



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"IZTACALA"

BC 1293/96  
ej.1

**DISTRIBUCION DE *Balaenoptera musculus*  
Y *B. physalus* EN FUNCION DE  
ALGUNOS FACTORES FISICOS, EN LA  
ZONA COMPRENDIDA ENTRE BAHIA  
MAGDALENA Y PUNTA CONCEPCION,  
BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

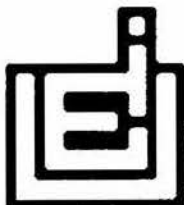
BIOLOGO

PRESENTA:

VERONICA ISELA ZAVALA HERNANDEZ

IZTACALA, EDO. DE MEXICO

NOVIEMBRE 1996





Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## DEDICATORIA

A mis padres, Irene Hernández de Zavala (QEPD) porque aun ausente, ha sido mi guía por la vida; y Marcos Zavala Hernández por su apoyo y confianza, por motivarme siempre a concluir lo iniciado.

A mis hermanos Norma, Diana y Marcos, porque su cariño me ha dado fortaleza para seguir adelante.

A mi esposo Enrique Morales Bojórquez, por ayudarme a convertir en realidad una meta profesional, por compartir mis sueños y luchar día con día para vivirlos juntos.

A mi hijo Luis Enrique, mi mejor motivo de vivir.

A mis sobrinos Montse, Ale, Erik, Iván y Daniel, como una muestra de lo que ustedes mismos con dedicación y empeño, algún día lograrán.

## AGRADECIMIENTOS

A la M. en C. Diane Gendron, Directora del Proyecto: "Ecología de Mamíferos Marinos", del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional, por darme la oportunidad de ingresar al proyecto y compartir generosamente su conocimiento.

A Richard Sears de la Mingan Island Cetacean Study Inc. Quebec, Canada por proporcionarme parte de la información analizada en este trabajo.

Al Dr. Bernardo Villa Ramírez, Investigador Emérito del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, al M. en C. Arturo Rocha, a la Biól. Patricia Ramírez, y al Biól. Antonio Cisneros, por sus acertadas sugerencias a este trabajo.

A Rocío Marcín, Rubén Valles, Jorge del Angel, Samuel Chávez, Ciro y Capitán Calvillo por su apoyo y valiosa amistad



INDICE

RESUMEN

1. INTRODUCCION .....	1
2. ANTECEDENTES .....	6
3. AREA DE ESTUDIO .....	9
3.1. COSTA OCCIDENTAL .....	11
3.2. GOLFO DE CALIFORNIA.....	12
4. DESCRIPCION DE LAS ESPECIES .....	14
4.1. <i>Balaenoptera musculus</i> (ballena azul) .....	14
4.2. <i>Balaenoptera physalus</i> (ballena de aleta).....	18
5. MATERIAL Y METODOS .....	22
6. RESULTADOS .....	26
6.1. Ballena azul .....	26
6.2. Ballena de aleta .....	31
7. ANALISIS Y DISCUSION .....	38
7.1. DISTRIBUCION DE <i>B. m.</i> Y <i>B. p.</i> EN LA COSTA OCCIDENTAL DE B.C.S.....	38
7.2. DISTRIBUCION DE <i>B.m.</i> Y <i>B.p.</i> EN EL GOLFO DE CALIFORNIA.....	42
7.3. DISTRIBUCION DE MADRES CON CRIA DE <i>B.m.</i> Y <i>B.p.</i> .....	48
8. CONCLUSIONES .....	49
9. LITERATURA CITADA .....	51

APENDICE

## RESUMEN

La presencia de *Balaenoptera musculus* y de *B. physalus* en el Golfo de California, representa una zona importante en sus ciclos de vida, ya que son consideradas áreas de crianza. Sin embargo, su distribución es poco conocida al igual que los factores a los que se asocia, debido a que se restringe a zonas locales. Clásicamente se ha descrito que la migración hacia bajas latitudes obedece a necesidades termales de las crías y que no se alimentan durante su estancia en dichas áreas. Pero en el Golfo de California se ha observado evidencia de alimentación de ambas especies, asociadas al eufausido *Nyctiphanes simplex*, lo que sugiere que la ballena azul y la ballena de aleta no difieren en su distribución. Para confirmar esta suposición se realizó un análisis de componentes principales, empleando algunos factores físicos (Distancia a la costa, profundidad y temperatura superficial del mar) y características grupales (Presencia de madres con cría y tamaño de grupo). De tal forma, que a partir del porcentaje de variación acumulado al segundo componente (*B. musculus*= 73,8%, *B. physalus*= 60.5%) se comprobó que su distribución en el sureste del Golfo de California es costera, aunque se encontraron diferencias significativas respecto a la distancia a la costa ( $t_{0.05(329)} = 2.8$ ) y profundidad ( $t_{0.05(329)} = 5.4$ ) en que se distribuye cada especie. La ballena azul prefiere áreas más alejadas y profundas que la ballena de aleta, pero pueden sobrelaparse. Se reconocieron dos áreas de concentración de madres con cría para ambas especies: La que comprende el sur de Isla Carmen y la que comprende a la Bahía de La Paz y el sureste de Isla San José. En la costa occidental del estado de Baja California Sur, la ballena azul se distribuyó en aguas oceánicas (junio-octubre) y en aguas costeras (febrero-marzo), lo que sugiere movimientos estacionales con dirección norte-sur y sur-norte. No se observó ballena de aleta en la costa occidental. Lo que apoya la teoría de una población residente en el Golfo de California, o bien, que la población realiza movimientos fuera del área de esfuerzo en la costa occidental.

## 1.0. INTRODUCCION

La fauna mastozoológica marina de México comprende taxa de tres ordenes, de los cuales Cetácea es el mejor representado con 35 especies que equivalen al 44.8% del total de especies a nivel mundial. De las nueve familias que lo constituyen, Balaenopteridae, Eschrichtidae y Physeteridae tienen a todos sus integrantes presentes en las costas de la Península de Baja California. Esto se sabe gracias a que la investigación de los mamíferos marinos en México se ha incrementado de manera sostenida desde mediados de los años setentas a la fecha, lo que ha permitido que el conocimiento de su biodiversidad este cercanamente completo, pero aun se desconoce la información básica sobre su historia natural (Aurioles-Gamboa, 1993). En esta situación se encuentran dos especies de ballenas migratorias: *Balaenoptera musculus* (ballena azul) y *B. physalus* (ballena de aleta) (Mackintosh, 1966). La ecología de su distribución fuera de las regiones polares, ha sido poco estudiada, a pesar de contar con recopilaciones a lo largo de los años acerca de la distribución, cambios en ella y migración, no han sido suficientes para conocer los factores que determinan el inicio y la orientación de los movimientos en estas especies, entre otras (Gaskin, 1982).

Existen evidencias que han llevado a sugerir que la migración de los rorcuales (Género *Balaenoptera*) hacia áreas de reproducción (bajas latitudes), esta determinada por parámetros entre los cuales la temperatura es el más importante (Gaskin, 1982), para cubrir las necesidades de las crías recién nacidas y aparearse, pero sin presentar evidencias de alimentación en los análisis de contenido estomacal (Mackintosh, 1966). Sin embargo, en el Golfo de California se han observado evidencias de alimentación de *B. musculus* (Storro-Patterson, 1981; Sears, 1987; Gendron, 1990), y *B. physalus* (Tershy,

1992; Gendron, 1993). Esta información permite reflexionar acerca de los factores que influyen en la distribución y movimientos de estas dos especies, en esta región del Pacífico Mexicano, ya que las costas adyacentes a la península de Baja California parecen corresponder a uno de los hábitats que más favorecen a los mamíferos marinos en bajas latitudes en el Pacífico Nororiental (Haley, 1978).

La presencia de Ballena Azul en la costa occidental de la península de Baja California fue registrada desde el siglo XIX por cazadores de ballenas, quienes practicaron la caza intensiva a partir de 1913 (Rice, 1966), hasta 1966 cuando se le dió protección, prohibiendo su comercialización (Yochem y Leatherwood, 1985). Sin embargo, tras cincuenta y tres años (1913-1966) de su captura comercial es muy poco lo que se sabe de ella, tanto en la costa occidental como en el Golfo de California. En este último se ha asociado a la presencia de agregaciones superficiales diurnas del eufausido *Nyctiphanes simplex* (Gendron, 1990). Se sabe que entran y salen por la parte oeste de la boca del Golfo y que permanecen durante marzo-abril en la región suroeste, pero no se ha observado un patrón definido de sus movimientos a través del Golfo (Gendron, 1990; 1993).

Por otro lado, la ballena de aleta fue considerada hasta antes de la época ballenera moderna el misticeto más abundante frente a California, donde se cazó intensivamente a fines de las décadas de 50's y 60's; a partir de 1968 se llevó a cabo una extensa búsqueda en la parte central y sur de California, y frente a Baja California, donde fue poco común encontrarla (Leatherwood *et al.*, 1988). En el Golfo de California es relativamente abundante, pero se desconocen sus movimientos y la razón de su notable declinación durante el verano en la zona del canal de ballenas (Tershy *et al.*, 1993b). Cabe mencionar

que existe la teoría de una población residente en el Golfo de California (Rojas, 1984; Gambell, 1985; Leatherwood *et al.*, 1988; Tershy *et al.*, 1993b), pero se desconoce el tamaño de ésta. Su escasez a lo largo de la costa occidental de Baja California sugiere que hay poco intercambio, si es que existe alguno, entre la población del Golfo y las de mar abierto (Leatherwood *et al.*, 1988).

La ballena de aleta es uno de los misticetos con dieta más amplia (Leatherwood *et al.*, 1988). Pero se ha comprobado mediante análisis de contenido estomacal que en California el 90% (Rice, 1963), y en aguas del Pacífico Norte el 61.4% (Nemoto, 1959) de las ballenas analizadas consumen exclusivamente eufausidos. En esta última región, las especies de eufausidos coinciden con las encontradas en los estómagos de ballenas azules al realizar el mismo análisis (Nemoto, 1959). Quizá esto explica que sus patrones de distribución en altas latitudes sean tan similares y que algunos autores consideren a ambas especies dentro de un mismo contexto ecológico (Mackintosh, 1966). A este respecto se han realizado esfuerzos por definir y diferenciar los “rincones ecológicos” de la ballena azul y la ballena de aleta en bajas latitudes, particularmente en el alto Golfo de California a través de métodos descriptivos convencionales, sin un logro satisfactorio (Wells *et al.*, 1981). El presente trabajo propone un Análisis de Componentes Principales, poco empleado en el estudio de mamíferos marinos; sin embargo, autores como Margalef (1980) lo consideran un recurso útil en diversos problemas ecológicos, que permite estimar las diferencias entre las entidades a clasificar, ordenando, simplificando y describiendo años de información, referentes en este caso a distribución, dando la pauta a futuras clasificaciones.

En zonas de caza como el Océano Antártico, se han desarrollado diversos trabajos que contribuyen a conocer un poco más a la ballena azul y ballena de aleta. Clásicamente se ha descrito su distribución en función de la migración estacional, entre altas latitudes (áreas de alimentación) y bajas latitudes (áreas de reproducción), en zonas oceánicas en donde el acceso a su observación no es fácil (Mackintosh, 1966). Hecho confirmado en el pasado por numerosos avistamientos de ballenas azules en aguas oceánicas de la Columbia Británica (Pike y MacAskie, 1969), recientemente en el Pacífico Tropical Oriental (Reilly y Thayer, 1990) y en América Central (Leatherwood *et al.*, 1988). Mientras que en el Golfo de los Farallones se registró un incremento notable de esta especie hacia aguas más costeras (Calambokidis *et al.*, 1990), patrón que en la costa oeste de la península de Baja California (Rice, 1966) y en el Golfo de California (Sears, 1987), se presenta frecuentemente año con año.

La profundidad es un factor asociado con la distribución de ballena azul en lugares como: Golfo de Farallones (Calambokidis *et al.*, 1990), Océano Antártico (Mackintosh, 1966), Centro y Noreste de California (Dohl *et al.*, 1983, en Calambokidis *et al.*, 1990) y costa oeste de la península de Baja California (Rice, 1966). En lo referente a ballena de aleta, se sabe que en la parte norte del Golfo de California su distribución está relacionada a zonas poco profundas (Wells *et al.*, 1981; Tershy, 1992), se sugiere que es una especie de hábitos costeros principalmente, y pelágicos en forma secundaria (Rojas, 1984). La relación entre temperatura y distribución de *B. musculus* se desconoce, no así para *B. physalus*, para la cual se encontró que existe una relación negativa entre ambos factores, en la zona del canal de ballenas (Tershy, 1992).



Conocer la estructura social de las ballenas barbadas (misticetos) es particularmente difícil, a excepción de las madres con cría que tienden a segregarse de otros animales, como se ha observado en las áreas de alimentación; sin embargo, es posible observar de 10 a 20 ballenas de aleta formando grupos compactos en estas zonas (Gaskin, 1982). Nemoto (1964) y Andrews (1914; en Gaskin, 1982) estudiaron la distribución de *B. physalus* fuera de Japon y Estados Unidos, respectivamente, concluyendo que sólo se congregan en grandes grupos en las áreas de alimentación. Mientras que la cantidad de animales que se mantienen en grupo al realizar desplazamientos es de 4 a 5 individuos. En el Golfo de California, Gendron (1990) observó grupos mayores a 3 ballenas azules asociados a las agregaciones superficiales de *N. simplex*. Resulta interesante indagar si existen indicios de segregación o afinidad a ciertas áreas con un tamaño de grupo determinado.

Estos conocimientos nos permiten proponer a *B. musculus* y *B. physalus* como dos especies que no difieren significativamente en el patrón alimenticio y por tanto, posiblemente presentan una distribución similar en el Golfo de California. Bajo estos terminos el presente trabajo propone los siguientes objetivos particulares:

- 1) Analizar la distribución de *B. musculus* y *B. physalus* en función de: Distancia a la costa, Profundidad, Temperatura superficial del mar y Tamaño de grupo en la región sur de la península, comprendida entre Punta Concepción y Bahía Magdalena durante el periodo 1984-1994.

- 2) Analizar la distribución de madre-cría de *B. musculus* y *B. physalus* con respecto a la distribución de ballenas sin cría.

3) Identificar y caracterizar las zonas de distribución de ballena azul y ballena de aleta.

## 2.0. ANTECEDENTES

El patrón de distribución de *B. musculus* y *B. physalus* en el Hemisferio Sur ha sido analizado en función de las regiones de alimentación y de reproducción, encontrando que se distribuyen de manera muy similar y que se encuentran relacionadas con grandes concentraciones de *Euphausia superba*, además se asegura que el oceano sureño alojaba mayor número de ballenas azules y de aleta debido a sus extensiones con grandes profundidades (Mackintosh, 1966).

La distribución de *B. musculus* ha sido analizada en el Pacífico Tropical a lo largo de la península de Baja California, El Domo de Costa Rica, Islas Galápagos, costas de Ecuador y norte de Perú, con concentraciones en donde ocurren surgencias y se encuentran concentraciones de eufausidos (Reilly y Thayer, 1990), cuyas especies son: *Euphausia eximia*, *E. gibboides*, *Nematobranchion flexipes* y *Nyctiphanes simplex* (Brinton, 1979). Esto indica que quizá durante la migración seleccionan áreas particulares en estas regiones tropicales donde puedan alimentarse; sin embargo, la razón principal de la migración hacia bajas latitudes está relacionada con el balance termal y con necesidades de las crías, la alimentación posiblemente es un importante factor secundario (Reilly y Thayer, 1990). En la costa occidental de la península de Baja California registraron un pico máximo de avistamientos de abril a junio y uno mínimo de julio a septiembre (Rice, 1974). Es de suponer que el pico máximo corresponde a la migración de ballena azul que



regresa al norte, proveniente del Golfo de California, donde se observan de finales de invierno a principios de primavera, con mayor número de avistamientos en marzo y abril (Sears, 1987; Gendron, 1990). Hecho confirmado por fotoidentificación entre ambos lugares (Sears *et al.*, 1987; Calambokidis *et al.*, 1990). Vidal *et al.* (1993), describen cuatro zonas de concentración de ballena azul dentro del Golfo de California:

a) Región de las Islas San José, Santa Cruz y San Francisco; b) La región de las Islas del Cármen, Monserrat, Danzante y Coronados; c) entre Bahía Concepción y la Isla San Ildefonso y d) Canal de Salsipuedes y Canal de Ballenas; con mayor número de avistamientos en la zona b. La zona comprendida entre Loreto y La Paz, se ha descrito como la de mayor incidencia de ballena azul y se propone a la región de Isla del Cármen como la favorita para madres con crías. La distancia a la costa se ha señalado como un factor importante en la distribución y abundancia de *B. musculus* (Sears, 1987; Gendron, 1990).

Mediante un estudio de abundancia relativa y movimientos de ballena azul en la Costa Central de California, Calambokidis *et al.* (1990), encontraron un incremento significativo de avistamientos a partir de 1980 en el Golfo de los Farallones, acontecimiento que se explica como un cambio de distribución hacia aguas más costeras como respuesta a la alta disponibilidad de presas en esas áreas o a un cambio en la selección de alimento. En este trabajo también mencionan cierta asociación entre los avistamientos y la profundidad. A este respecto, en el centro y noreste de California se informan decrementos en la profundidad donde se observaron ballenas azules de 1980 a 1982 (Dohl *et al.*, 1983 en Calambokidis *et al.*, 1990). Rice (1966), confirmó la existencia

---

de ballena azul de febrero a julio en aguas poco profundas (50-200 m) sobre la plataforma continental de la costa oeste de la Península de Baja California.

Se carecen de estudios respecto a la temperatura en que se distribuye *B. musculus*, pero Ramírez y Urquiza (1985), mencionan que los avistamientos en la costa de Perú disminuyeron considerablemente durante el fenómeno de "El Niño" (1982-1983), cuando el incremento en la temperatura estuvo 12°C por arriba del promedio anual.

En el Golfo de California *B. physalus* es relativamente abundante (Tershy *et al.*, 1993b). Los registros referentes a su distribución son escasos y por tanto, los factores involucrados en ella. A este respecto, se cuenta con el trabajo de Wells *et al.* (1981), en el que la mayoría de los avistamientos sucedieron cerca de los 180m de profundidad, con fluctuaciones de 26 a 550m. La temperatura del agua osciló entre 14-19.5°C. Rojas (1984) sugiere que la mayor parte de la población residente del Golfo de California, se concentra durante todo el año en la región norte, la cual propone como zona de crianza, dada la mayor frecuencia de observaciones de madre-cría durante invierno y primavera. Estacionalmente se distribuyen de la siguiente manera: en invierno, primavera y otoño en todo el Golfo; en verano se encuentran en el Canal de Ballenas e Isla de la Cintura (Rojas, 1984). En esta misma zona se realizó una correlación entre el promedio de avistamientos y temperatura del agua encontrándola negativa (Tershy, 1992).

Las ballenas de aleta se han observado alimentándose de eufausidos en el Golfo de California, registrando picos máximos de avistamientos en invierno y primavera (Tershy, 1992), temporadas en que los eufausidos son más abundantes en el Golfo (Brinton y

Townsend, 1980; Gendron, 1990); y Gendron (1993) observó a ballenas de aleta alimentándose de peces tipo sardina.

Al analizar contenidos estomacales de ballenas de aleta en el Pacífico Norte, Nemoto (1959) obtuvo que el 61.4% de ellas consumió exclusivamente eufausidos, el 26% copépodos, el 6.8% peces, el 0.06% calamares y el 4.47% restante diversas combinaciones del alimento mencionado. El mismo análisis se aplicó a ballenas azules encontrando que el 90.5% de ellas consumió exclusivamente eufausidos. Entre las especies de eufausidos presa de estas ballenas se encontraron: *Thysanoessa inermis*, *T. longipes* y *Euphausia pacifica*, en este orden de abundancia. Por otro lado, Rice (1963) analizó el contenido estomacal de ballenas de aleta y ballena azul en aguas de California, encontrando que el 90% de *B. physalus* consumieron *Euphausia pacifica* y el otro 10% anchoveta, mientras que el 100% de *B. musculus* contenían *E. pacifica*.

### 3. AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizada en las costas de la Península de Baja California Sur, México; la costa Occidental comprende de 21° a 25° N y 110° a 114° W, cubriendo de Bahía Magdalena a Cabo San Lucas, mientras que la costa Oriental de 21° a 27° N y 109° a 112° W comprendiendo de Cabo San Lucas a Bahía Concepción (Fig.1).

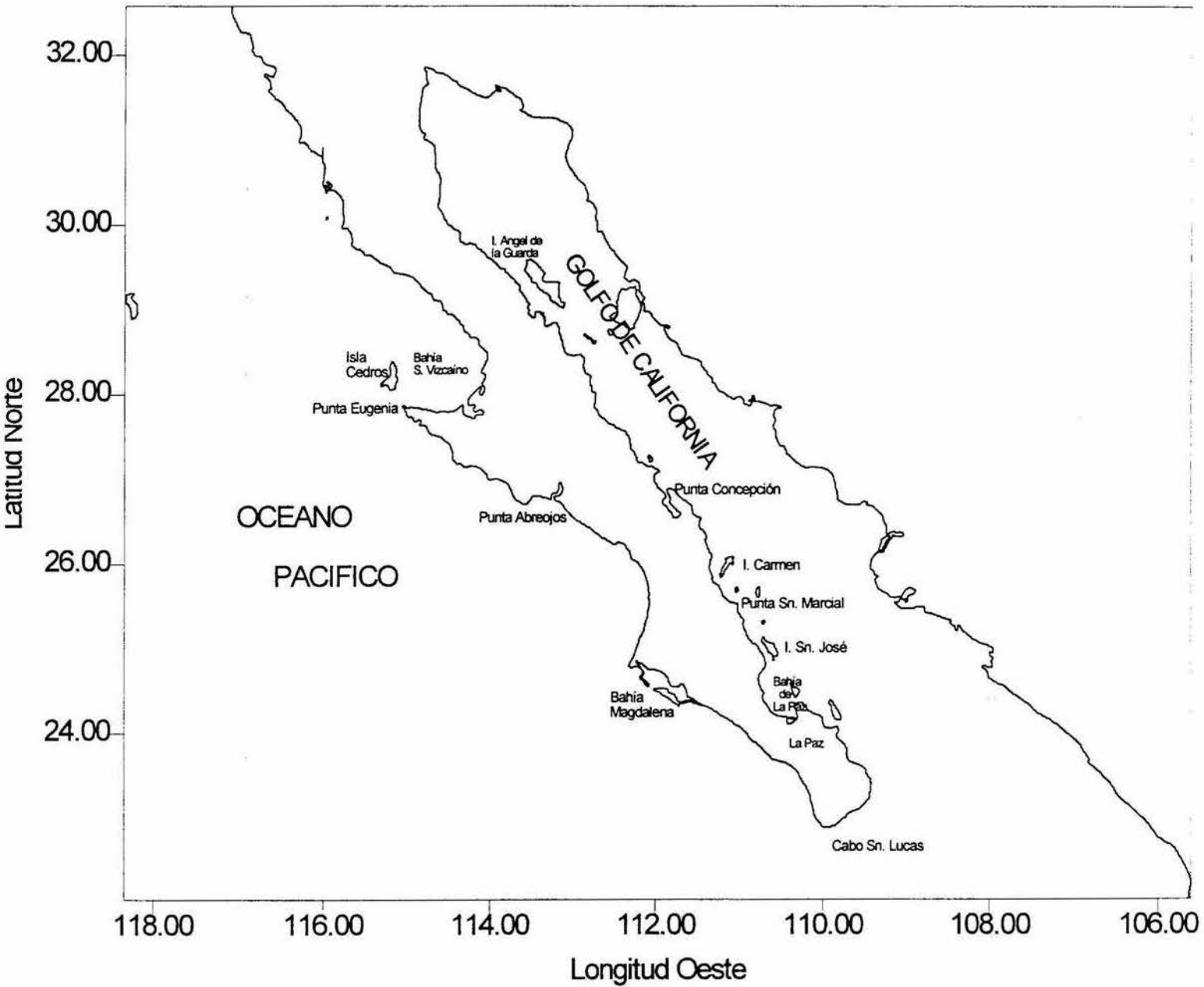


Figura 1. Area de estudio

### 3.1. COSTA OCCIDENTAL

La costa Occidental posee una plataforma continental estrecha, con excepción de Bahía Sebastian Vizcaíno y la porción comprendida entre Punta Abreojos y el norte de Bahía Magdalena donde la plataforma tiene incrementos hasta de 140 a 150 Km de amplitud (Zarate, 1991). Esta región fluye bajo la influencia del patrón de circulación del Océano Pacífico Oriental Ecuatorial, razón por la cual es dominada por dos grandes sistemas de corrientes, la Corriente de California (CC) y la Corriente Norecuatorial (CNE) (Roden, 1964).

La CC acarrea agua de origen subártico hacia el Sur a lo largo de las costas de California y Baja California, se caracteriza por relativa baja temperatura ( $< 15^{\circ}\text{C}$ ), baja salinidad y alta concentración de oxígeno disuelto. La CNE que transporta agua de origen tropical hacia el oeste, se caracteriza por altas temperaturas ( $> 20^{\circ}\text{C}$ ), alta salinidad y bajo contenido de oxígeno disuelto. Los límites entre estas dos corrientes no son evidentes, excepto cerca de Cabo Corrientes y Cabo San Lucas, donde los gradientes de temperatura y salinidad son muy notables (Roden, 1964).

Los límites de la CC, así como su velocidad y dirección, fuera de la costa occidental de Baja California varia estacionalmente. Alcanza velocidad promedio de 15cm/seg entre marzo-mayo, cuando la dirección de la corriente es sureste o sur. Entre julio-enero, la velocidad promedio es muy baja y la dirección es variable. Fuera de Baja California Central la corriente continua hacia el sur, pero una contracorriente estrecha y cercana a la costa se puede encontrar en los extremos norte y sur de la península (Roden, 1964). Esta contracorriente cuando existe, es un flujo débil con dirección norte de 30 a 50 Km de

---

distancia a la costa y con una amplia variedad estacional. Mientras que otra contracorriente denominada Corriente Profunda de California (CPC), es un flujo de mayor velocidad, particularmente cerca de la plataforma continental, con una amplitud de 150 Km de la costa y ocurre durante casi todo el año (Gómez, 1984).

En invierno la CC se extiende hacia el Sur de Cabo San Lucas y se acerca a la costa. En verano se retira de la costa en las vecindades de Punta Eugenia y retorna hacia el suroeste. La variación estacional de la temperatura en la costa de Baja California es generalmente pequeña, de aproximadamente 5°C. Sin embargo, los intervalos cerca de Cabo San Lucas son cerca de 9°C. Este intervalo de temperatura en la punta de la península se atribuye a los efectos alternantes de las dos masas de agua principales: La CC en invierno y primavera y la CNE que acarrea sus aguas en verano y otoño (Roden, 1964).

### 3.2. GOLFO DE CALIFORNIA

El Golfo de California ocupa una posición oceanográfica única entre los mares marginales del Océano Pacífico. Se encuentra bordeado al oeste por la árida cadena montañosa de la península de Baja California y al este por los igualmente áridos estados de Sonora y Sinaloa (Roden, 1964). Mide aproximadamente 1000 Km de longitud y 150 Km de ancho, en promedio. Topográficamente está dividido en una serie de cuencas, cuya profundidad disminuye hacia el norte, separados por umbrales (Shepard, 1950 en Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979).

Las masas de agua encontradas en el Golfo de California, poseen características del Pacífico Ecuatorial, con modificaciones en la salinidad debido a la extensa evaporación

(Roden y Groves, 1959). La característica más notable del Golfo es el amplio intervalo anual de temperatura superficial, en Puerto Peñasco, en el norte, los intervalos son de cerca de 16°C, mientras que en Cabo San Lucas, al sur, es de cerca de 9°C. Estas pronunciadas variaciones estacionales no están restringidas al área cercana a la costa, también ocurren mar adentro. Las temperaturas están influenciadas en parte por las surgencias, de tal forma que en invierno las bajas temperaturas se encuentran generalmente en la costa este y en verano a lo largo de la costa oeste (Roden y Groves, 1959).

La entrada al Golfo tiene principalmente tres masas de agua en la superficie: Agua de la CC, fría y de baja salinidad; agua del Pacífico Tropical Oriental, tibia y de salinidad intermedia; y el agua del Golfo de California, tibia y de alta salinidad (Roden y Groves, 1959). Bajo estas masas de agua se encuentran sucesivamente con la profundidad: Agua Subtropical Subsuperficial, Intermedia del Antártico, y agua del Fondo del Pacífico (Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979). Estos mismos sugieren que las aguas Superficiales del Pacífico Tropical Oriental y Superficial Subtropical, invaden solamente la región de la boca del Golfo de California en invierno (invierno y principios de primavera), mientras que en verano (finales de primavera, verano y otoño) invaden prácticamente toda la parte del Golfo al sur de Isla Angel de la Guarda.



#### 4.0. DESCRIPCION DE LAS ESPECIES

##### 4.1. CLASIFICACION DE *Balaenoptera musculus*

CLASE	MAMMALIA
SUBCLASE	THERIA
ORDEN	CETACEA
SUBORDEN	MYSTICETI
FAMILIA	BALAENOPTERIDAE
GENERO	<i>Balaenoptera</i>
ESPECIE	<i>B. musculus</i>
NOMBRE COMUN	BALLENA AZUL, RORCUAL GIGANTE.

*Balaenoptera musculus* no es sólo el más grande de los cetáceos, sino también el más grande de los animales vivientes (Leatherwood *et al.*, 1988); sin embargo, no todos sus integrantes alcanzan la misma talla en la edad adulta, esta es una de varias razones por la que se ha propuesto una división en tres subespecies: *B. m. intermedia*, encontrada en el Hemisferio Sur; de menor tamaño *B. m. musculus*, localizada en el Atlántico Norte y Pacífico Norte; y la ballena azul pigmea *B. m. brevicauda*, que habita principalmente las aguas subantárticas del Océano Índico y el Sureste del Atlántico (Yochem y Leatherwood, 1985). Las regiones que habita *B. m. musculus* y *B. m. intermedia* pueden sobrelaparse, pero es poco probable el entrecruzamiento durante los ciclos de migración, ya que están desfazados aproximadamente seis meses, es decir, cuando *B. m. musculus* está migrando hacia el Polo Norte a su área de alimentación, *B. m. intermedia* se está moviendo hacia aguas tropicales o subtropicales a las áreas de reproducción (Rice, 1978).



Una parte de la población del Pacífico Norte, se tiene registrada desplazándose hacia el Norte a las áreas de alimentación en primavera y verano, después de pasar el invierno en aguas del sur de California y Baja California en el este, y Taiwan, Japón y Korea en el oeste. Las ballenas azules han sido avistadas en la mitad del Pacífico entre 20°-35° N y 700 mn fuera de Guatemala (Rice, 1978); sin embargo, los límites de su distribución en el Pacífico Norte no están bien definidos. Además existen evidencias de una población residente en el Este del Pacífico Tropical, entre 5°-10° N y 70°-90° W (Tomilin, 1957 en Yochem y Leatherwood, 1985).

### **CARACTERISTICAS EXTERNAS**

La talla máxima registrada para ballena azul, obtenida de individuos de la Antártida, es de alrededor de 30m con peso de cerca de 160 ton. En el Océano Pacífico Norte pocas llegan a medir más de 26m y a pesar más de 125 ton. Como en todos los mysticetos, las hembras son más grandes que los machos. Las crías recién nacidas generalmente miden de 7 a 8m y pesan cerca de 3 ton. El hocico de la ballena azul es ancho, plano y tiene forma de arco gótico ligeramente achatado en la punta. La cabeza tiene una sola cresta que se extiende justamente enfrente de los orificios respiratorios, hasta la punta del hocico. Los dos orificios respiratorios están protegidos por adiposidades prominentes llamadas "salpicaderas" (Leatherwood *et al.*, 1988).

La aleta dorsal es pequeña, mide aproximadamente 33cm y su forma puede ser triangular y puntiaguda o falcada y redondeada en el extremo. Se localiza cerca del 25% del cuerpo en la parte posterior, generalmente no se ve hasta justo antes de que la ballena se sumerge después del último soplo. Estos son altos, delgados y verticales, miden aproximadamente

---

nueve metros de altura. La aleta caudal es ancha, mide cerca de una cuarta parte de la longitud del cuerpo, tiene el borde posterior recto o ligeramente cóncavo y una escotadura media, en ocasiones la saca fuera del agua, después del último de una serie de soplos. Las aletas pectorales son largas, miden hasta un 14% de la longitud del cuerpo y son puntiagudas, con el borde posterior convexo (Leatherwood *et al.*, 1988).

Ventralmente se encuentran de 55-88 pliegues longitudinales paralelos, se extienden desde la mandíbula hasta pasando ligeramente el ombligo. Su color gris azulado claro en el dorso le da el nombre de ballena azul, no obstante un moteado característico de manchas grises a blanco grisáceas (Leatherwood *et al.*, 1988), las cuales son la base de su fotoidentificación (Sears *et al.*, 1990). La parte ventral de las aletas pectorales varían desde azul grisáceo a blanco. La piel de algunos animales tiene un tono amarillento principalmente en la parte ventral, debido a la presencia de diatomeas que se adhieren a las ballenas en las regiones frías. La lengua, el paladar y las barbas de *B. musculus* son de color negro azabache, poseen de 270-395 a cada lado y las más largas miden menos de un metro (Leatherwood *et al.*, 1988).

## REPRODUCCION

Se cree que las ballenas azules hembras alcanzan la madurez sexual cerca de los 21.5 m y los machos a los 20.5 (Pike y MacAskie, 1969). Su gestación dura poco menos de un año con intervalos entre cada nacimiento de dos a tres años (Rice, 1978). En el Hemisferio Norte la mayoría de las crías nacen a finales de otoño y en invierno. Los ballenatos son alimentados hasta que tienen siete meses de edad, cuando han duplicado su tamaño y aumentado en promedio, nueve veces su peso (Leatherwood *et al.*, 1988), ya que la leche

contiene entre 35 y 50% de grasa, que proporciona a la cría aumento de peso a una tasa de 90 Kg diarios (Rice, 1978).

## ASPECTOS HISTORICOS

En el siglo XIX, la industria ballenera operaba con pequeños barcos y harpones manuales, generalmente no cazaban ballena azul, ya que estas resultaban demasiado veloces y además se hundían al matarlas, ya que se carecía de un mecanismo para no perderlas. La invención del harpón con granada explosiva y el desarrollo de buques de vapor marcaron el inicio de la industria ballenera moderna. La caza de ballena azul se inició en el Atlántico Norte y Pacífico Norte, pero en la década de 20<sup>as</sup> esta industria se expandió hasta el Antártico. Uno de los picos máximos de captura sucedió en la temporada de 1930-1931, cuando se capturaron cerca de 30,000 ballenas azules en el mundo (Rice, 1978). Tan sólo en las décadas de 20<sup>as</sup> y 30<sup>as</sup> las flotas noruegas capturaron cerca de 1000 animales a lo largo de la costa Occidental de Baja California, con un periodo principal de captura de invierno-primavera, concentrando el esfuerzo entre Cabo San Lucas e Isla Cedros (Leatherwood *et al.*, 1988).

La ballena azul fue severamente sobreexplotada en la mayor parte de su distribución, incluyendo el Pacífico Nororiental y ha llegado a ser un símbolo de la necesidad que hay de limitar la industria ballenera. Actualmente la International Whaling Commission (IWC) mantiene a *B. musculus* dentro de sus listas de especies protegidas desde 1966 (Yochem y Leatherwood, 1985). Afortunadamente parece que la población de ballena azul del Pacífico Nororiental se esta recuperando, se cree que sobreviven varios miles de

individuos (Leatherwood *et al.*, 1988). Estimaciones recientes en California, coinciden con un número de alrededor de 2000 ballenas azules (Barlow y Calambokidis, 1995).

#### 4.2. CLASIFICACION DE *B. physalus*

CLASE	MAMMALIA
SUBCLASE	THERIA
ORDEN	CETACEA
SUBORDEN	MYSTICETI
FAMILIA	BALAENOPTERIDAE
GENERO	<i>Balaenoptera</i>
ESPECIE	<i>B. physalus</i>
NOMBRE COMUN	BALLENA DE ALETA, RORCUAL COMUN.

Algunos autores reconocen dos formas de ballenas de aleta, cuya diferencia radica en el tamaño, es decir, los ejemplares encontrados en el Hemisferio Norte alcanzan menores tallas que los encontrados en el Hemisferio Sur, dichas subespecies se han aceptado como *B. p. physalus* y *B. p. quoyi*, respectivamente (Gambell, 1985).

Las poblaciones de ballenas de aleta en el Hemisferio Sur realizan grandes migraciones, recorriendo distancias entre 1000 y 3000 millas, entre las zonas de alimentación y las de reproducción, actividades que realizan en localidades separadas, determinadas por una alternancia estacional (Mackintosh, 1966). Históricamente la distribución invernal de ballenas de aleta en el Pacífico Nororiental, se extendía desde la zona de Big Sur en California Central, hacia el sur hasta Cabo San Lucas. En el verano se encontraban a través

del Mar de Bering, en la parte Sur de California o parte Central de Baja California (Leatherwood *et al.*, 1988).

Es importante mencionar que una población de ballenas de aleta, aparentemente aislada, se encuentra durante todo el año en el Golfo de California (Rojas, 1984; Gambell, 1985; Leatherwood *et al.*, 1988; Tershy *et al.*, 1993b), distribuyéndose hacia el Norte hasta el delta poco profundo del Río Colorado. No se conoce el tamaño de esta población, pero es común encontrarla en la parte superior del Golfo, especialmente en invierno. Su escasez a lo largo de la costa occidental de Baja California sugiere que hay poco intercambio, si es que existe alguno, entre la población del Golfo y las de mar abierto (Leatherwood *et al.*, 1988). Esto presenta una posible paradoja, ya que su distribución estacional en el Canal de Ballenas presenta una marcada disminución durante el verano, cuando la abundancia de su presa primaria (*N. simplex*), en esta zona disminuye (Tershy *et al.*, 1993b).

### CARACTERISTICAS EXTERNAS

La ballena de aleta es el segundo cetáceo más grande del mundo, es superada sólo por la ballena azul. Pueden alcanzar tallas hasta de 25 y 27 m para machos y hembras, respectivamente, en el Hemisferio Sur; y 22 y 24 m, respectivamente, en el Hemisferio Norte. El peso aproximado para un animal adulto se encuentra entre 50 y 82 ton (Gambell, 1985). Las crías usualmente miden 6 m de longitud y pueden pesar 2 ton (Leatherwood *et al.*, 1988).

El cuerpo de la ballena de aleta es delgado e hidrodinámico (Leatherwood *et al.*, 1988). Su cuerpo se encuentra redondeado frontalmente y comprimido lateralmente en el pedúnculo

caudal (Gambell, 1985). Su cabeza ocupa el 20-25% de la longitud de su cuerpo, es en forma de "V" (Leatherwood *et al.*, 1988) y tiene una cresta media. El soplo adquiere forma de cono y puede ascender verticalmente por 6 m o más.

Su prominente aleta dorsal se localiza alrededor de los dos tercios del dorso, ésta puede medir 2.1-2.5% de la longitud total del cuerpo o más de 60 cm de alto, forma un ángulo menor de 40° con el dorso. Las aletas pectorales son relativamente pequeñas y con forma lanceolada, su longitud de la punta a la axila generalmente es de 7.5 a 9.9% de la longitud del cuerpo. La aleta caudal es ancha con una conspicua muesca en el centro y raramente la levanta fuera del agua al sumergirse (Leatherwood *et al.*, 1988).

El color de la ballena de aleta es gris oscuro o negro castaño en el dorso, más claro en los costados y blanco ventralmente, incluyendo los lóbulos de la aleta caudal y la parte interna de las pectorales. En el dorso presentan una área de color blanco grisáceo en forma de "V" (llamado chevrón), con el vértice sobre la línea media y los extremos en dirección posterior. Esta ballena posee una pigmentación asimétrica única entre los cetáceos, que sirve para diferenciarla de cualquier otro Balaenopterido. La mandíbula inferior de lado derecho es blanca, incluyendo la cavidad bucal y las barbas de la parte frontal. El resto de las barbas tienen colores alternados blanco amarillento y gris azuladas oscuras, su longitud máxima es de 70 cms. Tienen una serie de 50 a 100 pliegues ventrales que se extienden desde la mandíbula hasta el ombligo (Gambell, 1985).



## REPRODUCCION

El ciclo de vida de la ballena de aleta esta estrechamente relacionado con el patrón estacional de migración. Las ballenas se aparean en bajas latitudes en ambos hemisferios durante los meses de invierno, y migran a sus respectivas áreas de alimentación en altas latitudes donde pasan el verano. Después de tres o cuatro meses regresan a las bajas latitudes para dar nacimiento a sus crías (Gambell, 1985). Las cuales nacen después de un periodo de gestación de aproximadamente 11 meses y se amamantan cerca de medio año. Aunque las hembras pueden parir con un año de por medio, muchas tienen un lapso de reposo de un año entre preñeces, pariendo a intervalos de 3 años (Leatherwood *et al.*, 1988).

Las ballenas de aleta en el Hemisferio Sur alcanzan la madurez sexual a los 19.9m para las hembras y 19.2m los machos; las tallas correspondientes al Hemisferio Norte son 18.3m y 17.7m, respectivamente (Gambell, 1985).

## ASPECTOS HISTORICOS

Hasta antes de que apareciera la industria ballenera moderna, la ballena de aleta fue una de las ballenas con barbas más abundantes en las costas de California (Leatherwood *et al.*, 1988). Lamentablemente se convirtió en el blanco principal de dicha industria, una vez que disminuyeron drásticamente las poblaciones de ballena azul. Las poblaciones en el Atlántico Norte fueron excesivamente cazadas por balleneros de Newfoundland y Labrador en el Este, y pesquerías costeras similares en Asia (Gambell, 1985). En las costas de Baja California fue poco común encontrarlas después de su caza intensiva (1950-1960) (Leatherwood *et al.*, 1988). Actualmente se registra como escasa en dicha región (Aurioles-

Gamboa, 1993). Cabe señalar que también se cazaron a través de sus rutas de migración en estaciones de Sudáfrica, Chile y Perú (Gambell, 1985), al grado que esta especie llegó a ser la base de la caza pelágica antártica durante un periodo más largo (1938-1965) que cualquier otra especie (AD. HOI, 1976).

## 5.0. MATERIAL Y METODOS

### RECOPIACION DE DATOS Y TRABAJO DE CAMPO

Se llevó a cabo la recopilación de avistamientos de *Balaenoptera musculus* y *B. physalus* en ambas costas de la península de Baja California Sur. Sin considerar el esfuerzo de observación, ya que no se pretendía estimar abundancias. Las posiciones de los avistamientos provienen de: a) La Mingan Island Cetacean Study Inc. (Quebec, Canadá), que comprenden el periodo febrero-abril de 1984-1989 en la zona de Loreto. b) Los proporcionados por Diane Gendron Laniel, del periodo febrero-abril de 1988-1992, en el sureste del Golfo de California. c) La información obtenida de datos publicados por la National Oceanic and Atmospheric Administration, a partir de los cruceros en la costa occidental de la península de Baja California durante verano-otoño de 1993 (Mangels y Gerrodette, 1994). d) La información del periodo 1993-1994, fue recabada del proyecto de Ecología de Mamíferos Marinos del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, participando de manera directa en este último año a través de:

1) Dos cruceros en el B/O "El Puma", CICIMAR 9402 y CICIMAR 9406, realizados del 26 de enero al 14 de febrero y del 2 al 23 de junio de 1994,



respectivamente, recorriendo la costa oeste de la Península de Baja California, con la ruta La Paz-Ensenada-La Paz.

2) Durante el periodo febrero-mayo 1993-1994, a bordo de embarcaciones menores, con recorridos de Bahía Concepción a Bahía de La Paz.

3) Censos aéreos a bordo de una avioneta tipo CESNA, cubriendo ambas costas de Baja California Sur, durante 1994.

Para el periodo 1984-1992, se usaron binoculares (7x50) con brújula para ubicar los avistamientos mediante el método de triangulación (Wells *et al.*, 1981; Gendron, 1990), tomando tres o más puntos de referencia en tierra desde la embarcación. Posteriormente con dicha información se determinó la posición de cada avistamiento en latitud (N) y longitud (O). En los avistamientos realizados durante 1993-1994, también se utilizaron binoculares (7x50) con brújula, pero en esta ocasión los avistamientos se localizaron mediante un posicionador por satélite (Magellan, modelo 5000DX). Para ambos periodos se obtuvo la distancia a la costa (Km) y profundidad (m), a partir de mapas marinos de navegación (S. MARINA Y DIR. GRAL. OCEANOGRAFIA) y batimétricos (INEGI, 1982; 1983), con ayuda de una regla paralela y compás de navegación.

Los datos de temperatura superficial del mar se obtuvieron de los mapas de isotermas de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 1989-1994), cubriendo el periodo 1989-1994.

## BASE DE DATOS

La información recabada se organizó en una base de datos con el programa RBASE ver. 2.0 (R:BASE 5000, 1988), de la siguiente manera para cada avistamiento: Fecha, hora, posición geográfica, distancia a la costa, profundidad, temperatura superficial del mar, tamaño de grupo y presencia de madre-cría.

## ANALISIS ESTADISTICO

Para establecer la distribución de *B. musculus* y *B. physalus* en función de la distancia a la costa, profundidad, temperatura superficial de mar, tamaño de grupo y presencia de madre-cría, se utilizó el método estadístico de Análisis de Componentes Principales (ACP), el cual nos permitió una ordenación, simplificación y descripción de este juego de variables, con ayuda del paquete estadístico Statgraphics ver. 5.0 (Statgraphics, 1991), cabe señalar que dicho paquete estandarizó los datos de manera automática. En este estadístico las variables son tratadas igualmente y no están divididas en dependientes e independientes. Comprobando previamente que no existiera correlación entre las variables DIST y PROF ( $r^2 = 0.11$ ).

Dicha técnica puede ser resumida como un método que transforma las variables originales en nuevas variables no correlacionadas llamadas precisamente Componentes Principales, en donde cada componente es una correlación lineal de las variables originales. Una medida de la cantidad de información transportada por cada componente es su varianza. Componentes Principales establece como principal función determinar qué tanta de la variación total de los datos es explicado, tanto como sea posible con pocos componentes;

en donde el primer componente principal  $cp(1)$  es la combinación lineal de las variables, esto es,  $cp(1)$  es la combinación lineal de  $X_s$ , es decir:

$$cp(1) = W_{(1)1}X_1 + W_{(1)2}X_2 + \dots + W_{(1)p}X_p$$

En donde  $W_{(1)1}$ ,  $W_{(1)2}$ , ...,  $W_{(1)p}$  son seleccionados para maximizar la cantidad de varianza entre la cantidad de varianza total (Afifi y Clark, 1990; Tabachnick y Fidell, 1989), es decir:

#### Varianza $p(1)$ /Varianza total

De tal manera que es posible establecer un orden decreciente de variables que son las que explican de mayor manera la influencia de los siguientes factores: Distancia a la Costa (DIST), Profundidad (PROF), Temperatura superficial del mar (TSM), Tamaño de grupo (TG) y Presencia de madre-cría (M-C).

Debido a la inexistencia de datos de temperatura superficial del mar durante el periodo 1984-1988, la información se agrupó de la siguiente manera para el ACP:

ESPECIE	TG	DIST	PROF	TEMP	M-C	PERIODO
I- B. m.	*	*	*	*	*	1989-1994
II- B. m.	*	*	*	--	*	1984-1988
III- B. p.	*	*	*	*	*	1989-1994
IV- B. p.	*	*	*	--	*	1984-1994

\* = Información disponible, B. m.= *Balaenoptera musculus*, B. p.= *Balaenoptera physalus*.

-- = Se carece de información.

De los cuatro análisis que derivaron del ACP, se utilizaron aquellos que proporcionaron mayor información en cuanto a la varianza acumulada al segundo componente (I y IV). Además para *B. physalus*, se consideró la información resultante del análisis aplicado con temperatura (III), para analizar el efecto de ésta variable sobre su distribución, ya que proporcionó información importante aun cuando su varianza acumulada fue relativamente pequeña.

Para validar las agrupaciones resultantes del ACP, se utilizó una prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía para tamaños desiguales de muestra con  $p < 0.05$  (Walpole y Myers, 1992 ; Hayes y Milo, 1993), entre las variables que caracterizaron a cada grupo.

## 6.0. RESULTADOS

### 6.1. BALLENA AZUL

Un total de 202 avistamientos de *B. musculus* fueron ordenados por el ACP, que correspondieron al periodo 1989-1994, los cuales incluyeron: TG, DIST, PROF, TSM y M-C. Los porcentajes de varianza para los cinco componentes resultantes se muestran en la Tabla 1, mientras que los eigenvectores se encuentran en la Tabla 2.

COMPONENTE	PORCENTAJE DE VARIANZA	VARIANZA ACUMULADA
1	50.023	50.023
2	23.806	<b>73.829</b>
3	16.240	90.069
4	8.066	98.136
5	1.863	100.000

Tabla 1. Porcentaje de información explicado por cada componente a partir del ACP realizado a *B. musculus*. En negritas el valor acumulado al segundo componente.

VARIABLES	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4	COMPONENTE 5
TG	0.171	<b>0.692</b>	-0.622	0.323	0.006
DIST	<b>-0.587</b>	0.165	-0.147	-0.312	-0.712
PROF	<b>-0.584</b>	0.173	-0.138	-0.342	0.701
TSM	<b>-0.518</b>	0.004	0.282	0.806	0.016
M-C	0.121	<b>0.680</b>	0.701	-0.171	-0.012

Tabla 2. Eigenvectores resultantes del ACP aplicado a *B. musculus*. En negritas los valores absolutos más altos para los dos primeros componentes.

El ACP permitió ordenar cuatro grupos (Fig. 2), en la Costa Occidental de la Península de B.C.S. se identificó al:

**Grupo A)** Representa los avistamientos a mayor distancia de la costa, profundidad y temperatura más elevadas (Tabla 3), agrupó el 11.9%.

En el Golfo de California se encontraron al:

**Grupo B)** Se caracterizó por tener los avistamientos a menor distancia de la costa, al igual que la profundidad y temperatura (Tabla 3), agrupó al 19.3% .

**Grupo C)** En éste se agrupó un porcentaje importante (60.4) de avistamientos de ballena azul, localizados en aguas a mayor profundidad, temperatura y distancia de la costa (Tabla 3), respecto al grupo anterior.

**Grupo D)** Incluye a las madres con cría, localizadas exclusivamente en el Golfo de California con 8.4% del total de los avistamientos.

VARIABLES	GRUPO A			GRUPO B			GRUPO C			GRUPO D		
	INTER	PROM	DS	INTER	PROM	DS	INTER	PROM	DS	INTER	PROM	DS
TG	1-3	1.2	0.6	1-6	1.8	1.2	1-18	1.6	1.7	2-6	2.5	1.3
DIST	23-225	133	66.1	0.9-18.5	5.8	3.8	0.46-50	9.2	7.9	1.8-15.7	6.9	3.7
PROF	450-3800	2681.2	1019.7	50-300	164.1	73.4	50-800	284	206.3	25-700	283.8	215.2
TSM	21-27.5	25.3	2.2	17-20	18.9	0.9	19-24	21.5	0.9	17-23	21.2	1.7

Tabla 3. Medidas de tendencia central de los grupos ordenados por ACP para *B. musculus*. INTER= Intervalos, PROM= Promedio y DS= Desviación Estándar. Con n=202 para cada variable.

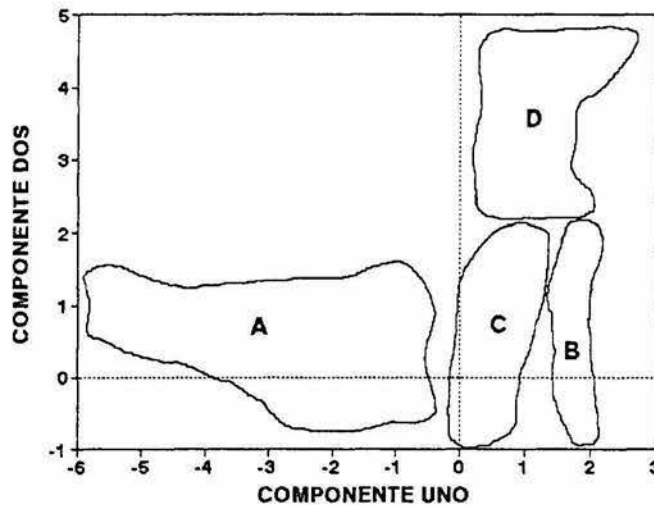


Figura 2. Agrupaciones obtenidas del ACP para *B. musculus*.

Los resultados de las pruebas de ANOVA ( $p < 0.05$ ) que se utilizaron para validar estadísticamente las diferencias significativas de las variables entre los cuatro diferentes grupos se encuentran en la Tabla 4.

VARIABLE	F EXP	F TEOR	p<0.05
TG	2.25	2.6	NS
DIST	202	2.6	*
PROF	285.4	2.6	*
TSM	34.5	2.6	*

Tabla 4. Pruebas de ANOVA realizadas a cada variable utilizada en el ACP. NS= No existen diferencias estadísticas significativas, \* = Si existen diferencias estadísticas significativas, F TEOR= Valor crítico de la distribución F (gl= 3,201), F EXP= Valor estimado por la prueba ANOVA.

Una vez validados por la prueba de ANOVA los cuatro grupos que se obtuvieron a través del ACP, fue posible estructurar el modelo para los dos primeros componentes principales empleados, este modelo en principio ha reconstruido 6 años de información (1989-1994), con los cuales ha sido posible conocer la distribución de los avistamientos de *B. musculus*, clasificándolos en términos de las variables analizadas, por lo cual el siguiente modelo puede ser una útil herramienta para conocer con anticipación la clasificación de un avistamiento dado.

$$CP1 = (0.171 \times TG) + (-0.587 \times DIST) + (-0.584 \times PROF) + (-0.518 \times TEMP) + (0.121 \times MC)$$

$$CP2 = (0.692 \times TG) + (0.165 \times DIST) + (0.173 \times PROF) + (0.004 \times TEMP) + (0.680 \times MC)$$

De tal forma que la distribución espacial de acuerdo con las agrupaciones que proporcionó el ACP se muestran en la Fig. 3 y 7.

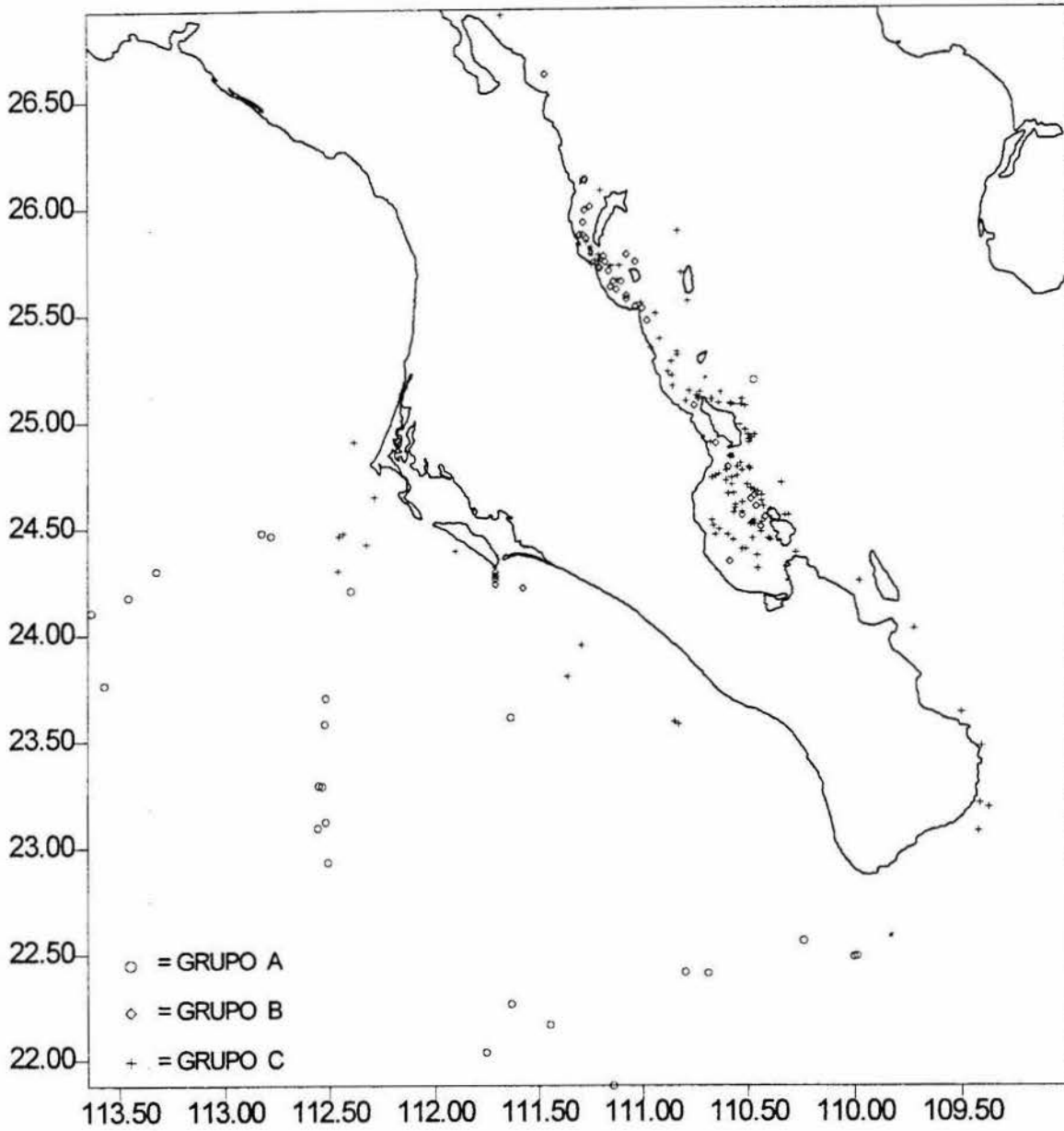


Figura 3. Distribución de *Balaenoptera musculus* de acuerdo al ACP



## 6.2. BALLENA DE ALETA

Un total de 186 avistamientos de *B. physalus* fueron clasificados por ACP, correspondientes al periodo 1984-1994, estos contemplaron las siguientes variables: TG, DIST, PROF y M-C. Los porcentajes de varianza para los cuatro componentes principales resultantes aparecen en la Tabla 5 y sus eigenvectores en la Tabla 6.

COMPONENTE	PORCENTAJE DE VARIANZA	VARIANZA ACUMULADA
1	34.0532	34.532
2	26.022	<b>60.555</b>
3	24.677	85.232
4	14.767	100.000

Tabla 5. Porcentaje de información explicado por cada componente a partir del ACP realizado a *B. physalus*. En negritas el valor acumulado al segundo componente.

VARIABLE	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4
TG	0.130	<b>0.774</b>	0.563	0.256
DIST	<b>0.709</b>	-0.014	0.167	-0.684
PROF	<b>0.689</b>	-0.182	-0.212	0.667
M-C	0.057	<b>0.605</b>	-0.780	-0.143

Tabla 6. Eigenvectores resultantes del ACP aplicado a *B. physalus*. En negritas los valores absolutos más altos para los dos primeros componentes.

El análisis estadístico (ACP) logró ordenar la información en tres grupos (Fig. 4), caracterizados de la siguiente manera:

**Grupo E)** Representa al 83.9% de los avistamientos, este grupo se reconoció como el más cercano a la costa y en aguas poco profundas (Tabla 7).

**Grupo F)** A este grupo lo constituye el 7.5% de las ballenas de aleta, se encuentra más alejado de la costa y en aguas con mayor profundidad (Tabla 7).

**Grupo G)** Este último grupo lo conforman las madres con cría, lo representa el 8.6% de la muestra, en la Tabla 7 se observan los promedios que los caracterizaron.

VARIABLE	GRUPO E			GRUPO F			GRUPO G		
	INTER	PROM	DS	INTER	PROM	DS	INTER	PROM	DS
TG	1-9	2	1.3	1-6	2	1.5	2-3	2.2	0.4
DIST	0.5-12.9	5.8	3.5	3.7-19.4	14.5	3.8	2.7-12.9	6.2	3.1
PROF	25-350	140.8	78.9	100-800	385.7	242.1	50-350	181.2	91

Tabla 7. Medidas de tendencia central de los grupos ordenados por ACP para *B. physalus*. INTER= Intervalo, PROM= Promedio y DS= Desviación estándar. Con n=186 para cada variable.

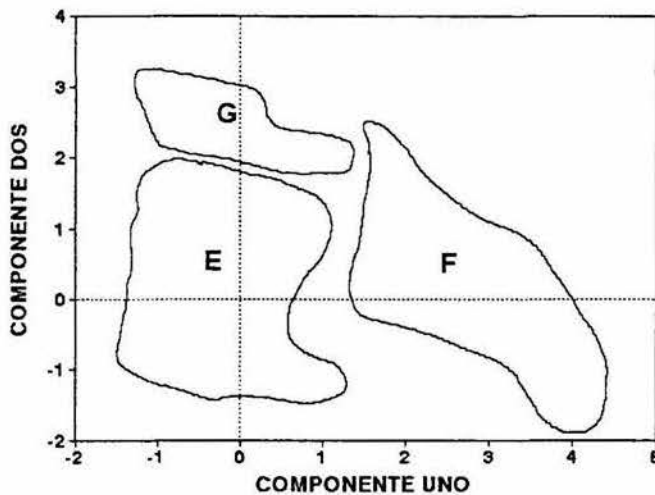


Figura 4. Agrupaciones obtenidas del ACP para *B. physalus*.

Los resultados de las pruebas de ANOVA ( $p < 0.05$ ) utilizadas para validar estadísticamente las diferencias significativas entre las variables que conformaron los tres distintos grupos se encuentran en la Tabla 8.

VARIABLE	F EXP	F TEOR	p<0.05
TG	0.2	3.0	NS
DIST	38.6	3.0	*
PROF	103.2	3.0	*

Tabla 8. Pruebas de ANOVA realizadas a cada variable en el ACP. NS= No existen diferencias estadísticas significativas, \* = Si existen diferencias estadísticas significativas, F TEOR= Valor crítico de la distribución F (gl= 2,185), F EXP= Valor estimado por la prueba ANOVA.

De esta manera fue posible plantear el modelo de los dos primeros componentes principales utilizados, para este caso el modelo ha reconstruido 11 años de información (1984-1994), con los cuales es posible anticipar la clasificación de un avistamiento en términos de las variables utilizadas.

$$CP1 = (0.130 \times TG) + (0.709 \times DIST) + (0.689 \times PROF) + (0.057 \times MC)$$

$$CP2 = (0.774 \times TG) + (-0.014 \times DIST) + (-0.182 \times PROF) + (0.605 \times MC)$$

La distribución espacial de acuerdo con las agrupaciones proporcionadas por el ACP para *B. physalus* se muestra en la Fig.5 y 7.

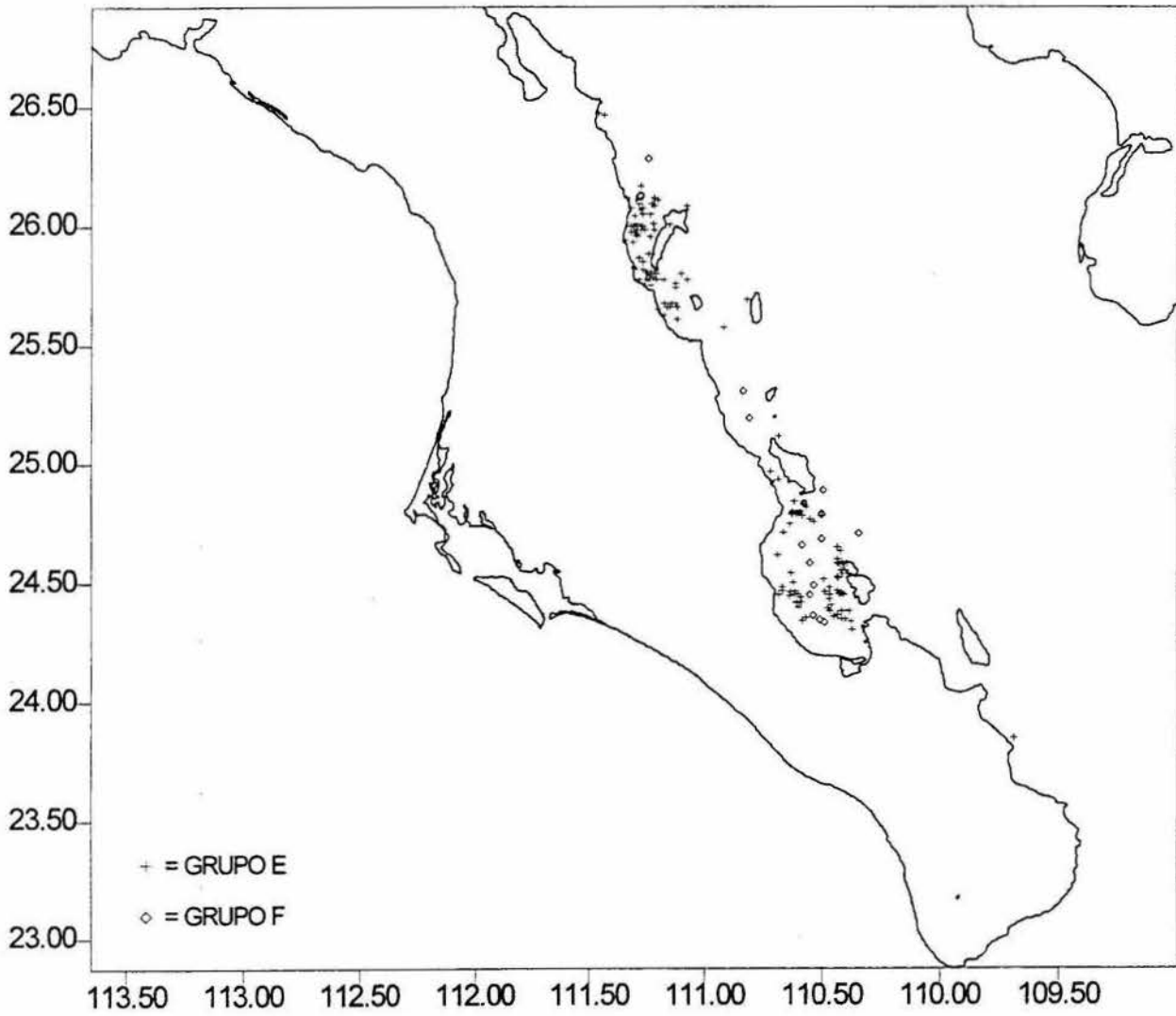


Figura 5. Distribución de *Balaenoptera physalus* de acuerdo al ACP

El ACP aplicado a 130 avistamientos de *B. physalus* durante el periodo 1989-1994, incluyó las variables: TG, DIST, PROF, TSM y M-C. Los porcentajes de varianza acumulada aparecen en la Tabla 9.

COMPONENTE	PORCENTAJE DE VARIANZA	VARIANZA ACUMULADA
1	26.971	26.971
2	23.675	<b>50.646</b>
3	19.913	70.560
4	18.149	88.709
5	11.290	100.000

Tabla 9. Porcentaje de información explicada por cada componente a partir del ACP realizado a *B. musculus* incluyendo la variable TSM. En negritas el valor acumulado al segundo componente.

VARIABLES	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4	COMPONENTE 5
TG	0.137	<b>0.555</b>	0.004	0.818	0.054
DIST	<b>0.740</b>	0.045	0.018	-0.111	-0.661
PROF	<b>0.596</b>	-0.470	0.138	0.178	0.609
TSM	0.269	<b>0.669</b>	-0.111	-0.527	0.433
M-C	-0.067	0.139	0.983	-0.086	-0.024

Tabla 10. Eigenvectores resultantes del ACP aplicado a *B. musculus* incluyendo la variable TSM. En negritas los valores absolutos más altos para los dos primeros componentes.

La información originada por el primer componente principal consiste en la clasificación de tres grupos H, I, J (Fig. 6), cuya caracterización aparece en la Tabla 10. Sin embargo, el segundo componente principal ordenó de igual forma tres grupos de acuerdo a la variable TSM dentro del siguiente intervalo: I= 27-31°C, II= 22-26°C y III= 17-21°C (Fig.6).

VARIABLE	GRUPO H			GRUPO I			GRUPO J		
	INTER	PROM	DS	INTER	PROM	DS	INTER	PROM	DS
TG	1-9	2.2	1.5	1-5	1.8	0.8	1-6	2.7	1.9
DIST	0.5-5.5	3.3	1.5	6.4-11.1	9.1	1.3	12-16.6	13.5	1.6
PROF	50-250	108.7	57	50-250	131.5	53.8	50-250	152.6	58.8
TSM	17-31	22.3	3	17-31	23.8	3	17-31	23.9	2.3

Tabla 11. Medidas de tendencia central de los grupos ordenados por ACP para *B. physalus*, incluyendo temperatura. INTER= Intervalo, PROM= Promedio y DS= Desviación estándar. Con n= 130 para cada variable.

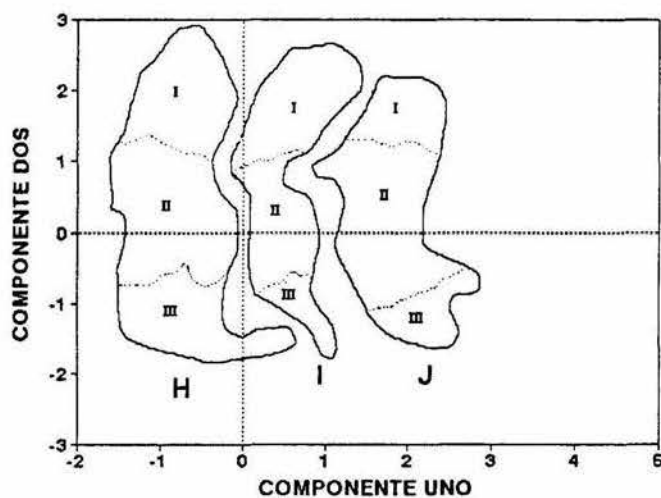


Figura 6. Agrupaciones obtenidas del ACP para *B. physalus*, incluyendo temperatura.

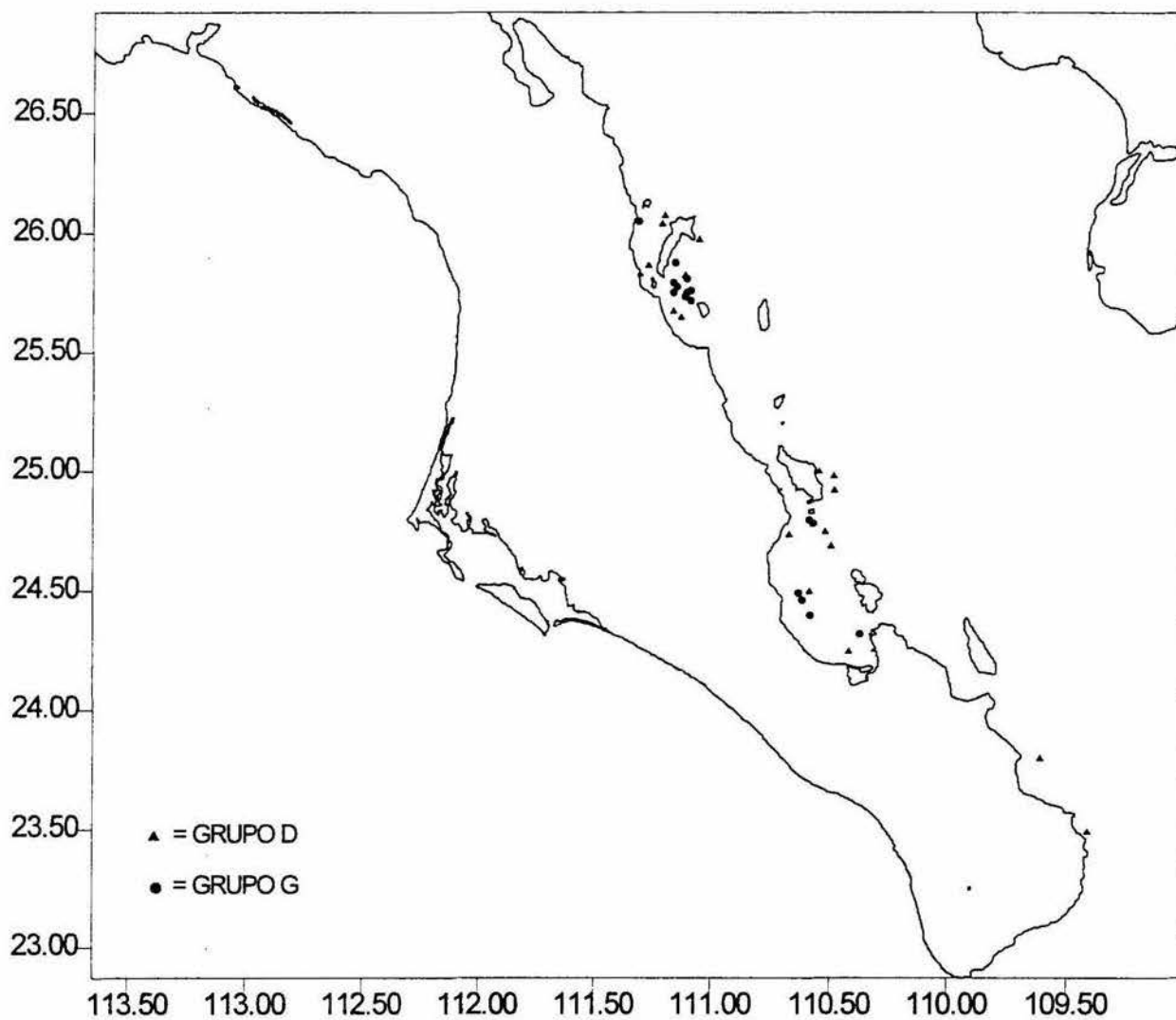


Figura 7. Distribución de madres con cría de  $\blacktriangle$ =*B. musculus* y  $\bullet$ =*B. physalus* de acuerdo al ACP



## 7.0. ANALISIS Y DISCUSION

### 7.1. DISTRIBUCION DE *B. musculus* EN LA COSTA OCCIDENTAL DE B.C.S.

La identidad de la población a la cual pertenecen las ballenas azules que visitan California y México, en relación a las áreas norte y sur aún se desconoce. Sin embargo, el resultado de la fotoidentificación ha presentado evidencias de que realizan movimientos hacia las aguas de California (Calambokidis *et al.*, 1990). Esto apoya los movimientos propuestos por Rice (1966), quien sugiere que llegan a la costa occidental de Baja California en febrero y presentan un pico máximo en abril, provenientes de diversos puntos del Hemisferio Norte (p. ej. Golfo de Alaska, Islas Aleutianas). Mientras que Reilly y Thayer (1990), apoyan la posibilidad de que se trate de ballenas azules pertenecientes a un población residente del Pacífico Tropical Oriental. Estas hipótesis presentan algunas de las posibilidades acerca del origen, movimientos y distribución de *B. musculus* en la costa occidental de Baja California, lo que aumenta su complejidad al tratar de entender y explicar su presencia con respecto al tiempo y espacio en esta área.

El ACP constituye un recurso muy útil en diversos problemas ecológicos y permite materializar ciertos conceptos abstractos que corresponden a combinaciones definidas de rasgos analizables (Margalef, 1980). De tal forma, que las variables consideradas en este estudio (DIST, PROF, TSM, TG y M-C), permitieron una ordenación de las diferencias entre las entidades a clasificar, identificando las temporadas a lo largo del año y obteniendo la siguiente caracterización:

**Distribución Oceánica:** Gran parte de las ballenas azules observadas en la costa occidental de la península de B.C.S. fueron representadas por el grupo A (Fig. 2 y 3),

cuya caracterización representa una distribución oceánica asociada a mayor profundidad y elevada temperatura. Este grupo puede representar a las ballenas en su migración de regreso hacia el sur, ya que Calambokidis *et al.* (1990) obtuvieron reavistamientos mediante fotoidentificación entre México y California en un mismo año, que demuestran que una porción de la población utiliza esta ruta para desplazarse de sur a norte; estos autores identificaron una ballena azul en marzo en el Golfo de California y en septiembre se reavistó en el Golfo de los Farallones, California; una segunda ballena se observó en marzo fuera de Bahía Magdalena y en septiembre y octubre en el Golfo de los Farallones, y una tercera fue observada en abril a lo largo de la costa occidental de B.C.S. e identificada en agosto en Bahía Monterrey.

Los avistamientos que conforman el grupo A, 92% ocurrieron durante la temporada más cálida del año, correspondiente al verano y otoño (junio-octubre) (Gómez y Vélez, 1982), localizados al sur y suroeste de la península durante los meses de junio y agosto, y al oeste y suroeste de Bahía Magdalena en los meses de septiembre y octubre (Fig. 3), de manera que se encuentran desfazados de los movimientos migratorios hacia el norte presentados por Calambokidis *et al.* (1990).

Bajo este contexto la presencia de *B. musculus* en la costa occidental de Baja California Sur durante junio y agosto sugiere una permanencia o migración tardía hacia el norte, posiblemente provenientes del Golfo de California, donde se les puede observar de manera extraordinaria en los meses de junio y julio. Las evidencias de los movimientos temporales de migración no permiten ser concluyentes, dado el carácter puntual en espacio y tiempo de los reavistamientos entre México y California.

Por otro lado, su distribución durante junio-agosto coincide con una importante biomasa de *E. eximia* fuera de la costa (Gómez, 1992). A pesar de no estar reportada como alimento de ballena azul, esta especie representa una presa potencial dada su abundancia en aguas oceánicas de la costa occidental de Baja California Sur.

El presente trabajo cuenta con información de ballena azul en los meses de septiembre y octubre en la costa occidental de B.C.S., lo cual coincide con la observado por Reilly y Thayer (1990). Rice (1974), propone un desplazamiento hacia el sur en el mes de octubre. Lo que puede sugerir un movimiento migratorio temprano atribuido a las hembras preñadas y animales viejos, homologando de esta forma la tendencia al desfazamiento de la llegada a las áreas de alimentación en altas latitudes (Mackintosh, 1942 en Mackintosh, 1966). El desplazamiento hacia el Sur sugerido por Rice (1974), posiblemente tenga como objetivo llegar al Golfo de California, donde Sears *et al.* (1990) menciona la presencia de madres con cría en diciembre y enero. Además de considerar que los nacimientos y apareamientos de la población del Pacífico Norte, suceden a final del otoño y en invierno (Leatherwood *et al.*, 1988), con pico máximo entre noviembre-enero (Brueggeman *et al.*, 1985).

Por otro lado, la CC varía su velocidad y dirección estacionalmente, pero su máximo desarrollo hacia el sur es en primavera y verano (Roden, 1964) y alrededor de Punta Eugenia se desvía hacia el oeste (Pavlova, 1966 en De La Lanza, 1991), es posible que las ballenas azules observadas en aguas oceánicas durante septiembre y octubre, aprovechen estas condiciones favorables para su desplazamiento hacia el sur, ya que algunas especies de cetáceos (Odontocetos, p. e. cachalote) tienen influenciados sus movimientos en función de los cambios estacionales de las corrientes (Gaskin, 1982). Situación contraria a

la que ocurre en la plataforma continental donde la Contracorriente del Sur proporciona una máxima velocidad hacia el norte durante verano y otoño (Pavlova, 1966 en De La Lanza, 1991).

**Distribución Costera:** Un pequeño porcentaje del grupo B (14.7%) y del grupo C (8.8%) caracterizan la distribución costera de *B. musculus* en la costa occidental de B. C. S., en aguas someras y registrando las temperaturas más bajas para este trabajo (Tabla 3), correspondientes a los meses de febrero y marzo, y un avistamiento aislado en junio. Esto apoya los movimientos propuestos por Rice (1966), quien sugiere que llegan a la costa occidental de Baja California en febrero y presentan un pico máximo en abril, provenientes de diversos puntos del Hemisferio Norte (p. ej. Golfo de Alaska, Islas Aleutianas). Su cercanía a la costa durante los meses febrero y marzo, da la posibilidad de que se trate de animales jóvenes. Ya que los movimientos de ballenas sexualmente inmaduras difieren de los adultos, ellos tienen el hábito de acercarse a la costa en latitudes templadas, además de retardar el inicio de la migración pudiendo completarla o no (Mackintosh, 1966).

Rice (1966) atribuye las congregaciones de ballena azul en la costa occidental de B. C. a la presencia de densas poblaciones de langostilla (*Pleuroncodes planipes*). Aunque generalmente los rorcuales no se alimentan o lo hacen muy poco durante los movimientos de migración (Gaskin, 1982). Sin embargo, Darling (1977; en Gaskin, 1982) observó animales juveniles de ballena gris realizando esta actividad durante la migración entre las costas de Isla Vancouver y el Mar de Bering. Comportamiento que se puede inferir en el presente trabajo para los Grupos B y C durante los meses febrero y marzo, ya que la especie dominante *N. simplex*, presa de *B. musculus* en el Golfo de California (Gendron,

1992), es abundante en la zona costera occidental de Baja California. Esta especie nerítica disminuye su dominio hacia regiones oceánicas, las cuales son dominadas por especies de afinidad central y ecuatorial (Gómez, 1992), desconocidas en la dieta de estas ballenas.

La ballena de aleta restringió su distribución al Golfo de California, ya que durante los cruceros y censos aéreos realizados en la costa occidental de la península de B. C. S. y en el extremo sur del Golfo, no se tuvieron avistamientos de esta especie. Lo que apoya la teoría de una población residente en el Golfo (Rojas, 1984; Gambell, 1985; Leatherwood *et al.*, 1988; Tershy *et al.*, 1993b), o bien, que la población realiza movimientos fuera del área de esfuerzo.

## 7.2. DISTRIBUCION DE *B. musculus* Y *B. physalus* EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

La distribución de *B. musculus* y *B. physalus* en el Golfo de California presentó dos tendencias de acuerdo al ACP, encontrando que existen diferencias estadísticas significativas respecto a las variables DIST ( $t_{0.05(329)}=2.80$ ) y PROF ( $t_{0.05(329)}=5.4$ ) (Apéndice I) entre ambas especies.

Las tendencias encontradas en ballena azul y ballena de aleta se establecieron a partir del componente uno explicado por las variables físicas, cuyos eigenvectores obtuvieron los valores más elevados (Tabla 2 y 6), mientras el componente dos ordenó el tamaño de grupo y a las madres con cría como grupos independientes. La distribución con afinidad costera se encuentra representada por el grupo B (Tabla 3, Fig. 2) para ballena azul y por el grupo E (Tabla 7, Fig. 4) para ballena de aleta, mientras que la distribución más alejada de la costa

es caracterizada por el grupo C (Tabla 3, Fig. 2) y por el grupo F (Tabla 7, Fig. 4), respectivamente.

**Distribución costera-somera:** La afinidad hacia áreas costeras y poco profundas no corresponde a la descripción tradicional de estas especies, ya que en las bajas latitudes Mackintosh (1966) las relaciona a regiones oceánicas de la Antártida donde el acceso a su observación no es fácil, situación similar a la que plantearon Pike y MacAskie (1969) para ballena azul en la Columbia Británica y Leatherwood *et al.* (1988) en América Central, donde se les puede encontrar a distancias entre 1300 y 2800 Km.

Sin embargo, en el Golfo de California ésta afinidad costera se ha observado constantemente en ambas especies; ha sido mencionada por Sears (1987) como un factor importante en la presencia de *B. musculus*, y por Rojas (1984) quien clasificó a *B. physalus* una especie de hábitos costeros.

Un alto porcentaje de ballenas de aleta (83.9%) y sólo el 19.3% de ballenas azules, presentaron distribución costera-somera. Posiblemente la alimentación es una causa importante de esta tendencia, ya que Gendron (1990) encontró una asociación entre la ballena azul y agregaciones superficiales de *N. simplex*. Registrando altas densidades de este crustáceo en la región suroeste del Golfo durante los meses marzo-abril, considerándola un sitio de reproducción (Gendron, 1992). Recientemente Calambokidis *et al.* (1990) observaron un incremento de ballenas azules hacia aguas más costeras en el Golfo de Los Farallones, California, atribuido a la disponibilidad de alimento. Rojas (1984) menciona que la ballena de aleta generalmente se alimenta en aguas de la plataforma continental, y en aguas profundas sólo durante el invierno. Tershy *et al.* (1993a) observaron



comportamiento de alimentación en ballena de aleta en el Canal de Ballenas, encontrando como presa únicamente invertebrados entre los cuales *N. simplex* ocupó un lugar importante.

En el presente trabajo la distribución costera de ballena azul, se restringió a los meses febrero y marzo, identificándose dos áreas principales (Fig. 3): La comprendida entre Isla Carmen y Punta San Marcial, con avistamientos exclusivamente en marzo; y la otra en la región de la boca de la Bahía de La Paz, con avistamientos principalmente en marzo y menormente en febrero; de tal forma, que esta distribución coincide con la propuesta por Gendron (1990) basada en la alimentación. Sin embargo, sólo el 19.3% de los avistamientos de esta especie se distribuyen en aguas poco profundas, lo que sugiere que la distribución de la mayoría restante (60.4%), corresponde y probablemente se alimenta, en profundidades mayores.

La distribución de ballena azul en el Golfo de California estuvo asociada a una profundidad promedio de 224m (Tabla 3). Esta difiere de la propuesta por Wells *et al.* (1981) para el alto Golfo de California (promedio= 359.3m), cabe mencionar que estos autores contaron con pocos avistamientos y que quizá a esto se deba la diferencia. Sin embargo, los datos de ambas fuentes para el Golfo de California, difieren de los reportadas para el Golfo de los Farallones, donde los avistamientos de esta especie tienden a asociarse con una profundidad promedio de 85 y 146m, para los años 1986 y 1988, respectivamente (Calambokidis *et al.*, 1990); y las registradas en el Golfo de San Lawrence en Canadá, donde se observan alrededor de los 100m (Sears, 1987).



Los datos referentes a profundidad obtenidos en el presente trabajo, pueden atribuirse a la compleja topografía del margen occidental del Golfo de California, particularmente en la provincia sur, la cual posee características geológicas del piso más oceánico que en el resto del golfo (Phillips, 1964 en De La Lanza, 1991), en él la plataforma continental generalmente no rebasa los 5 km y sólo se amplía en la Bahía de La Paz (Lugo, 1986), lo que permite un mayor acercamiento a la costa acompañado de profundidades mayores a las reportadas en otros sitios como el Golfo de San Lawrence en Canadá donde el perfil de los 100m se alcanza a los 24 Km de la costa (Sears, 1987).

Las bajas temperaturas (prom. 18.9°C) registradas en la distribución costera de ballena azul, se deben a que todos los avistamientos ocurrieron al final del invierno y principio de la primavera (febrero-marzo), temporadas en las cuales su presencia en el Golfo de California es normal, dado su carácter migratorio. Además de coincidir con las características que favorecen la presencia del crustáceo *N. simplex* al que se le ha asociado (Gendron, 1990).

La distribución de ballena de aleta en zonas denominadas costeras-someras del Golfo de California, esta representada por un alto porcentaje de avistamientos (83.9%) concentradas en dos áreas principales: la comprendida entre Isla Carmen y Punta San Marcial, en marzo-abril (48.2%) y el resto (51.8%), en el periodo marzo-mayo en la Bahía de La Paz. En esta zona también se observaron ballenas de aleta durante el verano, aunque sólo representa el 10.8% del total de avistamientos en este grupo (Fig. 5).

*Balaenoptera physalus* es uno de los Balaenopteridos menos selectivos en su alimentación; sin embargo, tiene cierta preferencia al consumo de eufásidos o quizá éstos sean más accesibles, ya que el 61.4% de los estómagos analizados por Nemoto (1959) en

el Pacífico Norte y el 90% de los analizados por Rice (1963) en aguas de California, contenían una o varias especies de estos crustáceos exclusivamente. Comportamiento que puede intuirse en el Golfo de California a partir de la distribución costera de *B. physalus*, que puede obedecer a la presencia de *N. simplex*, ya que la distribución estacional de este crustáceo propuesta por Brinton y Townsend (1980) y Gendron (1990), coincide con la de esta ballena. Gendron (1992), menciona que *B. physalus* se alimenta de *N. simplex* en el suroeste del Golfo y Tershy *et al.* (1993a) en el canal de ballenas. Esta sugerencia no descarta la posibilidad de que la ballena de aleta se alimente de peces chicos, tal como se ha observado en el norte del Golfo (Gendron, 1993), aunque éstos sólo se presentaron en el 6.8% de las ballenas analizadas en el Pacífico Norte por Nemoto (1959).

El espectro alimenticio de la ballena de aleta, puede ser importante para determinar que el grueso de los avistamientos analizados en este estudio tengan una distribución costera-somera, debido a que sus necesidades alimenticias pueden ser cubiertas variando la dieta tanto como sea posible, sin desplazarse grandes distancias fuera de la protección que encierra la península y las islas del Golfo de California.

La afinidad costera de la ballena de aleta estuvo asociada a aguas someras (Prom. 140.8), lo que coincide con lo observado por Wells *et al.* (1981) en el alto Golfo, quienes la encontraron a profundidades promedio de 140.5m; y por Rojas (1984), quien menciona todas las observaciones en zonas con profundidad menor o igual a 200m. Lo que permite proponer que la distribución de esta especie durante todas las estaciones del año dentro del Golfo de California, es de hábitos costeros principalmente.

A partir de ACP aplicado a *B. physalus* que incluye la variable TSM, se generó información importante acerca de su distribución en función de ésta, encontrando que los tres grupos clasificados por el componente uno, en función de las variables DIST y PROF se encuentran en el intervalo 17-31°C ordenados por el componente dos (Fig. 6). De tal forma, que la ballena de aleta no presenta restricciones en la distribución a causa de la TSM. Esta situación resulta evidente, ya que se puede observar durante las cuatro estaciones del año, temporadas en que las pronunciadas variaciones de la TSM en el Golfo de California presenta intervalos cercanos a los 16°C en el norte y de 9°C en Cabo San Lucas, variaciones que ocurren tanto en aguas costeras como en mar adentro (Roden y Groves, 1959).

**Distribución costera-profunda:** Las dos especies que ocupan este trabajo se distribuyeron en aguas denominadas costeras-profundas, que al inverso de la distribución costera-somera, se encontraron en la siguiente proporción: El porcentaje de ballenas azules fue de 60.4, mientras que sólo el 7.5% correspondió a ballenas de aleta. Las zonas de mayor concentración fueron similares espacial y temporalmente entre ambas especies; reconociendo a la Bahía de La Paz como la más importante durante los meses marzo-abril y, aunque con menor cantidad de avistamientos la temporada mayo-julio.

La distribución costera-profunda presentó más elevada TSM (Tablas 3 y 7), ésta se debe a que los picos máximos de avistamientos coinciden con los meses de primavera. Condiciones que parecen ser las idóneas para una importante porción de ballenas azules y según Brinton y Townsend (1980), son también las óptimas para las dos especies de eufausidos que pueden llegar a formar densidades importantes en el Golfo de California, *N. simplex* y *Nematoscelis difficilis*. La primera generalmente se ubica alrededor de los 100m

en la columna de agua, mientras que la segunda vive en aguas más profundas, sin embargo, ambas especies pueden sobrelapar su distribución, debido a su migración vertical. Y formar densidades muy altas cuando se presentan juntas (Brinton y Townsend, 1980).

Se sabe que *N. simplex* forma parte de la dieta de ballena azul y *N. difficilis* puede ser potencialmente parte de esta dieta (Gendron, 1990). De tal forma, que la distribución de esta ballena puede obedecer a que sólo a grandes profundidades, estas especies de eufausidos forman las altas densidades que *B. musculus* requiere para su alimentación.

Dado el bajo porcentaje de avistamientos de ballena de aleta en aguas costeras-profundas, se coincide con Rojas (1984) en considerar esta distribución como secundaria.

### **7.3. DISTRIBUCION DE LAS MADRES CON CRIA DE *B. musculus* Y *B. physalus***

Históricamente se ha sugerido que la migración de los rorcuales (Género *Balaenoptera*) hacia las áreas de reproducción (bajas latitudes), obedece a los requerimientos de las crías, relacionadas con el balance térmico y a la búsqueda de aguas tranquilas (Mackintosh, 1966). Sin embargo, se desconoce completamente cómo y dónde se lleva a cabo este proceso, y si realmente requiere de condiciones especiales para asegurar el éxito. Gaskin (1982) sugiere que los nacimientos se llevan a cabo mar adentro, en aguas oceánicas y quizá más dispersos que las especies con hábitos costeros.

En el presente trabajo, la distribución de las madres con cría de ambas especies fue muy similar, al igual que la distancia a la costa. Referente a la profundidad y TSM, si se

observaron diferencias, aunque estadísticamente no fueron significativas. *Balaenoptera musculus* tuvo afinidad hacia aguas más profundas y restringió su distribución al intervalo de 17-23°C (Tabla 3), mientras que *B. physalus* se encontró en aguas menos profundas (Tabla 7) y no tuvo restricciones en cuanto a la TSM (Tabla 10), se le puede encontrar desde los 17 hasta 31°C.

Se identificaron 2 áreas que ocupan indistintamente ballena azul y ballena de aleta: La que circunda a Isla Carmen y la que comprende a la Bahía de La Paz y el sureste de Isla San José.

Esto nos lleva a sugerir que ambas especies ocupan preferentemente áreas menos expuestas a las condiciones de mar abierto, y no muy alejadas de la costa. Probablemente para proveer seguridad a las crías durante el periodo de amamantamiento, principalmente. No se descarta la sugerencia de Gaskin (1982), referente a los nacimientos en aguas oceánicas, ya que nunca se ha presenciado uno en el Golfo de California y cabe la posibilidad de que después de ocurrido éste, ocupen las áreas descritas anteriormente.

## 8.0. CONCLUSIONES

1.- No se obtuvo ningún avistamiento de *Balaenoptera physalus* en la costa occidental del estado de Baja California Sur, mientras que en el Golfo de California se presentó durante todo el año, lo que apoya la teoría de una población residente propuesta por Rojas, 1984; Gambell, 1985; Leatherwood *et al.*, 1988; Tershy *et al.*, 1993b; o bien, que la población realiza movimientos fuera del área de esfuerzo en la costa occidental. En el Golfo de California mostró afinidad costera, en aguas someras y un amplio intervalo de distribución

---

referente a la temperatura superficial del mar. Ocasionalmente estuvo presente en áreas alejadas de la costa.

2.- Con base en los datos analizados, en la costa occidental del estado de Baja California Sur *B. musculus* presentó una distribución espacial y temporal bien definida. Durante verano y otoño (junio-octubre), se encontró en aguas oceánicas, profundas y con alta TSM. En invierno y primavera (febrero-marzo), se distribuyó en aguas costeras, someras y con baja TSM, coincidiendo con los movimientos norte-sur-norte propuestos por Rice (1974).

3.- En el presente trabajo se encontró, que en el suroeste del Golfo de California *B. musculus* mostró preferencia por áreas costeras con mayor profundidad, durante los meses marzo y abril. De manera secundaria se distribuyó en zonas costeras someras, con menor temperatura superficial del mar en los meses febrero-marzo.

4.- El presente estudio muestra que en el suroeste del Golfo de California *B. musculus* y *B. physalus* difieren significativamente ( $p < 0.05$ ) en sus distribuciones, respecto a distancia a la costa y profundidad. La primera se encuentra en aguas costeras-profundas y la segunda en aguas costeras-someras. Sin embargo, existe un cierto grado de solapamiento.

5.- La distribución de las madres con cría para *B. musculus* y *B. physalus*, fue similar y se concentraron en 2 zonas: La zona que circunda a Isla Carmen y la que comprende a la Bahía de La Paz y el este de Isla San José.



## 9.0. LITERATURA CITADA

- AD. HOVI.** 1976. Los Mamíferos del mar. Proyecto de informe, Consulta Científica sobre Mamíferos del mar, 31 de agosto a 9 de septiembre, Bergen, Noruega. FAO Recursos Marinos. 23 pp.
- AFIFI, A. A. y V. CLARK.** 1990. Computer-aided. Multivariate analysis. 2 ed. Van Nostrand Reinhold. New York. p. 371-392.
- ALVAREZ-BORREGO, S. y R. A. SCHWARTZLOSE.** 1979. Masas de agua del Golfo de California. Ciencias Marinas. 6 (1, 2): 43-63.
- ANDREWS, R.C.** 1914. Monographs of the Pacific Cetacea. I. The California gray whale (*Rhachiantectes glaucus* Cope), Memorial American Museum Natural History (n.s.), I: 87-229.
- AURIOLES-GAMBOA, D.** 1993. Biodiversidad y estado actual de los mamíferos marinos en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Vol. Esp. 44:397-412.
- BARLOW, J. y CALAMBOKIDIS, J.** 1995. Abundance of blue and humpback whales in California a comparison of mark-recapture and line-transect estimates. (Resumen) Eleventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Orlando, Florida. p. 8.
- BRINTON, E.** 1979. Parameters relating to the distribution of planktonic organisms, especially euphausiids in the Eastern Tropical Pacific. Progress in Oceanography. 8:125-189.
- BRINTON, E. y A. W. TOWNSEND.** 1980. Euphausiids in the Gulf of California, the 1957 Cruises. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports 21: 211-236.
- BRUEGGEMAN, J. J., T.C. NEWBY y A. R. GROTEFENDT.** 1985. Seasonal abundance, distribution and population characteristics of blue whale reported in the 1917 to 1939 catch records of two Alaska whaling stations. Report of the International Whaling Commission. 35: 405-411.



- CALAMBOKIDIS, J., G. H. STEIGER, J. C. CUBBAGE, K. C. BALCOMB, C. EWALD, S. KRUSE, R. WELL y R. SEARS. 1990. Sightings and movements of blue whales off Central California 1986-1988 from photo-identification of individuals. in P. S. Hammond (ed.), Individual recognition and the estimation of cetacean population parameters. Report of the International Whaling Commission, Special issue. 12:343-348.
- DARLING, J. 1977. Population biology and behaviour of the grey whale (*Eschrichtius robustus*) in Pacific Rim National Park, British Columbia, M. Sc. Thesis, University of Victoria, British Columbia.
- DE LA LANZA, E. G. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. Ed. AGT. México. 569 pp.
- DOHL, T. P., R. C. GUESS, M. L. DUMAN y R. C. HELM. 1983. Cetaceans of central and northern California, 1980-1983: status, abundance and distribution. OCS Study Minerals Management Service (MMS) 84-0045. US Dept. Int. Wash. DC (no publicado).
- GAMBELL, R. 1985. Fin Whale. in S. H. Ridgway (ed.) Handbook of Marine Mammals. Academic Press Inc. London. 3:171-192.
- GASKIN, D. E. 1982. The ecology of whales and dolphins. Heinemann Educational Books, London and Exeter. 459 pp.
- GENDRON, D. 1990. Relación entre la abundancia de eufausidos y de ballenas azules (*Balaenoptera musculus*) en el Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR- IPN. México. 64 pp.
- 1992. Population structure of daytime surface swarms of *Nyctiphanes simplex* (Crustacea: Euphausiacea) in the Gulf of California, Mexico. Marine Ecology Progress Series. 87: 1-6.
- 1993. Índice de avistamientos y distribución del género *Balaenoptera* en el Golfo de California, México, durante febrero, marzo y abril de 1988. Revista de Investigación Científica, U.A.B.C.S. No. especial SOMEMMA. 1:21-30.
- GOMEZ, G. J. 1992. Efecto de las condiciones ambientales sobre la distribución y abundancia de las poblaciones de eufausidos (Crustacea) en la costa occidental de Baja California,

- durante mayo de 1986, julio de 1987 y 1988. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. México. 128 pp.
- GOMEZ, V. J.** 1984. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California Sur. *Ciencias Marinas*. 9(2): 75-86.
- GOMEZ, V. J. y M. VELEZ.** 1982. Variaciones estacionales de temperatura y salinidad en la región costera de la Corriente de California. *Ciencias Marinas*. 8(2):167-178.
- HALEY, D.** 1978. Introduction. in F. B. Rupp (ed.) *Marine Mammals*. Pacific Search Press. p. 9-12.
- HAYES, P. J. y E. R. MILO.** 1993. Clinal variation and morphology of woodrats (*Neotoma*) of the Eastern United States. *Journal of Mammalogy*. 74(1): 204-216.
- INTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA.** 1982. Islas Revillagigedo CB-006, mapa batimétrico, escala 1: 1000 000. Dirección General de Geografía, Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- INTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA.** 1983. Golfo de California CB-002, mapa batimétrico, escala 1: 1000 000. Dirección General de Geografía, Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- LEATHERWOOD, S., R. R. REEVES, W. F. PERRIN, W. E. EVANS y L. HOBBS.** 1988. Ballenas, delfines y marsopas del Pacífico Nororiental y de las aguas árticas adyacentes. Comisión Interamericana del Atún Tropical, informe especial. No. 6, La Jolla, California. 245pp.
- LUGO, H. J.** 1986. Morfoestructuras del fondo oceánico mexicano. *Boletín Instituto de Geografía, U.N.A.M.* p. 9-39.
- MACKINTOSH, N. A.** 1942. The southern stocks of whalebone whales. *Discovery Reports*. 22:197-300.
- MACKINTOSH, N. A.** 1966. The distribution of southern blue and fin whales. in K. S. Norris (ed.) *Whales, dolphins and porpoises*. Univ. Calif. Press, Berkeley. p. 125-144.

- MANGELS, K. F. y T. GERRODETTE.** 1994. Report of cetacean sightings during a marine mammal survey in the Eastern Pacific Ocean and the Gulf of California aboard the NOAA ships McArthur and David Starr Jordan, July 28 - November 6, 1993. NOAA Technical Memorandum NMFS. National Marine Fisheries Service (NMFS), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). La Jolla, California. 88pp.
- MARGALEF, R.** 1980. Ecología. Omega. Barcelona. p. 401-414.
- NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION.** 1989-1994. National Weather Service Forecast office, San Francisco, California, U.S.A. (No publicados)
- NEMOTO, T.** 1959. Food of baleen whales with reference to whale movements. The Scientific Reports of the Whales Research Institute. Tokyo. 14:149-290.
- 1964. School of ballen whales in the feeding areas, Science Report Whales Res. Intitution. 18: 167-224.
- PAVLOVA, Y. V.** 1966. Seasonal variations of the California Currents. Academic of Science Institution of Oceanography. U.R.S.S. 6(6): 806-814.
- PHILLIPS, R. P.** 1964. Seismic refraction studies in Gulf of California. in T. H. van Andel y G. G. Shor (eds.). Amer. Ass. Petroleum Geol. Mem. 3: 144-156.
- PIKE, G. C. y I. B. MacASKIE.** 1969. Marine mammals of British Columbia. Fishery Research Board of Canada Bulletin. 171: 1-54.
- RAMIREZ, P. y W. URQUIZO.** 1985. Los cetáceos mayores y el fenómeno "El Niño" 1982-1983. in W. Artz, A. Landa y J. Tarazona (eds.), "El Niño" su impacto en la fauna marina. Vol. extraordinario, Boletín del Instituto del Mar del Perú. Callao, Perú. p. 207-215.
- R:BASE 5000.** 1988. Versión 2.0
- REILLY, B. S. y U. G. THAYER.** 1990. Blue whales (*Balaenoptera musculus*) distribution in the Eastern Tropical Pacific. Marine Mammal Science. 6(4):265-277.
- RICE, D. W.** 1963. Progress report on biological studies of the larger cetacea in the waters off California. Norsk Hvalfangst-Tidende. 7:181-187.

- 1966. Blue Whales in the waters off Baja California. Report of the International Whaling Commission. 12 pp. (no publicado)
- 1974. Whales and whale research in the Eastern North Pacific. *in* W. F. Shevill (ed.). The Whale Problem: A status report. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. p. 170-195.
- 1978. Blue Whale. *in* F. B. Rupp (ed.) Marine mammals. Pacific Search Press. p. 31-35.
- RODEN, G. I.** 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. *in* T. H. van Andel y G. G. Shor Jr. (eds.). Marine Geology of the Gulf of California. Am. Assoc. Petroleum Geol. Mem. 3: 20-38.
- RODEN, G. I. y G. W. GROVES.** 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. Journal Marine Research. 18:10-35.
- ROJAS, L.** 1984. Presencia y distribución del rorcual común *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) (Cetacea: Balaenopteridae) en el Golfo de California, México. Tesis Profesional, U.N.A.M. 157 pp.
- SEARS, R.** 1987 The photographic identification of individual blue whales (*Balaenoptera musculus*) in the Sea of Cortez. Cetus. 7(1): 14-17.
- 1990. The Cortez blue. Whalewatcher. :12-15.
- SEARS, R., M. BERUBE y D. GENDRON.** 1987. A preliminary look at the distribution and migration of the blue whales (*Balaenoptera musculus*) in the Northeast Pacific, based on the photoidentification of individuals. (Resumen) Seventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Miami, Florida. p. 62.
- SEARS, R., M. J. WILLIAMSON, F. W. WENZEL, M. BERUBE, D. GENDRON y P. JONES.** 1990. Photographic identification of the blue whale (*Balaenoptera musculus*) in the Gulf of St. Lawrence, Canada. *in* P. S. Hammond (ed.), Individual recognition and the estimation of cetacean population parameters. Report of the International Whaling Commission, Special issue. 12: 335-341.

- SECRETARIA MARINA.** 1965. Cabo San Lazaro a Cabo San Lucas y parte Sur de Golfo de California S.M. 604, mapa de navegación, escala 1: 667 680. Dirección General de Oceanografía.
- SHEPARD, F. P.** 1950. Submarine topography of the Gulf of California, pt. 3 of the 1940. E. W. Scripps cruise to the Gulf of California. Geol. Soc. America Memoir. 43:32pp.
- STATGRAPHICS.** 1991. Versión 5.0
- STORRO-PATTERSON, R.** 1981. Great gulping blue whales. *Oceans*. 14(2):16-17.
- TABACHNICK, B. G. y L. S. FIDELL.** 1989. Using multivariate statistics. 2 ed. Harper Collins. New York. p. 192-234.
- TERSHY, B.R.** 1992. Body size, diet, habitat use, and social behavior of *Balaenoptera* whales in the Gulf of California. *Journal of Mammalogy*. 73 (3):477-486.
- TERSHY, B.R., J. URBAN-RAMIREZ, D. BREESE, L. ROJAS-BRACHO y L.T. FINDLEY.** 1993a. Are fin whales resident to the Gulf of California?. *Revista de Investigación Científica, U.A.B.C.S. No. especial SOMEMMA*. 1:69-72.
- TERSHY, B.R., A. ACEVEDO-G., D. BREESE y C.S. STRONG.** 1993b. Diet and feeding behavior of fin and bryde's whales in the central Gulf of California, México. *Revista de Investigación Científica, U.A.B.C.S. No. especial SOMEMMA*. 1:31-38.
- TOMILIN, A. G.** 1957. Mammals of the U. R. S. S. and adjacent countries. Cetacea. Vol. IX. Moscu. (Transl. from Russian by Israel Program for Scientific Translate Jerusalem, No. 1124).
- VIDAL, O., L. T. FINDLEY y S. LEATHERWOOD.** 1993. Annotated checklist of the marine mammals of the Gulf of California. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 28: 1-11.
- WALPOLE , E. R. y R. H. MYERS.** 1992. Probabilidad y estadística. 4a ed. McGraw-Hill. México. p. 485-561.
- WELLS, R. S., B. G. WURSIG y K. S. NORRIS.** 1981. Un reconocimiento de los mamíferos marinos en el alto Golfo de California, México. *in* Mem. VI Reunión Internacional para

el estudio de los Mamíferos Marinos de la península de Baja California, La Paz, B.C.S. México. p. 1-41.

**YOCHEM, P. K. y S. LEATHERWOOD.** 1985. Blue whale. in S. H. Ridgway (ed.) Handbook of Marine Mammals. Academic Press Inc. London. 3: 193- 240.

**ZARATE, V. S. E.** 1991. Topografía y batimetría de la costa occidental de Baja California. in E. G. de la Lanza (ed.). Oceanografía de mares mexicanos. Ed. AGT. México. 569 pp.

APENDICE I ▼

Análisis de “t de student” para la variable distancia a la costa entre *Balaenopera musculus* y *B. physalus*, donde:

$$X_1 - X_2 = 1.89$$

$$SP = 5.93$$

$$1/N_1 = 0.006$$

$$1/N_2 = 0.005$$

$$GL = 329$$

$$\mathbf{T = 2.80}$$

$$t_{0.05(329)} = 1.64$$

Análisis de “t de student” para la variable profundidad entre *Balaenopera musculus* y *B. physalus*, donde:

$$X_1 - X_2 = 93.93$$

$$SP = 158.15$$

$$1/N_1 = 0.006$$

$$1/N_2 = 0.005$$

$$GL = 329$$

$$\mathbf{T = 5.40}$$

$$t_{0.05(329)} = 1.64$$