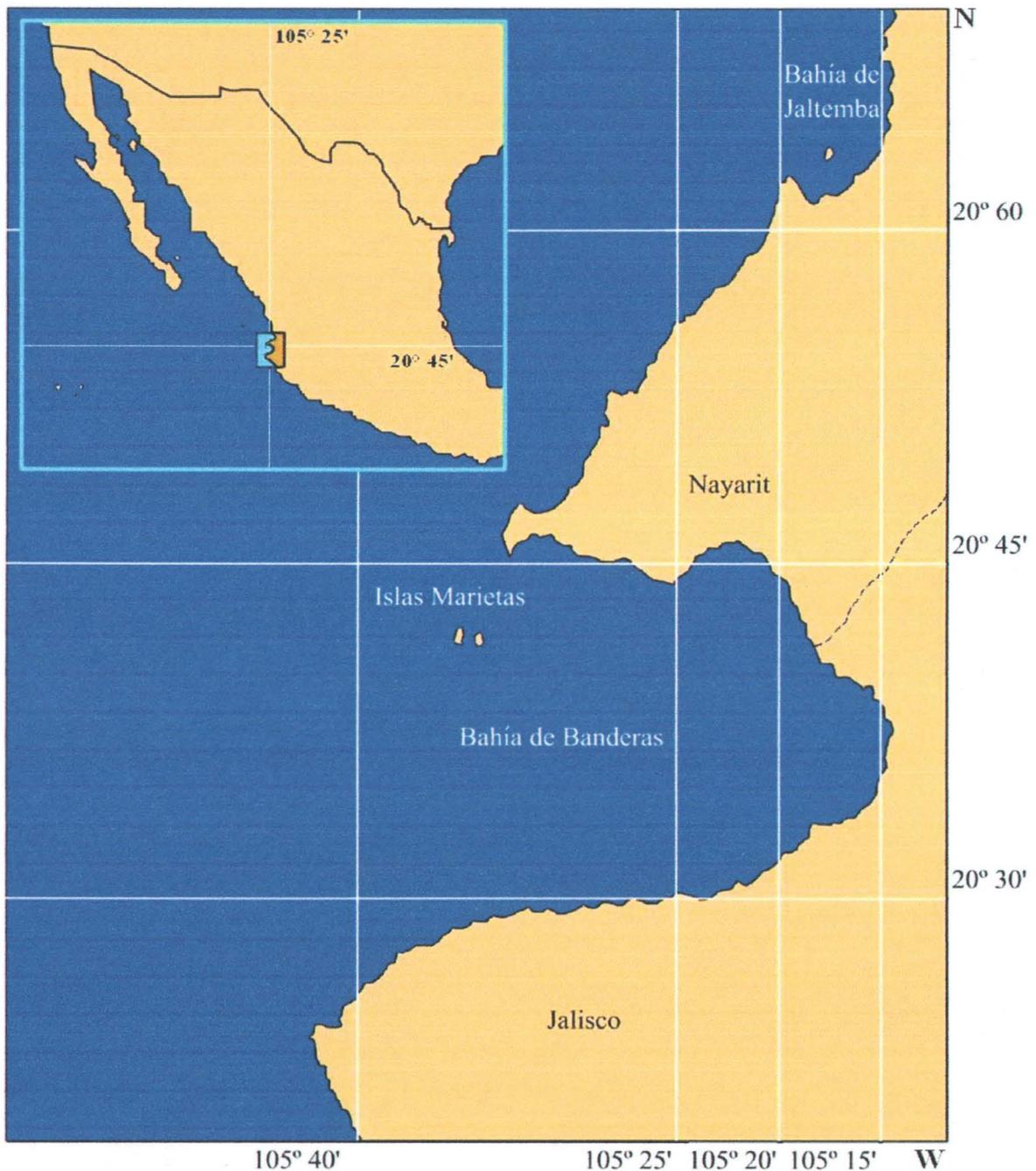


Figura 3. Zona de estudio. La línea punteada representa el límite estatal (Dibujo de Lenin Díaz, basado en diversas cartas geográficas).

OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA

Debido a que la plataforma continental es muy angosta y frente a ella convergen corrientes oceánicas con diferentes direcciones, en esta región encontramos la convergencia de organismos de regiones templadas y tropicales (De la Lanza, 1991).

Una gran diversidad de organismos marinos habita dentro de la Bahía de Banderas; moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, aves residentes, aves migratorias y

mamíferos marinos, entre otros, distribuidos en diferentes ambientes que incluyen formaciones arrecifales, acantilados, taludes, zonas intermareales y litorales con alta integridad ecológica. La Bahía de Banderas es también la región de mayor desarrollo de corales en el Pacífico central de México (Medina y Cupul, 2000). La concentración de sedimentos biogénicos es alta y similar para la Bahía de Jaltemba y la parte NNE de la Bahía de Banderas disminuyendo considerablemente en el resto de la bahía y hacia el sur. En la Bahía de Banderas los máximos niveles de clorofila y de oxígeno disuelto se encuentran en la superficie mientras que en la Bahía de Jaltemba aumentan con la profundidad. La Bahía de Jaltemba presenta una alta abundancia de organismos bentónicos. En toda la región se observa una tendencia de aumento gradual en la concentración de componentes biogénicos y de materia orgánica de Sur a Norte (PROCEAM I, 2004).

GEOGRAFÍA HUMANA

Las actividades económicas principales son el turismo y la pesca. La proporción en la cual éstas contribuyen a la economía ha cambiado con el tiempo. Las especies más importantes que se capturan son el huachinango, pargo, tiburón, cazón, sierra, mojarra, cabrilla, corvina, manta, ostión y pulpo. La pesca deportiva en aguas azules incluye el marlín, pez vela y dorado (Guevara, 1996). El desarrollo urbano y de otra infraestructura en la Bahía de Banderas incluye varios poblados como Yelapa, Mismaloya, Puerto Vallarta, Nuevo Vallarta, Bucerías, La Cruz de Huanacastle, Punta de Mita entre todos los cuales hay zonas de cultivo, un aeropuerto internacional, carreteras, muelles para grandes buques, atracaderos y marinas, hoteles, zonas de acampado y muchos tipos de locales comerciales que modifican las características físicas y biológicas de la región en tierra y en el mar (Anónimo, 1976; INEGI, 1997 y 2000). Toda esta infraestructura ha permitido el desarrollo de una gran variedad de actividades deportivas y recreativas y también ha impulsado el desarrollo económico de la zona generando empleos. Mucha de la población original antes del acelerado crecimiento turístico iniciado en los años 1970 fue desplazada hacia zonas más lejanas de la costa y del centro de los distintos poblados para dar lugar al establecimiento de la infraestructura turística. La gente nativa trabaja en el comercio, transporte o son empleados por hoteles y restaurantes manejados casi en su totalidad por empresas extranjeras, compitiendo con los pequeños hoteles familiares (Guevara, 1996; INEGI, 1997 y 2000; datos de campo).

La generación de empleos para la población local es así casi toda de servicios pero atrayente a profesionistas de otras regiones del país. Las viviendas del centro y alrededores de Puerto Vallarta así como en gran parte de Nuevo Vallarta, La Cruz de Huanacastle, Bucerías, Mismaloya y Punta de Mita son propiedad de estadounidenses y canadienses. Algunos mexicanos, en su mayoría de la Ciudad de México y de Guadalajara también son dueños de viviendas en estas zonas (Anónimo, 1976; INEGI, 1997). El crecimiento rápido de la población humana en la Bahía de Banderas por inmigración ha promovido el deterioro y daño a los ambientes terrestre y acuático, a partir de la modificación del entorno con muelles, embarcaciones y contaminación provocada por descargas de aguas residuales, aguas negras, agroquímicos, pesticidas y metales pesados. La sobreexplotación de recursos y recolección de especies exóticas, la introducción de especies en el mangle, selva y en las islas son otro problema adicional (Medina y Cupul, 2000).

La Bahía de Jaltemba es una región biológicamente mejor conservada, la modificación del entorno es menor que en Bahía de Banderas, con un número reducido de poblados pequeños, entre los que destacan: Rincón de Guayabitos, la Peñita de Jaltemba y Playa los

Ayala. En esta zona hubo un importante plan de desarrollo para el turismo internacional pero problemas diversos redujeron esta iniciativa al turismo regional (INEGI, 2000). Los hoteles y restaurantes que pueden encontrarse en la Bahía de Jaltemba, construidos y manejados por los pobladores, son mucho más accesibles comparados a los de Bahía de Banderas. Ahí concurren turistas extranjeros y nacionales de Guadalajara, Tépica y otras poblaciones cercanas que por lo común, sólo llegan los fines de semana (INEGI, 1998).

MÉTODOS

TRABAJO DE CAMPO

Se visitaron la Bahía de Banderas y la Bahía de Jaltemba para realizar observaciones de ballenas jorobadas de diciembre de 1999 a marzo de 2000. En la Bahía de Banderas se navegó en una embarcación turística menor, propiedad de la empresa Cielo Abierto, y en pangas de la sociedad cooperativa del Corral del Risco, con apoyo del colegio Oxford. En la Bahía de Jaltemba se navegó en una embarcación menor propiedad del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias, UNAM y con apoyo del Hotel Peñamar. Asimismo, se contó con la colaboración del Biól. Sherman Hernández, del Centro Regional de Investigación Pesquera de La Cruz de Huanacastle, Nayarit. Se trabajaron 49 días efectivos, de un total de 98 días en campo. Para la Bahía de Banderas, fueron 26 días de navegaciones y 3 de observaciones en tierra, de un total de 46 días en campo. Para la Bahía de Jaltemba, fueron 21 días efectivos de navegación y uno de observación desde sitios fijos, de un total de 52 días en campo.

En la Bahía de Banderas, la mayor parte del esfuerzo se centró en la zona ubicada entre Puerto Vallarta, las Islas Marietas y Punta Mita (Figura 4). En la Bahía de Jaltemba, el esfuerzo se distribuyó en una zona amplia dentro de la bahía y sus alrededores, desde Sayulita hasta un poco más al norte de Chacala (Figura 5). Se navegó un total de 101.2 horas en la Bahía de Banderas y 100.32 horas en la Bahía de Jaltemba. El tiempo efectivo de observación, que es la suma de los tiempos de registro dedicados a las ballenas, fue para la Bahía de Banderas de 38.08 horas y para la Bahía de Jaltemba de 33.34 horas, dando un total de 71.42 horas para las dos áreas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Esfuerzo de observación de ballenas jorobadas en la Bahía de Banderas y en la Bahía de Jaltemba.

	Bahía Banderas 1999	Bahía Banderas 2000	Bahía Jaltemba 2000	Total
Fecha inicial	Diciembre 15	Enero 24	Enero 24	-
Fecha final	Diciembre 18	Marzo 04	Marzo 15	-
Tiempo de navegación (h)	7.1	94.1	100.3	201.5
Distancia navegada (mn)*	114.9	1292.3	1241.5	2648.7
Tiempo obs. en tierra (h)	0.0	3.1	1.1	4.2
Tiempo obs. de ballenas (h)	4.8	34.0	33.3	71.4
Número de avistamientos	6	81	97	184

*mn: millas náuticas

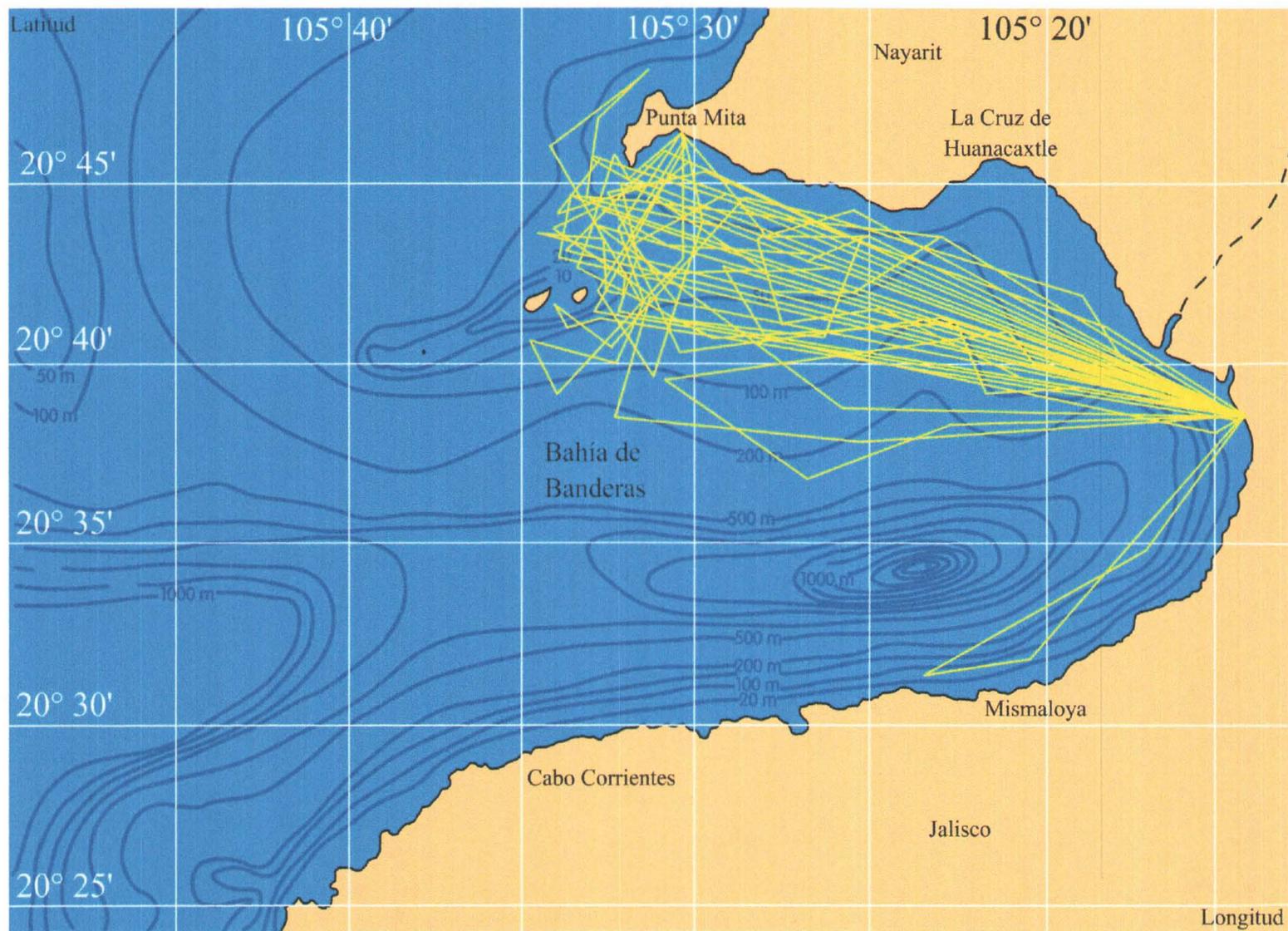


Figura 4. Navegaciones en Bahía de Banderas durante el invierno 1999-2000. Las isobatas se muestran en metros. La línea punteada representa el límite estatal. (Dibujo de Lenin Díaz, basado en diversas cartas geográficas).

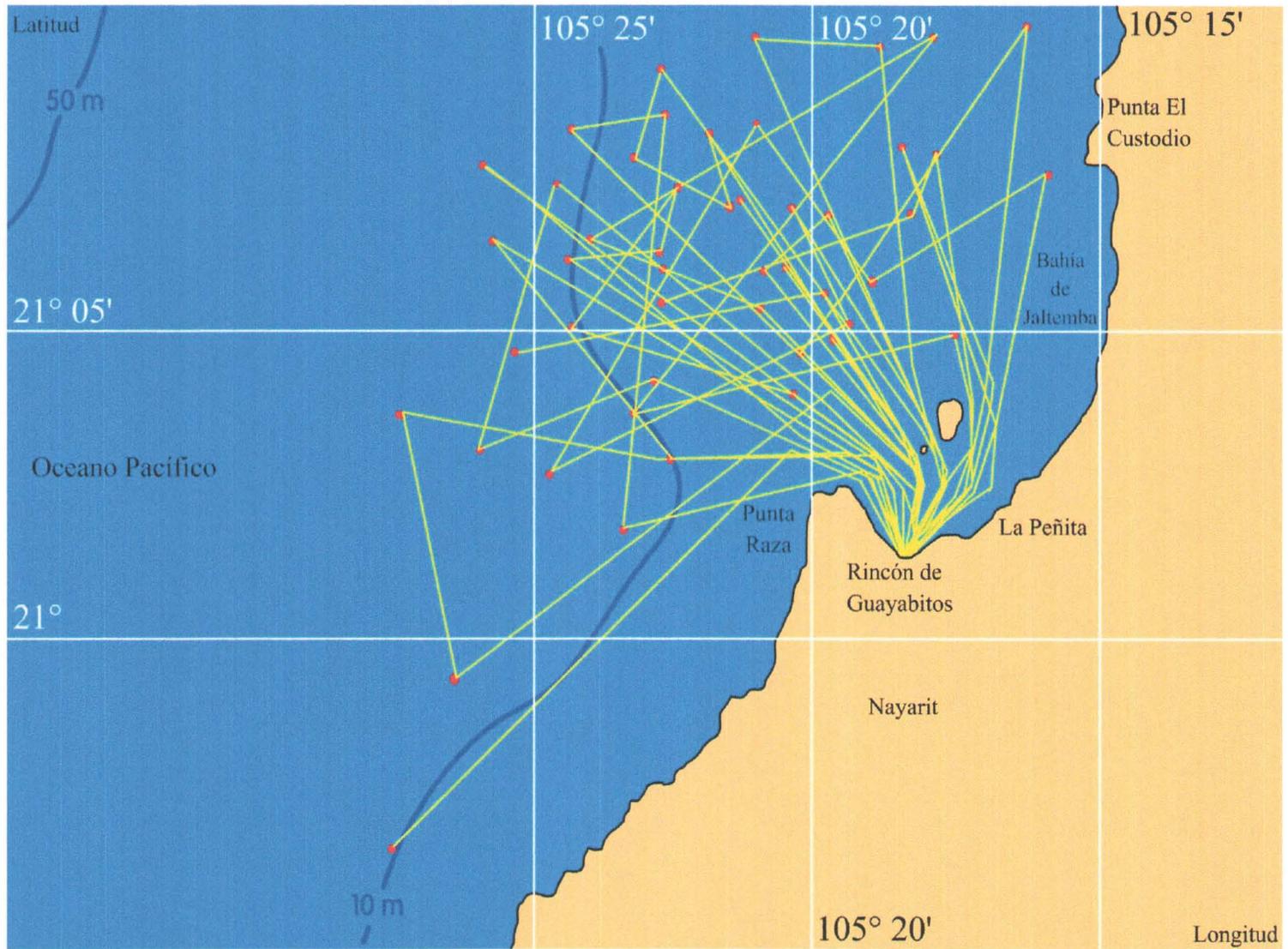


Figura 5. Navegaciones en Bahía de Jaltimba durante el invierno 1999-2000. Los puntos rojos representan avistamientos. Las isobatas se muestran en metros. (Dibujo de Lenin Díaz, basado en diversas cartas geográficas).

La distancia total navegada en la Bahía de Banderas fue de 1407.2 mn, mientras que para la Bahía de Jaltemba fue de 1241.5 mn, sumando un total de 2648.7 mn para las dos bahías. Asimismo, se realizaron 4.22 horas de observación desde sitios altos, como el faro de Punta de Mita, el faro del Peñón de Jaltemba y los suburbios altos de Puerto Vallarta.

En el mar, los datos se registraron en libretas y posteriormente en tierra se vaciaron a formas diseñadas *ad hoc*.

a) FORMA 1. REGISTRO GENERAL DE AVISTAMIENTOS.

Este formato contiene los datos generales de todos los avistamientos realizados en un mismo día, como son: fecha, hora, número de avistamiento, tipo de agrupación observada, localidad y posición del mismo, punto de observación (tierra o embarcación), condiciones atmosféricas: nubosidad, visibilidad, oleaje (Beaufort), temperatura superficial del mar y comentarios generales.

b) FORMA 4. REGISTRO DE TASAS VENTILATORIAS Y CONDUCTA.

En este formato se registran las conductas de superficie y eventos de ventilación ocurridos y el momento de su realización con resolución de segundos para animales individuales. Se utilizó un etograma de la ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae*, en superficie (Apéndice 1) elaborado por Medrano González y Vázquez Cuevas (1995) en el cual se sintetizan las conductas más habituales de la ballena jorobada en las áreas de reproducción del Pacífico mexicano. Las doce conductas que integran el etograma son:

Flote. La ballena pareciera estar en descanso, se observa inmóvil en la superficie (0).

Arqueo. Esta conducta es muy frecuente ya que se asocia a los eventos de respiración, el animal sale a la superficie mostrando la parte superior de la cabeza y el dorso (1).

Sondeo. Se relaciona a inmersiones largas, de manera similar al arqueo el animal muestra la parte superior de la cabeza y el dorso pero antes de sumergirse muestra la aleta caudal al aire y se sumerge por periodos generalmente más largos que después de un arqueo (2).

Nado lateral. La ballena muestra parte de su cuerpo, generalmente puede observarse una aleta pectoral y uno de los lóbulos de la aleta caudal mientras se impulsa hacia delante (3).

Golpe de aleta pectoral. La ballena permanece en la superficie, generalmente sin navegar, golpeando la superficie del agua con una o las dos aletas pectorales (4).

Asomo en nado. El animal saca la cabeza completamente del agua, con un impulso que aparentemente requiere de esfuerzo considerable (5).

Salto de un tercio. La ballena muestra la cabeza en emersión vertical o semivertical (6).

Salto de un medio. La ballena muestra la mitad del cuerpo en emersión vertical (7).

Coletazo dorsoventral. Se observa al animal en posición vertical con el cuerpo sumergido y la aleta caudal al aire con movimientos dorsoventrales que en ocasiones son violentos (8).

Coletazo lateral. Se observa nuevamente al animal en posición vertical con el cuerpo sumergido y la aleta caudal en el aire. En este caso, los movimientos de la aleta caudal son hacia los lados (9).

Salto de dos tercios. La ballena emerge repentinamente en posición vertical o semivertical y con las aletas pectorales pegadas al cuerpo, saliendo casi por completo del agua con excepción de la aleta caudal, el animal generalmente cae con las aletas extendidas y de costado o con la parte dorsal arrojando una gran cantidad de agua (10).

Salto completo. La ballena emerge repentinamente de manera vertical, por lo común después de un largo periodo de inmersión, mostrando completamente su cuerpo al aire y cayendo de manera similar que en el salto de dos tercios (11).

Se le asigna un número ordinal (del cero al once) a cada conducta de superficie en el orden mostrado en relación hipotética al gasto energético que requiere el animal para llevarlo a cabo. La conducta de flote, a la cual se le asignó el número cero, es la que aparentemente requiere el menor gasto energético y el salto completo, al cual se le asigna el número once, es el despliegue que parece requerir el mayor gasto energético en tanto que se impulsa la masa entera del animal a la altura de su centro de gravedad (ca. 8 m). La simbología utilizada en el etograma, se diseñó para registrar de manera rápida y eficiente lo observado en campo. Aquellas conductas que no están contempladas en el mismo y que en ocasiones llegaron a presentar algunos individuos, como variantes del etograma. Morete *et al.*, (2003) describen la conducta denominada “*veleo*” es común en el hemisferio sur. En esta conducta, la ballena tiene su cola en el aire manteniéndola inmóvil durante un tiempo que puede alcanzar algunos minutos. Esta conducta no se incluye en el presente trabajo ya que sólo se observó en dos ocasiones.

En el formato de tasas ventilatorias se incluyen los registros de los eventos de respiración (emersión con ventilación) y apnea (inmersión) que presentó cada animal durante la observación, indicando horas, minutos y segundos en que estas ocurrieron, así como la presencia o ausencia de embarcaciones, su número, tamaño y los tiempos de arribo y retirada de cada embarcación. Para estos registros se emplearon relojes digitales sincronizados, grabadoras de mano y diarios de campo, para posteriormente analizar y confirmar los datos obtenidos por cada miembro del equipo. Durante el tiempo de observación fue necesario identificar a cada animal por sus marcas naturales, para llevar un registro de sus conductas lo más preciso posible, principalmente en aquellos grupos formados por más de dos animales.

ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizan las siguientes abreviaturas: Bahía de Banderas (BB), Bahía de Jaltemba (BJ), Solitario (Solo), Hembra con cría (Hc), Hembra con cría y escolta (Hce), Pareja (Par) y Grupo de competencia (GC). Otras abreviaturas se pueden consultar en el Apéndice 2.

ABUNDANCIA RELATIVA DE AGRUPACIONES Y CLASES

La abundancia relativa (f_g) de cada agrupación se definió como la cantidad (n_g) de agrupaciones de un cierto tipo (g) avistadas en una zona durante un cierto periodo de navegación (Ttn), esto es:

$$f_g = n_g / Ttn \quad (1)$$

La ocurrencia de las diferentes agrupaciones se utilizó para determinar las siguientes clases de sexo y estado reproductivo (sr): 1) Machos juveniles o adultos, 2) Hembras juveniles o adultas no criando, 3) Hembras criando y 4) Crías recién nacidas. La abundancia de cada clase de sexo y estado reproductivo (f_{sr}) se obtiene a partir de los datos de la composición de sexos y la ocurrencia de agrupaciones:

$$f_{sr} = \sum f_g N_g Q_{srg} \quad (2)$$

donde g es el tipo de agrupación, f_g su abundancia, N_g su tamaño promedio en un cierto periodo y Q_{srg} es la fracción de individuos de la clase sr en g . Los valores de Q_{srg} se tomaron de Medrano-González *et al.* (2001).

ANÁLISIS DE CONDUCTA Y VENTILACIÓN

Los registros de conducta y ventilación se capturaron en archivos individuales en el editor del sistema *MS-DOS* para PC. Se hicieron listados de estos archivos para procesar los datos por tipo de agrupación y/o por área. Estos datos se procesaron con el programa *REG-TER3* desarrollado *ad hoc* por Medrano-González *et al.* (1995). Este programa proporciona información (individual y por las clases definidas en los enlistados), sobre el tiempo de registro, el número de eventos de superficie y de apneas, la riqueza y diversidad de conductas, un índice de actividad en superficie, el promedio y el error relativo de la duración de apnea, la duración máxima de apnea, la fracción de tiempo en apnea, la frecuencia y correlación entre conductas, la distribución de apneas y la variación en el promedio de apnea entre los datos i e $i-1$ (Va). El procesamiento realizado por *REG-TER3* está documentado por Villavicencio Llamosas (2000). Con estos resultados se generaron gráficos individuales en el programa *Sigma-Plot 5.0* y *8.0* para PC en los cuales se encuentran las series de eventos de superficie, de ventilación, presencia de embarcaciones, los promedios de duración de apnea (Dap), el error estándar del periodo entre emersiones (EE) y la curva de frecuencia acumulada complementaria de apneas (FAC_D) (Figura 10). Un registro se consideró analizable cuando $Va \leq 5\%$, esto es, cuando el promedio de apnea es estable y no varía más del 5 % entre datos sucesivos.

EFICIENCIA Y CAPACIDAD DE OBSERVACIÓN

La eficiencia de observación (Eo) es la proporción de tiempo de apneas analizables (Ta) con respecto al tiempo real de observación (Tro), esto es:

$$Eo = Ta/Tro \quad (3)$$

La capacidad de observación simultánea (Co) es la habilidad para realizar más de un registro por unidad de tiempo y se obtiene dividiendo el tiempo total de observación (Tto) por el tiempo real de observación (Tro), esto es:

$$Co = Tto/Tro \quad (4)$$

DISTRIBUCIÓN Y RIQUEZA DE CONDUCTAS

La frecuencia relativa de cada conducta (c) es el número de veces en que se presenta c (n_c) con respecto al total de eventos de conducta registrados (ntc), esto es:

$$f_c = n_c / ntc \quad (5)$$

La riqueza de conductas se define como la cantidad de conductas diferentes registradas en un registro o conjunto de registros (k). Dada una distribución de frecuencias de k conductas, la riqueza efectiva (re) es el número equivalente de conductas todas con la misma frecuencia relativa, esto es:

$$re = \frac{1}{\sum_{c=0}^k f_c^2} \quad (6)$$

La diversidad de conductas se calculó como la probabilidad de que al tomar dos conductas al azar, éstas sean diferentes, esto es:

$$h = 1 - \sum_{c=0}^k f_c^2 \quad (7)$$

Por definición, se cumple:

$$\sum_{c=0}^k f_c = 1 \quad (8)$$

DISTRIBUCIÓN DE LA DURACIÓN DE APNEA

La frecuencia de apneas de duración D (f_{aD}) es el número de apneas de duración D (na_D) entre el número total de apneas registradas (nta), esto es:

$$f_{aD} = na_D / nta \quad (9)$$

La frecuencia acumulada complementaria de los tiempos de apnea (FAC_D) se calcula entonces a partir de ordenar en forma creciente las f_{aD} como sigue:

$$FAC_D = 1 - \sum_{D_{mín}}^{D_{máx}} f_{aD} \quad (10)$$

donde $D_{mín}$ y $D_{máx}$ son las apneas mínima y máxima respectivamente y en donde debe cumplirse:

$$\sum_{D_{mín}}^{D_{máx}} f_{aD} = 1 \quad (11)$$

La distribución de la duración de apneas que se obtiene al graficar D vs FAC_D , es como una curva de sobrevivencia en la que se observa la fracción de apneas con una duración mayor o igual a D .

ANÁLISIS DE CÚMULOS

Las clases de sexo y estado reproductivo por zona de estudio se clasificaron de acuerdo a la composición global de conductas. Para ponderar por igual a las diferentes conductas independientemente de su ocurrencia, sus frecuencias se normalizaron por el promedio y la varianza entre las clases a clasificar como sigue:

$$f_c^n = \frac{f_c - \bar{f}_c}{\sigma_c} \quad (12)$$

donde f_c^n es la frecuencia normalizada, f_c es la frecuencia definida en la ecuación (5), f_{pc} y σ_c son respectivamente el promedio y la desviación estándar de f_c entre las clases a clasificar. Con las frecuencias normalizadas de las conductas por clase, entre cada par de clases a y b se determinó la distancia euclidiana (Crisci y López, 1993) como:

$$d_{ab} = \sqrt{\sum_{c=1}^k (f_{ca}^n - f_{cb}^n)^2} \quad (13)$$

en donde k es la riqueza de conductas combinadas de las clases a y b . La matriz de distancias se hizo con el programa *Euclides* desarrollado por Luis Medrano González y ésta se resolvió en un dendrograma con el programa MVSP versión 2.1 (Kovach, 1993) en el cual se utilizó el algoritmo de ligamento promedio ponderado (WPGMA).

ABUNDANCIA, AGREGACIÓN, COMPETENCIA Y ACTIVIDAD TURÍSTICA

La agregación (Ag) de las ballenas en individuos por avistamiento se relacionó con la abundancia (Ab) en individuos por hora de navegación y la densidad de avistamientos (De) en avistamientos por hora de navegación operativamente como una saturación exponencial como sigue:

$$Y = Y_{m\acute{a}x} [1 - e^{-mX}] \quad (14)$$

en donde X es la variable independiente (Ab o De), Y la dependiente (Ag), $Y_{m\acute{a}x}$ es la agregación máxima y m es la tasa de separación de los individuos. La actividad de observación turística (Ac) en embarcaciones observando ballenas por hora de navegación se relacionó con la densidad de avistamientos también como una saturación exponencial pero de la forma:

$$Y = Y_{m\acute{a}x} [1 - e^{-m(X-X_0)}] \quad (15)$$

donde la variable dependiente Y es Ac y la independiente es De , X_0 es la densidad umbral para que haya observación turística y m es la tasa de separación entre ballenas y embarcaciones. La actividad de observación turística (Y) también se relacionó con la agregación (X) como un polinomio de segundo orden, esto es:

$$Y = aX^2 + bX + c \quad (16)$$

La competencia entre los machos se definió como el número de interacciones competitivas entre ellos por tiempo, esto es:

$$C = \frac{n_{cm} (N_{cm} Q_{cm})^2}{Ttn} \quad (17)$$

donde n_{cm} , N_{cm} , y Ttn se definieron en las ecuaciones (1) y (2) refiriéndose cm a los grupos de competencia entre machos y Q_{cm} es la fracción de machos adultos y juveniles en esas agrupaciones ($Q_{cm}=0.87$).

Se relacionó la competencia con la abundancia de las ballenas (Ab) como una saturación exponencial como sigue:

$$C = C_{m\acute{a}x}(1 - e^{-m(Ab-A0)}) \quad (18)$$

donde $C_{m\acute{a}x}$ es la competencia máxima, Ab es la abundancia en individuos por hora de navegación y $A0$ es la abundancia a partir de la cual se observa competencia.

CAPACIDAD DE CARGA PARA LA BAHÍA DE BANDERAS

A partir del tiempo de arribo y partida de cada embarcación, se determinó la distribución del número de embarcaciones por avistamiento en términos del tiempo de observación con n embarcaciones ($t_{obs\ n}$). La fracción del tiempo de violación a la NOM-131-ECOL-1998 en número de embarcaciones (t_{vn}) se determinó entonces como:

$$t_{vn} = \frac{\sum_{n=3}^{nm\acute{a}x} t_{obs\ n}}{\sum_{n=1}^{nm\acute{a}x} t_{obs\ n}} \quad (19)$$

donde $nm\acute{a}x$ es el número de embarcaciones máximo registrado observando a un grupo de ballenas ($nm\acute{a}x=6$). Asimismo, se determinó el promedio y la desviación estándar del tiempo de observación de ballenas. Considerando los casos en que el tiempo de observación superó los 30 minutos establecidos en la NOM-131-ECOL-1998 ($t_{obs}>30$ min), se determinó la fracción del tiempo de violación en tiempo (t_{vt}) como:

$$t_{vt} = \frac{\sum_{obs=30}^{obsm\acute{a}x} t_{obs} - 30}{\sum_{obsm\acute{a}x}^{obsm\acute{a}x} t_{obs}} \quad (20)$$

donde $obsm\acute{a}x$ y $obsm\acute{a}x$ son respectivamente el tiempo de observación mínimo y máximo registrado de todas las embarcaciones.

Se comparó la densidad de avistamientos de ballenas (que es la que interesa para la NOM-131-ECOL-1998) ($[B]$) con la densidad de avistamientos de ballenas con n embarcaciones ($[E_n B]$) donde n se partió en las clases (1-2 ó no violación a la NOM) y (3-6 ó violación a la NOM). Si se considera un proceso simple aleatorio de encuentro entre n embarcaciones y ballenas esquematizado como:



se predice la relación $1/m = [E]^n [B] / [E_n B]$. El parámetro n entonces indica la conducta de facilitación entre embarcaciones para encontrar ballenas y m la tasa de ocurrencia de esta conducta. Mediante el método de mínimos cuadrados implementado en *Sigma Plot 8.0*, para ambos casos se obtuvieron los parámetros $[E]$, n y m de la ecuación:

$$[E_n B] = m[E]^n [B] \quad (21)$$

donde $[E]$ es la densidad de embarcaciones que observan ballenas, n es el orden de reacción y m es la tasa de encuentro entre n embarcaciones y ballenas. La densidad $[E]$ se comparó luego con el global registrado en los datos. Con los parámetros n y m determinados, se hizo entonces una proyección de la densidad $[E_n B]$ para distintas combinaciones de $[E]$ y $[B]$.

RESULTADOS

EFICIENCIA Y CAPACIDAD DE OBSERVACIÓN

El total de avistamientos durante el invierno 1999-2000 fue de 361 para las dos zonas durante 53 días efectivos de navegación con 184 avistamientos para BB y 177 avistamientos para BJ. Se obtuvieron un total de 347 registros de conducta y ventilación individuales para BB y BJ. Los registros analizables ($Va \leq 5\%$) fueron en su mayoría de BB con 39 registros, mientras que para BJ fueron únicamente 12. El número de apneas analizables totales fue de 1645, con 1330 para BB y 315 para BJ. Las agrupaciones con mayor cantidad de registros analizables fueron las hembras con cría y las parejas.

La eficiencia de observación fue mayor en BJ al igual que la capacidad simultánea de observación (Cuadro 4). En BB el seguimiento de las agrupaciones se realizó desde una embarcación de turismo, por lo que los registros variaron en tiempo dependiendo de las necesidades de los visitantes y de la tripulación. En esta zona el esfuerzo se enfocó principalmente en las agrupaciones que presentan alta actividad en superficie. Aunque se realizaron avistamientos de todas las agrupaciones no se logró llevar un seguimiento de la mayoría de ellas; esto es comprensible si tomamos en cuenta que la finalidad de estos recorridos es la de mantener entretenidos a los visitantes lo cual puede resultar difícil si se lleva seguimiento de una misma agrupación por largos periodos y en especial con agrupaciones de baja actividad. En BJ el seguimiento se realizó por periodos considerables y con agrupaciones que podían presentar poca o mucha actividad en superficie.

La mayor eficiencia de observación fue para las hembras y los individuos de los grupos de competencia de BJ seguidos muy de cerca por las crías de ambas zonas. El dato más confiable de la mayor capacidad simultánea de observación fue para los individuos solitarios de BB y para los individuos de parejas de la BJ.

ABUNDANCIA RELATIVA DE AGRUPACIONES Y CLASES

Las diferentes agrupaciones de ballenas jorobadas que se presentan en las áreas invernales del Pacífico mexicano pueden observarse tanto en BB como en BJ, con las notorias excepciones de las hembras con cría y de las hembras con cría y escolta, prácticamente ausentes en esta última. En BB estas agrupaciones muestran preferencia por permanecer en la zona norte de la bahía. Las restantes agrupaciones se distribuyen en las dos áreas aunque muestran diferencias en abundancia y distribución. Las parejas y los solitarios fueron más abundantes en BJ; las restantes agrupaciones se presentaron con una abundancia similar en ambas zonas.

Los registros con mejor seguimiento fueron los realizados en la BJ para todas las agrupaciones. A los animales solitarios se les dedicó el 28% del total de tiempo de registro en BB y el 41% en BJ, seguidos por las parejas con 18% y 32% y los grupos de competencia con 16% y 18% respectivamente. Para BB, las agrupaciones de hembra con cría representaron el 14% del total del tiempo de registro y las hembras con cría y escolta el 13%, mientras que en BJ las primeras sólo representan menos del 1% y las segundas no se registraron. Los cantores significaron el 11% del tiempo total de registro para BB, mientras que en BJ figuraron con el 8% (Cuadro 5).

Cuadro 4. Esfuerzo de observación y registros analizables de las ballenas jorobadas durante el invierno 1999-2000. Tiempo total de navegación (*Ttn*), total de avistamientos (*Av*), registros individuales analizables (*Ra*), apneas analizables (*Aa*), tiempo total de observación (*Tto*), tiempo real de observación (*Tro*), tiempo total de apneas analizables (*Ta*), eficiencia de observación (*Eo*), capacidad de observación simultánea (*Co*).

Individuo	Ttn (hr)	Av (núm)	Ra (núm)	Aa (núm)	Tto (hr)	Tro (hr)	Ta (hr)	Eo	Co
Bahía de Banderas									
Cría		26	13	697	15.48	7.55	7.25	0.96	2.04
Hembra		26	11	291	15.48	7.18	5.53	0.77	2.15
Escolta		13	2	20	7.05	0.50	0.48	0.07	13.97
Solitario		23	2	73	6.65	1.88	1.52	0.80	3.53
Cantor		8	0	0	2.45	0.00	0	0	0.00
Ind. de pareja		30	4	128	7.26	3.60	3.08	0.85	2.01
Ind. de grupo		58	7	121	4.35	4.10	2.57	0.62	1.06
Total	101.2	184	39	1330	58.75	24.83	19.95	0.57	2.36
Bahía de Jaltemba									
Cría		1	1	64	1.22	0.54	0.53	0.98	2.26
Hembra		1	1	26	1.11	0.51	0.51	1	2.14
Escolta		0	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
Solitario		40	2	63	5.71	1.94	1.55	0.79	2.93
Cantor		8	4	54	8.20	3.75	1.15	0.30	2.18
Ind. de pareja		52	3	90	11.43	3.32	3.18	0.95	3.43
Ind. de grupo		75	1	18	11.23	0.26	0.26	1	8.91
Total	100.32	177	12	315	38.92	11.35	7.18	0.72	3.42
Global									
Cría		27	14	761	16.70	8.09	8.08	0.99	2.06
Hembra		27	12	317	16.59	7.70	6.44	0.83	2.15
Escolta		13	2	20	7.05	0.50	0	0	13.97
Solitario		63	4	133	12.37	3.83	3.48	0.90	3.22
Cantor		16	4	54	10.66	3.75	1.15	0.30	2.84
Ind. de pareja		82	7	218	18.70	6.92	6.19	0.89	2.69
Ind. de grupo		133	8	139	15.59	5.36	3.24	0.60	2.90
Total	201.52	361	51	1645	97.68	36.18	28.58	0.64	2.69

Se observa un mayor número de machos que de hembras para las dos bahías. En BB los machos representan el 69.8% del total de animales, mientras que las hembras sólo representan el 30.2%. Esto significa una proporción de 2.3 machos por cada hembra; de este porcentaje de hembras el 17.3% corresponde a hembras criando y únicamente el 12.9% corresponde a hembras no criando, lo cual corresponde a una proporción de 5.4 machos por cada hembra en posibilidad de reproducirse. En BJ los machos representan el 81.1% del total de animales y las hembras el 18.9%, la proporción de sexos en este caso es de 4.3 machos por cada hembra. Las hembras con cría representan únicamente el 0.6% del total de animales, mientras que las hembras sin cría representan el 18.3%, esto significa una proporción de sexos de 4.4 machos por cada hembra (Cuadro 6).

Cuadro 5. Abundancias relativas de agrupaciones (f_g) para cada área de estudio, durante el invierno 1999-2000.

Semana	Navegación (min)	f_{Solo} (Av/min)	f_{Cantor} (Av/min)	f_{Par} (Av/min)	f_{Hc} (Av/min)	f_{Hce} (Av/min)	f_{GC} (Av/min)
Bahía de Banderas							
14-20 dic 1999	432	0.00462	0.00694	0.00231	0.00000	0.00000	0.00000
24-30 ene 2000	754	0.00397	0.00132	0.00928	0.00397	0.00000	0.00397
31-6 feb 2000	971	0.00102	0.00102	0.00205	0.00000	0.00205	0.00205
7-13 feb 2000	1703	0.00293	0.00117	0.00176	0.00411	0.00117	0.00234
14-20 feb 2000	671	0.00596	0.00000	0.00149	0.00149	0.00447	0.00447
21-27 feb 2000	928	0.00538	0.00000	0.00000	0.00215	0.00323	0.00107
28-4 mar 2000	789	0.00380	0.00126	0.00126	0.00253	0.00253	0.00253
Global	6248	0.02768	0.01171	0.01815	0.01425	0.01345	0.01643
Bahía de Jaltemba							
24-30 ene 2000	1129	0.01771	0.00265	0.01062	0.00088	0.00000	0.01328
31-6 feb 2000	1381	0.00362	0.00144	0.00362	0.00000	0.00000	0.00289
7-13 feb 2000	784	0.00255	0.00000	0.00255	0.00000	0.00000	0.00000
14-20 feb 2000	548	0.00182	0.00000	0.00547	0.00000	0.00000	0.00000
21-27 feb 2000	449	0.00668	0.00222	0.00668	0.00000	0.00000	0.00000
28-4 mar 2000	1771	0.00564	0.00112	0.00112	0.00000	0.00000	0.00112
Global	6062	0.03802	0.00743	0.03006	0.00088	0.00000	0.01729

Cuadro 6. Perfiles semanales de abundancia y composición de clases de sexo y estado reproductivo (machos, hembras y hembras con cría) para la Bahía de Banderas y la Bahía de Jaltemba, durante el invierno 1999-2000.

Semana	Bahía de Banderas			Bahía de Jaltemba		
	Fracción machos	Fracción hembras	Fracción Hc	Fracción machos	Fracción hembras	Fracción Hc
15-18 dic 1999	0.86	0.14	0	-	-	-
24-30 ene 2000	0.73	0.17	0.1	0.82	0.17	0.01
31-6 feb 2000	0.78	0.12	0.1	0.83	0.17	0
7-13 feb 2000	0.64	0.12	0.24	0.76	0.24	0
14-20 feb 2000	0.71	0.12	0.17	0.77	0.23	0
21-27 feb 2000	0.6	0.1	0.3	0.79	0.21	0
28-4 mar 2000	0.68	0.11	0.21	0.8	0.2	0
Global	0.7	0.13	0.17	0.81	0.18	0.01

Durante la última semana de enero se obtuvo el mayor número de registros de individuos para la BJ, después se presenta un rápido descenso observándose el menor número de registros durante la semana del 7 al 13 de febrero. Esta semana corresponde a la de mayor registro de animales en la BB (Figura 6).

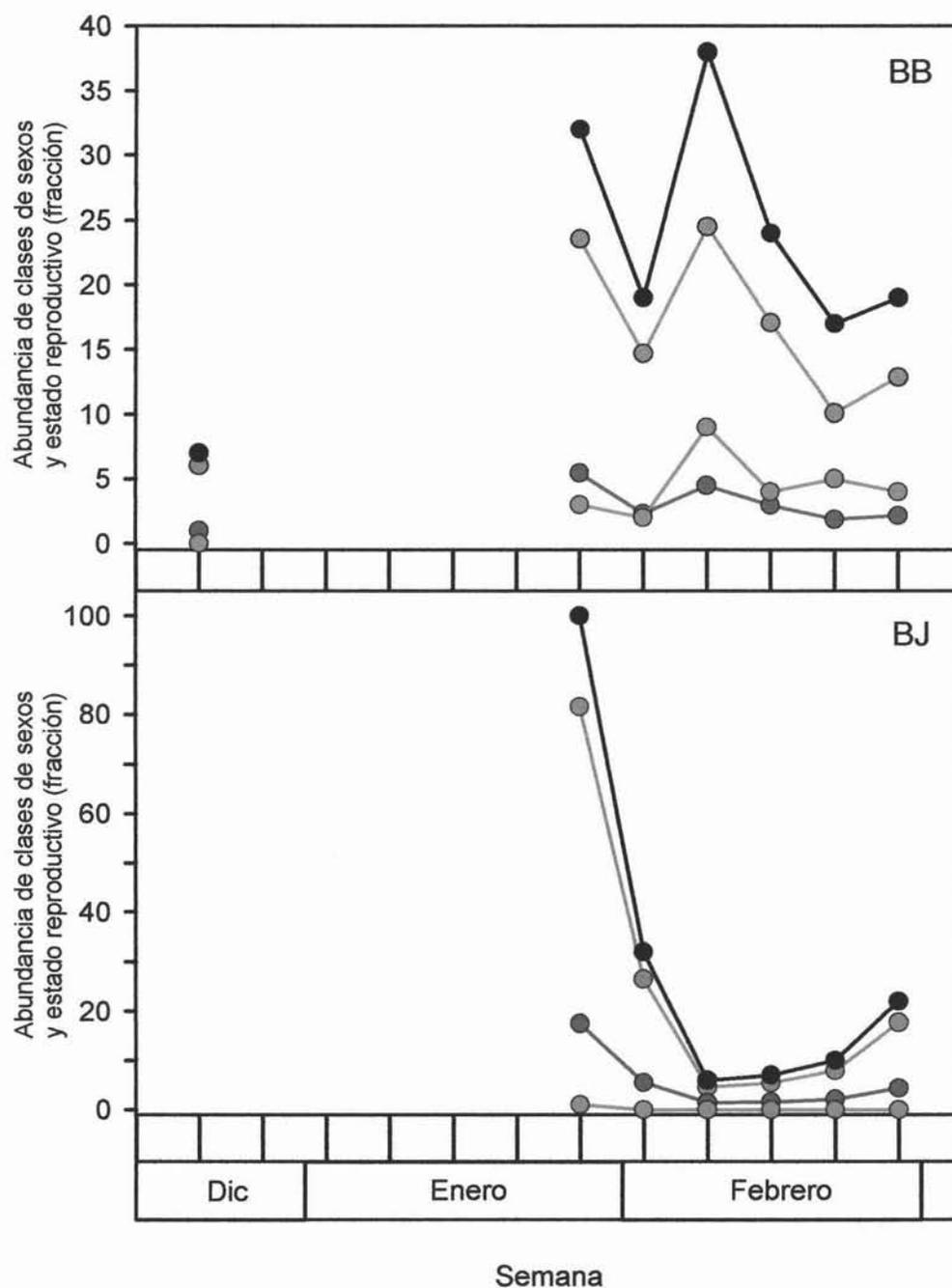


Figura 6. Perfil de abundancia semanal de machos (gris), hembras (azul), hembras con cría (rojo) y el total de individuos (negro) en las zonas de estudio durante el invierno 1999-2000.

ANÁLISIS DE CONDUCTA Y VENTILACIÓN

Durante su estancia en el Pacífico mexicano, las ballenas jorobadas muestran conductas identificables en 12 desplantes de superficie (Apéndice 1). Los registros analizables muestran diferencias entre la riqueza y diversidad conductual de las agrupaciones en ambas zonas (Cuadro 7). Para BB el índice de actividad en superficie es mayor en las crías que en cualquier otro tipo de individuos y de agrupación. Posteriormente se encuentran los solitarios e individuos de pareja con índices similares. El menor índice registrado fue para los cantores. Para BJ los índices de actividad en superficie son en general bajos (Cuadro 8).

Cuadro 7. Riqueza (k), diversidad conductual (h) y número de embarcaciones registradas (Ne) durante el periodo de observación por individuo registrado ($t(s)$). Se indican además los eventos de superficie (E), y el índice de actividad (Iac).

<i>Fecha</i>	<i>Ballena</i>	<i>Área</i>	<i>t (s)</i>	<i>E</i>	<i>k</i>	<i>H</i>	<i>Iac</i>	<i>Ne</i>
Crías de Hc y Hce								
27/01/2000	6	BB	1985	58	3	0.130202	0.038287	0
28/01/2000	8	BB	1740	49	4	0.289046	0.057471	3
01/02/2000	12	BB	2781	102	8	0.745867	0.146350	2
05/02/2000	16	BB	4062	136	8	0.695718	0.124077	1
09/02/2000	21	BB	4144	125	4	0.232960	0.042230	2
09/02/2000	23	BB	3291	84	2	0.023526	0.025828	3
09/02/2000	25	BB	1034	48	5	0.435764	0.140232	1
10/02/2000	27	BB	1974	52	2	0.037722	0.028875	1
12/02/2000	29	BB	1341	40	4	0.306250	0.053691	2
13/02/2000	31	BB	398	24	7	0.704861	0.314070	4
14/02/2000	32	BB	1056	53	7	0.582414	0.123106	1
14/02/2000	34	BB	1228	19	2	0.188366	0.021987	1
14/02/2000	37	BB	2163	64	5	0.423340	0.052705	1
28/01/2000	2	BJ	3240	79	3	0.142926	0.027469	1
Hembras de Hc y Hce								
27/01/2000	7	BB	1900	35	2	0.202449	0.020526	0
28/01/2000	9	BB	1554	17	1	0.000000	0.010940	3
01/02/2000	13	BB	2574	42	5	0.544218	0.029526	2
05/02/2000	17	BB	3872	46	3	0.506616	0.018079	1
09/02/2000	22	BB	4094	38	3	0.192521	0.009770	2
09/02/2000	24	BB	3287	35	4	0.210612	0.015820	3
10/02/2000	28	BB	2886	17	2	0.207612	0.006684	1
12/02/2000	30	BB	1319	19	2	0.332410	0.017437	2
14/02/2000	33	BB	989	19	2	0.188366	0.021234	1
14/02/2000	35	BB	1303	17	2	0.207612	0.014582	1
14/02/2000	38	BB	2091	22	4	0.380165	0.016260	1
28/01/2000	3	BJ	3114	33	2	0.165289	0.011561	1
Escoltas								
14/02/2000	36	BB	1320	12	1	0.000000	0.009091	1
14/02/2000	39	BB	1709	10	2	0.480000	0.008192	1

Continúa en la siguiente página

<i>Fecha</i>	<i>Ballena</i>	<i>Área</i>	<i>t (s)</i>	<i>E</i>	<i>k</i>	<i>h</i>	<i>Iac</i>	<i>Ne</i>
Solitarios								
05/02/2000	20	BB	1226	43	5	0.767983	0.123980	1
09/02/2000	26	BB	5559	80	6	0.594375	0.058284	3
05/02/2000	9	BJ	2309	35	2	0.480000	0.024253	1
22/02/2000	10	BJ	4707	31	2	0.412071	0.008498	1
Cantores								
27/01/2000	1	BJ	4497	23	2	0.340265	0.006226	1
28/01/2000	4	BJ	2091	13	2	0.426026	0.008130	1
03/03/2000	11	BJ	4794	18	2	0.444444	0.005006	1
04/02/2000	12	BJ	2132	9	2	0.444444	0.005629	1
Individuos de pareja								
25/01/2000	1	BB	4590	70	5	0.653469	0.047277	2
25/01/2000	2	BB	4399	72	6	0.709877	0.079336	2
27/01/2000	3	BB	1970	43	7	0.784208	0.094924	2
27/01/2000	4	BB	2002	19	2	0.487535	0.014985	2
01/02/2000	6	BJ	2588	32	3	0.470703	0.017002	1
01/02/2000	7	BJ	5411	70	8	0.714286	0.044909	1
01/02/2000	8	BJ	3986	24	2	0.444444	0.008028	1
Individuos de grupo de competencia								
27/01/2000	5	BB	1320	18	3	0.567901	0.024242	2
30/01/2000	10	BB	1062	24	4	0.631944	0.020716	1
31/01/2000	11	BB	788	23	4	0.688091	0.121827	2
01/02/2000	14	BB	2222	10	2	0.420000	0.005851	2
01/02/2000	15	BB	1653	8	2	0.468750	0.006655	2
05/02/2000	18	BB	3877	42	3	0.653061	0.025277	1
05/02/2000	19	BB	3844	24	4	0.565972	0.011967	1
28/01/2000	5	BJ	1564	21	4	0.548753	0.023018	1

Cuadro 8. Índice de actividad en superficie (*Iac*) de animales en distintas agrupaciones de ballenas jorobadas en las dos áreas de estudio durante el invierno 1999-2000.

Individuo	Bahía de Banderas	Bahía de Jaltemba	Global
Cría de Hc	0.074163	0.027160	0.069192
Hembra de Hc	0.015849	0.011240	0.015388
Escolta	0.008584	0.000000	0.008584
Solitario	0.070155	0.013683	0.041446
Cantor	0.000000	0.005994	0.005994
Ind. de pareja	0.060412	0.026617	0.044175
Ind. de GC	0.021536	0.023018	0.021678
Global	0.041783	0.017952	0.029493

Los índices de actividad en superficie presentan grandes diferencias entre una zona y otra, la riqueza y frecuencia de realización de conductas así como los tiempos de permanencia en superficie son en general mayores en BB, mientras que los promedios de apnea registrados fueron significativamente menores a los obtenidos en BJ. Las crías de Hc y los individuos

solitarios y de parejas de BB presentan los más altos niveles de actividad al igual que una mayor diversidad probabilística de conductas. En BJ los índices de actividad para todas las agrupaciones son bajos, incluso en las parejas, a pesar de que estas agrupaciones presentan una riqueza y diversidad probabilística de conductas muy similar entre las dos zonas. Las hembras de Hc y los individuos de grupos de competencia presentan valores de actividad en superficie muy similares en las dos bahías. Los individuos de GC de BJ presentan un índice mayor que los observados en BB.

En general, los individuos de todas las agrupaciones presentes en BB parecen aumentar su riqueza y diversidad de conductas así como su índice de actividad en superficie ante la presencia de una embarcación cercana. En algunos tipos de agrupación, como Hc y Hce, las embarcaciones presentes influyen sobre la conducta de los distintos integrantes como si se tratase de otro individuo. Sin embargo, en la mayoría de las agrupaciones los índices de actividad en superficie disminuyen rápidamente ante el incremento en el número de embarcaciones y se observan comportamientos de navegación con huida vertical, que implica un incremento en la duración de las apneas o con huida horizontal, en donde se observa un aumento en la frecuencia respiratoria y desplazamientos sin dirección definida y evidentemente elusivos. La mayor riqueza de conductas (k) fue la registrada para las crías y los individuos de pareja con 11 conductas para ambos tipos de individuos; sin embargo la mayor diversidad de conductas fue presentada por los individuos de pareja, los solitarios y los individuos de grupo (Cuadro 9). La menor riqueza y diversidad de conductas la mostraron los cantores y las escoltas y están relacionadas con el índice de actividad en superficie.

Cuadro 9. Riqueza (k) y diversidad (h) de conductas de los individuos presentes en las distintas agrupaciones de ballenas jorobadas en las dos áreas de estudio, durante el invierno 1999-2000.

Individuo	Bahía de Banderas		Bahía de Jaltemba		Global	
	k	h	k	h	k	h
Cría	11	0.454932	4	0.166159	11	0.432406
Hembra	8	0.341224	3	0.219467	8	0.325796
Escolta	2	0.297521	0	0.000000	2	0.297521
Solitario	7	0.705532	2	0.495868	7	0.674393
Cantor	0	0.000000	2	0.408163	2	0.408163
Ind. de pareja	9	0.757497	8	0.625598	11	0.740349
Ind. de grupo	6	0.664520	4	0.548753	7	0.652768
Global	7	0.536871	4	0.410668	7	0.504485

La conducta con mayor frecuencia de realización fue el arqueo y posteriormente el sondeo, ambas conductas son presentadas por todas las agrupaciones, incluso el sondeo, que al parecer es una conducta relacionada a un mayor tiempo de buceo, fue presentada por las crías. El comportamiento exhibido por las diferentes agrupaciones presenta grandes diferencias entre las dos bahías (Figura 7). Las conductas que presentan las agrupaciones de BJ muestran claramente comportamientos relacionados con la navegación, probablemente se trate de una zona de tránsito y no de estancia. Las parejas y los grupos de competencia son los únicos tipos de agrupación que mantienen similitudes en su comportamiento entre las dos áreas de estudio.

Se observa una riqueza de conductas significativamente mayor para las agrupaciones de ballena jorobada presentes en la BB. Únicamente en el caso de las parejas el número de conductas mostradas fue el mismo para las dos bahías. Sin embargo, la riqueza efectiva fue mayor para la BB. Los grupos de competencia presentaron prácticamente la misma riqueza efectiva en las dos zonas, sin embargo la mayor riqueza de conductas fue registrada nuevamente en la BB. Son notables las diferencias en actividad y conducta en las dos bahías, la mayoría de las agrupaciones observadas en la BJ presentan entre dos y cuatro conductas siendo las más comunes el arqueo, sondeo, flote, nado lateral y el golpe de aleta pectoral (Figura 8).

DISTRIBUCIÓN DE LA DURACIÓN DE APNEA

El promedio de apnea (Pap), es en general, mayor para todos los tipos de individuos registrados en BJ, con la excepción de los individuos de grupo de competencia. El promedio de tiempo de duración de apnea para los individuos registrados de las diversas agrupaciones presentes en BB fue significativamente menor (Cuadro 10). La diferencia entre las dos zonas es notoria, para las crías es en promedio de 12 segundos mientras que para las hembras de Hc y de Hce es de 36 segundos en promedio, para los solitarios de 19 y para los individuos de parejas de 32 segundos; los individuos de grupos de competencia son los únicos que registraron un mayor promedio de apnea en la BB con una diferencia de 35 segundos. El promedio de número de embarcaciones es mayor en todos los casos para las agrupaciones observadas en BB.

Se observan cinco gráficos, donde el eje de las abscisas corresponde al tiempo real de observación, relacionando los distintos eventos en un mismo periodo de tiempo, el eje de las ordenadas en el primer gráfico corresponde a los eventos de respiración (R), cada línea corresponde a una emersión con ventilación (no en todas las emersiones hay ventilación), el segundo gráfico corresponde al número de embarcaciones (NE), las líneas representan el tiempo de su estancia; en el tercer gráfico el eje de las ordenadas muestra las conductas por su número asignado (C) y las líneas dentro del gráfico corresponden a los eventos realizados de cada conducta, el cuarto gráfico muestra la distribución de apneas en segundos (Dap) y el quinto el error estándar de la duración de apneas en segundos (EE). El gráfico independiente muestra la frecuencia acumulada complementaria de apneas de duración D (FAC_D) por la duración de apnea en segundos (Da) en donde se pueden observar los patrones de buceo para cada individuo; mientras más constante es la caída de la curva significa que el patrón de buceo es más irregular y la distribución de apneas es más uniforme (Figura 9). Los patrones de ventilación son en general más irregulares para las agrupaciones registradas en BB con caídas más constantes en las curvas FAC_D (Figura 10) lo que significa una distribución de apneas más uniforme que en los registros obtenidos para la BJ, en esta última zona se observan patrones con apneas más largas y los promedios de apnea se estabilizan por lo general en tiempos menores que en la BB. El descenso poco constante de las curvas FAC_D en la BJ muestra periodos de apnea con distribución irregular; únicamente en los individuos de grupo se puede observar una caída más constante en la curva FAC_D para la BJ. Los promedios de apnea para las agrupaciones de BJ son mayores con periodos regulares de respiración. Las diferencias en los patrones de buceo de las ballenas jorobadas que se distribuyen en las dos bahías parecen ser el resultado de la actividad que realizan en cada zona y al parecer en mayor grado al persistente acoso del que son objeto en la BB.

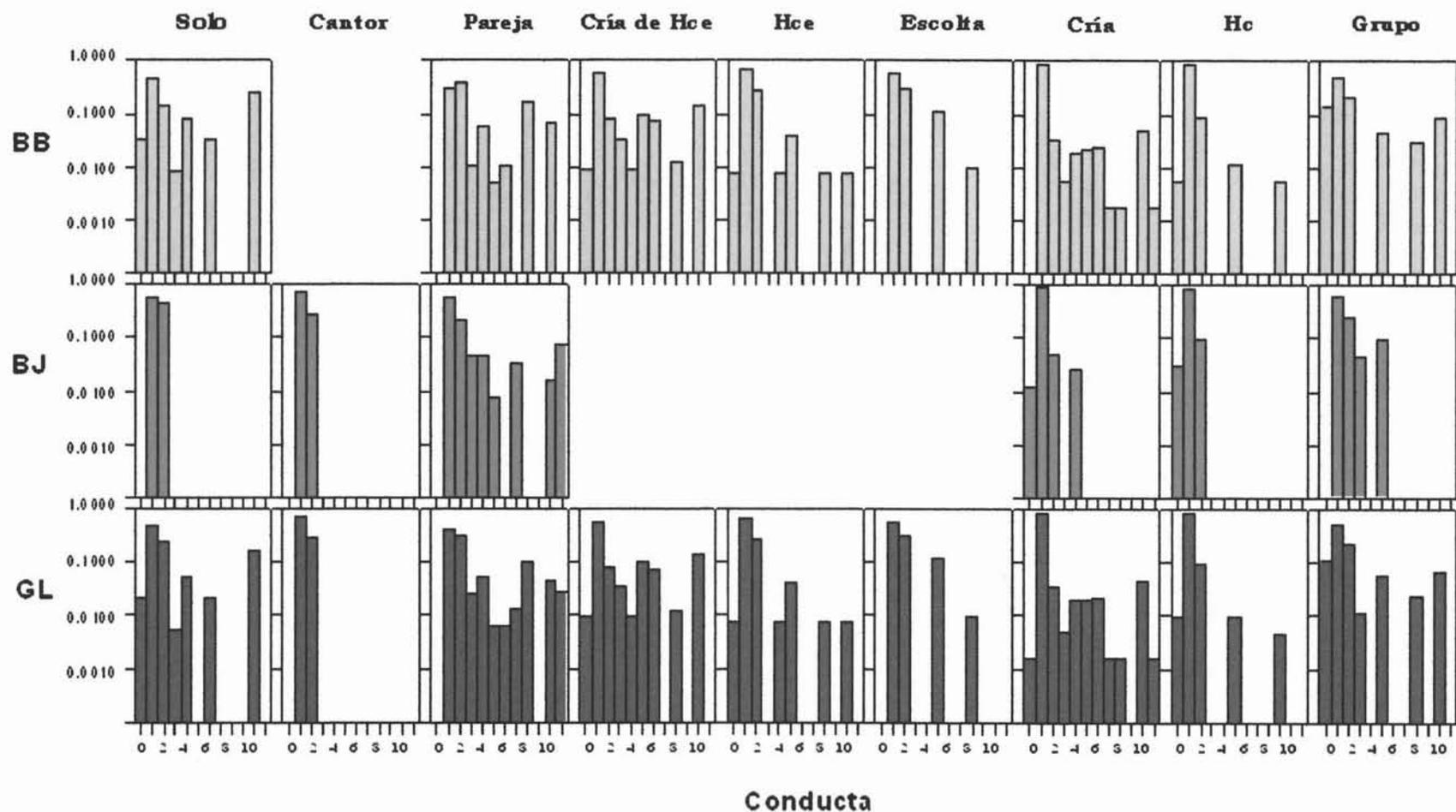


Figura 7. Frecuencia de realización de conductas de superficie de las distintas agrupaciones de ballenas jorobadas observadas en la BB y BJ durante el invierno 1999-2000. Los datos globales (GL) se obtienen a partir de las frecuencias individuales para cada zona de estudio. Las frecuencias en el eje de las ordenadas se encuentran en escala logarítmica.

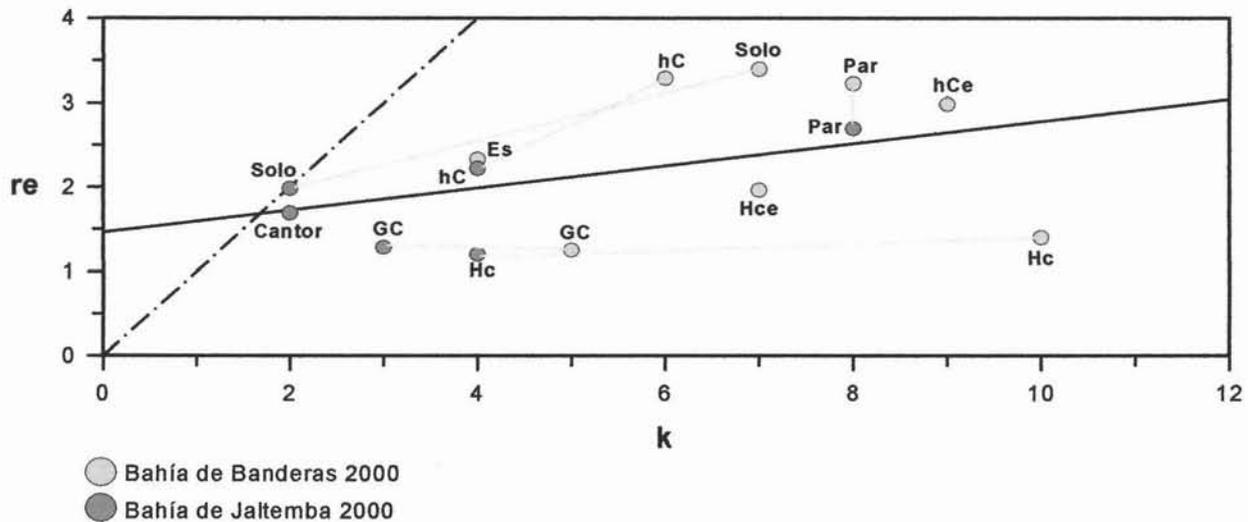


Figura 8. Riqueza de conductas (k) y riqueza efectiva de conductas (re) en superficie de las ballenas jorobadas en la Bahía de Banderas y Bahía de Jaltemba. Solitario (Solo), cantor (Cantor), pareja (Par), grupo de competencia (GC), hembra de grupo de hembra con cría (Hc), cría de grupo de hembra con cría (hC), hembra de grupo de hembra, cría y escolta (Hce), cría de grupo de hembra con cría y escolta (hCe) y escolta (Es). La línea continua es la regresión lineal y la línea discontinua representa la diagonal.

Cuadro 10. Promedio de tiempo de registro en segundos (Pt), promedio de eventos de superficie (PE), promedio de apnea (Pap), promedio de apnea máxima ($PDap$) y promedio del número de embarcaciones presentes (PNe).

	Pt (s)	PE	Pap (s)	$PDap$ (s)	PNe
Bahía de Banderas					
Crías	2092.07	65.69	39.84	192.53	1.69
Hembras con cría	2415.25	28.33	94.33	383.75	1.69
Escoltas	1514.5	11	155	543.5	1.5
Solos	3392.5	61.5	80.5	576	2
Cantores	-	-	-	-	-
Ind. de Par	3240.25	51	105	397.75	2
Ind. de GC	2109.4	21.28	139.8	620.8	1.57
Global	2460.65	39.79	102.41	452.38	1.74
Bahía de Jaltemba					
Crías	3240	79	51	437	1
Hembras con cría	3114	33	120	526	1
Escoltas	-	-	-	-	-
Solos	3508	33	113.5	390.5	1
Cantores	3378.5	15.75	253	883.5	1
Ind. de Par	3995	42	138.3	305	1
Ind. de GC	1564	21	87	209	1
Global	3133.25	37.29	127.13	458.5	1

Individuo de pareja
(02MNBB00)

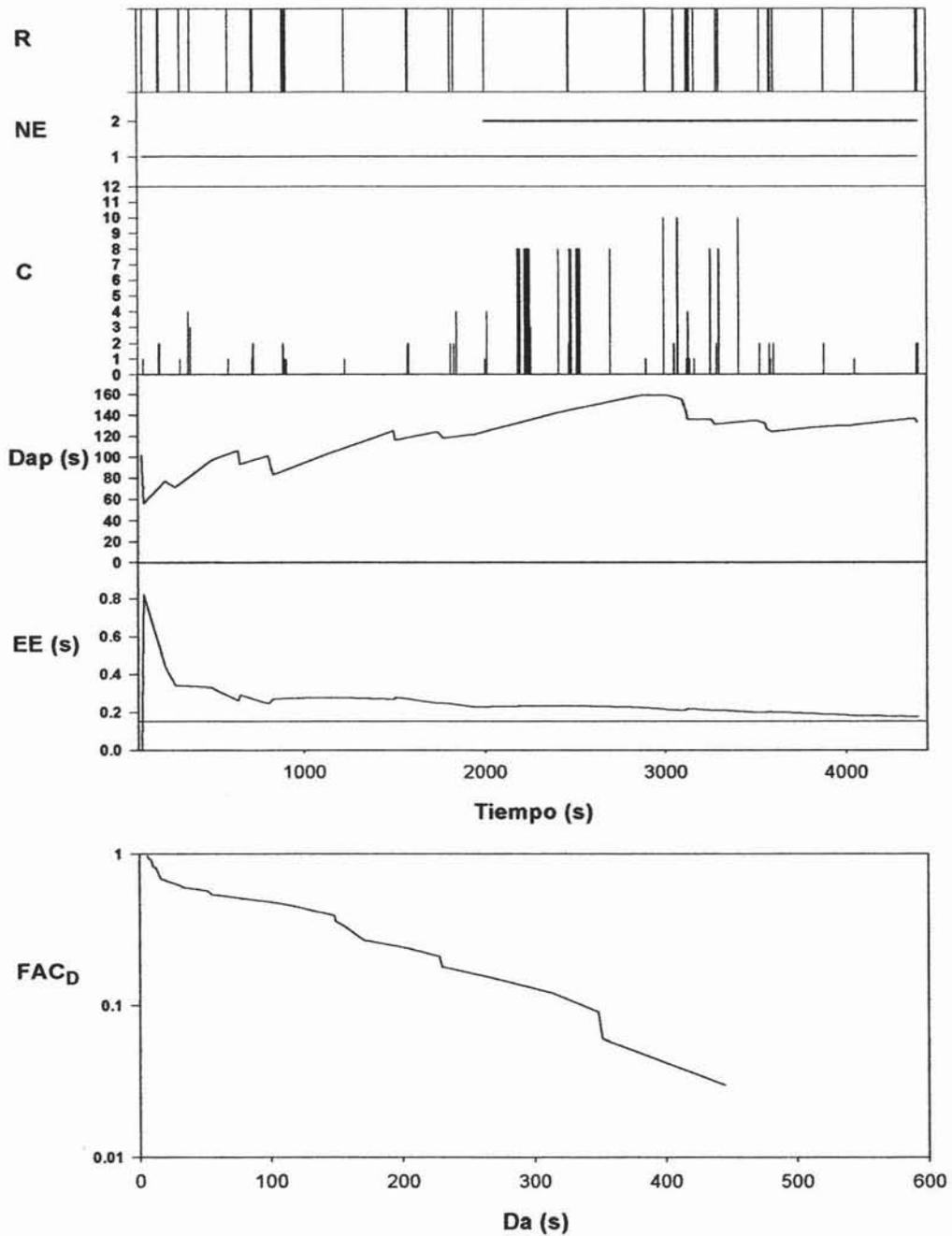


Figura 9. Gráfico individual que muestra los eventos de respiración (R), el número de embarcaciones persecutorias (NE), el promedio de la duración de apneas (Dap) y su error estándar (EE) y la frecuencia acumulada complementaria de apneas de duración D (FAC_D) por la duración de apnea en segundos (Da).

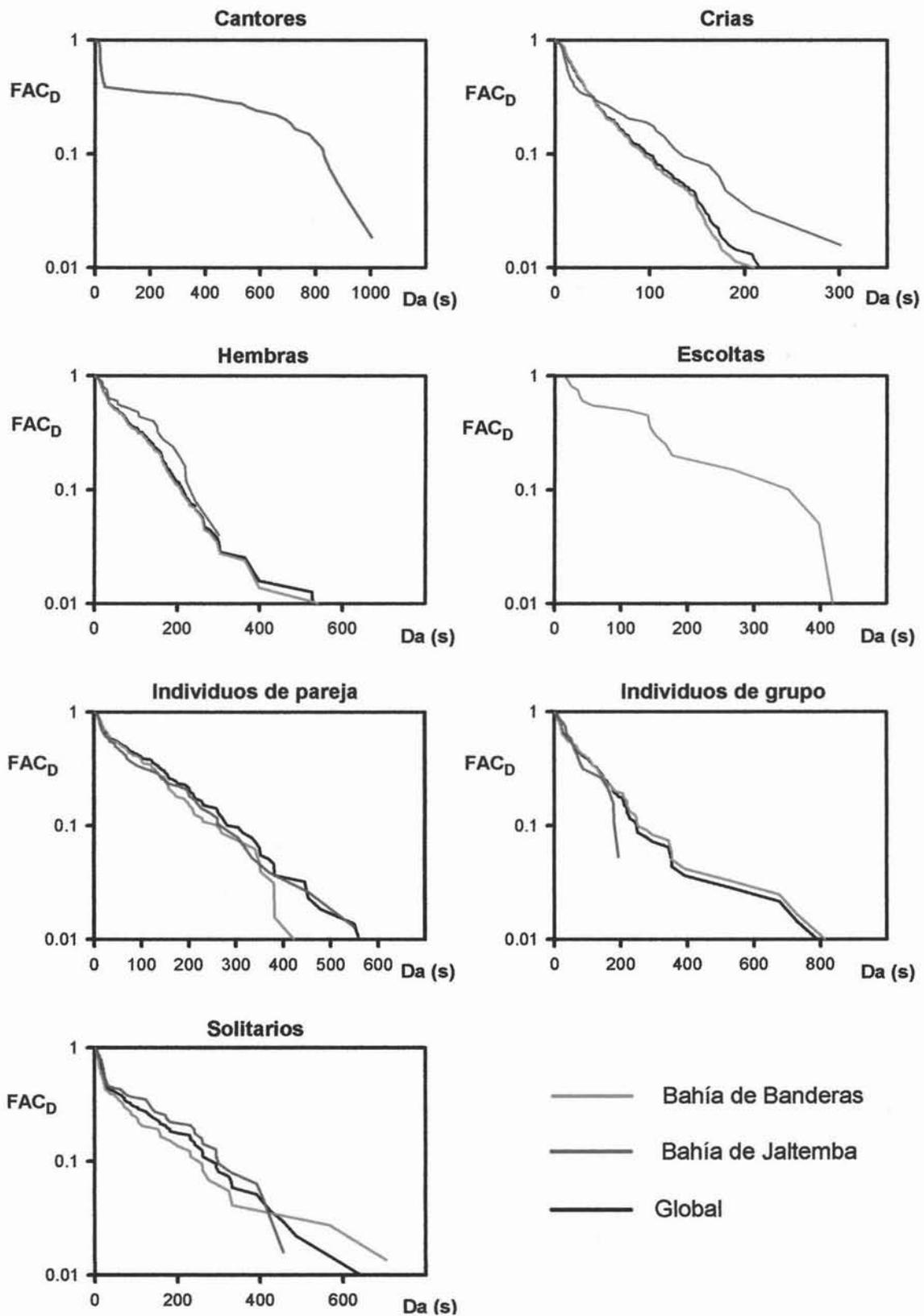


Figura 10. Distribución, en términos de FAC_D , de la duración de apnea (Da) para animales de cada agrupación en cada zona de estudio.

ANÁLISIS DE CÚMULOS

Todas las agrupaciones, con excepción de las parejas, realizan actividades que pueden ser sumamente diferentes en cada zona mostrando comportamientos que teóricamente requieren de un gasto energético muy distinto. Las agrupaciones que se distribuyen en BJ muestran una riqueza y diversidad de conductas inferiores a las registradas en BB y los comportamientos que exhiben están relacionados a bajas tasas de consumo de energía. Esto refuerza por una parte la posibilidad de que la BJ sea únicamente una zona de tránsito mientras que la BB sea de residencia estacional y por otra parte, muestra las notables diferencias conductuales que pueden ser el resultado de un hostigamiento diferencial entre ambas zonas. Las parejas parecen ser las agrupaciones menos afectadas en su comportamiento y posiblemente las más tolerantes a las embarcaciones. Igual a lo observado por Villavicencio Llamosas (2000), los grupos con menor diversidad conductual son los más similares entre sí siendo fundamentalmente los cantores, las escoltas y las hembras con cría. Las agrupaciones con mayor diversidad conductual son las más distintivas pero, a diferencia de los resultados de Villavicencio Llamosas (2000), en este estudio las parejas de ambas zonas de estudio son las agrupaciones más diferenciadas y con mayor diversidad conductual (Figura 11).

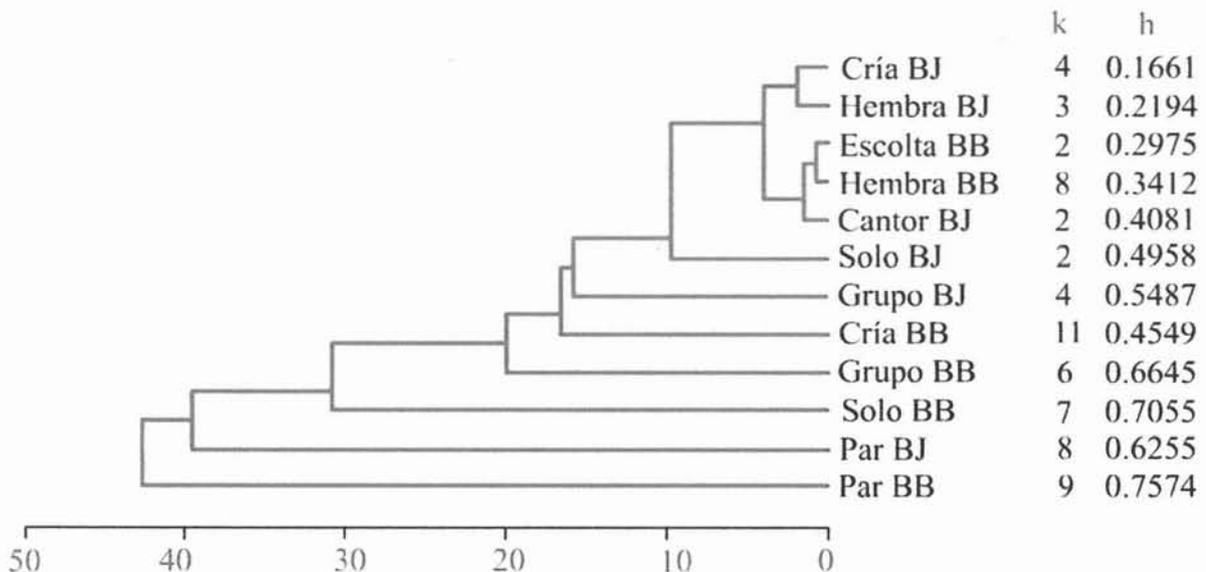


Figura 11. Dendrograma que muestra las distancias euclidianas entre conductas de los individuos de las distintas agrupaciones presentes en BB y BJ durante el invierno 1999-2000. Se muestran la riqueza de conductas (k) y su diversidad probabilística (h).

COMPETENCIA

Las tasas ventilatorias los grupos de competencia entre machos parecen depender de las variaciones producto del sistema de competencia. Al presentarse una mayor competencia los promedios de apnea de los machos de ambas zonas disminuyen y lo mismo ocurre con las hembras sin cría de la Bahía de Jaltemba. En contraste, cuando se observa un aumento en la competencia entre los machos de Bahía de Banderas, las hembras sin cría muestran un

aumento en los promedios de apnea. Esto indica que son principalmente las hembras sin cría las que utilizan de forma diferencial las dos zonas (Figura 12). La competencia entre machos en las dos zonas llega a un límite que al parecer está relacionado a la abundancia de animales adultos observados por hora de navegación (Figura 13, Cuadro 11). Cuando el número de machos adultos sobrepasa los 1.5 animales por hora de navegación el índice de competencia aumenta y se mantiene con esta tendencia hasta los 3.5 animales. A medida que se presenta una mayor abundancia de machos el índice de competencia comienza a estabilizarse lo que significa que la competencia entre ellos disminuye cuando el número de machos se incrementa y al parecer desaparece cuando su abundancia es muy alta. El principal factor de competencia entre machos es el número de hembras que se encuentran dentro de una misma zona de distribución. Cuando se grafica la competencia entre machos contra el número total de machos por hembra para cada región por semana (Figura 14), se puede observar que el grado de competencia es igual o cercano a cero si la proporción de sexos es menor de 3.5 machos por hembra, el índice de competencia aumenta drásticamente hasta su máximo nivel que se presenta en una proporción de 4.75 machos por hembra y disminuye con igual rapidez llegando a cero cuando la proporción es mayor de 6.2 machos por hembra.

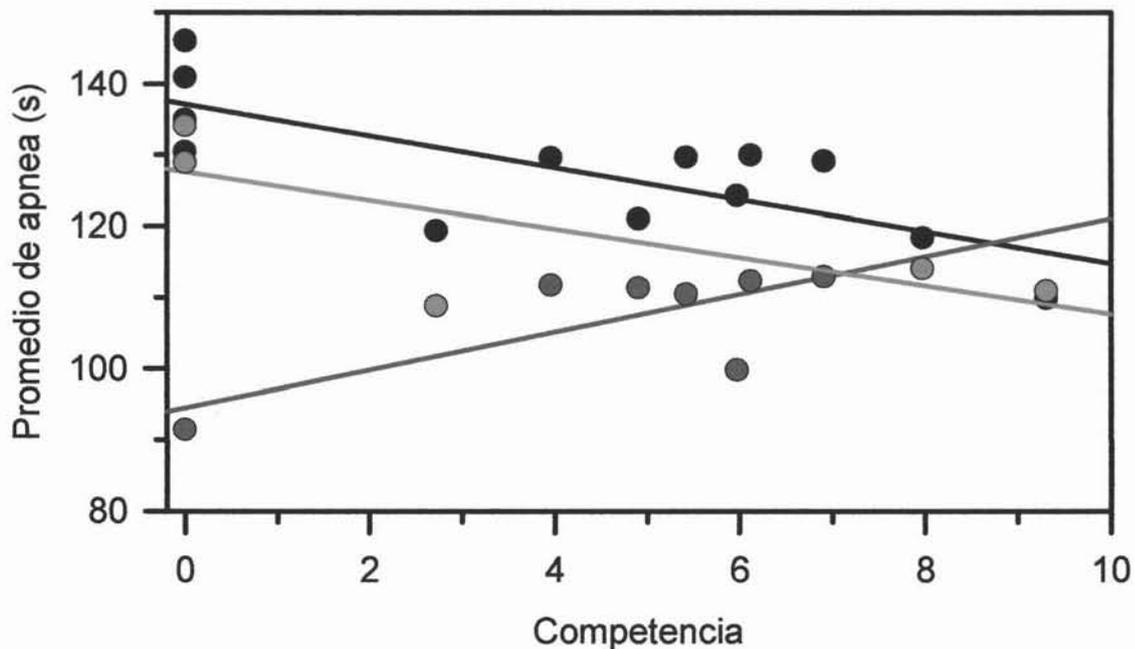


Figura 12. Consumo promedio de aire en segundos para los machos de las dos bahías (en negro) las hembras sin cría de BB (en verde) y las hembras sin cría de BJ (en rojo), en relación a la competencia entre machos. Cada punto representa el valor promedio por semana de cada clase. Las líneas representan las regresiones de cada grupo de individuos.

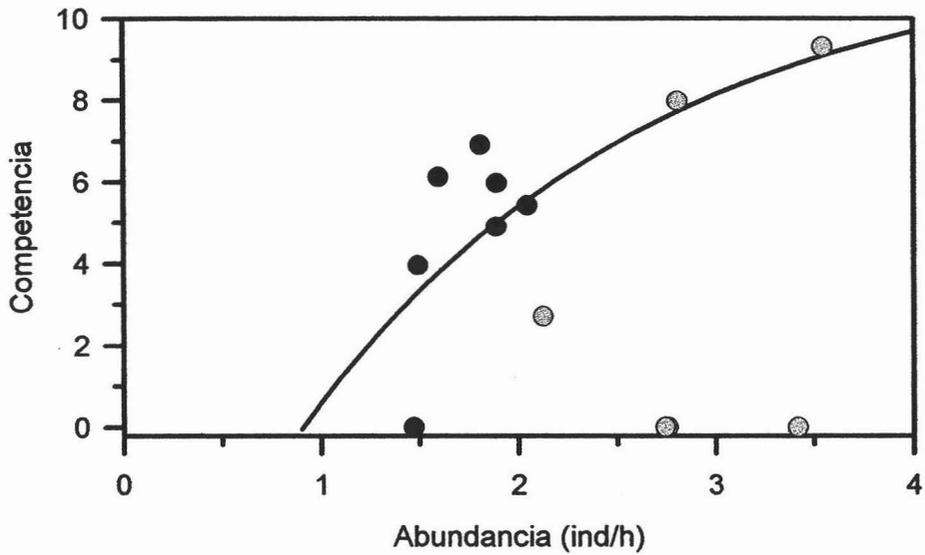


Figura 13. Grado de competencia entre machos adultos contra su abundancia por hora de navegación. Los puntos negros representan a los machos de los grupos de competencia registrados por semana en BB y los puntos grises a los registrados en BJ. En la gráfica los puntos grises ubicados en (2.75, 0) y (3.40, 0) no fueron considerados en el ajuste.

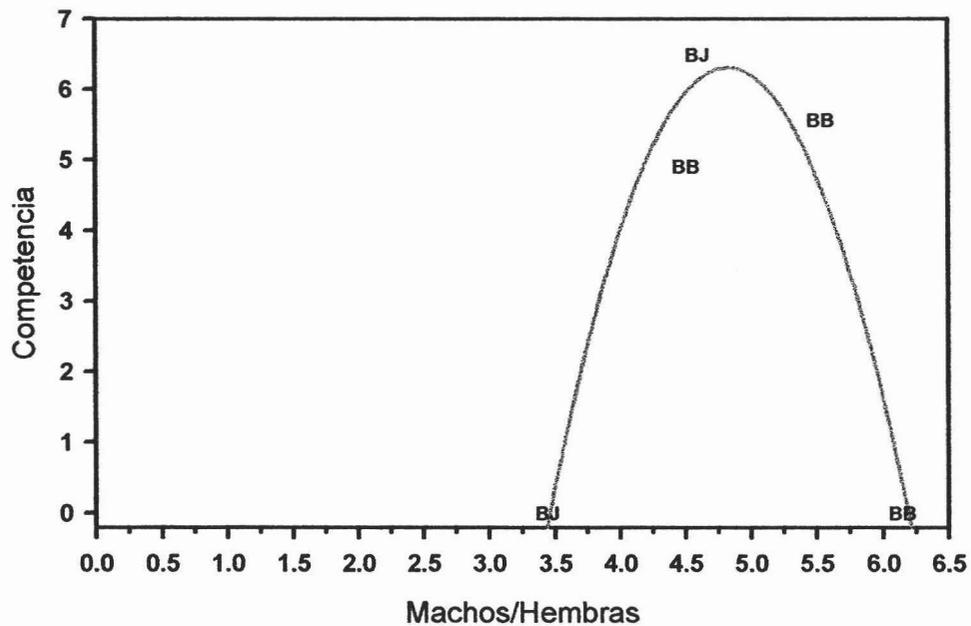


Figura 14. Grado de competencia entre machos en relación a la proporción de machos por hembra sin cría en las dos zonas de estudio. Los puntos representan las zonas con valores representativos por semana.

ABUNDANCIA, AGREGACIÓN, COMPETENCIA Y ACTIVIDAD TURÍSTICA

En todos los registros se incluyeron datos de la presencia o ausencia de embarcaciones así como el tamaño de cada una de ellas (pequeñas, medianas y grandes). En BB se observaron hasta 6 embarcaciones siguiendo a una misma agrupación de ballenas. Para la BJ el número de embarcaciones persecutoras por avistamiento fue en su mayoría de una embarcación (la de investigación). En todos los registros se contabilizó la embarcación utilizada para la investigación de igual forma que las demás embarcaciones presentes. Únicamente en algunos casos de observación de ballenas desde sitios fijos en tierra, no se registró presencia de embarcaciones. En BJ se registró una cantidad considerablemente menor de embarcaciones turísticas por porción de área similar en comparación con lo observado en BB (Figura 15).

Los mayores tiempos de estancia de embarcaciones persecutoras fueron registrados para los individuos solitarios a los cuales se observó ser continuamente seguidos por una embarcación. En las agrupaciones de Solo, Par, Hc y Hce se presentaron más de dos embarcaciones durante amplios periodos de registro. En el último gráfico de la Figura 15, que muestra el total de avistamientos, se puede observar que las columnas que representa la frecuencia en tiempo de estancia de una y dos embarcaciones simultáneas son mayores que el resto de las columnas. Sin embargo, los registros acumulados de tres y cuatro embarcaciones simultáneas muestran una violación a la NOM-131-ECOL-1998 en el número de embarcaciones mayor al 10% en tiempo.

La constante persecución por parte de las embarcaciones de observación turística parece afectar en distinta forma y grado los patrones de respiración, los tiempos de permanencia y de actividad en superficie. Esto a su vez parece influir en factores como son la abundancia, agregación, densidad de avistamientos e incluso en el índice de nacimientos. Los parámetros de ajuste comparados de los diferentes factores considerados en el presente estudio y que se muestran en el Cuadro 11 fueron utilizados para elaborar los gráficos de la Figura 16. Puede observarse en los gráficos 1 y 2 que la abundancia y la densidad de avistamientos son prácticamente iguales en las dos zonas, sin embargo la agregación es mayor en la Bahía de Banderas. Estos tres factores parecen aumentar simultáneamente alcanzando un valor límite estable, la agregación presenta un valor máximo de dos individuos por avistamiento para BJ y cercano a tres individuos para la BB, mientras que la abundancia llegó a un valor de 7 individuos por hora de navegación y la densidad a cerca de 3.5 avistamientos por hora de navegación para las dos zonas. El valor de nacimientos es contrastante entre las áreas de estudio, para la BB se observa un crecimiento exponencial de la tasa de nacimientos conforme avanza la temporada, mientras que en BJ este valor es cercano a cero.

Las conductas que requieren de un mayor gasto energético resultan ser las más atractivas para los visitantes y debido a ello las agrupaciones que presentan este tipo de actividades son acompañadas la mayor parte del tiempo por al menos una embarcación y durante el 44% de ese tiempo son perseguidas por más de dos embarcaciones. En todas las clases de agrupaciones de ballena jorobada, se presentan violaciones a la norma (Cuadro 12). La mayoría de ellas son frecuentemente perseguidas durante lapsos que sobrepasan los 30 minutos por lancha, observándose en muchos de los registros más de dos embarcaciones.

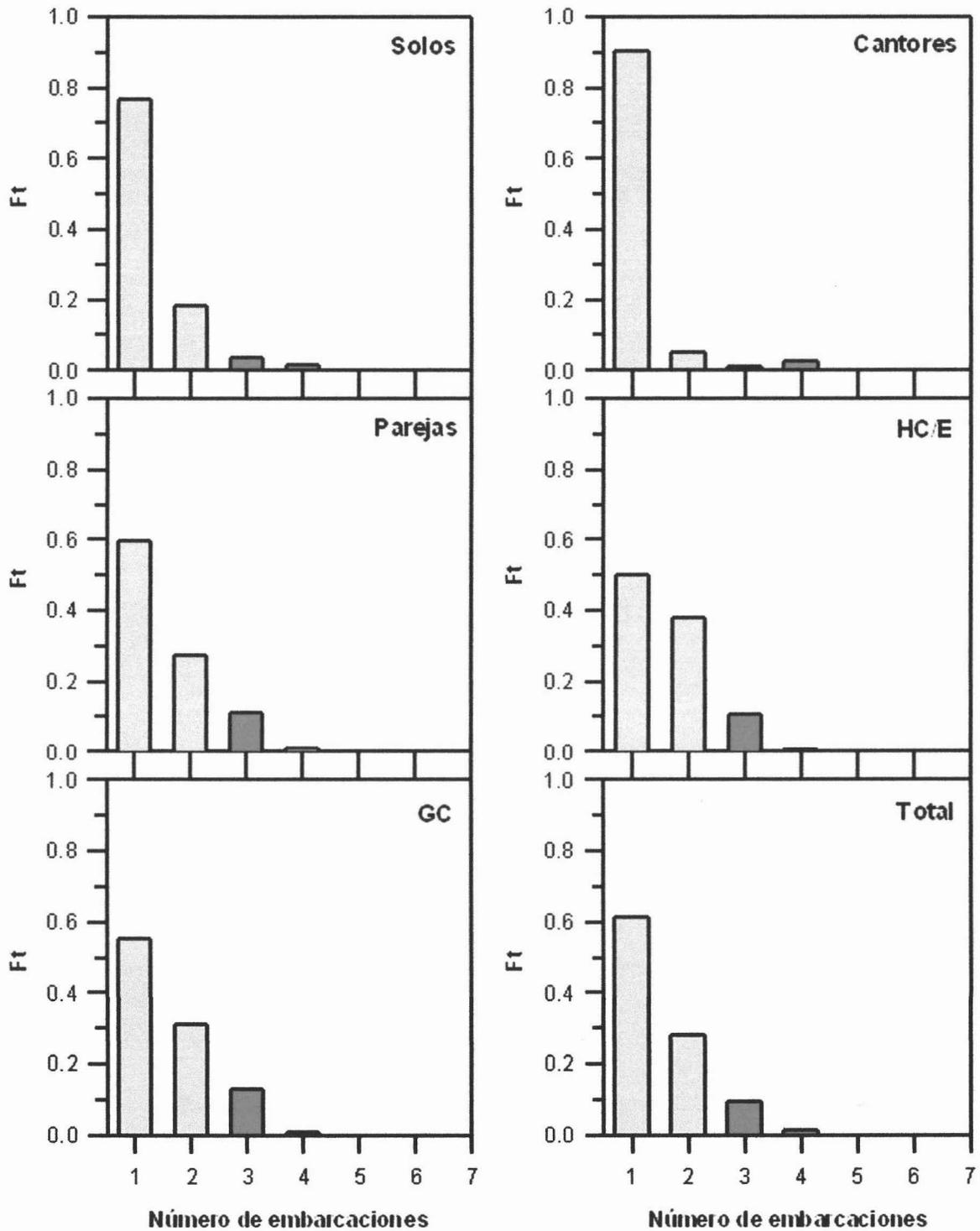


Figura 15. Perfil temporal del número de embarcaciones persecutoras por avistamiento para la Bahía de Banderas. La fracción en tiempo (Ft) muestra el promedio de estancia del número de embarcaciones para cada tipo de agrupación. Las barras en color rojo muestran violación a la NOM-131-ECOL-1998 en el número de embarcaciones permitidas. El último gráfico incluye todos los avistamientos registrados para la zona durante el invierno 1999-2000.

Cuadro 11. Parámetros de ajuste entre abundancia (Ab , ind/h), agregación (Ag , ind/av), densidad de avistamientos (De , av/h), competencia (C) y actividad de observación turística (Ac , emb/av) de ballenas jorobadas en la Bahía de Banderas (BB) y la Bahía de Jaltemba (BJ) durante el invierno de 1999-2000.

Comparación *	$Y_{m\acute{a}x}^{**}$	m^{**}	X_0^{***}
Ab vs C BB	11.75 ± 12.21	0.563 ± 1.254	0.9052 ± 0.8692
Ab vs Ag BB	2.262 ± 0.181	0.482 ± 0.153	-
Ab vs Ag BJ	1.829 ± 0.168	1.437 ± 0.693	-
De vs Ag BB	2.174 ± 0.318	1.091 ± 0.694	-
De vs Ag BJ	1.791 ± 0.160	2.727 ± 1.612	-
De vs Ac BB	2.188 ± 0.133	3.942 ± 3.108	1.327 ± 0.1501
Ac vs Ag BB	a^{****} -1.382	b^{****} 5.875	c^{****} -4.025

* Se indica primero la variable independiente (X) y luego la dependiente (Y).

** Se ajusta la ecuación $Y = Y_{m\acute{a}x} [1 - \exp(-mX)]$

*** Se ajusta la ecuación $Y = Y_{m\acute{a}x} [1 - \exp(-m(X-X_0))]$.

**** Se ajusta la ecuación $Y = aX^2 + bX + c$.

Cuadro 12. Promedios de actividad turística (Ac) y de tiempo de estancia ($Prom t emb$ (min)) de embarcaciones de observación turística para cada tipo de agrupación y porcentajes en tiempo de número de embarcaciones ($tviol en Ne$ (%)) y en tiempo de estancia ($tviol en t$ (%)) durante los cuales se violó la NOM-131-ECOL-1998 que indica el número de embarcaciones y el tiempo máximo permitidos por avistamiento.

Agrupación	De (Av/h)	Ab (Ind/h)	Ac (emb/av)	$Prom t emb$ (min)	$tviol en Ne$ (%)	$tviol en t$ (%)
Cantor	0.0765306	0.009566	1.1632653	15.181818	4.081632	0
GC	0.1626275	0.631377	1.5867579	17.552631	13.470319	13.643178
Hc o Hce	0.2295918	0.545280	1.6203707	21.534482	11.507936	16.973578
Par	0.1434948	0.286989	1.5485714	23.939393	12.952380	25.569620
Solo	0.2200251	0.220025	1.2991452	16.297297	5.128205	17.081260
Total	0.8322704	1.693238	1.5047129	19.638418	10.454155	17.491369

Comparando los gráficos tres y cuatro de la Figura 17, podemos observar que la semana en la que se presentó una mayor agregación de animales en BB corresponde a la de menor número de embarcaciones para toda la temporada en la misma zona. El cuarto gráfico muestra una línea discontinua que representa el número de embarcaciones simultáneas a poca distancia permitido por la NOM-131-ECOL-1998 para la observación de ballenas (radio de 30 metros). Se aprecia claramente que en BB se viola con frecuencia esta norma mientras que en BJ la mayor parte del tiempo sólo se registró una embarcación.

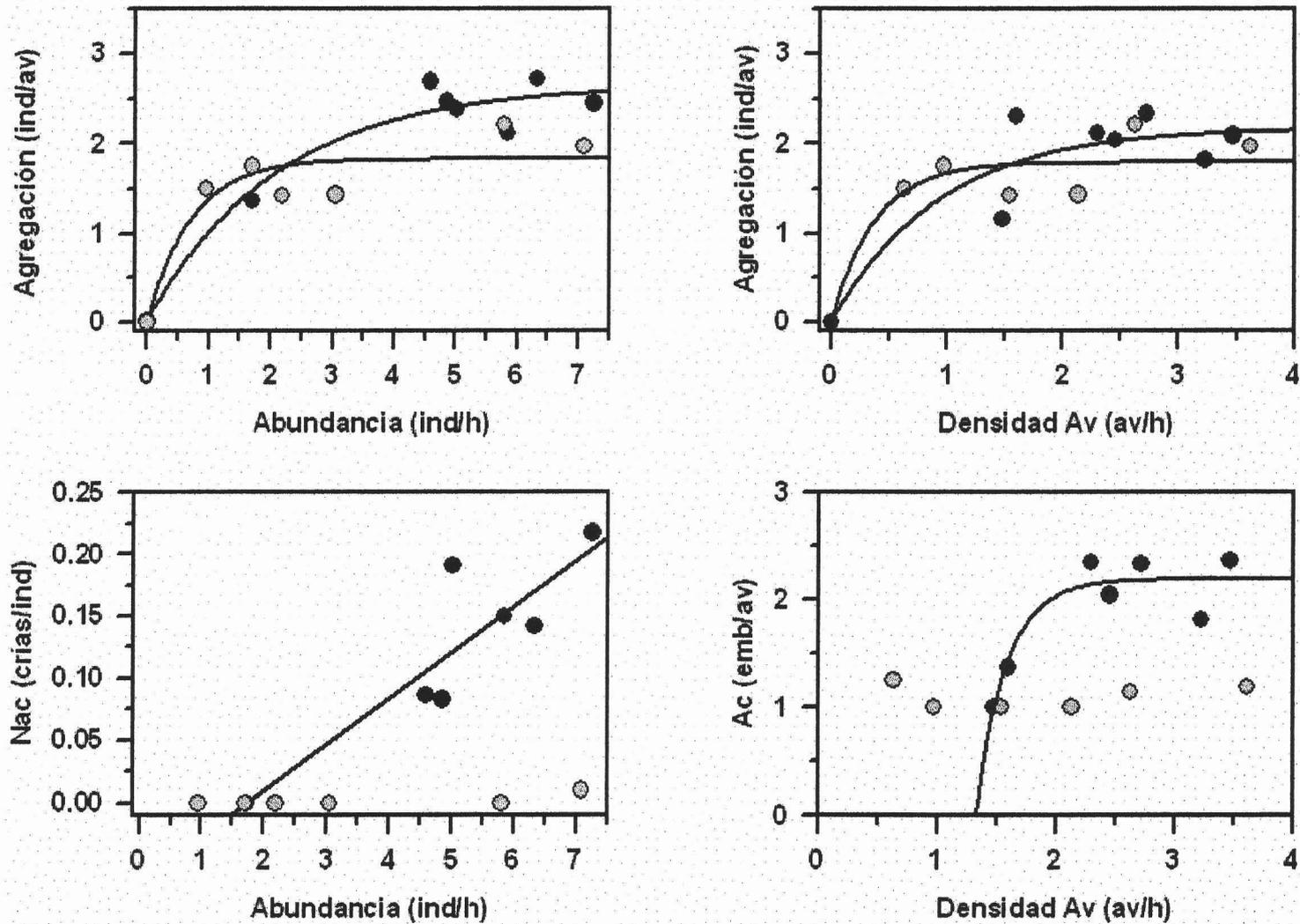


Figura 16. Relación entre la abundancia, la agregación, la densidad de agrupaciones, la actividad de observación turística de ballenas y la proporción de crías. Se muestran los ajustes descritos en el Cuadro 11 para la Bahía de Banderas (en negro) y la Bahía de Jaltemba (en gris).

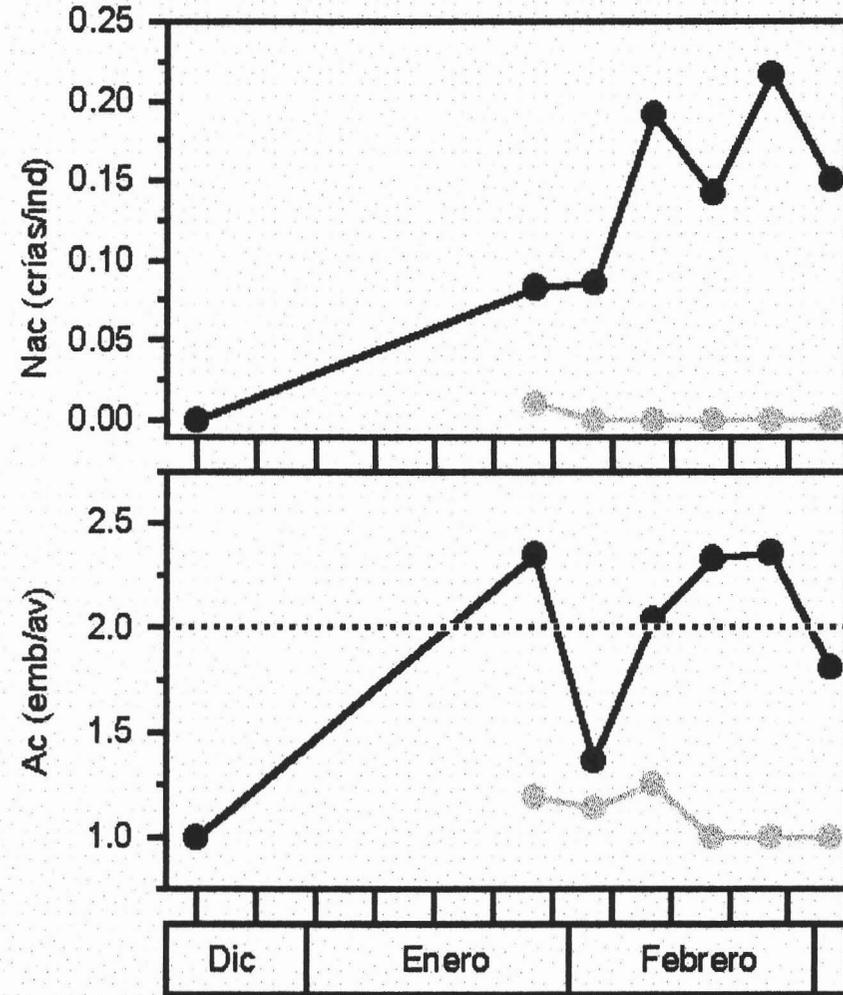
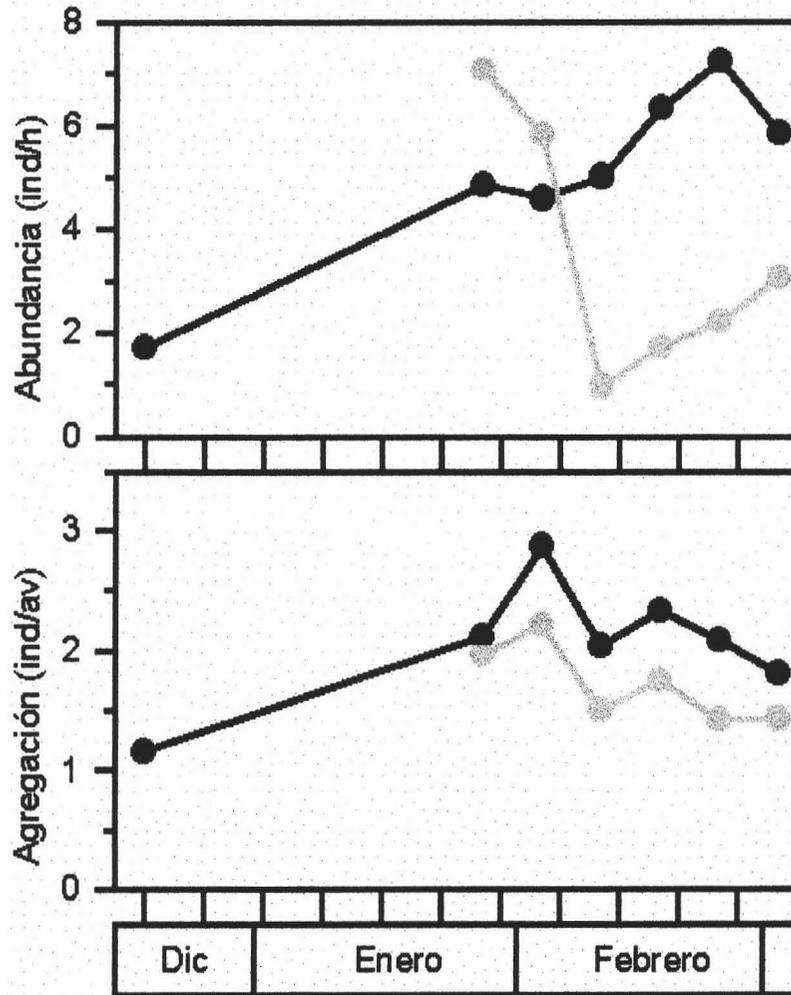


Figura 17. Perfiles temporales de la abundancia, agregación, densidad de avistamientos, proporción de crías (Nac) y actividad turística de observación de ballenas (Ac) en la Bahía de Banderas (en negro) y la Bahía de Jaltemba (en gris) durante el invierno 1999-2000. La línea punteada en el gráfico de actividad representa el límite máximo permitido en la NOM-131-ECOL-1998.

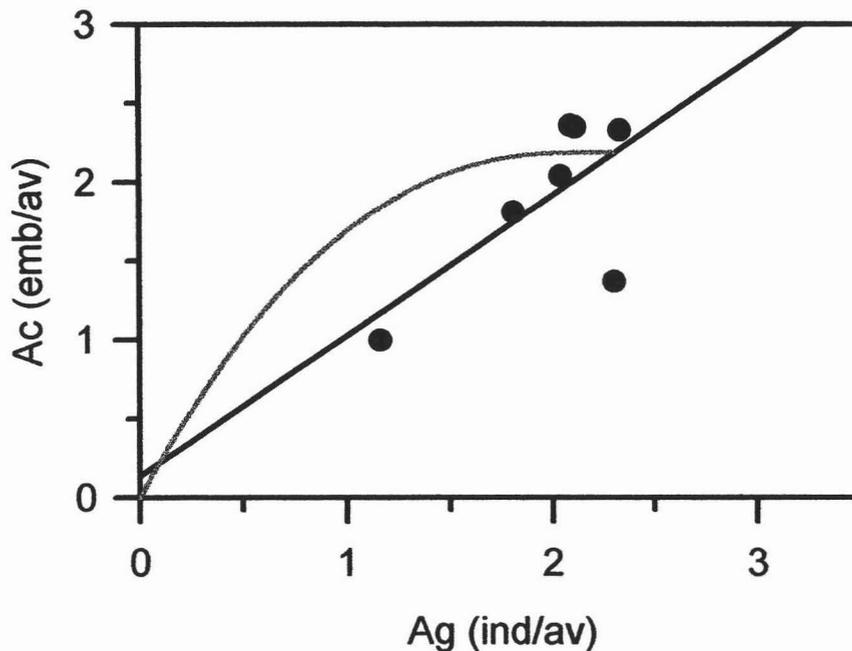


Figura 18. Agregación y actividad de observación turística de ballenas en BB. La línea negra representa la regresión lineal y la línea en gris representa el ajuste a la saturación exponencial (Cuadro 11).

La regresión lineal de la Figura 18 muestra una tendencia de crecimiento exponencial en donde teóricamente el número de embarcaciones por avistamiento podría aumentar ilimitadamente con la agregación de ballenas jorobadas en BB. En el ajuste a la saturación exponencial (línea gris), se observa que el número de embarcaciones por avistamiento se estabiliza cuando el número de individuos por agrupación es mayor a 1.5 y el número de embarcaciones por avistamiento es cercano a 2.0.

CAPACIDAD DE CARGA PARA LA BAHÍA DE BANDERAS

El número de embarcaciones por agrupación de ballenas es con frecuencia mayor al permitido. Cuando se registra una alta densidad de ballenas, la ocurrencia de 1-2 y 3-6 embarcaciones por agrupación de ballenas muestra una tendencia general al incremento (Figura 19). Esto sugiere que hay sobresaturación de embarcaciones porque en el caso de una densidad de embarcaciones sustentable, la ocurrencia de 3-6 embarcaciones/agrupación, debiera disminuir en forma paralela al incremento en la densidad de ballenas. Esta sobresaturación se debe a alguna combinación de cantidad excesiva de embarcaciones dedicadas a la observación de ballenas y a una inadecuada conducta de búsqueda por parte de quienes dirigen las embarcaciones.

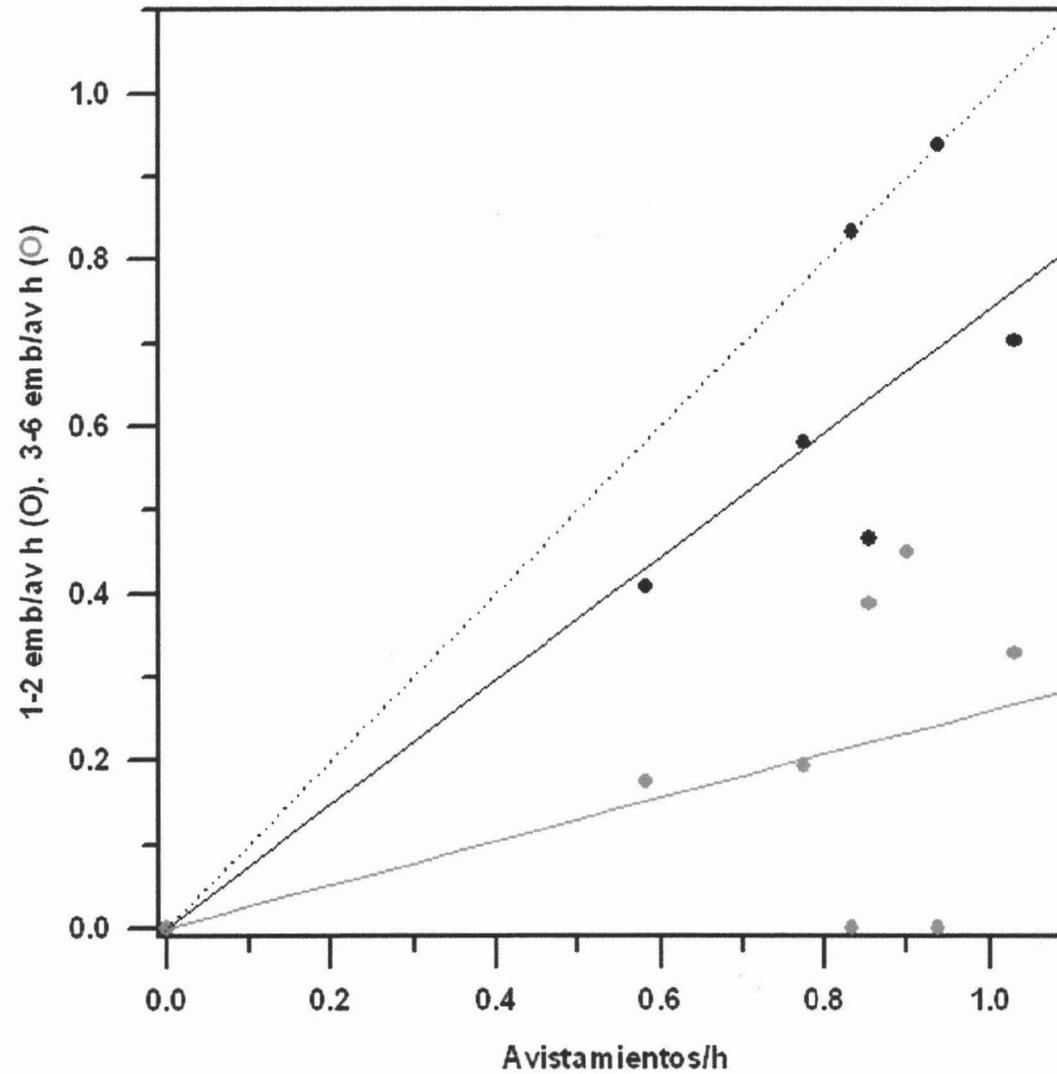


Figura 19. Ocurrencia de 1-2 y 3-6 embarcaciones por avistamiento para cada semana de estudio. La línea punteada representa la diagonal y es igual a la suma de ambos tipos de avistamiento.

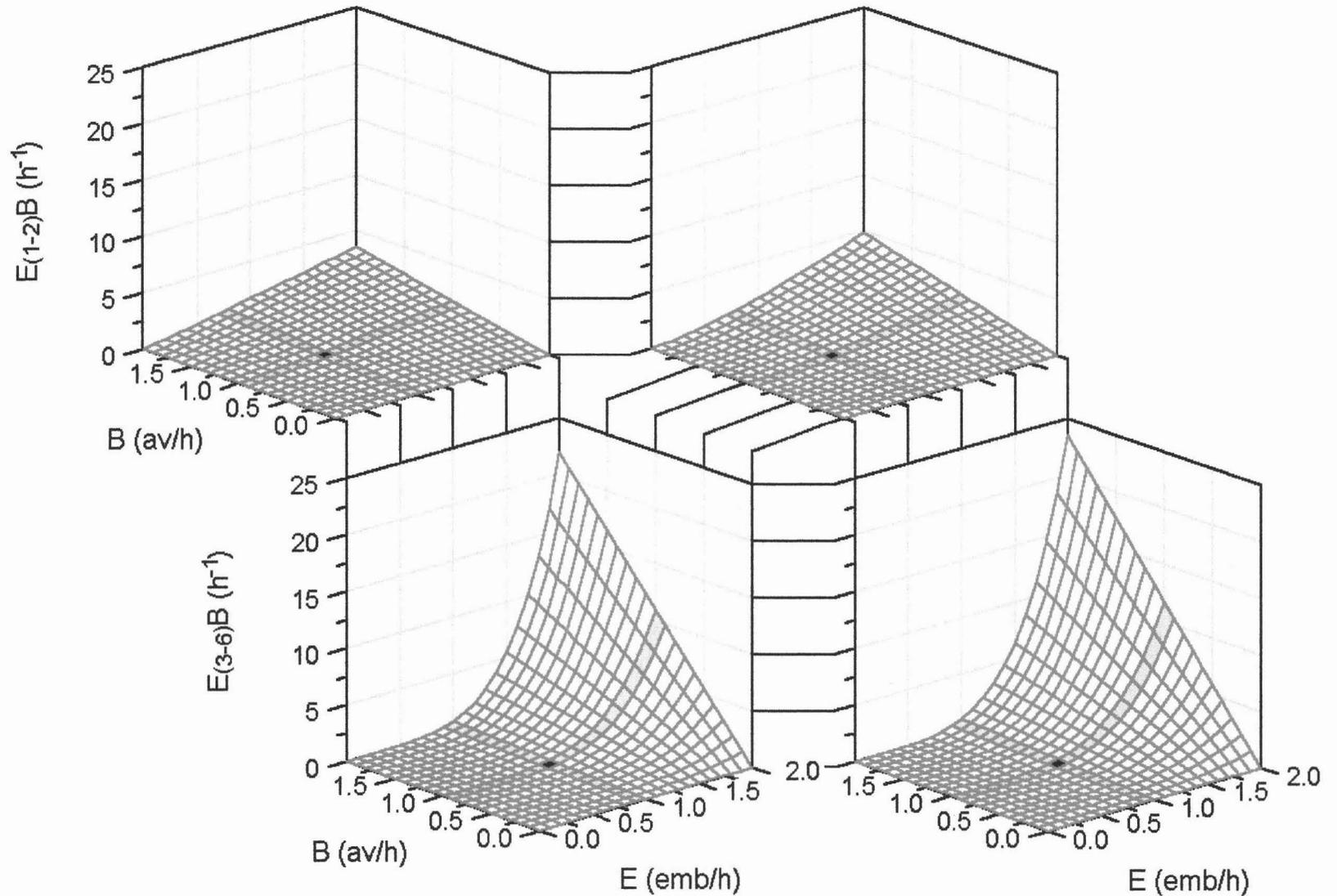


Figura 20. Modelo prospectivo de la actividad turística de observación de ballenas en BB. A la izquierda se muestran los gráficos elaborados a partir del parámetro n obtenido y a la derecha los gráficos con el parámetro teórico $n=4.5$. Los gráficos superiores corresponden a los avistamientos con 1-2 embarcaciones y los inferiores a los avistamientos con 3-6 embarcaciones. Las líneas en gris y el punto en negro muestran la densidad de ballenas (B) y embarcaciones (E) observadas.

El comportamiento actual de las embarcaciones de observación de ballenas permite predecir que un ligero incremento en su densidad incrementaría exponencialmente la violación al número máximo de embarcaciones por agrupación permitido por la NOM-131-ECOL-1998 (Figura 20). Podría reducirse entonces el tiempo de observación permitido lo que es inadecuado para la actividad turística. Se puede también aumentar la distancia de aproximación máxima y con ella el número de embarcaciones por agrupación. La NOM-131 establece un máximo de dos embarcaciones a una aproximación máxima de 30 m, esto es, una carga de dos embarcaciones en un diámetro de 188 m (94 m de periferia/embarcación). Manteniendo esta carga de embarcaciones por periferia, en el Cuadro 13 se determinaron las cargas de embarcaciones equivalentes a la NOM-131 para distintas aproximaciones máximas. Incrementar la distancia máxima de aproximación a 50 m sólo eleva la capacidad de carga a 3 embarcaciones. Una aproximación máxima de 100 m, permite una carga equivalente a la NOM-131 de 6 embarcaciones por agrupación de ballenas y esto parece más adecuado a la situación actual (Figura 21).

Cuadro 13. Cargas permisibles de embarcaciones para distancias de aproximación máxima equivalentes a la NOM-131 (máximo de 2 embarcaciones a 30 m ó 94 m de periferia).

Distancia de aproximación máxima (m)	Diámetro (m)	Embarcaciones/m de periferia	Carga máxima de embarcaciones
30	188	94	2
50	314	94	3.3
100	628	94	6.7
200	1256	94	13.4
500	3142	94	33.4

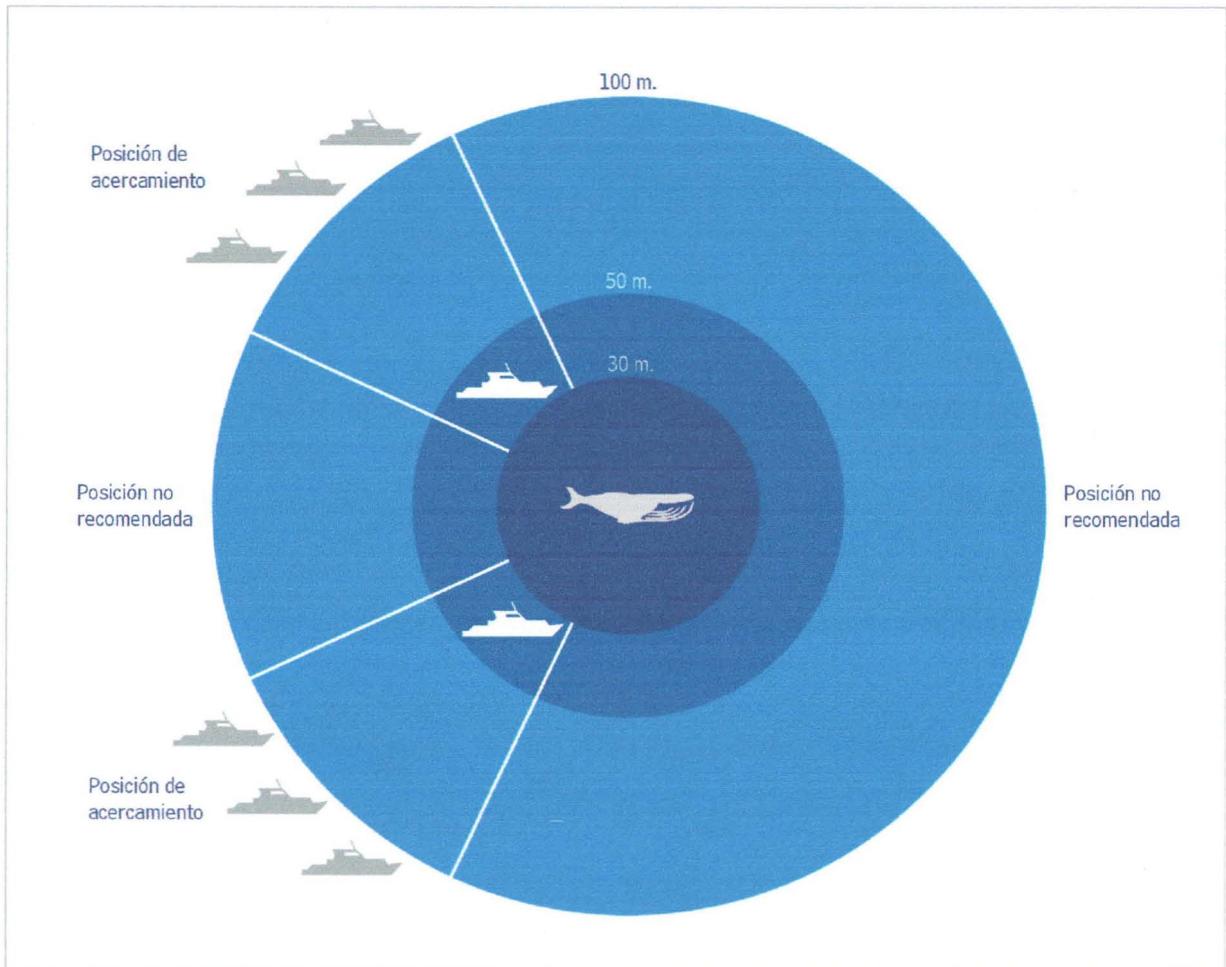


Figura 21. Esquema de propuesta equivalente a la NOM-131 de 6 embarcaciones por agrupación de ballenas a una distancia mínima de 100 m. Todos los elementos del esquema están dibujados en la misma proporción a los elementos reales. Dibujo de Lenin Díaz.

DISCUSIÓN

No hay registros previos de ballenas jorobadas en la BJ pero su ocurrencia en este sitio durante el año 2000 es una presencia breve en enero y febrero que se retiró poco a poco en forma paralela al calentamiento del agua. En la BJ la densidad de avistamientos oscila entre 0.5 y 3.5 av/h mientras que en BB es de 1.5 a 3.5 av/h. La ocurrencia de agrupaciones de ballenas jorobadas en la BB y BJ es en general similar pero en la BJ casi no hay hembras con cría (un par Hc en todo el estudio). En la BJ se observó un mayor número de individuos solitarios, parejas, grupos de competencia así como un mayor porcentaje de hembras sin cría. En la BB se registró la mayor cantidad de Hc y Hce, la mayoría en la zona norte y noroeste como había sido reportado anteriormente por Ladrón de Guevara Porras (1995) y Villavicencio-Llamosas (2000). Los machos adultos y/o juveniles en la BB son el 71% y en BJ son el 81% del total de animales. La BJ no parece así ser una zona de estancia regular de las ballenas como la BB y por lo tanto tampoco es una zona de crianza.

La actividad en superficie es en general mayor en las ballenas jorobadas de la BB (y consecuentemente el promedio de apnea es menor). En las parejas y GC, la diversidad de conductas y actividad en superficie son similares en ambos sitios. El promedio de apnea en los GC de BB es mayor que en BJ por la ocurrencia de apneas largas. La actividad en superficie de las hembras de ambos lugares responde de distinta manera al ambiente de competencia. Los machos de ambos sitios tienen apneas promedio menores al incrementarse la competencia como resultado de una mayor actividad en superficie. Las hembras de BB aumentan su apnea promedio tal vez como una respuesta de evasión vertical *sensu* Baker y Herman (1982). Las hembras de BJ disminuyen su apnea promedio al incrementarse la competencia tal vez como reflejo de la actividad general en superficie. La riqueza y diversidad de conductas de todas las agrupaciones es mayor en la BB en comparación a la BJ. En la BB se observaron prácticamente todas las conductas del etograma en las distintas agrupaciones. Las crías de la BB, los solitarios y las parejas de ambos lugares presentan mayor diversidad de conductas y son las agrupaciones más distintivas. Esto es parecido a lo observado por Villavicencio-Llamosas (2000). En la BJ la mayoría de las conductas observadas son de desplazamiento más que despliegues relacionados con el apareamiento. Todo esto indica que la BB es una zona de estancia donde se realizan diversas actividades de apareamiento y crianza y que la BJ es un sitio de paso de las ballenas con ocurrencia, tal vez oportunista, de actividades de apareamiento.

La agregación de las ballenas y la competencia entre los machos se incrementan con la abundancia hasta un máximo. La competencia parece responder a la proporción de machos y hembras. Valores muy bajos y muy altos de esta proporción presentan menos competencia. Esto sugiere que los machos evitan altos índices de competencia mediante la dispersión a otras zonas. A partir de un umbral de abundancia de ballenas, en la BB la cantidad de embarcaciones de observación turística por agrupación se incrementa hasta un máximo que supera el valor de 2 embarcaciones por agrupación establecido en la NOM-131-ECOL-1998. En la BJ la actividad de observación turística de ballenas en el año 2000 fue pequeña. La actividad promedio de observación en la BJ es de una embarcación por agrupación (la de observación científica) en tanto que en la BB es de 2.5 embarcaciones/agrupación. La mayoría de los acercamientos de embarcaciones turísticas que registramos fueron del tipo molesto *sensu* Baker y Herman (1989) (acercamientos rápidos, rodeando a las agrupaciones, con cambios abruptos de velocidad y de dirección) y

en menor número acercamientos de tipo discreto (seguimiento de los animales a velocidad lenta y con pocos cambios de dirección).

El tránsito y el acercamiento de embarcaciones modifican el comportamiento de las ballenas jorobadas; incrementos en el número de embarcaciones persecutoras o la presencia de embarcaciones de tamaño grande (capacidad para más de 20 personas), parecen incrementar los cambios en el comportamiento como lo reportan Baker, 1982; Baker y Herman, 1989; Findlay, 1997. La alteración en la conducta de las ballenas ocurre de diferente manera en las distintas agrupaciones. La reacción y el grado de respuesta de cada animal parece depender del sexo, estado reproductivo y tipo de actividad que se encuentre realizando como algunos autores lo habían reportado anteriormente (Medrano-González, *et al.*, 1993; Hoyt, 1995; Hernández Ventura, 1997; Zamora Vilchis, 2002). En general, los registros con mayor riqueza y diversidad de conductas para las distintas agrupaciones observadas en la Bahía de Banderas, se obtuvieron cuando se encontraba presente una sola embarcación. Sin embargo también se observó una rápida disminución en los índices de actividad de superficie de las ballenas jorobadas en relación al aumento en el número de embarcaciones persecutoras. Los promedios de apnea también parecen disminuir en la mayoría de las clases ante el incremento en el número de embarcaciones.

Los prestadores de servicio conocen los distintos tipos de agrupaciones y por tanto saben con cierta certeza qué avistamientos pueden resultar más atractivos para los turistas. La NOM-131-ECOL-1998 globalmente se viola el 17.49 % del tiempo en términos del tiempo permitido de observación de las ballenas y el 10.45 % en términos del número de embarcaciones por agrupación. Los mayores porcentajes de tiempo de violación son los registrados para los grupos de competencia de cuatro individuos. En las Hc, Hce y parejas se obtuvieron los mayores promedios de carga en minutos lancha y de carga en minutos lancha por agrupación. Una violación considerable en tiempo y número de embarcaciones ocurre para las hembras con cría. En estos casos, la actividad en superficie es mayor que la registrada para el resto de las agrupaciones, en particular por las crías que presentan frecuentemente despliegues vistosos como los saltos. Los solos y los cantores (que son los que tienen menor actividad en superficie) son los grupos menos observados y en los que menos se viola la NOM. Un modelo cinético de la observación turística de ballenas predice que pequeños incrementos en la actividad de observación pueden llevar a violaciones importantes de la NOM-131-ECOL-1998. La observación turística de ballenas en la BB por lo tanto no es sustentable en los términos de la NOM y la conducta actual de las embarcaciones. Una capacidad de carga sustentable se puede estimar no como número de embarcaciones sino como una carga de navegación. La regulación de la conducta de las embarcaciones debe reforzarse para evitar la violación en tiempo de observación.

La observación turística de las ballenas, como otras actividades de explotación de los recursos naturales, no es una fuente de riquezas inagotable ni es tampoco una actividad inócua. Los resultados de este trabajo muestran que la actividad de observación turística de las ballenas jorobadas en la BB afecta los hábitos de crianza y apareamiento de esta especie. Permanece por averiguar qué efectos poblacionales tiene este cambio. Salazar Bernal (2005) ha encontrado asimismo un cambio en la distribución de las hembras con cría que representa una respuesta ante la disminución del hábitat de crianza de la ballena jorobada el cual podría ser la causa del incremento reciente de depredación de crías de ballenas jorobadas por orcas. Ya en el año 2000 se observó una considerable violación a la NOM-ECOL-131-1998 en términos del tiempo de observación y número de embarcaciones

por agrupación habiendo 75 embarcaciones con permiso de observación de ballenas. En años recientes ha aumentado el número de embarcaciones con registro oficial para ofrecer el servicio de observación de ballenas, siendo para la temporada 2004-2005 de 93 naves de distinta capacidad que se dedican exclusivamente a estos recorridos y a cerca de 200 embarcaciones que realizan otro tipo de actividades turísticas pero que cuentan con el permiso para realizar esta actividad de manera ocasional. Debe sumarse también un crecimiento aparente de embarcaciones de observación de ballenas sin ninguna autorización. La observación turística de ballenas en la BB por tanto, no parece una actividad ecológica y económicamente sustentable. Los resultados de este trabajo muestran que en el año 2000 la actividad de observación de ballenas saturaba los términos de la NOM-131-ECOL-1998 y que pequeños incrementos en la actividad de observación pueden llevar a incrementos muy grandes en la violación de la NOM. Esta saturación de embarcaciones por agrupación de ballenas es alguna combinación en la cantidad excesiva de embarcaciones dedicadas a la observación de esta especie (con y sin permiso) y en una incorrecta conducta de búsqueda por parte de los capitanes de las embarcaciones.

Debe investigarse la relación entre la cantidad de embarcaciones dedicadas de hecho a la observación de ballenas (con o sin autorización) y los patrones de navegación para que se determine una carga máxima en términos de la cantidad de embarcaciones que en un momento dado pueden observar ballenas en la BB. Los resultados muestran que una densidad de embarcaciones mayor a dos viola considerablemente la NOM con la conducta actual de comunicación entre embarcaciones para localizar ballenas. Puede incrementarse la cantidad de embarcaciones a cambio de que su tiempo de navegación se reduzca en la misma proporción, lo cual resultaría inadecuado para la actividad misma. Otra posibilidad es aumentar la distancia de acercamiento máximo dispuesta por la NOM de un radio de 30 m hasta 100 m. Esto permitiría sostener la actual carga máxima de embarcaciones (6 embarcaciones/agrupación) manteniendo 94 metros entre embarcaciones en la periferia de las ballenas. Actualmente existe evidencia de alteraciones considerables a las condiciones de crianza de las ballenas jorobadas en la Bahía de Banderas y aguas adyacentes (p.ej. Salazar Bernal, 2005) y por ello es crucial en la actualidad reforzar el cumplimiento de la NOM-131-ECOL-1998. Se necesita evitar, entre otras cosas, que los prestadores comuniquen la localización de ballenas para que las embarcaciones no se aglomeren sobre un número reducido de agrupaciones de ballenas y la carga se reparta en forma más uniforme entre los animales. Se debe también restringir con mayor severidad, la observación de hembras con cría y minimizar en lo posible el tránsito en la costa norte de la BB. Finalmente, reitero la propuesta de modificar la NOM-131 en términos de aumentar la distancia de aproximación máxima a 100 m o algún otro equivalente indicado en el Cuadro 13.

CONCLUSIONES

La ocurrencia de agrupaciones de ballenas jorobadas en la BB y BJ es en general similar pero en la BJ casi no hay hembras con cría. La proporción de machos en la BJ es mayor que en la BB. Así, la BB es una zona de estancia donde se realizan diversas actividades de apareamiento y crianza y la BJ es un sitio de paso ocasional de las ballenas con ocurrencia oportunista de actividades de apareamiento.

A partir de un umbral de abundancia de ballenas, en la BB la cantidad de embarcaciones de observación turística por agrupación se incrementa hasta un máximo que supera el valor de 2 embarcaciones por agrupación establecido en la NOM-131-ECOL-1998.

El tránsito y el acercamiento de embarcaciones alteran el comportamiento de las ballenas jorobadas. Esta alteración de la conducta ocurre de diferente manera en distintas agrupaciones. La reacción y el grado de respuesta de cada animal o agrupación parecen depender del sexo, estado reproductivo y tipo de actividad que se encuentre realizando. Los mayores cambios conductuales se observan en las agrupaciones que presentan pocos integrantes o una cría.

La NOM-131-ECOL-1998 se viola considerablemente en términos del tiempo y número de embarcaciones permitidas y es considerable la observación turística de hembras con crías y la violación a la NOM en la observación de esta agrupación cuya observación turística está restringida. Un modelo cinético de la observación turística de ballenas predice que pequeños incrementos en la actividad de observación pueden llevar a violaciones importantes de la NOM. Existe una sobresaturación de embarcaciones por agrupación de ballenas a causa del excesivo número de embarcaciones dedicadas a la observación turística de esta especie y a una incorrecta conducta de búsqueda por parte de los capitanes de las embarcaciones.

La observación turística de ballenas en la BB por lo tanto no es sustentable en los términos de la NOM y la conducta actual de las embarcaciones. Una capacidad de carga sustentable se puede estimar no como número de embarcaciones sino como una carga de navegación. La regulación de la conducta de las embarcaciones debe reforzarse. Una posible solución es aumentar la distancia de acercamiento máximo dispuesta por la NOM de 30 m a 100 m. Esto permitiría sostener la actual carga máxima observada de embarcaciones por agrupación.

RECOMENDACIONES ECOTURÍSTICAS

Estas sugerencias tienen el propósito de mejorar las actividades de observación turística de ballena jorobada y evitar daños a sus zonas de reproducción en la Bahía de Banderas. La recomendación básica es la de reforzar imperiosamente el cumplimiento estricto de la NOM-131-ECOL-1998 (Apéndice 4).

Debe hacerse un estudio sobre el tipo de embarcaciones a las que debe permitirse la observación de ballenas. Embarcaciones muy pequeñas representan una alta carga de ruido, perturbación y riesgo de accidente por pasajero. Embarcaciones muy grandes, por su maniobrabilidad reducida son más riesgosas para las ballenas. No deben permitirse tampoco embarcaciones con motores muy ruidosos.

La distribución de las embarcaciones de observación dentro de la Bahía de Banderas debe ser homogénea y no enfocarse únicamente a la zona norte de la bahía. Una red de rutas preestablecidas de búsqueda puede ser adecuado. Es importante controlar la comunicación entre embarcaciones que den a conocer la ubicación exacta de agrupaciones y

Se debe evitar la persecución de agrupaciones de hembra con cría (Hc).

Se recomienda prohibir a las embarcaciones de observación el acercamiento y persecución de agrupaciones de cualquier tipo cuando estas se encuentren cerca de la costa o en zonas de baja profundidad. Inicialmente esto debe ser menos de 20 m que es lo que permite a una ballena jorobada moverse sin restricción en las tres dimensiones.

Se debe evitar la interrupción de las actividades que se encuentren realizando las distintas agrupaciones de ballenas jorobadas durante el tiempo de observación. El acercamiento de todas las embarcaciones debe ser lento y nunca con cambios bruscos de velocidad o de ruido de los motores así como de dirección. La experiencia del grupo de investigación de la Facultad de Ciencias durante más de 20 años es que un acercamiento lento y silencioso tiene una mayor probabilidad de que las ballenas permitan eventualmente el acercamiento de una embarcación y de que su conducta no se modifique o de que alguna modificación no altere sus actividades.

Se recomienda cambiar la NOM-131 para que permita un máximo de 6 embarcaciones a una aproximación máxima de 100 m. Además de que esto se adecúa más a la presión de observación actual, esta distancia no se sobrelapa con el radio en el cual las ballenas realizan sus actividades, especialmente los grupos de competencia entre machos que pueden requerir espacios con diámetro mucho mayor a los 30 m que actualmente permite la NOM-131.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres Sergio Díaz y Patricia Gamboa por todo el apoyo que me han brindado siempre, por todo su cariño y comprensión, por tantos consejos que necesité y que seguiré necesitando, por dejarme decidir mi carrera y mi destino, por todo...

A mi hermano Lenin por ayudarme con la computadora y los mapas para la realización de este trabajo y por ser el mejor bajista y hermano ...

A mi hermana Maya por levantarme el ánimo toda la vida, por creer en mí, por apoyarme en todo lo que hago y claro, por ser la mejor hermana...

A mi hijo Rodrigo por ser el motivo para seguir siempre adelante y por quererlo tanto...

A mis abuelos Gloria Ontiveros, Guillermo Díaz[†] y María de la Luz Ramírez[†]...

Al Dr. Luis Medrano por aguantarme durante tanto tiempo, por su paciencia y su imprescindible dirección en esta tesis, por su apoyo y por toda la confianza que depositó en mí durante estos años...

A mis sinodales, la Dra. Elva Escobar, la Biól. María de Jesús Vázquez, el Biól. Eduardo Peters y el Biól. Ricardo Rico, por enriquecer enormemente mi trabajo, por sus certeros comentarios y por su paciencia...

A Juan Ángel quien fue compañía necesaria durante toda mi estancia en Puerto Vallarta, por ayudarme en la colecta de información, por su ánimo siempre bueno y por su incomparable amistad...

Nuevamente a María de Jesús Vázquez, a Gloria Panécatl y a las chicas del colegio Oxford que me ayudaron en las observaciones y registro de datos en Bahía de Banderas...

A Isabel Cárdenas, Hugo Brodziak y el personal de "Expediciones Cielo Abierto" por su imprescindible colaboración, su generosidad, por lo que compartimos en el mar y por su interés en las ballenas. Agradezco a Sofia por brindarnos su casa y su amistad...

A Ricardo Juárez, Arturo Robles, Janet Nolasco, Karla Villavicencio y nuevamente a Luis Medrano por su trabajo en la Bahía de Jaltemba y por su amistad...

Al "Hotel Peñamar" en Guayabitos por recibirnos, darnos hospedaje y muchas formas de apoyo...

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por todo lo que aprendí en ella, por todo lo que me enseñó dentro y fuera de las aulas, por todo lo que le debo...

A la Facultad de Ciencias de la UNAM por la invaluable planta de profesores que alberga, por la investigación científica que hace para bien de nuestro país y por mantenerse siempre contra viento y marea...

Al Programa de Becas para Tesis de Licenciatura que me favoreció con su apoyo y a la SEMARNAT por los permisos y otras facilidades para la realización de este trabajo...

A mis compañeros y queridos amigos de la carrera Ulises Iturbe, Cedrik At-Jarid, Juan Luis, Cesar Abarca, Itzel Zamora, Liliana, Diana, Eduardo, Adán, Manuel, Gabriela, Cynthia, Erika y Paty en dondequiera que se encuentren.

REFERENCIAS

- Anónimo, 1976. Memoria del levantamiento hidrográfico para la carta O. S. M. 655, de Puerto Vallarta, Jalisco. Secretaría de Marina. Dirección general de oceanografía y señalamiento marino. México. 137 pp.
- Ávila, F. 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. 58 pp.
- Ávila, F. S. y Saad, A. L., 1998. Valuación de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) y la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en México. pp. 123-143. En Benitez, H. D. (ed.). Aspectos económicos sobre la biodiversidad de México. CONABIO- Instituto de Ecología, SEMARNAP. México. 203 pp.
- Baker, C. S., Herman, L. M., Bays, B. G. y Stifel, W. F., 1982. The impact of vessel traffic on the behavior of humpback whales in southeast Alaska. University of Hawaii at Manoa. Kewalo Basin Marine Mammal Laboratory. Honolulu, Hawaii, para NMFS-NMML. 107 pp.
- 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. Marine Ecology- Progress Series, 31: 105-119.
- Baker, C. S., y Herman, L. M., 1989. Behavioral responses of summering humpback whales to vessel traffic: Experimental and opportunistic: Technical Report No. NPS-NR-TRS-89-01. U. S. Department of the Interior National Park Service, Alaska.
- Baker, C. S. y Medrano-González, L., 2002. World-wide distribution and diversity of humpback whale mitochondrial DNA lineages. Pp. 84-99. En: Pfeiffer, C. J. (Ed). Molecular and cell biology of marine mammals. Krieger Publishing Co. Melbourne, FL.
- Bauer, G. B., 1997. An overview of the effects of vessel approaches on humpback whale behavior in Hawaii. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-11:68-73.
- Beach, D. W., y Weinrich, M. T., 1989. Watching the Whales: Is an educational adventure for humans turning out to be another threat for endangered species? Oceanus 32 (1): 84-88.
- Borowski, 1781. *Balaena novaeangliae*. Geminnüzzige Naturgeschichte des Thierreichs, 2 (1): 21.
- 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 (1995) 259: 229-234.
- Burton, R., 1980. The life and death of whales. Second edition. Universe Books, New York, NY. 185 pp.
- Capuzzo, J. M., 1987. Biological effects of petroleum hydrocarbons: assessment from experimental results. In: Long Term Environmental Effects of Offshore Oil and Gas Development. Eds. Boesch, DF. and Rabalais, NN. Elsevier Applied Science. NY.
- Carwardine, M. 1998. Manuales de identificación. Ballenas, delfines y marsopas. Guía visual de todos los cetáceos del mundo. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. Pp. 76-79.
- Chittleborough, R. G., 1955. Aspects of reproduction in the male humpback whale (*Megaptera nodosa*) (Bonaterre). Aust. J. Mar. Fresh. W. Res., 6(1): 1-29.
- Chittleborough, R. G., 1957. The breeding cycle of the female humpback whale (*Megaptera nodosa*) (Bonaterre). Aust. J. Mar. Fresh. W. Res., 9(1): 1-18.
- Clapham, P. J., 1993. Social organization of humpback whales on a North Atlantic feeding ground. Symp. Zool. Soc. Lond. (1993) 66: 131-145.
- Clapham, P. J., 1996. The social and reproductive biology of humpback whales: an ecological perspective. Mammal Review, 26 (1): 27- 49.

- Clapham, P. J., Barlow, J., Bessinger, M., Cole, T., Mattila, D., Pace, R., Palka, D., Robbins, J., 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*. Spring 2003; 5 (1): 13-22.
- Corkeron, P. J., 1995. Humpback whales *Megaptera novaeangliae* in Hervey Bay, Queensland: behaviour and responses to whale watching vessels. *Can. J. Zool.* 64: 105- 111.
- Crisci, J. V. y López, M. F. A., 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Secretaria General de los Estados Americanos. Washington, D. C. 132 pp.
- Darling, J. D. y Jurasz, C. M., 1983. Migratory destination of North Pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). En R. Payne (Ed). *Communication and behaviour of whales*. Boulder. Westview Press. Pp. 359-368.
- Darling, J. D., Cerchio, S., 1993. Movement of a humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) between Japan and Hawaii. *Marine Mammal Science*, 9 (1): 84-89.
- Dawbin, W. H. 1964. Movements of humpback whales marked in the southwest Pacific Ocean 1952 to 1962. *Norsk Hvalfanst-Tidende* 3: 68-78.
- De la Lanza, G. (comp.), 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT editor. México. 569 pp.
- Dingle, H. 1996. *Migration: the biology of life on the move*. New York. Oxford Univ. Press.
- Ersts, P. J. & Rosenbaum, H. C., 2003. Habitat preference reflects social organization of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on a wintering ground. *Journal of Zoology*. London. August, 2003; 260 (4): 337-345.
- Evans, P. G. H., 1996. Human disturbance of cetaceans in the exploitation of mammal populations. Taylor, V. J. y Dunstone, N. (eds.). 1996. Chapman and Hall.
- Findlay, J., 1997. Review of the effects of tourism activities on cetaceans. Working paper submitted to the IWC Scientific Committee 45th Annual Meeting Monaco. 56/49/029. 23 pp.
- Fletcher, J.L., 1971. The effects of noise on wildlife. Eds. Fletcher, J.L., y Busnel, R.G., Academic Press, New York. 305 pp.
- Frankel, A. S., Smultea, M. A., Gabriele, C.M., Kieckhefer, T. R. y Clark, C. W., 1995. Humpback whale behavior and vessel effects from the 1994 Hawaii shore-based atoc baseline study. En: *Abstracts of Eleventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*. Orlando, Florida. December, 39 pp.
- Fristrup, K. M., Hatch, L. T., Clark, C. W., 2003. Variation in humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) song length in relation to low-frequency sound broadcasts. *Journal of the Acoustical Society of America*. June 2003; 113 (6): 3411-3424.
- Gabriele, C. M., Straley, J. M., Herman, L. M. y Coleman, R. J., 1996. Fastest documented migration of a North Pacific Humpback Whale. *Marine Mammal Science* 12(4):457-464.
- Geraci, J. R. y St. Aubin, D. J., 1980. Offshore petroleum resource development and marine mammals: a review and research recommendations. *Mar. Fish. Rev.* 42(11):1-2.
- Gordon, J., y Moscrop, A., 1996. Underwater Noise Pollution and its Significance for Whales and Dolphins. Chap. 11, In: *The Conservation of Whales and Dolphins*. Science and Practice. Ed. M. Simmonds and J Hutchinson. Wiley.
- Guevara, R. O., 1996. Estudio de la influencia del sector turístico en la situación socioeconómica de los pescadores de Punta de Mita, nayarit. *Oceanología*, enero-marzo 1996; 1(9): 105-114.
- Gray, 1846. *Megaptera longipinna*. *Ann. Mag. Nat. Hist.* (1) 17: 83
- Hendrick, P.W., 2000. *Genetics of populations*. Jones and Bartlett Publishers. Second Edition. Inc. USA. 737 pp.

- Herman, L. M., Antinaja, C. R., 1977. Humpback whales in the Hawaiian breeding waters; Population and pod characteristics. Scientific Reports of Whales Research Institute of Japan, 29: 59-85.
- Hernández, V. S. 1997. Efecto de embarcaciones turísticas sobre el comportamiento del rorcual jorobado, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) en el área reproductiva de Bahía de Banderas, Nayarit, México (enero-febrero, 1997). En: Resúmenes de la XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, Nuevo Vallarta, Nayarit, México. 34 pp.
- Hoyt, E., 1995. Behavior of cetaceans in the presence and absence of boats. A review. 13pp.
- Hoyt, E., 2001. Whale watching 2001. Worldwide tourism numbers, expenditures and expanding socioeconomic benefits. A special report from the International Fund for Animal Welfare (IFAW), UNEP. London. 164 pp.
- INEGI, 1997. Perfil Sociodemográfico. Jalisco. Aguascalientes, Ags. INEGI. México.
- INEGI, 1998. Nayarit. Perfil Sociodemográfico, INEGI. México.
- INEGI, 2000. XII censo general de población y vivienda. Estado de Jalisco y Estado de Nayarit. INEGI, México.
- Jacobsen, J. y Cerchio, S., 2002. Variación espacial y temporal en la distribución de las ballenas jorobadas cantando alrededor de la Isla Socorro, Pacífico mexicano, 2000 y 2001. XXVII Reunión Internacional para el estudio de los mamíferos marinos. 12 al 15 de mayo de 2002. Veracruz, México. Memorias de la Sociedad Mexicana de Mastozoología marina.
- Jahoda, M., Lafortuna, C. L., Biassoni, N., Almirante, C., Azzellino, A., Panigada, S., Zanardelli, M. & Di-Sciara G. N., 2003. Mediterranean fin whale's (*Balaenoptera physalus*) response to small vessels and biopsy sampling assessed through passive tracking and timing of respiration. Marine Mammal Science. January, 2003; 19 (1): 96-110.
- Johnson, J. H. y Wolman, A. A., 1984. The humpback whale, *Megaptera novaeangliae*. En: Breiwick, M. J. y Braham, W. H. (eds.). The status of endangered whales. A special section of the Marine Fisheries Review, NOAA7NMFS, 46 (4): 30-37.
- Johnson, J. H. y Wolman, A. A., 1984. Report on the humpback whale under the endangered species act of 1973. Nat. Mar. Mam. Lab. Northwest and Alaska Fisheries Center, National Marine Fisheries Service, NOAA. Seattle, Washington. 29 pp.
- Juárez Salas, R. A., 2001. Tasas de nacimiento e intervalos entre partos del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 90 pp.
- Katona, S. K. y Whitehead, H. P. 1981. Identifying humpback whales using their natural markings. Polar Record, 20(128): 439-444.
- Kovach, W. L., 1993. A multivariate statistics package for the IBM PC and compatibles. Version 2.1. Anglesey. Wales.
- Ladrón de Guevara Porras, P., 1995. La ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae* (Borowski 1781), en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. (Cetacea: Balaenopteridae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 174 pp.
- 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. 140 pp.
- Leatherwood, S., Reeves, R. R., Perrin, W. F. y Evans, E., 1982. Whales, dolphins, and porpoises of Eastern North Pacific and adjacent Arctic waters. A guide to their identification. NOAA Technical Report NMFS Circular 444. 246 pp.
- Lesage, V. C., Barrette, M.C.S., Kingsley, B. Sjure. 1999. The effect of vessel noise on the vocal behavior of belugas in the St. Lawrence river estuary, Canada. Marine Mammal Science, 15: 65-84.

- Mackintosh, N. A., 1965. The Stocks of Whales. The Fishing News (Books) Ltd., London.
- Martínez, V. M. G., Rivera, G. G. C., Reyna, M. M. I., Alcántara O. S. M. B. y Pérez, C. H., 2002. Impacto del ecoturismo en el comportamiento de la ballena gris, *Eschrichtius robustus*, en Bahía Magdalena, BCS, México. En: Memorias de la XXVII Reunión internacional para el estudio de los mamíferos marinos. Mayo 2002. Veracruz, México.
- Mayo, C. A., Pittman, S., Carlson, C. A., Clapham, P. J. y Mattila, D. K., 1984. Small-scale movements of humpback whale feeding aggregations on Stellwagen Bank, Massachusetts. En Proceedings of the Western North Atlantic Marine Mammal Research Association Co.
- McDonald, Mark A. y Moore, Sue E., 2002. Calls recorded from North Pacific right whales (*Eubalaena japonica*) in the eastern Bering Sea. *Journal of Cetacean Research and Management*. Winter 2002; 4 (3): 261-266.
- Medina, R. P., Cupul, M. A., 2000. Los corales del Pacífico central de México. Centro Universitario de la Costa, campus Puerto Vallarta, Universidad de Guadalajara. Ecológica, 25 de septiembre del 2000.
- Medrano-González, L., Durán, L. M. E., Cosío, G. G., Fiordeliso, C. T., Hernández, V. M. M., Magaña, C. E. y Peimbert, T. M., 1995. Fisiología de la conducta de buceo en mamíferos y tortugas acuáticas. Reporte de la Biología de Campo. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Medrano-González, 1998. A focus on humpback whales: from molecular to biosphere evolution. New Zeland Molecular Ecology Meeting. Tongariro Nacional Park. December.
- Medrano-González, L., Baker, C. S., Robles-Saavedra, M. R., Murrell, J., Vazquez-Cuevas, M. J., Congdon, B. C., Straley, J. M., Calambokidis, J., Urbán-Ramírez, J., Flórez-González, L., Olavarria-Barrera, C., Aguayo-Lobo, A., Nolasco-Soto, J., Juárez Salas, R. A. y Villavicencio-Llamosas, K., 2001. Trans-Oceanic population genetic structure of humpback whales in the North and South Pacific. *Memoirs of the Queensland Museum*. July 2001; 30 (2): 465-479.
- Morete, M. E., Freitas, A., Engel, M. H., Pace, R. M. & Clapham, P. J., 2003. A novel behavior observed in humpback whales on wintering grounds at Abrolhos Bank (Brazil). *Marine Mammal Science*. October 2003; 19 (4): 694-707.
- National Marine Fisheries Service. 1991. Recovery Plan for the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). National Oceanic and Atmospheric Administration. Silver Spring, MD.
- Nishiwaki, M. y Sasao, A., 1977. Human activities disturbing natural migration routes of whales. *Sci. Rep. Whales. Res. Inst.* 29:113-120.
- Norris, T. F., 1994. Effects of boat noise on the singing behavior of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Journal of the Acoustic Society of America*, 96: 3251.
- PNUMA, 1993. ¿Qué es el desarrollo sostenible?, el debate sobre la captura de ballenas. *Nuestro Planeta*. 5 (5): 10-13.
- Poole, T. B., 1985. Social behaviour in mammals. Ed. Blackie, New York. Pag. 24.
- PROCEAM I, 2004. Estudio prospectivo oceanográfico frente a las costas del Pacífico Central Mexicano. Métodos de muestreo en la investigación oceanográfica. Informe de campaña oceanográfica. Posgrado en Ciencias del mar y Limnología, UNAM; México, DF. 99 pp.
- Reeves, R. R., 1977. The problem of gray whale (*Eschrichtius robustus*) harassment at the breeding lagoons and during migration. Smithsonian Institution, Washington, D. C. Report for the U. S. Marine Mammal Commission. National technical Information Service document no. PB-272 506.
- Reeves, R. R., 1992. Whale responses to anthropogenic sounds: a literature review. Dept. Conservation, Wellington, New Zealand.

- Reeves, R. R. & Smith, T. D., 2002. Historical catches of humpback whales in the North Atlantic Ocean: An overview of sources. *Journal of Cetacean Research and Management*. Winter 2002; 4 (3): 219-234.
- Reeves, R. R., Clapham, P. J., Wetmore, S. E., 2002. Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) occurrence near the Cape Verde Islands, based on American 19th century whaling records. *Journal of Cetacean Research and Management*. Winter 2002; 4 (3): 235-253.
- Rendell, L. E., Whitehead, H., 2003. Comparing repertoires of sperm whale codas: A multiple methods approach. *Bioacoustics*. 2003; 14 (1): 61-81.
- Rice, D. W., 1978. The humpback whale in the eastern North Pacific: distribution, exploitation, and numbers. En K. S. Norris y R. Reeves (eds.). Report on a workshop on problems related to humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). Report to US Marine Mammal Commission. Washington; 29-44.
- Richardson, W. J., Fraker, M. A., Wursig, B. y Wells, R. S., 1985. Behavior of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, summering in the Beaufort Sea: Reactions to industrial activities. *Biological Conservation*, 32: 195-230.
- Richardson, W. J., Wursig, B. y Greene, C. R. Jr., 1990. Reactions of bowhead whale *Balaena mysticetus*, to drilling and dredging noise in the Canadian Beaufort Sea. *Marine Environmental Research*, 29: 135-160.
- Richardson, W. J., Greene, C. R., Malme, C. I. y Thomson, D. H., 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press Inc. London. 547 pp.
- Ruíz-Rodríguez, T., 2004. Actividad en superficie y dinámica del consumo de aire de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 110 pp.
- Salazar Bernal, E., 2005. Ocurrencia de orcas (*Orcinus orca*) y de sus ataques a ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en la Bahía de Banderas, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 94 pp.
- Salinas, Z. M., Ladrón de Guevara, P. P., Salas, R. I., Aguayo, L. A. y Jacobsen, K. J., 1984. La ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae*, en la Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, México. Siete años de investigación. En: Resúmenes del II Congreso Nacional de Mastozoología, 84. Marzo de 1994. Guadalajara, Jalisco, México.
- Salinas, Z. M. y Bourillón, M. L., 1988. Taxonomía, diversidad y distribución de los cetáceos de la Bahía de Banderas, México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias; UNAM. 211 pp.
- Salinas-Vargas, J. C., Flores, R. S., y Urbán, R. J., 1997. Distribución espacio-temporal de agrupaciones sociales del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) en el área de los Cabos, B. C. S. México, en las temporadas 1989 y 1993. En Resúmenes XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. Pp. 28.
- Silber, G. K., 1986. The relationship of social vocalizations to surface behavior and aggression in the Hawaiian humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). *Can. J. Zool.* 64: 2075-2080.
- Smultea, M., 1994. Segregation by humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) cows with a calf in coastal habitat near the island of Hawaii. *Canadian Journal of Zoology* 72:805-811.
- Stafford, K. M., 2003. Two types of blue whale calls recorded in the Gulf of Alaska. *Marine Mammal Science*. October 2003; 19 (4): 682-693.
- Steiger, G. H., Calambokidis, J., Sears, R., Balcomb, K. C. y Cabbage, J. C., 1991. Movement of humpback whales between California and Costa Rica. *Marine Mammal Science*, 7(3): 306-310.
- Stewart, B. S., Evans, W. E. y Awbrey, F. T., 1982. Effects of man made waterbone noise on behavior of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) in Bristol Bay, Alaska. HSWRI Technical Report N° 82: 145.

- Straley, J. M., 1993. Annual reproduction by individually identified humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in alaskan waters. *Marine Mammal Science*, 10(1): 87-92.
- Tovilla, H. C., 1991. Oceanografía geológica. Golfo de California. México. Pp. 403-451.
- Urbán, R. J. y Aguayo, L. A. 1987. Spatial and seasonal distribution of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in the Mexican Pacific. *Marine Mammal Science*, 3(4): 333-344.
- Urbán, R. J. y Ramírez, R. M. (Eds). 1997. La Bahía de La Paz, investigación y conservación. UABCS – CICIMAR – SCRIPPS. La Paz, B. C. S., México. 236 pp.
- Urbán, R. J., Alvarez, F. C., Salinas, Z. M., Jacobsen, J., Balcomb III, K. C., Jaramillo L. A., Ladrón de Guevara, P. P. y Aguayo, L. A., 1999. Population size of humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in waters off the Pacific coast of México. *Fishery Bulletin*, 97(4): 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 Ziegesar, O., Waite, J. M., Mizroch, S., Dahlheim, M. E., Darling, J. D. y Baker, C. S., 2000. Migratory destinations of humpback whales wintering in the Mexican Pacific. *Journal of Cetacean Research Management*, 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. 111 pp.
- Weinrich, M. T., Kuhlberg, A. E., 1991. Short-term association patterns of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) groups on their feeding grounds in the southern Gulf of Maine. *Can. J. Zool.* 69: 3005-3011.
- Winn, H. E. & Reichley, N. E., 1985. Humpback Whale *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781). En *Handbook of Marine Mammals*. Academic Press. London. 3: 241-271.
- Wursig, B., 1988. El comportamiento de las ballenas. *Investigación y Ciencia*, 38 (141): 78-86.
- Zamora Vilchis, I., 2002. Análisis del efecto de embarcaciones turísticas en la abundancia y conducta de la ballena gris *Eschrichtius robustus* en laguna San Ignacio, B. C. S. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 85 pp.

Apéndice 1
"ETOGRAMA DE LA BALLENA JOROBADA, *MEGAPTERA NOVAEANGLIAE*, EN SUPERFICIE Y EN ZONAS DE REPRODUCCIÓN"

0	—	flote	
1	⤿	arqueo	
2	⌚	sondeo	
3	↑	nado lateral	
4	↶	golpe de aleta pectoral	
5	⤿	asomo en nado	
6	S ^{1/3}	salto un tercio	
7	S ^{1/2}	salto un medio	

8	↕	coletazo dorsoventral	
9	↔	coletazo lateral	
10	S ^{2/3}	salto dos tercios	
11	S	salto completo	

Anotaciones complementarias

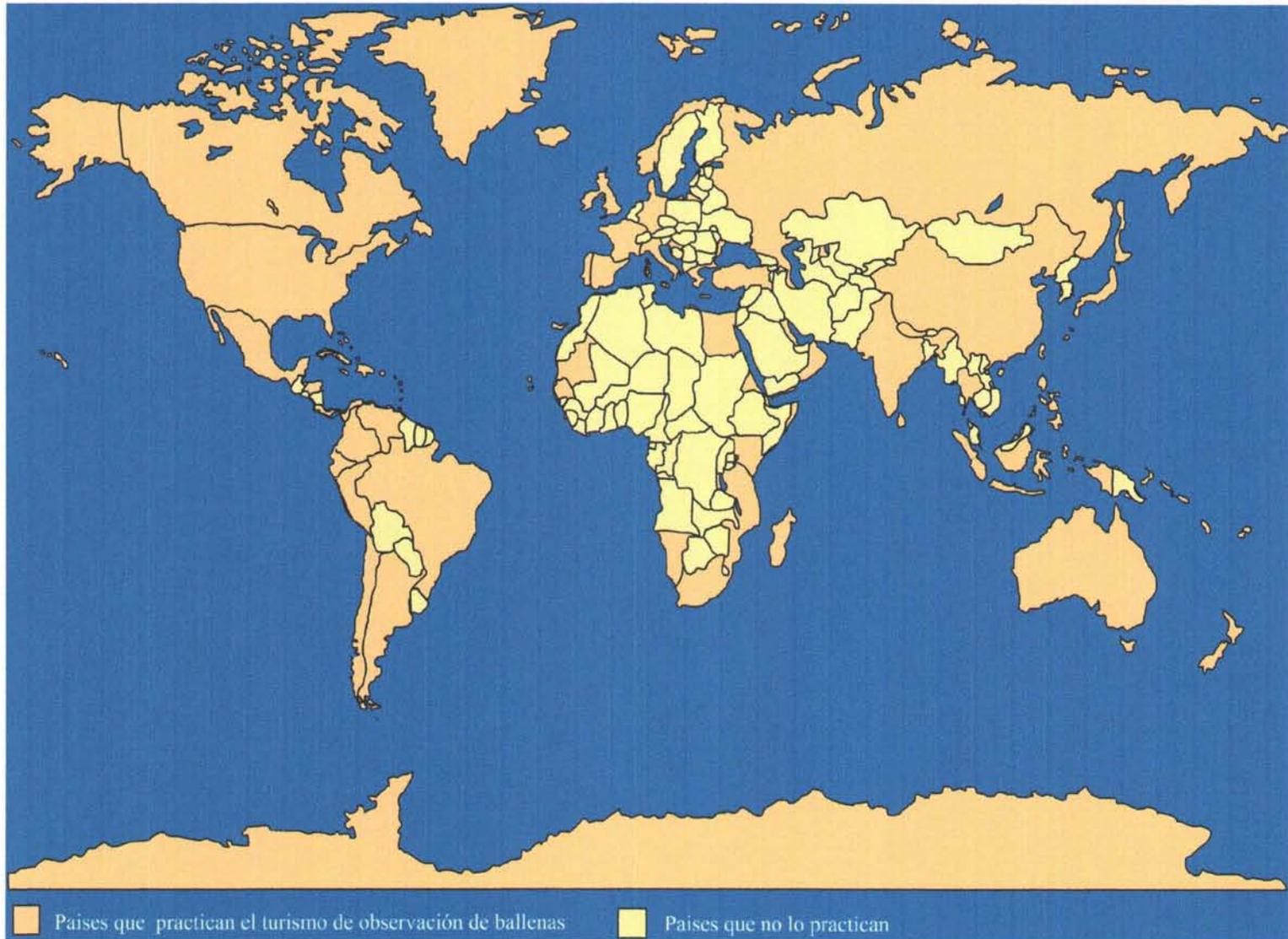
9	soplo
v	ventral
D	dorsal
LI	lateral izquierda
LD	lateral derecha
C	caudal
A	agonística
	embarcación

DIBUJOS DE IVÁN DÍAZ. MODIFICADO DE LUIS MEDRANO GONZÁLEZ Y MA. DE JESÚS VÁZQUEZ CUEVAS, 1995.

Apéndice 2 ABREVIATURAS

<i>A</i>	Número total de apneas
<i>Aa</i>	Número de apneas analizables
<i>Ab</i>	Abundancia (individuos por hora de navegación)
<i>Ac</i>	Actividad de observación turística (embarcaciones por avistamiento)
<i>Ag</i>	Agregación (individuos por avistamiento)
<i>at</i>	Número total de agrupaciones
<i>Av</i>	Avistamientos individuales
BB	Bahía de Banderas
BJ	Bahía de Jaltemba
<i>c</i>	Conducta
\bar{c}	Promedio de realización de la conducta <i>C</i>
<i>cc</i>	Correlación de conductas
$c_{máx}$	Promedio máximo de conductas
<i>cn</i>	Número total de eventos de cada conducta
<i>Co</i>	Capacidad de observación simultánea
<i>C</i>	Competencia
<i>cm</i>	Grupos de competencia entre machos
<i>cpr</i>	Promedio de realización de cada conducta
<i>cte</i>	Número total de eventos de todas las conductas
d_{ab}	Distancia euclidiana entre agrupaciones
Da	Duración de una apnea
Dap	Distribución de apneas
<i>Dapm</i>	Apnea máxima (en segundos)
<i>E</i>	Eventos de superficie
<i>EE</i>	Error estándar del periodo entre emersiones
<i>Eo</i>	Eficiencia de observación
<i>Eap</i>	Error relativo de apnea
<i>FAC_D</i>	Frecuencia acumulada complementaria de duración de apnea
f_{aD}	Frecuencia de apneas de duración <i>D</i>
<i>Fap</i>	Fracción en apnea
f_c	Frecuencia de realización de la conducta <i>c</i>
f_c^n	Frecuencia normalizada de conductas
f_g	Abundancia relativa
f_{p_c}	Promedio de f_c entre clases
f_{sr}	Abundancia de cada clase de sexo y estado reproductivo
GC	Grupo de competencia
<i>G</i>	Agrupación
<i>H</i>	Diversidad de conductas
Hc	Hembra y cría
Hce	Hembra, cría y escolta
<i>Hr</i>	Horas al día en que se pueden realizar recorridos
<i>hr</i>	Horas
<i>Iac</i>	Índice de actividad en superficie
<i>k</i>	Riqueza de conductas
mn	Millas náuticas
ML	Minutos lancha
na_D	Número de apneas de duración <i>D</i>
<i>Nag</i>	Número de avistamientos promedio para cada agrupación
<i>Nap</i>	Número de avistamientos diarios posibles
<i>nc</i>	Número de conductas presentadas

N_g	Tamaño promedio de las agrupaciones en un cierto periodo
n_g	Cantidad de agrupaciones de un cierto tipo (g)
nta	Número total de apneas
ntc	Número de conductas totales
Ne	Número de embarcaciones
Q_{cm}	Fracción de machos adultos y juveniles
Q_{sg}	Fracción de individuos de cierta clase de sexo y estado reproductivo en la agrupación g
Pap	Promedio de apnea
$PDap$	Promedio de apnea máxima (en segundos)
PE	Promedio de eventos de superficie
PNe	Promedio de número de embarcaciones
Pt	Promedio de tiempo (en segundos)
R	Eventos de respiración
Ra	Registros analizables (individuales)
re	Riqueza efectiva de conductas
sr	Clases de sexo y estado reproductivo
σ_c	Desviación estándar de f_c
T	Tiempo de registro
Ta	Tiempo total de apneas analizables
Tro	Tiempo real de observación
Ttn	Tiempo total de navegación
Tto	Tiempo total de observación
Va	Variación en el promedio de apneas



Apéndice 4

LINEAMIENTOS PARA LA OBSERVACIÓN DE BALLENAS EN MÉXICO

Los lineamientos y especificaciones para la observación de ballenas en aguas del territorio nacional, aparecen en la NOM-131-ECOL-1998, que se muestra a continuación de manera íntegra:

LINEAMIENTOS GENERALES

- La Secretaría otorgará las autorizaciones para la observación de ballenas con fines recreativos, científicos, educativos o publicitarios, a través del Instituto Nacional de Ecología.

- La Secretaría, a través del Instituto Nacional de Ecología, a más tardar el último día hábil del mes de septiembre, publicará en el Diario Oficial de la Federación, un Aviso con base en la información y estudios disponibles, y en su caso atendiendo a lo dispuesto por los decretos de establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas, así como por los respectivos programas de manejo, mediante el cual comunicará a los interesados lo siguiente:

- a) Las áreas de observación de ballenas, las zonas sujetas a control y las zonas restringidas;
- b) La duración de la temporada por área donde se realizarán actividades de observación de ballenas;
- c) La capacidad de carga por tipo de embarcación y por zona sujetas a control;
- d) Los tiempos de permanencia en cada zona sujeta a control por tipo de embarcación;
- e) Los sitios de embarque y desembarque por área de observación de ballenas, y
- f) Los distintivos a utilizar por área y por tipo de actividad.

Asimismo, la Secretaría promoverá la publicación de éstos avisos en el órgano oficial de difusión de las entidades federativas correspondientes.

- Las actividades de observación de ballenas dentro de Áreas Naturales Protegidas, además de dar cumplimiento a la presente Norma, deberán sujetarse a lo dispuesto por el Decreto de establecimiento del Área y, en su caso, al Programa de Manejo correspondiente.

- Toda embarcación deberá operar en condiciones mecánicas y de seguridad óptimas de acuerdo con lo establecido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y con la normatividad aplicable.

- Todas las embarcaciones autorizadas por la Secretaría portarán un distintivo que las identifique, el cual será proporcionado por el Instituto Nacional de Ecología, bajo diseño establecido.

- La Secretaría hará del conocimiento de los operadores de las embarcaciones con el apoyo de las Capitanías de Puerto que corresponda, acerca del cierre temporal de las áreas de observación de ballenas en función del grado de peligrosidad existente en términos de la presencia de ballenas agresivas.

- La Secretaría promoverá y, en su caso, coordinará con otras instancias la realización de cursos de capacitación dirigidos a los prestadores de servicios sobre aspectos de seguridad, salud y ecología de las especies sujetas a observación.

- Al inicio de cada viaje, el prestador de servicios indicará, difundirá e informará a los usuarios sobre las precauciones generales de conducta, de operación y de salud que deben cumplirse durante las actividades de observación, dicha información deberá ser apoyada mediante la colocación de carteles o letreros alusivos o cualquier otro medio análogo en sitios visibles para los usuarios.

- El personal de todas las embarcaciones utilizadas para la observación de ballenas proporcionará las facilidades al personal de la Secretaría debidamente acreditado, para que éste realice las acciones de inspección y vigilancia del cumplimiento de la presente Norma.

ESPECIFICACIONES

- El acercamiento para la observación de ballenas en tránsito deberá ser en línea diagonal únicamente por la parte lateral posterior y las embarcaciones deberán avanzar en forma paralela al curso de desplazamiento de la ballena o grupo de ballenas.
- La velocidad máxima permitida de navegación dentro de las áreas de observación en presencia de ballenas es de 4 nudos o en su caso 8 kilómetros por hora; en todo momento la embarcación se deberá desplazar a menor velocidad que la ballena más lenta del grupo.
- Si la ballena manifiesta un comportamiento amistoso, la embarcación deberá permanecer sin acelerar, con el motor encendido en posición neutral, esperar la retirada de la ballena y partir a baja velocidad sin acelerar bruscamente.
- Cuando las ballenas presentan nado evasivo con cambios rápidos en dirección y velocidad o si realizan buceos cada vez más prolongados, interrupciones en sus actividades de alimentación, apareamiento y crianza, se recomienda que las embarcaciones se alejen a baja velocidad sin acelerar bruscamente
- Sólo podrán permanecer un número máximo de 2 (dos) embarcaciones en torno a una misma ballena o a un grupo de ballenas. Cualquier otra embarcación autorizada que desee observar a la ballena o el mismo grupo de ballenas, debe esperar a una distancia mínima de 80 metros a que alguna de las primeras embarcaciones se retire.
- Durante la actividad de observación de ballenas, no se podrá:
 - a) Provocar la dispersión de un grupo de ballenas.
 - b) Acosar, o dañar de cualquier forma a las ballenas, así como obstruir el rumbo de las mismas.
 - c) Interponerse entre la pareja madre-cría o acercarse a ballenas que estén apareándose o pariendo.
 - d) Rebasar la capacidad de carga del ecosistema en las zonas sujetas a control establecidas por la Secretaría.
Realizar actividades de pesca, buceo, natación, esquí acuático y volar en paracaídas.
 - e) Usar embarcaciones tipo jet-ski o motos acuáticas, kayacs, canoas e inflables a remo, sumergibles, así como aviones ultraligeros y helicópteros para realizar las actividades de observación en las zonas autorizadas para dicha actividad.
 - f) Arrojar o verter cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos, basura, así como descargar aceites, combustibles, desechos líquidos o cualquier otro tipo de contaminantes al agua.
 - g) Colectar, capturar, cazar, retener o apropiarse de ejemplares de especies de flora y fauna silvestres, así como introducir ejemplares de especies exóticas o transportar ejemplares de especies de una comunidad a otra.
 - h) Llevar a bordo cualquier tipo de mascotas.
 - En el caso de la observación de ballenas con fines científicos o educativos y publicitarios, la Secretaría podrá autorizar la realización de actividades de buceo y natación, así como la utilización de canoas o inflables a remo o aviones ultraligeros, de conformidad con las necesidades del proyecto presentado.
 - Además de observar las disposiciones de los párrafos anteriores, se deberán cumplir las siguientes especificaciones para cada área o zona de observación:

ÁREAS DE OBSERVACIÓN

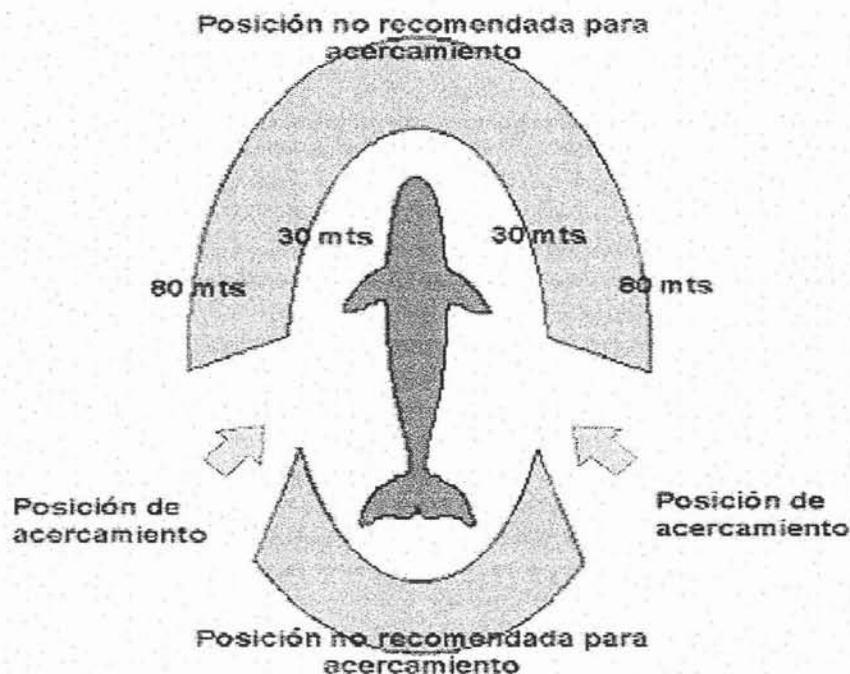
- En las áreas de observación, las embarcaciones de los prestadores de servicios podrán permanecer observando a una misma ballena o un grupo de ballenas, durante un periodo máximo de 30 minutos y deberán mantener una distancia mínima de 30 metros entre la embarcación y la ballena o grupo de ballenas, exceptuando los casos en que la ballena propicie el acercamiento y contacto con la embarcación.
- Las embarcaciones que no estén registradas para esta actividad ante la Secretaría podrán permanecer observando a una misma ballena o un grupo de ballenas durante un periodo máximo de 10 minutos y deberán mantener una distancia mínima de 80 metros, respecto a la ballena o grupo de ballenas.
- Para la realización de las actividades de observación de ballenas dentro de las Áreas Naturales Protegidas, se debe contar con la autorización expresa de la Secretaría, a través del Instituto Nacional de Ecología y sujetarse a lo establecido en el programa de manejo del área.

ZONAS SUJETAS A CONTROL

- Sólo se permitirá el acceso a las zonas sujetas a control a aquellos prestadores de servicios que cuenten con autorización expedida por la Secretaría.
- Las embarcaciones deberán navegar hacia las zonas sujetas a control por las márgenes de las mismas y evitar cambios bruscos en su dirección y velocidad en presencia de ballenas.
- El desarrollo de estas actividades de observación de ballenas con fines educativos o publicitarios en zonas sujetas a control, sólo podrá llevarse a cabo a través de los prestadores de servicios autorizados, con la finalidad de evitar sobrepasar la capacidad de carga establecida.

ZONAS RESTRINGIDAS

- Sólo se permitirá el acceso y desarrollo de actividades de observación con fines científicos al amparo de las autorizaciones correspondientes expedidas por la Secretaría.



Apéndice 5

Acuerdo del establecimiento del territorio marítimo mexicano como refugio para la protección de especies de mamíferos marinos.

Este convenio apareció publicado en el Diario oficial de la Federación el viernes 24 de Mayo de 2002 por la SEMARNAT. A continuación se muestra de manera íntegra.

ACUERDO por el que se establece como área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas de los subórdenes Mysticeti y Odontoceti, las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

VÍCTOR LICHTINGER WAISMAN, Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 80 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 5o. fracción I, 9o. fracción XVII, 60, 60 Bis, 65, 66, 67, 68, 69 y 76 de la Ley General de Vida Silvestre; 3o. y 6o Fracción II de la Ley Federal del Mar; 3 fracción V de la Ley de Pesca; 1o., 4o. y 5o. fracciones I y XXV del Reglamento Interior de esta Secretaría, y

CONSIDERANDO

Que la flora y fauna silvestres constituyen un recurso natural que forman parte de la riqueza pública de la Nación, correspondiendo al Estado su conservación, para lograr un desarrollo sustentable;

Que México cuenta con una gran diversidad de cetáceos, entre los que se identifican 39 de las 81 especies conocidas mundialmente en las zonas marinas que forman parte del territorio nacional de la República Mexicana;

Que México ha colaborado activamente con los esfuerzos internacionales para la protección de cetáceos, desde el año de 1933, cuando se adhiere a la Convención de Ginebra para la Protección de Ballenas; en 1938 aprueba el Convenio Internacional para la Reglamentación de la Caza de la Ballena; en 1948 México formaliza su adhesión a la Convención Internacional y Protocolo para la Reglamentación de la Caza de la Ballena; en 1991 México se adhiere a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES);

Que en 1989 el Instituto Nacional de la Pesca, la Sociedad Mexicana de Mamíferos Marinos y la Universidad de Baja California Sur junto con el Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas, Centro de Investigaciones de Quintana Roo y la Facultad de Ciencias de la UNAM, conformaron la propuesta del Programa de Investigación de los Mamíferos Marinos;

Que las autoridades mexicanas han promovido el establecimiento de redes para la atención de varamientos de mamíferos marinos, con la colaboración de instituciones de investigación, asociaciones conservacionistas y personas interesadas en la conservación de los mismos;

Que diferentes especies y poblaciones de cetáceos, se encuentran actualmente amenazadas o en peligro de extinción, por la cacería desmedida, cuyas poblaciones se encuentran en proceso de recuperación;

Que México promovió y se adhirió al Código de Conducta para la Pesca Responsable,

formulado en el seno de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, con el que se comprometió a conservar los ecosistemas acuáticos y a pescar de forma responsable, a fin de asegurar la conservación y la gestión efectiva de los recursos acuáticos vivos, mediante la inducción del uso de artes de pesca selectivas y ambientalmente seguras, con enfoque precautorio, decisiones sobre conservación y ordenación en materia de pesquerías, con base en datos científicos fidedignos disponibles, medidas de ordenación que aseguren la conservación no sólo de la especie objetivo, sino también de aquellas especies pertenecientes al mismo ecosistema o dependientes o que estén asociados a ellas;

Que es obligación de las autoridades establecer medidas favorables para la recuperación de las especies en riesgo, tomando en cuenta las mejores evidencias científicas disponibles hasta el momento;

Que el artículo 60 Bis de la Ley General de Vida Silvestre, prevé que ningún ejemplar de mamífero marino, cualquiera que sea la especie, podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, ya sea de subsistencia o comercial, con excepción de la captura que tenga por objeto la investigación científica y la educación de instituciones acreditadas;

Que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con la colaboración de instituciones de investigación científica y de diversas organizaciones conservacionistas, ha analizado los resultados de estudios y evaluaciones que indican que en la mayor parte del mar patrimonial de México, se concentra un gran número de ejemplares de grandes ballenas, algunas consideradas como especies en riesgo, razón por la que se hace necesario establecer un área de refugio para dichas especies;

Que de acuerdo con dichos estudios, se hace necesario proteger a las especies de grandes ballenas, especies de tamaño mayor a 4 metros incluidas en los subórdenes Mysticeti y Odontoceti, que son las siguientes:

<i>Suborden</i>	<i>Familia</i>	<i>Subfamilia</i>	<i>Nombre Científico</i>	<i>Nombre Común</i>	<i>IUCN</i>	<i>NOM-059</i>	<i>NOM-059-02</i>	<i>CITES</i>
<i>Odontoceti</i>	<i>Delphinidae</i>	<i>Globicephalinae</i>	<i>Peponocephala electra</i>	Calderón pigmeo			Protección especial	Apéndice II
			<i>Feresa attenuata</i>	Orca pigmea			Protección especial	Apéndice II
			<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa			Protección especial	Apéndice II
			<i>Orcinus orca</i> *	Orca	Riesgo bajo	Protección especial	Protección especial	Apéndice II
			<i>Globicephala macrorhynchus</i> *	Ballena piloto	Riesgo bajo		Protección especial	Apéndice II
	<i>Ziphiidae</i>		<i>Berardius bairdii</i> *	Zifio de Baird	En peligro		Protección especial I	Apéndice I
			<i>Ziphius cavirostris</i> *	Zifio de Cuvier			Protección especial	Apéndice II
			<i>Mesoplodon europaeus</i> *	Mesoplodonte antillano			Protección especial	Apéndice II
			<i>Mesoplodon ginkgodens</i> *	Mesoplodonte japonés			Protección especial	Apéndice II
			<i>Mesoplodon peruvianus</i> *	Mesoplodonte pigmeo			Protección especial	Apéndice II
	<i>Kogiidae</i>		<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo			Protección especial	Apéndice II
			<i>Kogia simus</i>	Cachalote enano			Protección especial	Apéndice II
	<i>Physeteridae</i>		<i>Physeter macrocephalus</i> *	Cachalote	Vulnerable	Protección especial	Protección especial	Apéndice I
<i>Mysticeti</i>	<i>Balaenidae</i>		<i>Eubalaena</i>	Ballena franca	En peligro		Peligro de	Apéndice

		<i>glacialis</i> *+				extinción	I
	<i>Eschrichtidae</i>	<i>Eschrichtius robustus</i> *+	Ballena gris	Riesgo bajo	Protección especial	Protección especial	Apéndice I
	<i>Balaenopteridae</i>	<i>Megapterinae</i>	<i>Megaptera novaeangliae</i> *+	Rorcual jorobado	Vulnerable	Protección especial	Apéndice I
		<i>Balaenopterinae</i>	<i>Balaenoptera musculus</i> *+	Ballena azul	En peligro	Protección especial	Apéndice I
			<i>Balaenoptera physalus</i> *+	Rorcual común	En peligro	Protección especial	Apéndice I
			<i>Balaenoptera borealis</i> *+	Rorcual de Sei	En peligro	Protección especial	Apéndice I
			<i>Balaenoptera edeni</i>	Rorcual de Bryde		Protección especial	Apéndice I
			<i>Balaenoptera acutorostrata</i> *+	Rorcual minke	Riesgo bajo	Protección especial	Apéndice I

*Especies incluidas en el Reglamento de la Comisión Ballenera Internacional.

+Indica las especies incluidas en la NOM-131-ECOL-1998.

Que derivado de los diversos estudios orientados al conocimiento de las especies de cetáceos mencionados en el presente instrumento y las condiciones naturales que permiten su sobrevivencia, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, he tenido a bien expedir el siguiente:

ACUERDO

ARTICULO PRIMERO. Se establece como área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas de los subórdenes Mysticeti y Odontoceti, relacionadas en el penúltimo considerando del presente Acuerdo, las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, mismas que incluyen el mar territorial, las aguas marinas interiores, la zona contigua y la zona económica exclusiva.

ARTICULO SEGUNDO. La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, será la encargada de administrar el área de refugio, con la participación que corresponda a otras dependencias del Ejecutivo Federal.

ARTICULO TERCERO. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en coordinación con las dependencias del Ejecutivo Federal competentes, y con la participación de los sectores social y privado interesados, formularán los programas de protección regionales que integrarán el programa de protección del área de refugio, de conformidad con lo establecido en el presente Acuerdo y con sujeción a las disposiciones legales aplicables.

Dichos programas deberán contener por lo menos, lo siguiente:

- I. La descripción de las características físicas, biológicas, sociales y culturales del área de refugio, que especifique el estado actual del conocimiento de las especies que se pretenden proteger, las principales subzonas del refugio utilizadas por especies en sus diversas funciones biológicas, así como las principales amenazas a su sobrevivencia;
- II. Los objetivos específicos del área de refugio;
- III. Las medidas de manejo y conservación necesarias;
- IV. La delimitación de las zonas prioritarias para la conservación de una o varias especies, las cuales serán identificadas de acuerdo con su importancia para la reproducción, crecimiento, alimentación, migración y otras funciones relacionadas con los ciclos de vida de las mismas;

V. Los programas y acciones a realizar a corto, mediano y largo plazo, estableciendo su vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo, así como con los programas sectoriales correspondientes. Dichas acciones comprenderán, entre otras las siguientes: de investigación, de educación ambiental, de protección, de desarrollo de actividades recreativas y turísticas, de financiamiento para la administración del área, de prevención, control de contingencias y de vigilancia, así como las demás que por las características propias del área de refugio se requieran, sin que ello obstaculice o restrinja las actividades productivas, comerciales, recreativas y de turismo que se realicen dentro del área de refugio a que se refiere este Acuerdo, salvo por lo dispuesto en las disposiciones legales aplicables, y

VI. La forma en que se organizará la administración del área y los mecanismos de coordinación con otras dependencias del Ejecutivo Federal y con los gobiernos estatales y municipales, así como la concertación de acciones con los sectores social y privado, interesados en la protección y conservación.

ARTICULO CUARTO. Dentro del área de refugio ballenero a que se refiere este Acuerdo, no se obstaculizarán o restringirán las actividades productivas, comerciales, recreativas y de turismo que se realicen, salvo por lo dispuesto en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con el apoyo de la sociedad civil organizada, atenderá las contingencias ambientales asociadas con el varamiento de las especies a que se refiere el presente acuerdo; con tal propósito, se consolidará la red nacional de atención a varamientos y se desarrollarán los procesos de capacitación necesarios para la adecuada ejecución de dichos trabajos de salvamento.

ARTICULO QUINTO. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, fomentará el mantenimiento de las condiciones ambientales necesarias para la continuidad de las funciones biológicas de las especies a que se refiere el presente Acuerdo, tales como la reproducción, nacimiento, crianza, crecimiento, aprendizaje, migración y alimentación.

ARTICULO SEXTO. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con la participación de instituciones y sociedades científicas y académicas, coordinará, promoverá y ejecutará las investigaciones pertinentes orientadas a la conservación y fomento de las especies enunciadas en el penúltimo considerando del presente Acuerdo.

ARTICULO SÉPTIMO. Dentro del área de refugio, la realización de actividades orientadas a la observación de ballenas, se llevará a cabo conforme a lo previsto en la Norma Oficial Mexicana NOM-131-ECOL-1998, que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas, relativas a su protección y la conservación de su hábitat, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 10 de enero del año 2000, y demás ordenamientos legales aplicables.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en coordinación con los gobiernos de los estados y, en su caso, con la participación que corresponda a los municipios, y en forma concertada con los centros de investigación y docencia, las sociedades científicas, las organizaciones no gubernamentales y las personas interesadas, promoverá el incremento del conocimiento del público sobre las especies de grandes ballenas y su importancia para el equilibrio ecológico del medio marino.

ARTICULO OCTAVO. Corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la inspección y vigilancia de lo dispuesto en el presente Acuerdo, sin perjuicio de las atribuciones que en su caso corresponda a las demás dependencias del Ejecutivo Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias.

ARTICULO NOVENO. El incumplimiento al presente Acuerdo, será sancionado de conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones legales en la materia, sin perjuicio de la responsabilidad civil o penal que resulte, en términos de la legislación aplicable.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO." La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, elaborará los programas de protección regionales que integrarán el programa de protección del área de refugio en un término de 730 días, contados a partir de la entrada en vigor del presente Acuerdo.

TERCERO.- La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, publicará en el Diario Oficial de la Federación, un resumen de los programas de protección respectivos.

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintidós días del mes de mayo de dos mil dos.-El Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Víctor Lichtinger Waisman.- Rúbrica.