

**INSTITUTO POLITÉCNICO  
NACIONAL.**

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS  
MARINAS**



**HÁBITOS ALIMENTARIOS Y DISTRIBUCIÓN ESPACIO-  
TEMPORAL DE LOS RORCUALES COMÚN (*Balaenoptera  
physalus*) Y AZUL (*Balaenoptera musculus*) EN LA BAHÍA DE  
LA PAZ, B.C.S., MÉXICO.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS**

**CON LA ESPECIALIDAD EN  
MANEJO DE RECURSOS MARINOS.**

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE  
CIENCIAS MARINAS  
BIBLIOTECA  
I.P.N.  
DONATIVO**

**PRESENTA EL BIÓ LOGO**

**JORGE ARTURO DEL ANGEL RODRÍGUEZ**

# ÍNDICE

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>GLOSARIO</b> .....                                           | <b>1</b>  |
| <b>RESUMEN</b> .....                                            | <b>2</b>  |
| <b>1. INTRODUCCI ÓN</b> .....                                   | <b>3</b>  |
| <b>2. ANTECEDENTES</b> .....                                    | <b>4</b>  |
| <b>3. OBJETIVOS</b> .....                                       | <b>10</b> |
| <b>4. ÁREA DE ESTUDIO</b> .....                                 | <b>10</b> |
| <b>5. METODOLOGÍA</b> .....                                     | <b>15</b> |
| 5.1. Avistamientos de ballenas azules y rorcuales comunes.....  | 15        |
| 5.2. Colecta de heces.....                                      | 15        |
| 5.3. Importancia y tallas de las presas en heces.....           | 17        |
| 5.3.1 Importancia de las especies.....                          | 17        |
| 5.3.2. Comparación de tallas de las presas más importantes..... | 18        |
| 5.4. Tratamiento de datos para abundancia y distribución.....   | 20        |
| 5.4.1. Distribución alcatoria y segregación.....                | 20        |
| 5.4.2. Distribución temporal y espacial .....                   | 22        |
| <b>6. RESULTADOS</b> .....                                      | <b>24</b> |
| 6.1. Avistamientos de ballenas azules y rorcuales comunes.....  | 24        |
| 6.2. Colecta de heces y Breas probables de alimentación.....    | 25        |
| 6.3. Índices y tallas de las presas en heces .....              | 28        |
| 6.3.1 Importancia de las espccics.....                          | 28        |
| 6.3.2. Comparación de tallas de las presas más importantes..... | 29        |
| 6.4. Abundancia y distribución.....                             | 35        |
| 6.4.1. Distribución alcatoria vs. segregación.....              | 35        |

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 6.4.2. Distribución temporal. ....                                   | vi |
| 6.4.3. Distribución espacial. ....                                   | 36 |
| 7. DISCUSIÓN. ....                                                   | 43 |
| 7.1 Consideraciones metodológicas ....                               | 43 |
| 7.1.1. Colecta de heces y área de estudio. ....                      | 43 |
| 7.1.2. Caracterización ....                                          | 44 |
| 7.1.3. Esfuerzo de búsqueda ....                                     | 44 |
| 7.2. Dieta y alimentación. ....                                      | 45 |
| 7.3. Distribución temporal. ....                                     | 46 |
| 7.4. Distribución espacial. ....                                     | 49 |
| 7.5. Relaciones entre <i>B. musculus</i> y <i>B. physalus</i> . .... | 51 |
| 8. CONCLUSIONES. ....                                                | 55 |
| 9. RECOMENDACIONES. ....                                             | 56 |
| 10. LITERATURA CITADA. ....                                          | 58 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Localización y toponimos del área de estudio. ....                                                                                                                              | 11 |
| Figura 2. Zona adyacente al área principal de estudio. Incluye área de colecta de heces ....                                                                                              | 12 |
| Figura 3. Batimetría de la Bahía de La Paz (Modificado de Cruz-Orozco et al., 1996). ....                                                                                                 | 14 |
| Figura 4. División del área de estudio para el análisis de la distribución espacial basándose en regiones de diferentes características batimétricas e influencia oceánica distinta. .... | 23 |
| Figura. 5. Esfuerzo de observación en millas en la Bahía de La Paz a lo largo de los periodos anuales de: a) 1993, b) 1994, c) 1995. ....                                                 | 24 |
| Figura. 6. Localización de los sitios de muestreo de heces de <i>Balaenoptera musculus</i> y <i>B. physalus</i> . ....                                                                    | 26 |
| Figura 7. Proporción de copros de cada especie de acuerdo al año, mes y localidad. ....                                                                                                   | 27 |
| Figura 8. Área máxima estimada de posible forrajeo de <i>B. musculus</i> y <i>B. physalus</i> . ....                                                                                      | 27 |

|                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 9. Relación entre la longitud total y la longitud mandibular de <i>N. simplex</i> .....                                                                                                                                  | 30 |
| Figura 10. Distribución de las tallas de <i>N. simplex</i> consumidas por <i>B. musculus</i> y <i>B. physalus</i> a lo largo del periodo de estudio, estimadas a partir del tamaño de las mandíbulas encontradas en heces ..... | 31 |
| Figura 11. Temperatura superficial del mar en a)La Jolla y b) Pacific Grove, California de 1992 a 1993. (Tomado de Hayward et al., 1994). .....                                                                                 | 33 |
| Figura 12. Distribución de las tallas de <i>N. simplex</i> consumidas por <i>B. physalus</i> en años normales y 1993 (año El Niño) , estimadas a partir del tamaño de las mandíbulas encontradas en heces.....                  | 34 |
| Figura 13. Abundancia relativa de a) <i>B. musculus</i> y b) <i>B. physalus</i> en la Bahía de La Paz (1993-1995).....                                                                                                          | 36 |
| Figura 14. Variación temporal de <i>B. musculus</i> y <i>B. physalus</i> en 1993, basada en el porcentaje de la abundancia relativa para cada mes.....                                                                          | 37 |
| Figura 15. Variación temporal de <i>B. musculus</i> y <i>B. physalus</i> en 1994, basada en el porcentaje de la abundancia relativa para cada mes.....                                                                          | 38 |
| Figura 16. Variación temporal de <i>B. musculus</i> y <i>B. physalus</i> en 1995, basada en el porcentaje de la abundancia relativa para cada mes.....                                                                          | 38 |
| Figura 17. Distribución espacial de <i>B. musculus</i> y <i>B. physalus</i> de 1993 a 1995.....                                                                                                                                 | 39 |
| Figura 18. Abundancia relativa de <i>B. musculus</i> y <i>B. physalus</i> por áreas.....                                                                                                                                        | 40 |
| Figura 19. Modelo de distribución espacio-temporal de a) <i>B. physalus</i> y b) <i>B. musculus</i> en la Bahía de La Paz.....                                                                                                  | 51 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Abundancias relativas, porcentajes de ocurrencia y porcentajes relativos de ocurrencia de cada tipo de alimento en a) heces de <i>B. musculus</i> y b) heces de <i>B. physalus</i> ..... | 28 |
| Tabla 2. Índices de segregación (S y Z) de Pielou obtenidos en 1993, 1994 y 1995.....                                                                                                             | 35 |
| Tabla 3. Análisis de la distribución temporal de las abundancias relativas entre a) <i>B. musculus</i> y <i>B. physalus</i> y b) entre años. ....                                                 | 37 |
| Tabla 4. Análisis de la distribución espacial de las abundancias relativas entre a) <i>B. musculus</i> y <i>B. physalus</i> y b) entre años.. ....                                                | 41 |

**ANEXOS**

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ANEXO 1 Bitácora de Crucero. ....                                                                             | 69 |
| ANEXO 2 Aspectos anatómicos de los eufáusidos. ....                                                           | 70 |
| ANEXO 3 Identificación de mandíbulas derechas de los eufáusidos. ....                                         | 71 |
| ANEXO 4 Medición de la longitud corporal y longitud mandibular. ....                                          | 72 |
| ANEXO 5 Resultados del Análisis de Variancia para 5 combinaciones de datos de tallas de eufáusidos n=57. .... | 73 |

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE  
CIENCIAS MARINAS  
**BIBLIOTECA**  
**I.P.N.**  
DONATIVO

**GLOSARIO.**

**ALOPATRÍA:** Proceso de formación de nuevas especies como resultado de barreras físicas que subdividen las poblaciones, sometiendo a distintas fuerzas de selección.

**BALAENOPTÉRIDO:** Mamífero marino integrante de la familia Balaenopteridae.

**CETÁCEO:** Mamífero del Orden Cetacea, que se divide en Mysticetos (cetáceos con barbas como las ballenas) y Odontocetos (cetáceos con dientes como los delfines).

**COEXISTENCIA:** Posibilidad de dos especies similares de utilizar el mismo ambiente y mantener un equilibrio.

**ESTENÓFAGAS:** Se refiere a aquellas especies con un espectro muy reducido de alimentación, dado que se encuentran altamente especializadas hacia el consumo de un tipo muy particular de alimento.

**EURÍFAGAS:** Son aquellas especies que tienen un amplio espectro de alimentos posibles, es decir que no están tan especializadas hacia un tipo de alimento en particular.

**REPARTICIÓN:** División parcial de recursos entre especies o entre elementos de una población. Implica cierto grado de traslapamiento en la distribución de las frecuencias del uso de los recursos.

**RORCUAL:** Cetáceo que posee pliegues gulo-ventrales que se distienden y contraen durante la alimentación, característica exclusiva de los balaenoptéridos.

**SEGREGACIÓN:** División de recursos por parte de dos o más especies. Normalmente implica modalidades diferentes o medias diferentes de las distribuciones de frecuencias para cada variable o recurso, por lo que se interpreta como un concepto teórico de división total de recursos.

**SIMPATRÍA:** Proceso de formación de nuevas especies sin necesidad de que ocurra un aislamiento geográfico. Ocurre como resultado de la adaptación de una fracción de la población hacia el uso de nuevos recursos, promoviendo una división de la población y una radiación hacia picos adaptativos separados.

## RESÚMEN

HÁBITOS ALIMENTARIOS Y DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LOS RORCUALES COMÚN (*Balaenoptera physalus*) Y AZUL (*B. musculus*) EN LA BAHÍA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.

Los rorcuales *Balaenoptera musculus* y *B. physalus* son dos especies zooplanctófagas que coexisten en la Bahía de La Paz, México y realizan actividades de alimentación durante parte del periodo invierno-primavera. Con el fin de conocer como comparten esta región subtropical, se compararon sus hábitos alimentarios y su distribución espacio-temporal. Las especies dominantes en la dieta, así como su tamaño se investigaron a partir del contenido en heces; mientras que la similitud en su distribución espacial y temporal se estudió a partir de la abundancia relativa mensual obtenida del estudio sistemático del área entre 1993 y 1995. Se observa que su presa principal la constituyen formas juveniles y adultas del eufáusido *Nyctiphanes simplex* (7.64 a 9.64 mm), y que no hay diferencias significativas entre las tallas de esta especie para ambos rorcuales ( $F=0.09$ ,  $p=0.75$   $\alpha=0.05$ ); aunque el tamaño de las presas disminuye a lo largo de la temporada ( $F_{(2, 168)} = 12.07$ ,  $P < 0.05$  para *B. musculus* y  $F_{(2, 168)} = 20.30$ ,  $P < 0.05$  para *B. physalus*). En contraste dos índices de segregación de Pielou ( $Z=0.262$  y  $S=0.846$ ) comprueban que existe segregación entre éstas ballenas, y pruebas no paramétricas de Kolmogorov-Smirnov muestran diferencias en la distribución espacial ( $D>0.4$  para 1993-1995,  $P<0.05$ ) y temporal ( $D>0.52$  para 1994 y 1995,  $P<0.05$ ) entre las especies. Incluso *B. physalus* evidencia un uso más amplio en tiempo y espacio del área de estudio; mientras que *B. musculus* manifiesta una distribución más restringida. Se propone que la segregación espacial y temporal constituyen parte de los mecanismos de repartición de recursos en esta región subtropical.

## ABSTRACT

FEEDING HABITS, SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF FIN WHALES (*Balaenoptera physalus*) AND BLUE WHALES (*B. musculus*) IN BAHÍA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.

During part of the winter and spring, two zooplankton feeders, *Balaenoptera musculus* and *B. physalus*, inhabit and display feeding activity in Bahía de La Paz, México. Feeding habits, spatial and temporal distributions of both species were compared to investigate how they share this subtropical region. The dominant prey and the prey size were studied from fecal samples. Spatial and temporal similarities between whales were studied from monthly relative abundances provided by a systematic research survey between 1993 and 1995. The adult and juvenile forms of the euphausiid *Nyctiphanes simplex* (7.64 to 9.64 mm) represented their main food, and no significant differences in size of prey were observed ( $F=0.09$ ,  $p=0.75$   $\alpha=0.05$ ) between rorquals, although the size of prey decreased through the season ( $F_{(2, 168)} = 12.07$ ,  $P < 0.05$  for *B. musculus* and  $F_{(2, 168)} = 20.30$ ,  $P < 0.05$  for *B. physalus*). Two Pielou's indexes of segregation ( $Z=0.262$  &  $S=0.846$ ) show segregation exists between the species, and Kolmogorov-Smirnov's nonparametric tests show differences for spatial ( $D>0.4$  1993-1995,  $P < 0.05$ ) and temporal distribution ( $D>0.52$  1994 and 1995,  $P < 0.05$ ). Furthermore, *B. physalus* makes a wider use, with respect to time and space, of the study area; whereas *B. musculus* evidences a more restricted distribution. Spatial and temporal segregation are proposed as part of resource partitioning mechanisms in this subtropical area.

## 1. INTRODUCCION:

En los mamíferos marinos de vida pelágica, la influencia de los factores o aspectos ecológicos adquiere singular interés dada su alta movilidad, ya que ésta los hace menos **susceptibles a** las limitaciones de índole geográfico. En especies de escasa movilidad, por el contrario, el aislamiento debido **a** barreras geográficas tiene un mayor efecto en sus patrones de distribución (Merritt, 1973). Desafortunadamente, la mayoría de los estudios de distribución consideran solo la influencia de los factores abióticos (vgr. físicos y químicos) en **los** patrones geográficos o temporales que muestran las especies, sin tomar en cuenta el importante papel que juegan los factores bióticos. De hecho en la mayoría de los casos se desconocen los factores particulares, ya sea bióticos o abióticos que **determinan** la presencia y abundancia de los mamíferos marinos en un sitio (Jefferson *et al.*, 1993).

Aunque el medio marino cuenta con una gran cantidad de recursos, el acceso al alimento disponible ha sido una **fuerza** importante que ha moldeado la naturaleza de las adaptaciones ecológicas de las especies. Los hábitos alimenticios se encuentran determinados por el conjunto particular de oportunidades para adaptaciones tróficas que cada ambiente ofrece, haciendo que cada una de estas interacciones entre especies y **hábitats** sean potencialmente distintas entre sí (Eisenberg, 1981; Robbins, 1993).

Dadas ciertas adaptaciones alimentarias, algunos ambientes ofrecen pocas presas disponibles o escasa diversidad de biotipos alimenticios, por lo que **aumenta** la posibilidad de que en estos **hábitats** se manifieste la competencia tanto intraespecífica como interespecífica (Croxall & Prince, 1987). Sin embargo, cuando especies con requerimientos ecológicos semejantes, se adaptan hacia el uso de nuevos recursos, o logran la partición temporal o espacial de los mismos, se generan más posibilidades de una división y una radiación hacia picos adaptativos separados sin necesidad de que ocurra un aislamiento geográfico. En especies que compiten por alimento u otros recursos, la división de éstos con la consecuente reducción **en los** nichos se considera como un medio ventajoso para balancear **las** presiones de competencia intra e interespecífica (Merritt 1973).

Si bien la segregación proporciona una ventaja al reducir la competencia directa por recursos, es importante destacar que el verdadero beneficio radica en que es un comportamiento que tiende **a** maximizar el éxito reproductivo al garantizar suficiente cantidad de alimento para cada individuo (**Barash**, 1982). A nivel de especies esta estrategia puede reducir el riesgo de ser eliminadas o de extinguirse al competir unas con otras. De acuerdo con Cox & Moore (1993), las especies con requerimientos alimenticios semejantes han desarrollado **maneras** distintas de partición del hábitat; bien a través de la explotación de los mismos recursos en diferentes tiempos; o mediante restricción espacial de las especies en competencia; aunque, en especies en las que el comportamiento

alimentario manifiesta especialización en cuanto al tipo de la presa, la separación espacial también puede llegar a ser un reflejo de patrones de distribución de las presas preferidas.

En México los estudios sistemáticos de muchas especies de mamíferos marinos se han incrementado en los últimos años, particularmente en la Península de Baja California, la cual presenta una gran riqueza de especies (Vidal, *et al.*, 1993; Aurioles *et al.*, 1993). Es precisamente, la información sistemática colectada en la Bahía de La Paz por el proyecto de Mamíferos Marinos del CICIMAR, la que ha permitido plantear el presente estudio a fin de conocer el grado de similitud en distribución y dieta de dos cetáceos que coexisten en la Bahía de La Paz: la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) y la ballena de aleta (*B. physalus*), y de este modo establecer si estos aspectos contribuyen de alguna manera a la partición del hábitat entre ambas especies.

## 2. ANTECEDENTES

Dentro del grupo de las ballenas barbadas (Suborden Mysticeti) la familia Balaenopteridae reúne un mayor número de especies, representadas por los géneros *Balaenoptera* y *Megaptera*, las cuales se conocen de manera general como rorcuales. La característica principal de esta familia es la presencia de una serie de pliegues ventrales cuya longitud y número son diagnósticos para algunas especies (Leatherwood *et al.*, 1988). Esta especialización anatómica es parte del complejo sistema de alimentación que permite a los rorcuales tragar grandes volúmenes de agua filtrando las presas. El movimiento hacia el frente durante la alimentación establece un flujo inicial de agua hacia la boca que puede distender enormemente la región ventral (Lambersten, 1983).

Algunas de las especies incluidas dentro del género *Balaenoptera* (*B. physalus*, *B. borealis* y *B. acutorostrata*) muestran una alta similitud genética (Spilliaert *et al.*, 1988). En el caso de la ballena azul (*B. musculus*) y de la ballena de aleta o rorcual común (*B. physalus*) se ha propuesto que su origen como especies diferentes es de tan solo un poco más de 3.5 millones de años, y se ha encontrado que el aislamiento reproductivo entre ambas especies es débil (Arnason *et al.*, 1991). Además, aunque el rorcual azul muestra preferencia por aguas en el borde de la plataforma continental y el rorcual común puede hallarse tanto cerca de la costa como en agua profundas (Corkron, 1988), se asume que ambas especies son de afinidad oceánica más que costera, y que están presentes en todas las cuencas oceánicas del mundo, distribuidas desde los trópicos hasta los polos, excluyendo las regiones que rodean los casquetes polares (Jefferson *et al.*, 1993).

A gran escala, los patrones migratorios y de distribución de *B. musculus* y *B. physalus* son similares: en verano migran hacia latitudes altas para alimentarse y en invierno los desplazamientos son en sentido opuesto hacia aguas

tropicales o subtropicales probablemente para procrear y aparearse (Mackintosh, 1966; Jonsgård, 1966; Mitchell, 1972; Lockyer & Brown, 1981).

Aparentemente, los requerimientos ecológicos de estas especies son semejantes. En el Pacífico Norte, se ha visto que ambas especies prefieren áreas donde las aguas oceánicas y costeras se mezclan (Mate, 1980). En el Antártico, la diferencia mejor conocida es que *B. musculus* ocurre con mayor frecuencia en aguas ligeramente más frías que *B. physalus*; sin embargo, se considera que en dicha región ambas especies son simpáticas (Mackintosh, 1966). Incluso para el Golfo de California se han registrado casos de ambas especies nadando juntas (Tershy & Strong, 1984).

La distribución para el Pacífico Norte muestra cierto solapamiento para estas especies. Gambell, (1985) reconoce que en verano el rorcual común se ubica en el mar de Chukchi, alrededor de las islas Aleutianas, el Golfo de Alaska y bajan a California en el lado Este. En el lado Oeste, ocurren desde el Mar de Okhotsk y descienden por la costa de Japón. Las áreas invernales, en el Este del Pacífico Norte se extienden hacia el Sur de California; mientras que en el Oeste van desde el mar de Japón y los mares Amarillo y Este de China, hacia el mar de Filipinas.

De manera semejante, Yochem & Leatherwood (1985) resumen los avistamientos y capturas del rorcual azul en el Pacífico Norte y plantean que en verano se encuentran en el Golfo de Alaska, a lo largo del sur de las Islas Aleutianas (las cuales parecen ser su límite al norte) y cerca de las Islas Kurile y la Península de Kamchatka. En el lado Oeste del Pacífico Norte y aguas árticas adyacentes han sido reportadas, en verano, tan al norte como la península de Chukotsky (noroeste del mar de Bering y Suroeste del mar de Chukchi), mientras que en invierno se encuentran fuera de Taiwan, Japón y Corea. Reilly & Thayer (1990) mencionan que la mayor parte de los avistamientos en Pacífico Tropical Este ocurren en dos áreas principales: a lo largo de la Península de Baja California y en la vecindad del Domo de Costa Rica (cuyo centro se encuentra cerca de los 9° N y 89° W). Mencionan que los avistamientos a lo largo del Ecuador, cerca de las Islas Galápagos, las costas de Ecuador y el Norte de Perú son sustancialmente menores y que mientras las aguas de Baja California son ocupadas estacionalmente, con un máximo de avistamientos durante la primavera; el área del Domo de Costa Rica es ocupada todo el año, lo que sugiere bien, una población residente o que las ballenas de ambos hemisferios visitan el área.

Es muy probable que en aguas mexicanas, la coincidencia de ambas especies en la porción Sur del Golfo de California ocurra como consecuencia de los movimientos migratorios de las poblaciones cercanas. Las ballenas azules ocurren sobre la plataforma continental y hacia el talud a lo largo de la costa Oeste de Baja California, siendo más abundantes de febrero a junio, por lo que su presencia en la región es importante sobre todo durante los periodos de invierno-primavera

(Rice, 1966). Al parecer, es parte de esta población la que se presenta en el Golfo de California desde diciembre hasta mayo, siendo más abundantes de marzo a abril en la porción Suroeste del Golfo que comprende la región entre Loreto y La Paz (Sears, 1987; Sears, 1990 ). De febrero a abril, la zona de la Bahía de La Paz ha mostrado índices de avistamiento de esta especie mayores a los de otras partes al Oeste del Golfo (Gendron, 1993).

Aparentemente, hay evidencia suficiente para pensar en una población residente de *Balaenoptera physalus* en el Golfo de California (Gambell, 1985; Tershy *et al.*, 1993a entre otros), ya que no hay registros de avistamientos del rorcual común fuera de la costa Oeste de Baja California en ninguna época del año (Urbán & Aguayo, 1987). Rojas (1984) observa una mayor abundancia de los avistamientos madre-cría en la porción alta del Golfo durante todo el año, lo que sugiere que al menos para una fracción de la población, no es necesario incursionar en aguas del Pacífico. Tershy *et al.* (1991) y posteriormente Gendron (1993) confirman que *B. physalus* es el misticeto más abundante y de distribución más amplia en el Golfo de California durante febrero-abril. Finalmente Enríquez-Paredes (1996) concluye que la estancia de los individuos de esta especie es mas prolongada en la zona Sur que en la zona norte del Golfo y que debe existir cierta fidelidad al área por parte de estas ballenas. Aunque no encuentra patrones consistentes, proporciona alguna evidencia de movimientos Norte-Sur hacia finales de invierno y principios de primavera.

Lo anterior permite reconocer que en la porción Sur del Golfo de California, ambas especies coinciden durante invierno-primavera, y mientras que *B. physalus* se presenta todo el año en la Bahía de La Paz, con ligeros aumentos en marzo y mayo, *B. musculus* ingresa a la Bahía solo durante su migración, por lo que es mas abundante en la primavera (Flores-Ramírez *et al.*, 1996).

Jefferson *et al.* (1993) aseguran que la mayoría de las agrupaciones de ballenas tienden a asociarse con ciertas áreas oceánicas ya que la presencia de mamíferos marinos y otros consumidores de orden superior, está relacionada principalmente con la presa, y secundariamente con las condiciones' del océano que soportan dicha productividad. Se ha sugerido, por ejemplo, que la salida de *B. physalus* del Golfo de Alaska puede estar relacionada con la disminución en la productividad secundaria en la región (Mate, 1980). Según Nemoto (1959), las variaciones estacionales del alimento promueven un movimiento migratorio de los organismos planctófagos, y sus movimientos regionales en las áreas de alimentación coinciden con las regiones más abundantes en alimento. Gaskin (1982) considera que las condiciones oceanográficas no solo deben contribuir a la abundancia del alimento para estas especies, sino que además deben existir factores que favorezcan la concentración del alimento, ya que los misticetos en general son depredadores oportunistas de modo que obtienen ventaja estratégica y táctica de las áreas ricas en alimentos.

En este sentido, ambos balaenoptéridos han desarrollado estrategias similares para explotar un recurso tan abundante como es el zooplancton. En el Pacífico Norte, por ejemplo, los análisis de sus contenidos estomacales muestran la presencia de eufáusidos; copépodos (fundamentalmente **calanoides**), peces y calamares (Nemoto, 1957).

Sin embargo, de acuerdo con Nemoto (1957) y Kawamura (1980), las ballenas azules suelen ser **estenófagas**: en aguas Antárticas solo consumen **eufáusidos** (*Euphausia superba*, *E. crystallorophias* y *Thysanoëssa macrura*), a veces se **encuentran** combinaciones de **eufáusidos mezclados** con otros **copépodos** o peces y rara **vez** consumen **copépodos**, **pcccs** o anfípodos como presa única; en el Atlántico consumen principalmente los **eufáusidos** *T. inermis* y *Meganyctiphanes norvegica*; en el Pacífico Norte se alimentan solo de **eufáusidos** con algunos **especímenes** excepcionales que se alimentan de una mezcla de **eufáusidos** y copépodos. Aunque en aguas menos productivas además de zooplancton son capaces de consumir sardinas, calamares, e incluso algunos otros peces gregarios, se signe considerando que su alimento principal son los eufáusidos.

Por su parte los rorcuales comunes se consideran mas eurífagos, la variedad de alimentos que pueden consumir ha hecho que no se consideren tan restringidas en sus hábitos como las ballenas azules, ya que si bien consumen eufáusidos y copépodos como alimentos básicos, en algunas ocasiones se han encontrado calamares y peces en sus estómagos. En los mares del Sur presentan preferencia por los eufáusidos, aunque los peces, las combinaciones de eufáusidos mezclados con otros grupos y los copépodos suelen estar presentes; en aguas poco productivas, donde el alimento predilecto no es tan abundante, los rorcuales comunes son menos selectivos en sus presa, siendo capaces de consumir zooplancton, peces o calamares mientras sean numerosos. Incluso; en aguas frías se ha registrado alimentación basada en otra clase de organismos distintos a los eufáusidos, como arenque, bacalao y copépodos de la especie *Calanus cristatus*, **asi** como otros peces y cefalópodos (Nemoto, 1957; Kawamura, 1980).

Se ha encontrado que los contenidos estomacales en estas especies muchas veces son homogéneos y aún monoespecíficos en su composición, con una o dos especies predominantes. Las similitudes entre la alimentación de ambas especies de ballenas no solo se restringe a grupos semejantes de organismos, sino a especies de eufáusidos particularmente gregarias o abundantes en una región. Tal es el caso de especies como *E. superba*, *E. crystallorophias* y *T. macrura* en las aguas Antárticas (Nemoto, 1957)

A pesar de la clara relación entre su distribución y la presencia de alimento, se ha dicho que la explotación que hacen del mismo en regiones subtropicales es comparativamente menor que en altas latitudes (Lockyer & Brown, 1981). Incluso; Gaskin (1982) **señala** que en la costa de Sudáfrica y en el Pacífico Norte, la distribución de invierno de *B. physalus* no

coincide con la distribución de las concentraciones de eufáusidos. Mackintosh (1966), tampoco encuentra relación entre la distribución de *B. musculus* y el alimento en el Pacífico Sur.

No obstante, en el Golfo de California *B. physalus* exhibe el comportamiento típico de alimentación superficial, así como cierta relación con concentraciones de eufáusidos. Se ha propuesto que la distribución de *B. physalus* varía cuando *Nyctiphanes simplex*, la especie de eufáusido más abundante dentro del Golfo de California, reduce su abundancia (Tershy et al., 1993b). No se conoce si estos rorcuales hacen uso de otras fuentes de alimentación en regiones aledañas, aunque Gendron (1993) reporta observaciones de esta especie alimentándose de peces clupeidos. Análogamente, en la costa Este de la península de Baja California, la distribución de *B. musculus*, se encuentra en estrecha relación con las áreas en que ocurren agregaciones de eufáusidos, en particular *N. simplex* (Gendron, 1990), que es una especie nerítica particularmente vulnerable para los organismos zooplanctófagos ya que forma grandes agregaciones diurnas en la región (Gendron, 1992).

Aunque la distribución diferencial o la segregación en estos cetáceos ha sido estudiada hasta años recientes, se sabe sin embargo que existen muchas zonas, incluso dentro de los llamados sitios o regiones de alimentación, en los que hay signos de distribución diferencial: Nemoto (1957), señala que en el Pacífico Norte existían varias regiones donde el rorcual común era más abundante que el azul, y aunque podía compartir su distribución con ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*), en ocasiones era casi exclusivo de una zona. En contraste, al menos en el área Sur del las Islas Aleutianas del Este, las ballenas azules y jorobadas representaron la captura más numerosa, mientras que los rorcuales comunes no fueron tan abundantes. En el Océano Antártico, Mackintosh (1966) observa signos de concentración local entre ambas especies, sugiriendo segregación parcial en las áreas de alimentación. De igual manera, Nemoto (1959) plantea que cuando la abundancia de eufáusidos aumenta en el Pacífico Norte, se observa también una mayor abundancia de ballenas azules, mientras que cuando existen más copépodos, como *Calanus sp.*, es mayor la presencia de rorcual común. Un caso particular lo constituye el estudio de Zavala-Hernández (1996) quien encuentra que aunque la distribución de ambas especies en el Sureste del Golfo de California es costera, la ballena azul prefiere áreas más profundas y alejadas de la costa que la ballena de aleta.

Wallace (1987) apunta que entre más semejantes sean los requerimientos ecológicos de dos especies, se esperaría que sus zonas de solapamiento dentro del mismo hábitat sean más pequeñas, y supone que la coexistencia es más vulnerable a variaciones ambientales en esa zona de solapamiento. Se ha sugerido que en especies estrechamente relacionadas, es necesaria una comparación cuidadosa de todos los atributos ecológicos de cada una de ellas para establecer que tan extensivo es el traslapamiento en nichos, o que tan similares pueden ser las especies en competencia para permanecer en una comunidad en equilibrio (Broadhead & Wapshere, 1966; May, 1973).

Si bien, uno de los conceptos básicos en ecología es el principio de exclusión competitiva, que prohíbe la coexistencia estable de dos o más especies que se desenvuelven de manera idéntica, se ha observado que en ambientes naturales algunas especies con requerimientos ecológicos semejantes y que por tanto compiten por ciertos recursos limitantes, coexisten en una forma aparentemente estable (Broadhead & Wapshere, 1966). Para explicar este fenómeno, se ha propuesto que la interferencia individual entre este tipo de especies se ve minimizada a través de un grado parcial de segregación (vrg. espacial y temporal). Incluso se piensa que **aunque** la segregación inicialmente puede ser un comportamiento, debe existir selección contra los individuos que son menos eficientes en el uso de los recursos ambientales y por tanto las especies tenderán a ocupar diferentes segmentos del ambiente de manera que exploten dichos segmentos con mayor eficacia (Recher, 1966).

Por lo anterior, y en virtud de que se conoce que *B. musculus* y *B. physalus* emplean la Bahía de La Paz al menos una parte del año (observaciones del CICIMAR desde 1991), se ha considerado que un estudio sistemático de sus hábitos alimenticios y su distribución en esta zona, permitiría establecer el nivel de solapamiento en el uso de los recursos locales. Finalmente, en virtud de sus similitudes ecológicas y dada la afinidad subtropical de la región, es posible que la disponibilidad de alimento constituya un factor limitante, por lo que es factible que existan mecanismos que reduzcan el solapamiento en el hábitat contribuyendo a su coexistencia en la zona.

Con el fin de conocer como comparten ambas especies la Bahía de La Paz, en el presente trabajo se consideraron fundamentalmente dos tipos de recursos: el área de distribución y el alimento. El análisis de heces colectadas se **consideró** como el método más accesible para inferir sobre el alimento, por lo que las especies dominantes en la dieta, así como su tamaño se investigaron a partir del contenido en heces; mientras que el uso del área se interpretó a partir de la distribución espacio temporal, cuya similitud se comparó a partir de la abundancia relativa mensual **obtenida** del estudio sistemático del área entre 1993 y 1995.

### 3. OBJETIVOS

#### GENERAL:

Establecer el nivel de solapamiento en el uso de los recursos locales por parte de *Balaenoptera musculus* y *B. physalus*, a fin de reconocer si existe algún tipo de segregación espacio-temporal o en relación al tipo de alimento.

#### ESPECÍFICOS:

A través del análisis de avistamientos, conocer la distribución espacio-temporal y la abundancia relativa de *Balaenoptera musculus* y *Balaenoptera physalus* en la Bahía de La Paz, para determinar si existen diferencias en cuanto al uso del área.

Mediante el análisis de heces, determinar la composición, importancia relativa y grupos dominantes en la alimentación de *B. musculus* y *B. physalus* para conocer el grado de solapamiento entre la dieta de ambas especies.

### 4. ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo de campo se concentró en la Bahía de La Paz (Fig.1.), aunque eventualmente se realizaron muestreos complementarios y obtención de muestras en la zona de Loreto (Fig. 2.)

La Bahía de La Paz se localiza en la porción sur de la Península de Baja California, México; específicamente en la costa suroccidental del Golfo de California. Para fines del estudio se limitó a los 24° 10' y 25° latitud Norte y entre los 110° 15' y 110° 45' longitud Oeste (Anónimo, 1977). Tiene un área aproximada de 1972 km<sup>2</sup> a partir del Cerro Mechudo en el extremo noroeste, hasta Punta Coyote en el sureste.

Al noroeste esta limitada por la Sierra de la Giganta; al norte por las Islas San José y San Francisco; al sur por la Ensenada de La Paz; al sureste por la Sierra de La Victoria y al oriente por las Islas Espíritu Santo y Partida. Esta comunicada por una gran abertura o boca al norte, entre Cerro Mechudo e Isla Partida, y al sureste por el Canal de San Lorenzo (Anónimo, 1984).

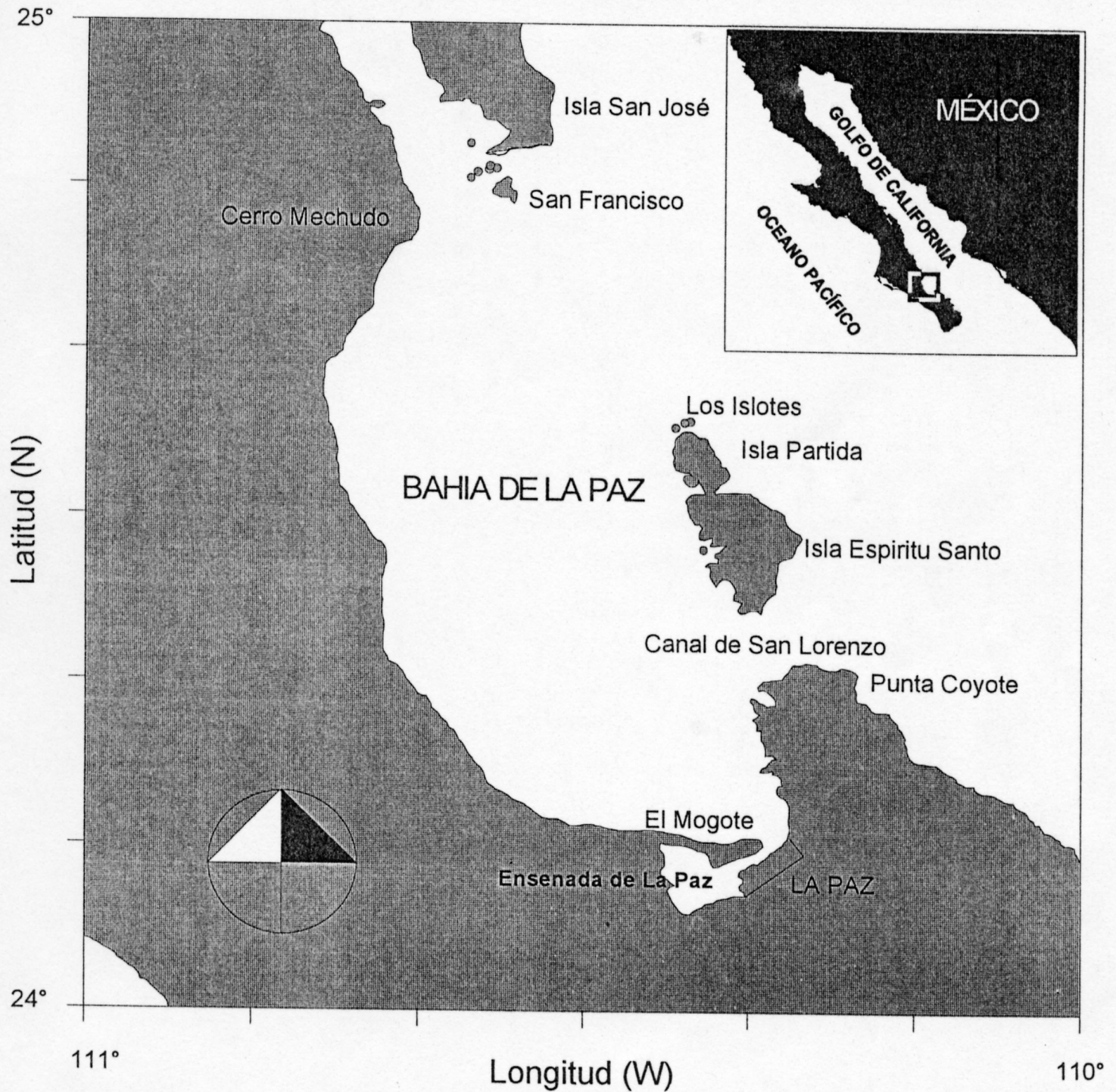


Figura 1. Localización y topónimos del área de estudio

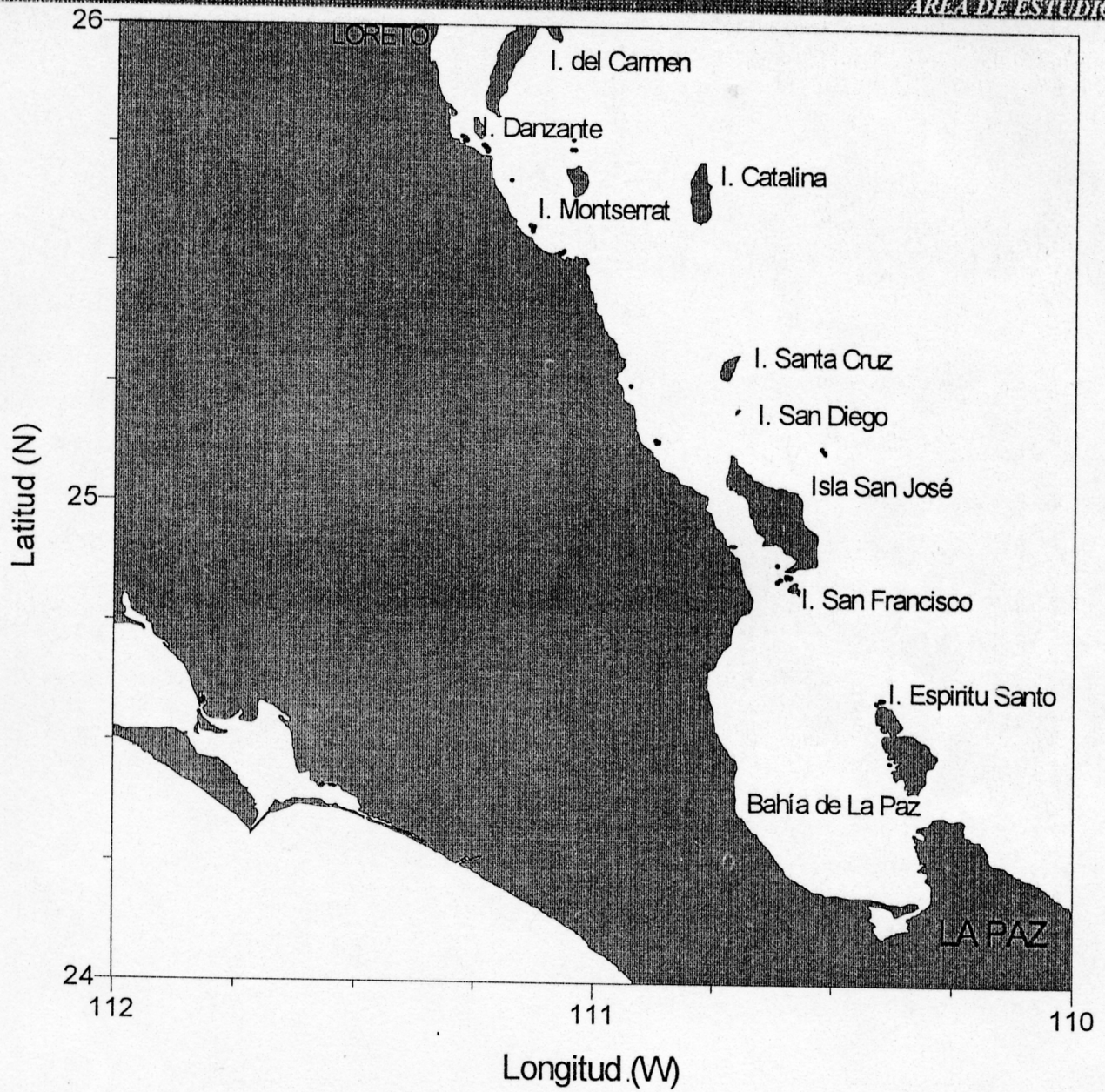


Figura 2. Zona adyacente al área principal de estudio.

La costa occidental de la bahía esta caracterizada por una plataforma continental angosta o inexistente en partes y en su línea de costa **prevalecen** depósitos de playa. Los depósitos sedimentarios costeros son más pronunciados al sureste, en donde se desarrolla una amplia barrera denominada “El Mogote”. Los sedimentos son aportados principalmente por rocas sedimentarias y volcano-sedimentaria en la parte occidental, y transportados por la corriente litoral generada por la marea y el oleaje que en general fluye de norte a sur (Murillo, 1987). El régimen de mareas es sernidiumo y las **corrientes** presentan **velocidades máximas** en el canal de San Lorenzo y al Norte de la isla Partida (Obeso-Nieblas, 1986).

En la boca norte de la bahía, además de la entrada de agua, la profundidad de la zona contribuye a originar un ambiente más oceánico, con condiciones mas estables de temperatura, salinidad y oxígeno; mientras que el Canal de San Lorenzo, **permite** que al sur y sureste de la bahía se genere la mayor variabilidad estacional en salinidad, temperatura y oxígeno disuelto debido a la mezcla intensa producida por las corrientes de marea. Asimismo, se ha demostrado que en la bahía, las condiciones oceanográficas varían con la temporada del año y que los aportes de agua oceánica afectan de manera diferente las costas este y oeste (Villaseñor-Casales, 1979; Signoret & Santoyo, 1980; Obeso-Nieblas, 1986 y Murillo, 1987).

De acuerdo con Cruz-Orozco *et al.* (1996), la zona sur de la bahía es la más somera, alcanzándose los 200 m de profundidad al norte de los 24° 24'. A partir de esa latitud y en la parte central, la profundidad se incrementa rápidamente hasta alcanzar los 400 m en la **depresión** Alfonso, al sureste del Cerro **Mechudo**. La porción occidental de la bahía presenta una **pendiente** más pronunciada que la **oriental**, permitiendo que el talud continental se ubique muy cercano a la costa (Fig. 3.)

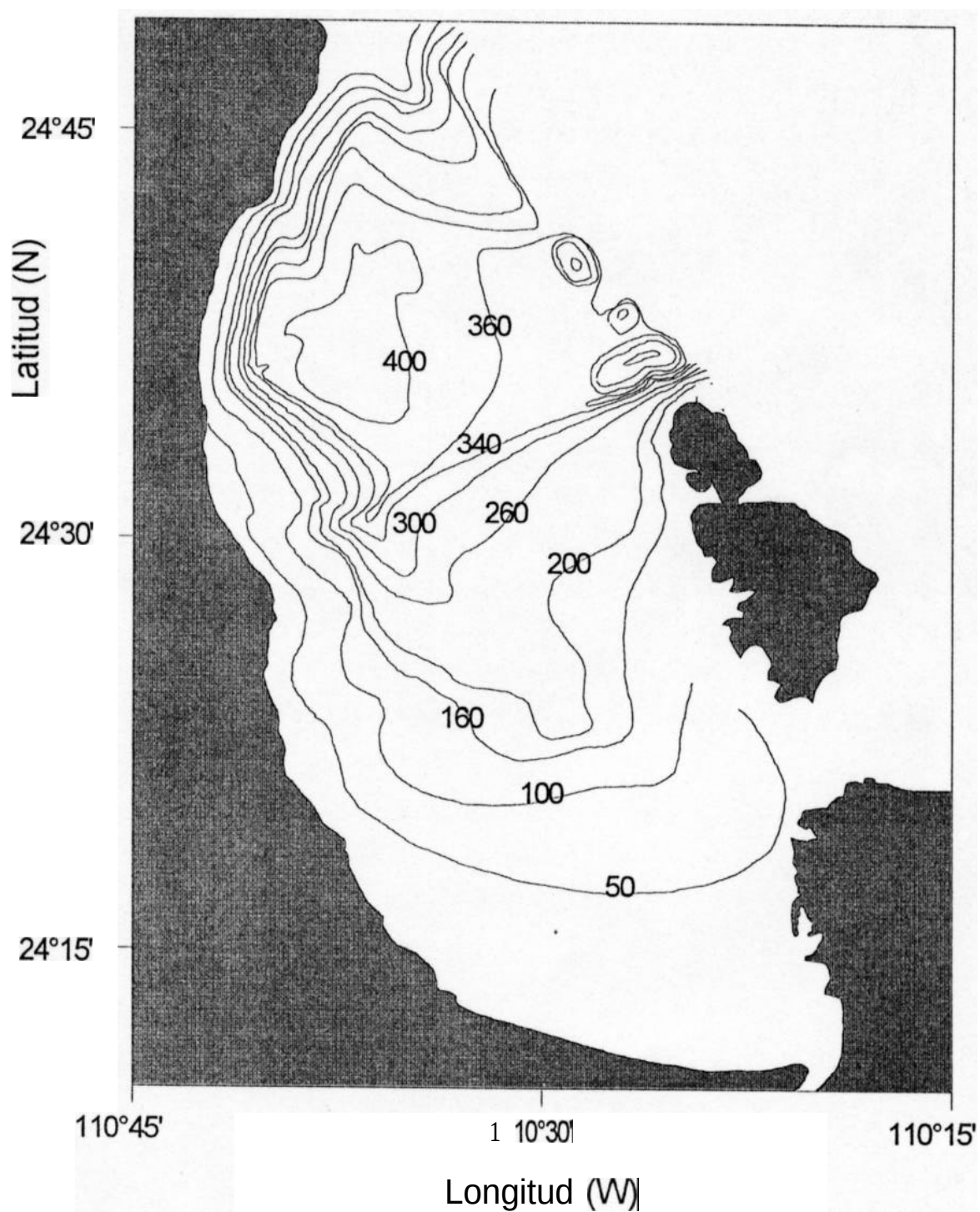


Figura 3. Batimetría de la Bahía de La Paz. (Modificado de Cruz-Orozco et al., 1996). Las isobatas están representadas en metros.

## 5. METODOLOGÍA.

### 5.1. Avistamientos de ballenas azules y rorcuales comunes.

A partir de enero de 1993 hasta diciembre de 1995, se realizaron una o dos salidas mensuales empleando embarcaciones tipo panga de 7.2 m con motor filera de borda de 50 HP y lanchas de 9.24 m con motor diesel, por lo que las plataformas de observación variaron en su altura. Se navegó de forma azarosa a una velocidad aproximada de 10 nudos, realizando búsqueda continua a simple vista o con binoculares 7 X 50 (Fujinon). Cada salida tuvo una duración de uno a dos días, y el periodo de observación diario comenzó al amanecer y terminó al atardecer (aproximadamente 10 hrs diarias).

El registro de las trayectorias y la ubicación de los avistamientos en 1993 se realizó mediante el método de triangulación, empleando como referencia puntos evidentes en la bahía. Para 1994 y 1995 el registro de las trayectorias y la ubicación de los avistamientos se determinó con un posicionador por satélite (GPS Magellan NAV DX-10). Se registró la posición geográfica en la bitácora de crucero (Anexo I) al cambiar de rumbo, al detener la embarcación, así como cada ocasión en que ocurrió un avistamiento de cualquier mamífero marino. Esta información, se empleó para calcular la distancia recorrida en esfuerzo efectivo de búsqueda, y a partir de ésta se calculó la abundancia relativa. Las observaciones se suspendieron cuando las condiciones atmosféricas cambiaron el mar a escalas de Beaufort superiores a 3/12.

En cada avistamiento se registraron en la bitácora los siguientes datos: especie, hora, posición geográfica, número de animales y observaciones sobre su comportamiento o sobre características particulares del ambiente. Asimismo, se consideraron asociaciones con otras especies (aves, peces, invertebrados y mamíferos marinos), así como registros fotográficos de las especies en estudio.

### 5.2. Colecta de heces.

Eventualmente, fue posible encontrar y coleccionar heces en la zona durante el periodo de estudio. Sin embargo, un buen número de las heces obtenidas proceden de colectas aportadas por cruceros turísticos (Don José, Baja Expeditions) así como cruceros de investigación de mamíferos marinos realizados por otras instituciones (Universidad Autónoma de Baja California Sur y Universidad de California en Santa Cruz), por lo que el método de colecta varió desde redes de 1 mm de luz de malla y copos de redes de zooplancton hasta bolsas de plástico y botellas plásticas. Cuando la colecta de dichas muestras se realizó personalmente, se sumergió una botella de plástico de 1 galón cortada en su base a fin de obtener la

mayor cantidad de heces. Esta muestra fue vaciada en una cubeta de 20 litros y posteriormente se colectó el material en frascos de 1 y 2 litros dependiendo de la cantidad.

Mediante un tamiz de 63  $\mu\text{m}$  de luz de malla se eliminó el líquido de la muestra y se **cuantificó** la biomasa mediante métodos volumétricos. Inicialmente, algunas muestras fueron preservadas en formol al 10%, sin embargo, esta sustancia disuelve los otolitos de peces (Cailliet, ef. al., 1986), por lo que se procedió a preservar todas las muestras en etanol al 50 %.

En el laboratorio se **separaron** los elementos más grandes, como **fracciones** o estructuras de algunos invertebrados y peces, empleando tamices de 2 y 1.18 mm de abertura, cuantificando y agrupando cada elemento de acuerdo a su tipo. La identificación de peces se basó en los criterios empleados por Jordan & Evermann (1900) y Gago (1993). Mauchline (1967) **demostró** que es posible identificar a las especies de **eufáusidos** en función de los apéndices alimentarios debido a que existen diferencias morfológicas que permiten discernir entre género y en algunos casos especie, por lo que los elementos menores como distintos grupos de zooplancton y las mandíbulas derechas de **eufáusidos** (Anexo 2) fueron contados de alícuotas de 10 ml de cada muestra e **identificados** hasta especie (Anexo 3) de acuerdo con la metodología propuesta por Kieckhefer (1992). Para fines de nomenclatura del aparato bucal se adoptó la seguida por Dalley & McClatchie (1989).

A partir de muestras de los **eufáusidos** dominantes en la Bahía de La Paz (De Silva-Dávila., 1997) y en el Golfo de California (Brinton & Townsend, 1980; Gendron, 1990), se escogieron **especímenes** de *Nyctiphanes simplex* y *Nematoscelis difficilis* con los que se obtuvo la relación entre la longitud total definida como la longitud desde la base del ojo hasta la base del telson (Mauchline, 1980)-, con la longitud mandibular definida como la longitud de la punta del incisivo más externo a la punta de la inserción mandibular (Kieckhefer, 1992) (Anexo 4)-. Para tal efecto se midieron 68 **especímenes** de cada especie, cuya talla oscilaba entre los 5 y los 12 mm, empleando un microscopio estereoscópico (Wild Heerbrugg) 20 X 50 con micrómetro.

La ecuación de regresión **obtenida** se utilizó para determinar la longitud total de los **eufáusidos** presa en **función** de la longitud de las mandíbulas contenidas en las heces.

### 5.3. Importancia y tallas de las presas en heces.

#### 5.3.1. Importancia de las especies

Una vez que se identificaron todos los elementos presentes en las muestras, se calculó la importancia de las especies en la dieta mediante los siguientes índices propuestos por García-Rodríguez (1995):

##### a) Cálculo de abundancia relativa:

Se utiliza para obtener la proporción numérica de una presa con **respecto al resto** en cada muestra.

$$A.R. = \frac{n_i}{N} * 100$$

donde  $n_i$  = Número de elementos del grupo  $i$  presentes en cada muestra

$N$  = Número total de elementos en cada muestra

##### b) Cálculo de porcentaje de ocurrencia.

Obtención de la constancia con la que aparece una **presa en** las heces.

$$P.O. = \frac{f_i}{c} * 100$$

donde  $f_i$  = número de ocasiones en que aparece el grupo  $i$

$C$  = número de muestras estudiadas.

##### c) Porcentaje relativo de ocurrencia.

$$\%R.O. = \frac{P.O._i}{\sum P.O.}$$

donde  $P.O. i$  = porcentaje de ocurrencia del grupo  $i$

$\sum P.O.$  = Sumatoria de los porcentajes de ocurrencia de todos los grupos.

##### d) Materia orgánica no identificable (MONI).

Dada la cantidad de materia orgánica no identificable y las distintas formas y tamaños que de ésta se presentó en las muestras, la proporción de MONI en las heces se calculó con base en la modificación empleada por Perez-España (1994) del método de Jones (1968). Dicha técnica consistió en homogeneizar la muestra y tomar una alícuota de **5 ml** con una pipeta graduada. Se colocó la submuestra en una caja de Petri la cual contenía una cuadrícula de **1 cm<sup>2</sup>**, con

divisiones de 1 mm<sup>2</sup>. Se cuantificaron las veces que cada elemento (MONI, mandíbulas, etc) quedó sobre las intersecciones de cualquiera de los dos ejes centrales con las divisiones de 1 mm, incluyendo la intersección entre los dos ejes centrales. De este modo se obtiene un total de 21 intersecciones posibles por cada submuestra. Se calcula la abundancia relativa de cada grupo de elementos dividiendo las intersecciones positivas entre el número de intersecciones positivas totales:

$$\% \text{ MONI} = \frac{I_a}{I_t} \times 100$$

donde  $I_a$  = No. de intersecciones del grupo A (MONI)

$I_t$  = No. intersecciones con todos los grupos

% MONI = Abundancia relativa de materia orgánica no identificable

### 5.3.2. Comparación de tallas de las presas más importantes.

Una vez estimadas las tallas de los eufáusidos en las heces, se agruparon los registros de cada muestra en función de la especie y el mes, a fin de equilibrar el muestreo, ya que debido a la metodología empleada para la obtención de las muestras, no todas las condiciones de muestreo quedaron igualmente representadas.

Hayward (1992) realiza observaciones preliminares del fenómeno conocido como El Niño, a fines de 1991 y principios de 1992 en la Corriente de California, entre las que destaca cambios importantes en la temperatura superficial del mar, elevación en el nivel del mar, fuertes anomalías térmicas positivas, así como bajos niveles de clorofila y de producción primaria. Posteriormente Hayward et al. (1994), confirman que el fenómeno de El Niño continuó hasta finales de la primavera de 1993, y agregan que también la biomasa zooplanctónica alcanzó niveles bajos. En virtud de la presencia de este fenómeno durante 1993, se consideró que podía introducir sesgos en las comparaciones de tallas, y dado que en ese año solo se contaban con colectas de *B. physalus*, se optó por separar las muestras de 1993 del resto de las muestras para esa especie.

A fin de contar con mayor número de copros para cada especie, se consideró a las áreas de Loreto y La Paz como sistemas semejantes, por lo que no se realizó ningún agrupamiento en función de la localidad para el análisis de los datos.

Se calculó el tamaño mínimo de muestra (Sokal & Rohlf, 1969) mediante la fórmula,

$$n \geq 2(\sigma/\delta)^2 \{t_{\alpha/2} + t_{2(1-p)}\}^2$$

Donde:

$n$ = tamaño mínimo de muestra

$\sigma$ =variancia poblacional

$\delta$ = La mínima diferencia que se necesita detectar

$\alpha$ = nivel de significancia

$\nu$ =grados de libertad de la desviación estandar muestra1 ( $\sqrt{S}$ ) con “a” grupos.  $\nu=2(n_0-1)$

$n_0$ =tamaño inicial de la muestra

$t$ = valor de tablas para los grados de libertad correspondientes

$p$ = probabilidad deseada de que se encuentre una diferencia que sea significativa

Así, se calculó el número de medidas ( $n$ ) que se necesitan hacer de cada **copro** para tener un 80% de certidumbre ( $p$ ) de detectar una diferencia del 10% ( $\delta= 0.054$  mm) entre 2 (a) de las medias a un nivel de significancia de 0.05 ( $\alpha$ ), considerando que la variancia de las longitudes ( $\sigma$ ) es de 0.675. Se partió de un valor inicial de  $n_0= 6$  1, de modo que  $\nu= 120$ . De esta forma se **requieren** medir al menos 204 mandíbulas de cada **copro**, lo cual implica que para un número menor de datos, a menos que la diferencia entre medias fuese mayor del 10% la prueba no podría considerarlas significativamente distintas.

Sin embargo, aunque en la mayoría de las muestras, se encontraban más de 100 mandíbulas en las alícuotas, en algunas de ellas no **fué** posible medir más de 57. Por ello, en los casos en que se contaba con un mayor número de muestras, se seleccionaron solo 57 de éstas mediante una tabla de números aleatorios. Dicho procedimiento se realizó en cinco ocasiones para cada muestra mayor a 57.

Con base en un Análisis de Variancia (ANDEVA) de dos vías (Sokal & Rohlf, 1980) se examinó si existían diferencias en las tallas entre especies, entre meses y entre años normales y el año Niño. El procedimiento se repitió para cada una de las cinco combinaciones de datos (Anexo 5).

De manera particular, el análisis **entre** meses incluyó un solo factor, mientras que el análisis entre especies y años se realizó empleando dos factores (especies y meses o años y meses).

#### 5.4. Tratamiento de datos para abundancia y **distribución**.

##### 5.4.1. Distribución aleatoria y segregación.

Con el fin de conocer los patrones espaciales **de** una especie con respecto **a** otra, se utilizó el **índice** propuesto por Pielou en 1961 (Pielou, 1969) basado en conocer si el vecino más **cercano a** un avistamiento corresponde a un individuo de su misma especie o de la otra especie. Si la primera tiende **tanto** como la segunda **a** tener individuos de la segunda especie como su vecino más cercano, entonces **estarán** aleatoriamente distribuidas o mezcladas. Si por el contrario se puede reconocer que una especie está agrupada con respecto a otra, entonces ambas **están segregadas**.

El esquema inicial para el cálculo de el **índice** de segregación (S) es el siguiente:

|           | especie 1 | especie 2 | Subt. |
|-----------|-----------|-----------|-------|
| especie 1 | M1        | D1        | V1    |
| especie 2 | D2        | M2        | V2    |
| Subt.     | S1        | S2        | T     |

Donde M 1 es el número de veces en que la especie 1 tuvo **a** la especie 1 como vecino más cercano

M2 es el número de veces en que la especie 2 tuvo **a** la especie 2 como vecino más cercano

D 1 es el número de veces en que la especie 1 tuvo **a** la especie 2 como vecino más cercano

D2 es el número de veces en que la especie 2 tuvo **a** la especie 1 como vecino más cercano

S 1 es el **número** de veces que ambas especies tuvieron **a** la especie 1 como vecino más cercano

S2 es el número de veces que ambas especies tuvieron **a** la especie 2 como vecino más cercano

V 1 es el número de **veces** que ambas especies **fueron** vecinas de la especie 1

V2 es el número de veces que ambas **especies fueron** vecinas de **las** especie 2

T es la suma de S1+S2 o de V1+V2.

Así, el índice de segregación (S) se calculó por:

$$S = 1 - \frac{T(D1 + D2)}{V1S2 + V2S1}$$

Donde el numerador representa el número de pares mezclados observados y el denominador representa el número de pares mezclados esperados. Como el valor proviene de observaciones de una muestra se trata de un valor estimado y está sujeto a variación por muestreo. Debido a lo anterior, se calculó el valor S para cada año y se obtuvo un estimado promedio y la desviación estándar para los tres años.

Una segunda alternativa consistió en reconocer las secuencias de individuos dentro de una secuencia de avistamientos. Se calculó la probabilidad de una mezcla aleatoria partiendo del hecho de que las secuencias ininterrumpidas de avistamientos de individuos de la misma especie deben ser más cortas conforme la distribución sea más aleatoria (Pielou, 1974).

$$\text{Así: } Z = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}$$

Donde  $m_1$  = el número promedio de individuos de la especie 1 que fueron avistados de manera continua.

$m_2$  = el número promedio de individuos de la especie 2 que fueron avistados de manera continua.

Si las secuencias ininterrumpidas son cortas, el valor esperado de Z tenderá a 1, demostrando que las especies no están segregadas. Los límites del 95% de confianza para Z, si no están segregadas, están dados por:

$$1 \pm 2 \sqrt{\left\{ \frac{m_1 - 1}{n_1 m_1^3} + \frac{m_2 - 1}{n_2 m_2^3} \right\}}$$

En donde  $n_1$  = número de secuencias ininterrumpidas de la especie 1

$n_2$  = número de secuencias inintermpidas de la especie 2

La  $H_0$ : de que las especies no están segregadas se rechaza cuando Z observado está fuera de los límites esperados para Z.

#### 5.4.2. Distribución temporal y espacial.

Se calculó la abundancia relativa (No. de ballenas /milla navegada) mensual y se compararon las distribuciones de frecuencias por año entre especies mediante una prueba no **paramétrica** de Kolmogorov-Smirnov (Stell & Torrie, 1988).

La misma prueba se empleó para comparar las distribuciones anuales **intraespecíficas**, a fin de conocer si ha existido variación en la distribución temporal de un año a otro.

Para determinar la abundancia de rorcuales, el área de estudio se dividió en seis zonas, basándose en los estudios de Murillo (1987), Villaseñor-Casales (1979), Signoret et. al. (1980) y Obeso-Nieblas (1986), pero modificándolas por razones de índole práctica para el cálculo de abundancias relativas. Las áreas resultantes (Fig. 4.) aunque pueden ser consideradas como ambientes distintos dentro del cuerpo de agua dadas las condiciones físicas, químicas y de producción biológica, corresponden fundamentalmente a áreas de mayor o menor influencia oceánica o bien de características topográficas diferentes (Cruz-Orozco et al., 1996).

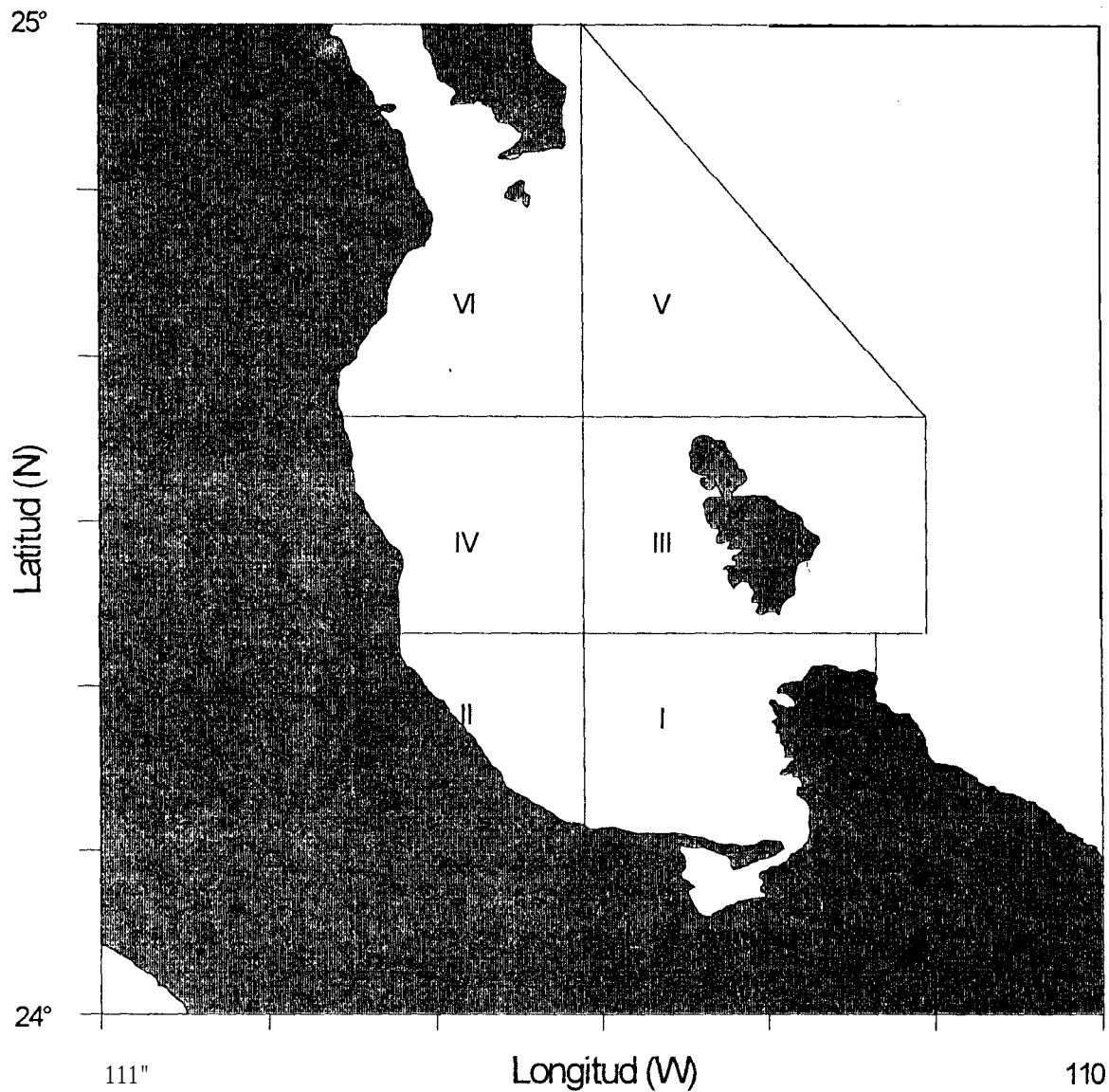


Figura 4. División del área de estudio para el análisis de la distribución espacial basándose en regiones de diferentes características batimétricas e influencia oceánica distinta.

Se calculó la abundancia relativa por zona (No. ballenas/milla navegada) y se normalizó este índice de acuerdo al tamaño del área, empleando como valor unitario el área de la zona más pequeña. Se compararon las distribuciones de frecuencias por año entre especies mediante una prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov, al igual que para comparar las distribuciones anuales intraespecíficas, a fin de conocer si ha existido variación en la distribución espacial de un año a otro.

## 6. RESULTADOS.

### 6.1. Avistamientos de ballenas azules y rorcuales comunes.

Durante el periodo de estudio, de 1993 a 1995, se realizó un esfuerzo de observación de 6388.22 millas náuticas (m n). En los meses de enero y agosto de 1993 no fue posible realizar salidas; sin embargo, durante ese año se recorrieron 2289.43 mn. Del mismo modo, a lo largo de 1994 se recorrieron un total de 1798.67 mn, aunque en los meses de enero y junio no se pudo realizar muestreo. En tanto que en 1995 se realizaron salidas durante todo el año sumando un total de 2300.12 mn (fig. 5. a, b y c).

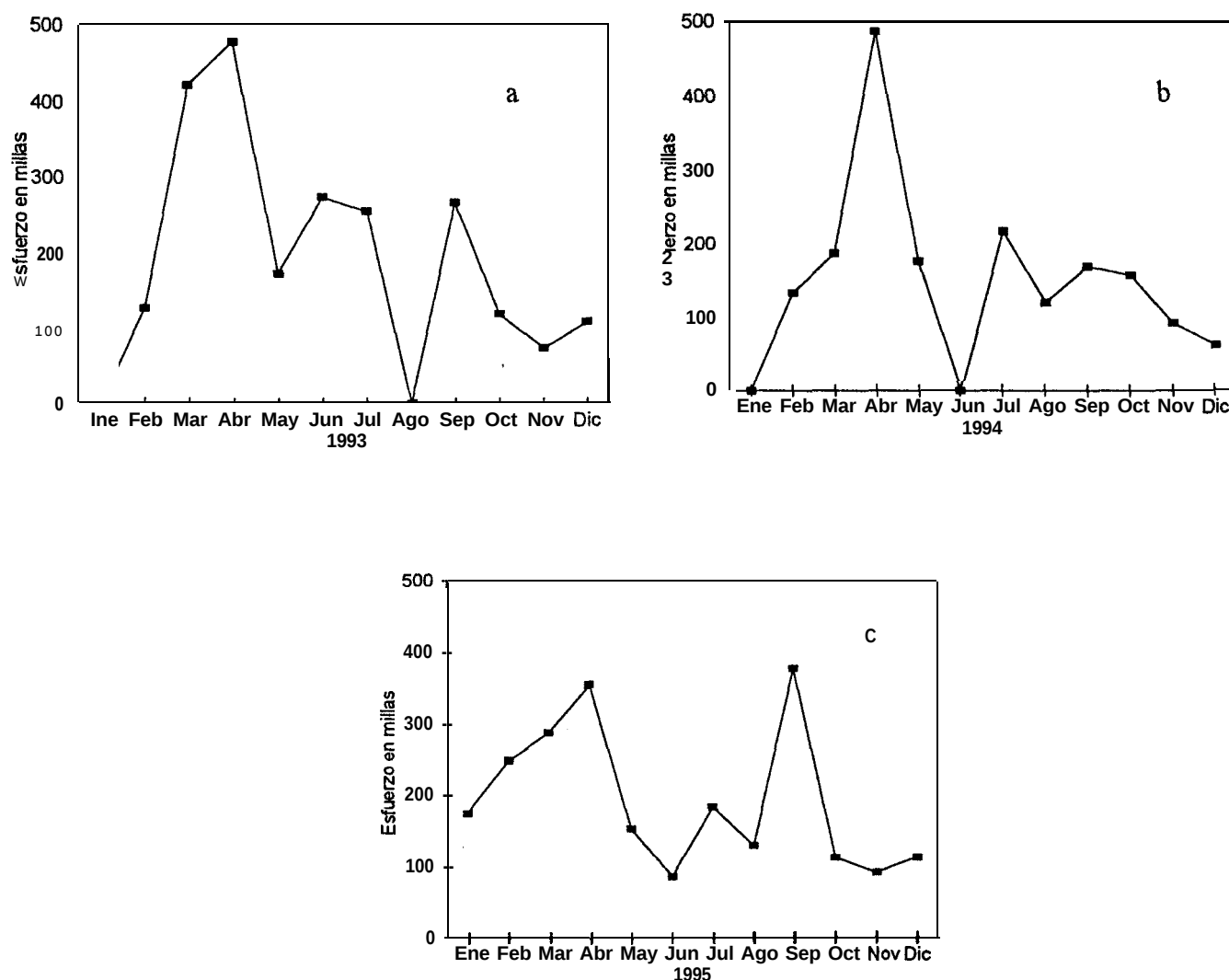


Figura 5. Esfuerzo de observación en millas en la Bahía de La Paz a lo largo de los periodos anuales de: a) 1993, b) 1994, c) 1995.

El número de avistamientos de ballenas fue variable: para 1993 se registraron 7 avistamientos de *Balaenoptera musculus* y 23 de *B. physalus*; para 1994 el número total de avistamientos de *B. musculus* fue de 30, mientras que de *B. physalus* fueron 49, por lo que 1994 representó un año particularmente abundante en cuanto a número de avistamientos totales para ambas especies. En 1995, se registraron 6 avistamientos de *B. musculus* y 21 avistamientos de *B. physalus*.

## **6.2. Colecta de heces y áreas probables de alimentación.**

En virtud de que los **copros** fueron colectados en el momento en que las ballenas defecaron, se conoce la procedencia específica de cada **copro**. De un total de 35 **copros** colectados, 28 corresponden a *B. physalus* y los 7 restantes a *B. musculus*. La figura 6 muestra los sitios en los que la colecta **fue realizada**, mientras que la figura 7 muestra el número de **copros** por mes colectados para cada año.

En las áreas del Golfo de California donde se observa conducta de alimentación de ballena azul, Gendron (1997) estima una permanencia promedio de 30 días. Asimismo, en observaciones personales se ha comprobado que ballenas de aleta suelen permanecer hasta '7 o más días en una misma área, fenómeno que a su vez aumenta la probabilidad de colecta de **copros**. Lo anterior permite suponer que las zonas de colecta de **copros** corresponden en cierto grado a las áreas de alimentación; sin embargo, a fin de proponer una estimación conservadora del área máxima posible de forrajeo se tomó en cuenta la velocidad promedio de nado de un rorcual, así como el tiempo aproximado de digestión.

De acuerdo con Krogh (1934), la velocidad de nado de una ballena puede variar de 3 a 5 nudos cuando esta comiendo o desplazándose normalmente, Orton & Brodie (1987), por su parte, consideran que durante la alimentación desarrollan una velocidad de nado de 3 a 6 nudos. Asimismo, Kawamura (1971), estima que un estómago de ballena repleto digiere del 25 al 30% de su contenido en las primeras 5 horas y que se vacía totalmente en unas 14 o 15 horas. Señala que los cálculos parecen plausibles si se considera que en Balaenopteridos se encuentran altas tasas de alimentación 2 veces al día con intervalos de 10 a 15 horas, y que en odontocetos en cautiverio (*Tursiops gilli* y *Stenella caeruleoalba*) su estómago se vacía en unas 10 horas. Sin embargo, se esperaría que en animales que se alimentan de zooplankton el proceso de digestión sea mas rápido que en aquellos que se alimentan de peces.

De esta forma se propone un radio máximo alrededor del sitio de colecta de la excreta de 60 millas, que delimita con mayor probabilidad las áreas de alimentación, partiendo de una velocidad de nado de 4 nudos (comiendo y

desplazandose) durante 15 horas. La figura 8. muestra el área más probable de alimentación de éstas ballenas, en la que el sitio de colecta de cada copro representa el centro de cada uno de los semicírculos.

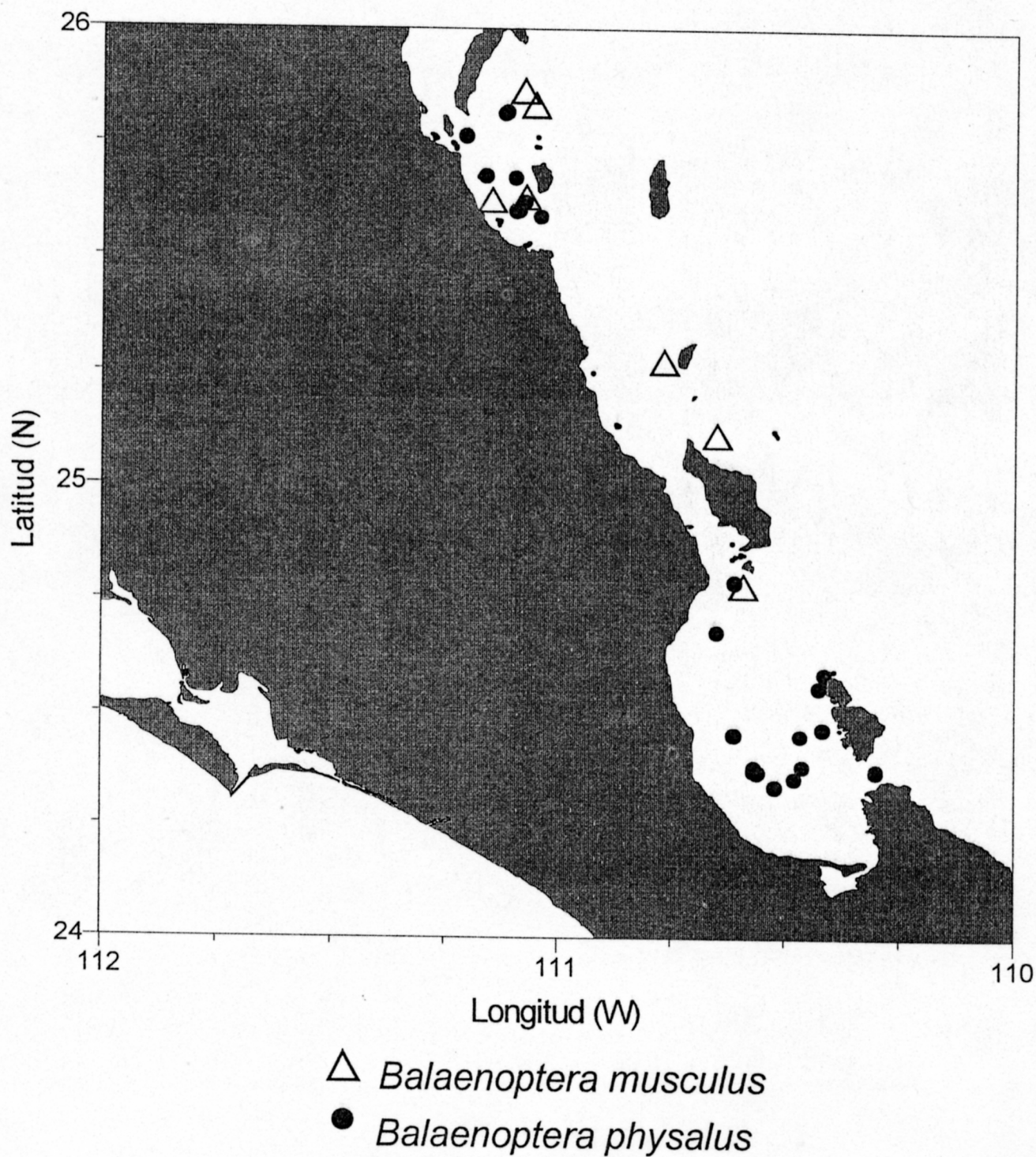


Figura 6. Localización de los sitios de muestreo de heces de *Balaenoptera musculus* y *B. physalus*.

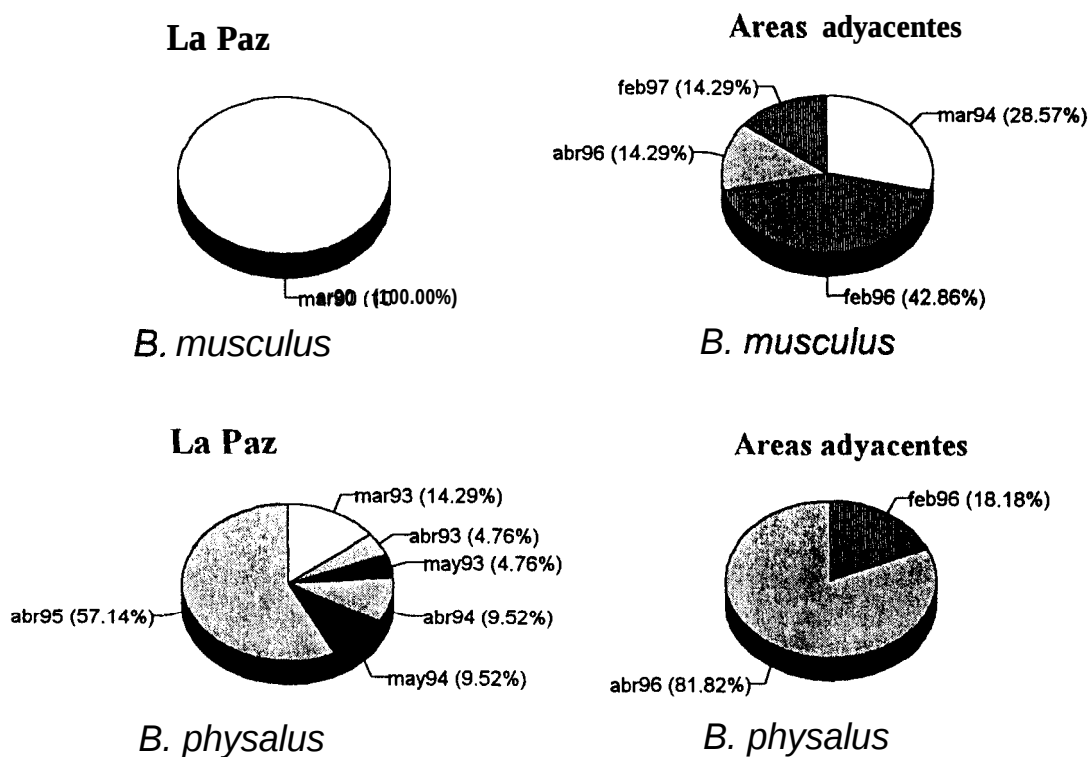


Figura 7 . Proporción de copros de cada especie de acuerdo al año, mes y localidad de colecta

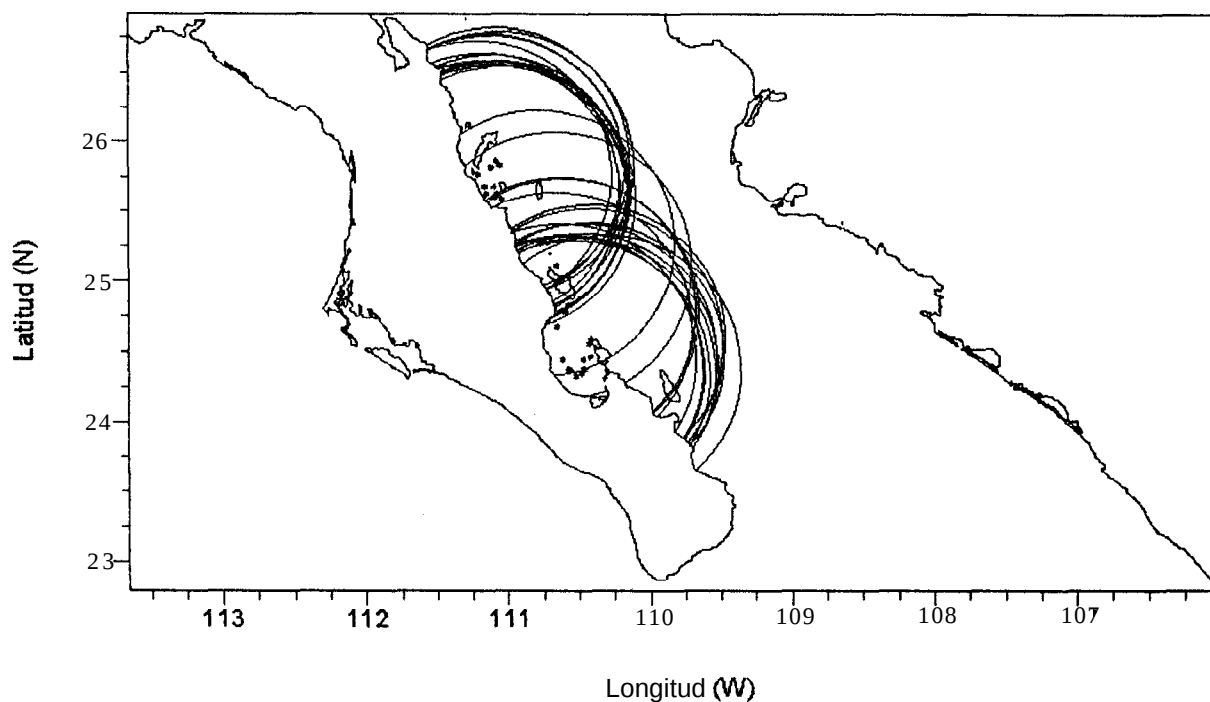


Figura 8. Area máxima estimada de posible forrajeo de *B. musculus* y *B. physalus*. El punto de colecta de cada copro representa el centro de cada cemicírculo

### 6.3. Índices y tallas de las presas en heces.

#### 6.3.1. Importancia de las especies

Las heces en su mayoría se encontraron constituidas por materia orgánica no identificable, sin embargo, los elementos identificables mas abundantes en las heces siempre fueron las mandíbulas de eufáusidos (entre 95 y 100% en ambas especies). De manera ocasional, en algunos copros se encontraron copépodos, crustáceos zooplanctónicos no identificables, restos de peces como vértebras, espinas y otolitos, así como picos de calamares (Tabla 1).

La identificación hasta especie solo se realizó en el caso de los eufáusidos, partiendo de las mandíbulas encontradas en los copros, mientras que en el caso de las muestras en las que se encontraron otolitos se identifico hasta familia (Gago, 1993), al igual que en el caso de los peces completos, ya que estos fueron extremadamente raros.

| a) | B. musculus     | ARi    | ARi     | ARi      | POi    | %POi  |
|----|-----------------|--------|---------|----------|--------|-------|
|    | n=7             | mínimo | máximo  | promedio |        |       |
|    | Eufáusidos      | 99.93  | 100.000 | 99.98457 | 100.00 | 63.64 |
|    | Mictófidos      | 0.00   | 0.056   | 0.00793  | 14.29  | 9.09  |
|    | Restos de Peces | 0.00   | 0.019   | 0.0065 1 | 42.86  | 27.27 |

| b) | B. physalus      | ARi    | ARi            | ARi      | POi   | %POi  |
|----|------------------|--------|----------------|----------|-------|-------|
|    | n=28             | mínimo | máximo         | promedio |       |       |
|    | Eufáusidos       | 0.00   | <b>100.000</b> | 95.91667 | 92.30 | 75.00 |
|    | Copépodos        | 0.00   | 0.907          | 0.08176  | 12.50 | 9.38  |
|    | Zoop. N/I        | 0.00   | 0.005          | 0.00019  | 4.17  | 3.13  |
|    | Blénidos         | 0.00   | 0.023          | 0.00091  | 4.17  | 3.13  |
|    | Restos de Peces  | 0.00   | 0.005          | 0.00024  | 8.33  | 6.25  |
|    | Picos de Calamar | 0.00   | 0.006          | 0.00023  | 4.17  | 3.13  |

Tabla 1. Abundancias relativas (ARi), porcentajes de ocurrencia (POi) y porcentajes relativos de ocurrencia (%POi) de cada tipo de alimento. a) en heces de *B. musculus* b) en heces de *B. physalus*

En general los eufáusidos presentaron la mayor abundancia relativa en las heces, para *B. musculus* constituyeron entre el 99.93 y el 100% del material reconocible; mientras que en algunos copros de *B. physalus* no fue posible identificar ninguna clase de material, por lo que en esta especie la abundancia relativa de eufáusidos varió desde 0 hasta el 100% (Tabla 1). La identificación posterior de las mandíbulas de eufáusidos, mostró que la especie dominante, fue *N. simplex*

constituyendo del 96 al 100%, seguido por *N. difficilis* **que**, cuando estuvo presente, representó tan solo del 1 al 4% de la composición de las muestras (Anexo 3).

En el caso de *B. musculus* además se encontraron otolitos de peces de la **familia** Myctophidae así como algunas espinas y vértebras de peces, que en ningún **copro** llegaron a representar más del 0.05%. Asimismo, se encontró que el 100% de las muestras contenía mandíbulas de eufáusidos (POi), mientras que los restos de peces se observaron en el 43 % (n=3) de las muestras y los otolitos de mictófidos solo se **presentaron** en el 14 % (n=1). En **función** de esto, el **porcentaje** relativo de ocurrencia (%POi) de eufáusidos en *B. musculus* fue de casi 64%, los restos de peces alcanzaron un valor de 27 % y los mictófidos poco mas de 9% (Tabla 1.a )

En los **copros** de *B. physalus* se **encontraron también** copépodos, zooplancton no identificable, peces de la **familia** Blennidae, restos de otros peces y picos de calamar, de los cuales solo los copépodos alcanzaron casi el 1% en una de las muestras. Asimismo, las mandíbulas de eufáusidos estuvieron presentes en 92 % de las muestras (POi), ya que una muestra solo contuvo materia orgánica no identificable; el segundo grupo con mayor frecuencia en las heces fueron los copépodos, mientras que los restos de peces quedaron poco representados ( 8 %). El pico de calamar, **zooplancton** no identificable y el pez de la **familia** Blennidae, solo se observaron cada uno en una muestra distinta, por lo que cada elemento constituye solo el 4 % del porcentaje de ocurrencia. Por lo anterior, los eufáusidos mostraron un valor de 75 % de porcentaje relativo de ocurrencia (%POi), los copépodos de 9% y los restos de peces de 6%. Asimismo, los blénidos, el **zooplancton** no identificado y el pico de calamar tan solo constituyeron el 3% cada uno. (Tabla 1. b ).

Es importante **señalar** que la materia orgánica no identificable constituyó entre el 90 y el 97 % del total de las muestras de ambas especies, y en la mayoría de los casos se atribuyó a partes o restos de eufáusidos basándose en el color rojizo y la naturaleza quitinosa del material.

#### 6.3.2. Comparación de tallas de las presas más importantes.

El cálculo de las tallas se basó en la ecuación **obtenida** de la regresión entre longitud corporal y longitud mandibular de la principal especie de eufáusido reconocida (fig. 9.). Las muestras fueron agrupadas por especie de ballena y por mes de colecta del **copro**, a fin de comparar el tamaño de las presas.

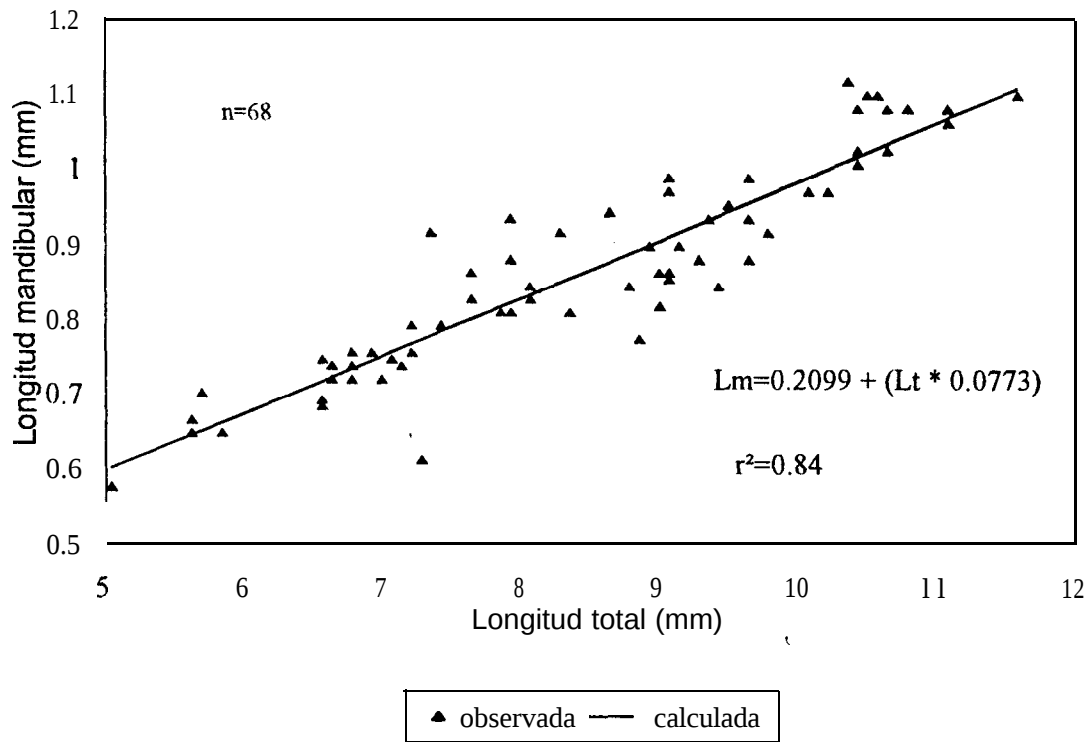


Figura 9. Relación entre la longitud total y la longitud mandibular de *N. simplex*

a) Variación mensual de las tallas de *N. simplex* consumidas por *B. musculus*

De acuerdo con los análisis (Anexo 5), *B. musculus* consume tallas diferentes a lo largo de la temporada, ( $F=13.15$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 57$ ); en febrero se registran mayores tallas (promedio: 9.28  $s = 1.40$ ), y marzo las menores (promedio: 8.08  $s = 1.23$ ), mientras que en abril se registran tallas intermedias (promedio: 8.79  $s = 1.19$ ). A pesar de lo anterior, solo se detectaron diferencias significativas entre febrero y marzo, así como entre marzo y abril. La Figura 10. muestra las tendencias de cambio en las tallas de *B. musculus* así como los intervalos de confianza calculados dentro de un 95% de confianza, para la media.

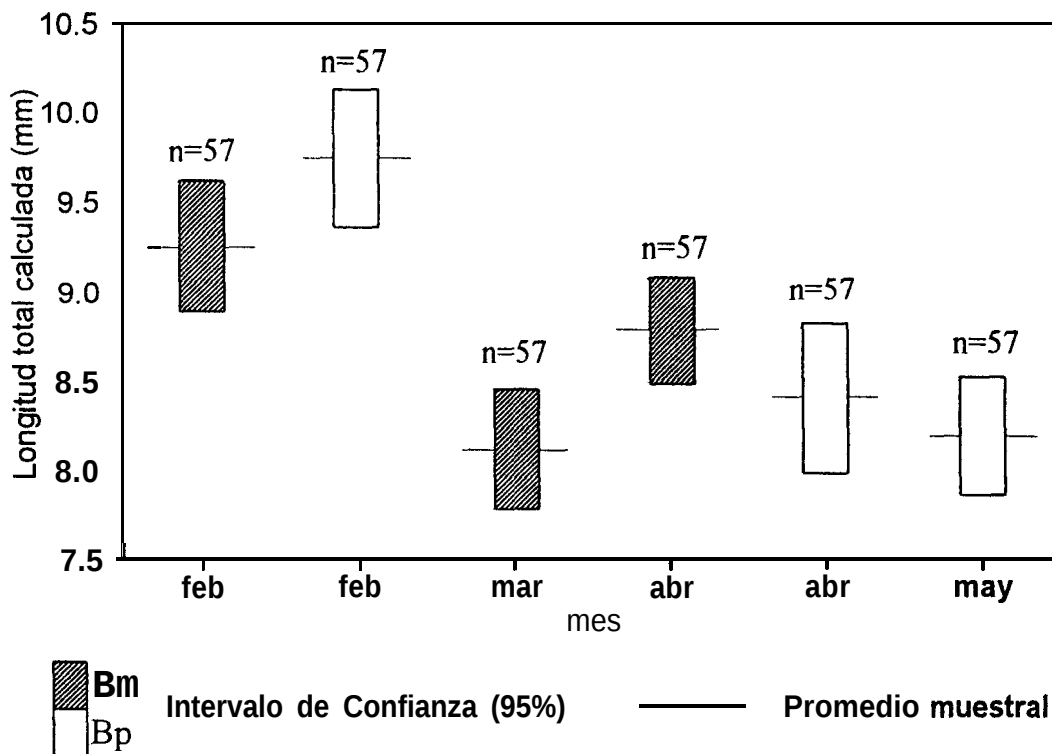


Figura 10. Distribución de tallas de *N. simplex* consumidas por *B. musculus* y *B. physalus* a lo largo del periodo de estudio, estimadas a partir del tamaño de las maníbulas encontradas en heces.

b) Variación mensual de las tallas de *N. simplex* consumidas por *B. physalus* durante un año normal.

Al igual que en el caso anterior, se observaron diferencias significativas en la variación de las tallas a lo largo del año ( $F = 20.5$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 57$ ). Las tallas más grandes corresponden al mes de febrero (promedio: 9.68,  $s = 1.41$ ), seguido por el mes de abril (promedio 8.41,  $s = 1.64$ ). Asimismo, en mayo se registraron tallas menores (promedio: 8.05,  $s = 1.17$ ). Sin embargo, mientras que las diferencias entre febrero y los otros dos meses resultaron significativas en todos los casos, no se encontraron suficientes elementos como para considerar significativas las diferencias observadas entre abril y mayo (Anexo 5). Lo anterior, también se observa en la figura 10, con la sobreposición entre los intervalos de confianza para la media de la longitud.

### c) Variación en las tallas consumidas por ambas especies.

Para efectuar este análisis solo se analizaron los meses de febrero y abril, en los cuales se encontraron heces de ambas especies. Se detectaron diferencias entre meses ( $F=21.7$ ,  $p<0.05$ ,  $n=57$ ), pero no entre especies ( $F=0.05$ ,  $p=0.85$ ,  $n=57$ ), confirmando que las tallas consumidas en febrero por ambas especies son más grandes que en abril. Asimismo, al probar el efecto combinado entre especies y meses, se observó que no existe un cambio significativo en las tallas consumidas ( $F=4.44$ ,  $p=0.07$ ,  $n=57$ ). Es decir que la variabilidad de tallas que pueden consumir ambas especies es muy alta, lo cual impide observar diferencias temporales claras (fig. 10.).

### d) Variación mensual de las tallas de *N. simplex* consumidas por *B. physalus* durante 1993.

A partir de 1991, la corriente de California fué afectada por las condiciones del evento conocido como El Niño, el cual se caracterizó por un elevado nivel del mar en la costa, amplia distribución de las anomalías positivas en la temperatura superficial del mar (fig. 11); una delgada capa de mezcla y una profunda nutriclina, así como niveles de clorofila y de producción primaria relativamente bajos, al igual que una reducción en la biomasa zooplanctónica. (Hayward, et al., 1994). Dado que dichas condiciones resultan totalmente distintas a las condiciones de los años normales, como 1994 y 1995, se consideró importante analizar si durante el año afectado por el Niño las tallas de eufáusidos consumidas por estas ballenas se modificaban. En virtud de que para ese año solo se contaban con copros de *B. physalus*, el análisis se restringió a una sola especie.

De acuerdo con el análisis, las tallas consumidas durante marzo y abril de 1993 son muy semejantes entre sí (prom: 9.37,  $s=1.43$  para marzo y prom: 9.25,  $s=1.53$  para abril), y dada la dispersión de los datos, no hay elementos para pensar que las diferencias son significativas (Anexo 5). Por el contrario, durante mayo se consumen tallas **significativamente** más pequeñas (promedio: 7.66,  $s=1.25$ ). En la figura 12. se observa además, que la tendencia hacia tallas menores conforme transcurren los meses es semejante a la observada en años normales para esa misma especie.

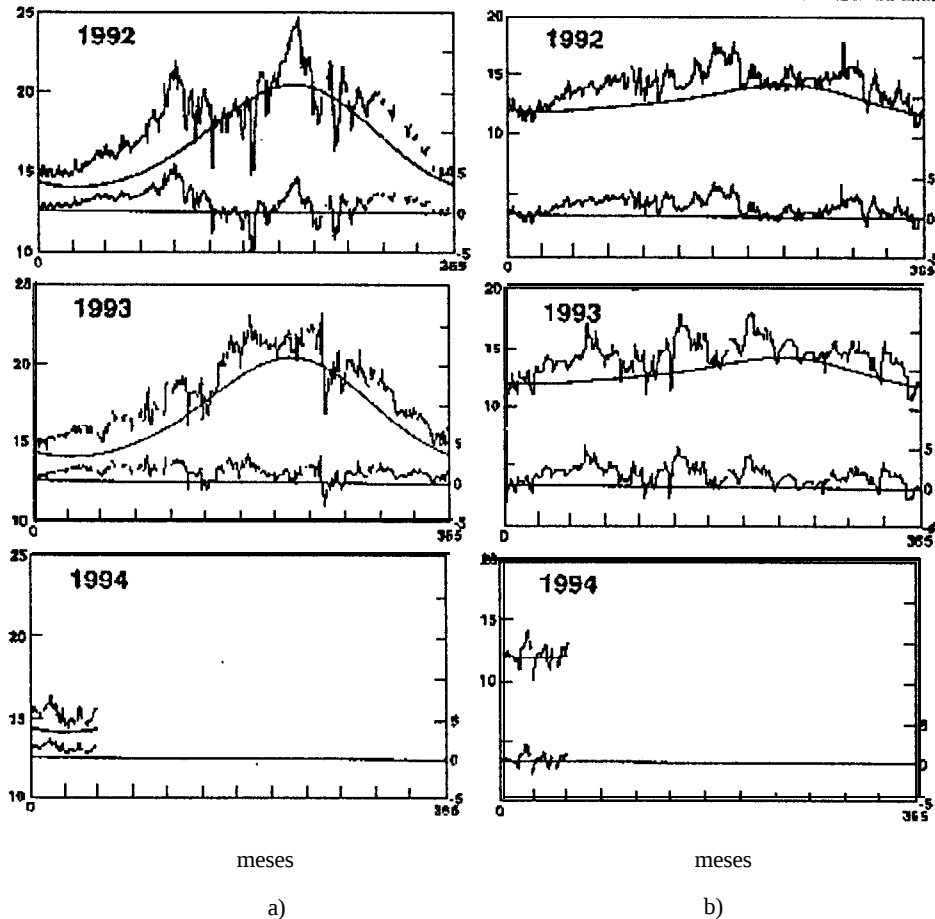


Figura 11. Temperatura superficial del mar en a) La Jolla, y b) Pacific Grove, California, de 1992 a 1993. Las curvas superiores en cada gráfica muestran la temperatura diaria y la media harmónica de largo plazo de esas temperaturas desde 1916 hasta 1993, para cada localidad. Las curvas inferiores muestran la anomalía térmica diaria para la media harmónica. La escala a la derecha de la gráfica representa las temperaturas, mientras que a la izquierda se representan las anomalías térmicas. (en °C). Tomado de Hayward et al., 1994

#### e) Variación en las tallas consumidas entre años normales y 1993 (ENSO)

La figura 12. muestra además que de modo semejante al caso anterior, al comparar entre años normales (talla promedio: 8.46 mm) y el año 1993 (talla promedio: 8.23 mm), no se observaron diferencias significativas entre éstos ( $F = 1.63$ ,  $p = 0.28$ ,  $n = 57$ ), aunque nuevamente se detectaron diferencias significativas debidas a los meses (abril y mayo) que se usaron para la comparación ( $F = 26.79$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 57$ ). Al probar el efecto combinado de los meses y los años encontramos diferencias significativas, existiendo más variación en el año ENSO que en un año normal ( $F = 11.07$ ,  $p = 0.01$ ,  $n = 57$ ). Cabe recordar, sin embargo, que dado el número de submuestras y muestras empleado para este análisis, era necesario que existiera una diferencia mayor al 10 % entre medias poblacionales para que se pudiera detectar una diferencia significativa, por lo que no podemos concluir que las tallas consumidas por ambas especies sean iguales, sino que los datos disponibles no muestran diferencias mayores al 10% en cuanto a las tallas de las presas.

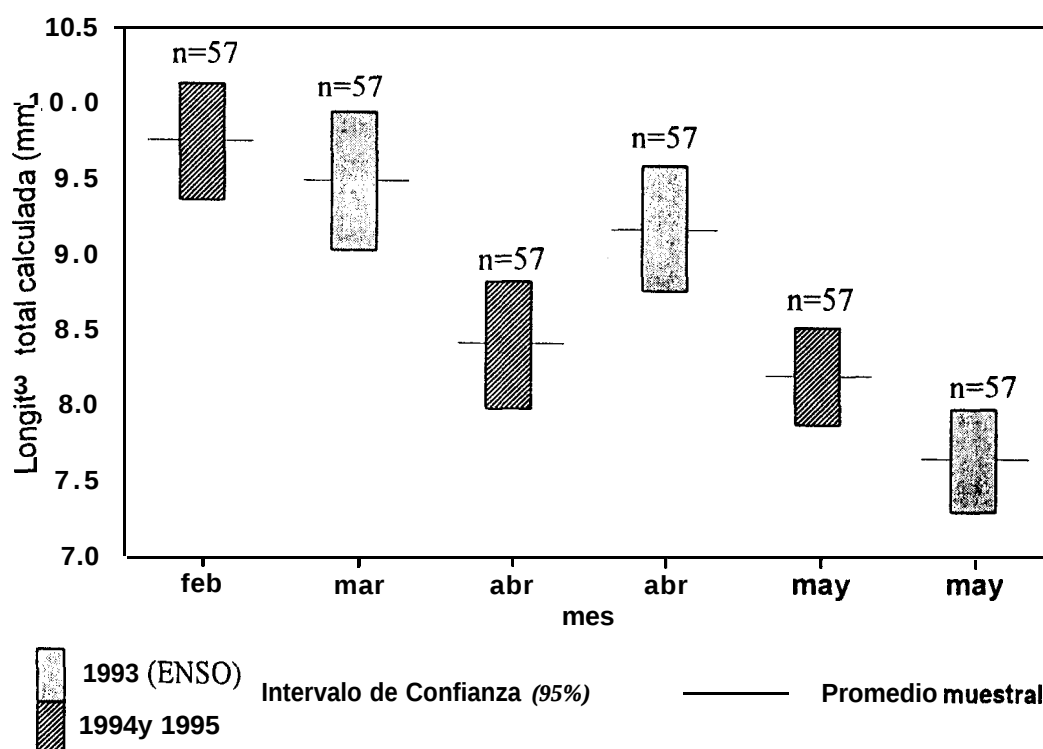


Figura 12. Distribución de tallas de *N. simplex* consumidas por *B. physalus* en años normales y 1993 (Año el Niflo), calculadas a partir del tamaño de mandíbulas encontradas en heces.

#### 6.4. Abundancia y distribución de ballenas.

##### 6.4.1. Distribución aleatoria y segregación.

La tabla 2. muestra los índices de segregación (S) para los tres años que duró el estudio. El valor en los tres años se encuentra por arriba de 0.8, lo cual significa que existe una alta segregación entre ambas especies. Esta segregación puede ser temporal, espacial o una combinación de ambas circunstancias, pero **definitivamente** implica que la probabilidad de encontrar mezclados los avistamientos de unas con respecto a otras es baja.

En la misma tabla se observan los valores de Z, los cuales indican la probabilidad de que ambas especies estén distribuidas aleatoriamente entre si. Los límites de **confianza** en caso de no estar segregadas están muy por debajo del valor obtenido, lo cual comprueba que la distribución de una especie con respecto a otra no es aleatoria y que la probabilidad de encontrar grupos en los que ambas especies se encuentren mezcladas, **fué** baja para los tres años de estudio.

| Parámetro | Año    |        |        |          | Límite superior   | Límite inferior   |
|-----------|--------|--------|--------|----------|-------------------|-------------------|
|           | 1993   | 1994   | 1995   | promedio | (sin segregación) | (sin segregación) |
| S         | 0.8713 | 0.8640 | 0.8015 | 0.8456   |                   |                   |
| Z         | 0.4831 | 0.2044 | 0.4246 | 0.2615   | 0.9087            | 1.0914            |

Tabla 2. Índices de Segregación (S y Z) de Pielou obtenidos en 1993, 1994 y 1995

Lo anterior, confirma que estas dos especies se encuentran segregadas en la Bahía de La Paz, por lo que se procedió a analizar tanto la distribución temporal como espacial de estas ballenas.

#### 6.4.2. Distribución temporal.

La figura 13. muestra que a lo largo de los tres años de estudio, el rorcual azul ocupó la bahía por períodos cortos de dos a tres meses. Además, la moda de su distribución consistentemente se ubicó en el mes de abril para los tres años. Por su parte, el rorcual común se presenta en la bahía de manera más variable, lo cual se observa en los cambios en las modas de los tres años. Es notable, además, que durante el estudio, la abundancia relativa del rorcual común fué substancialmente mayor que la del rorcual azul.

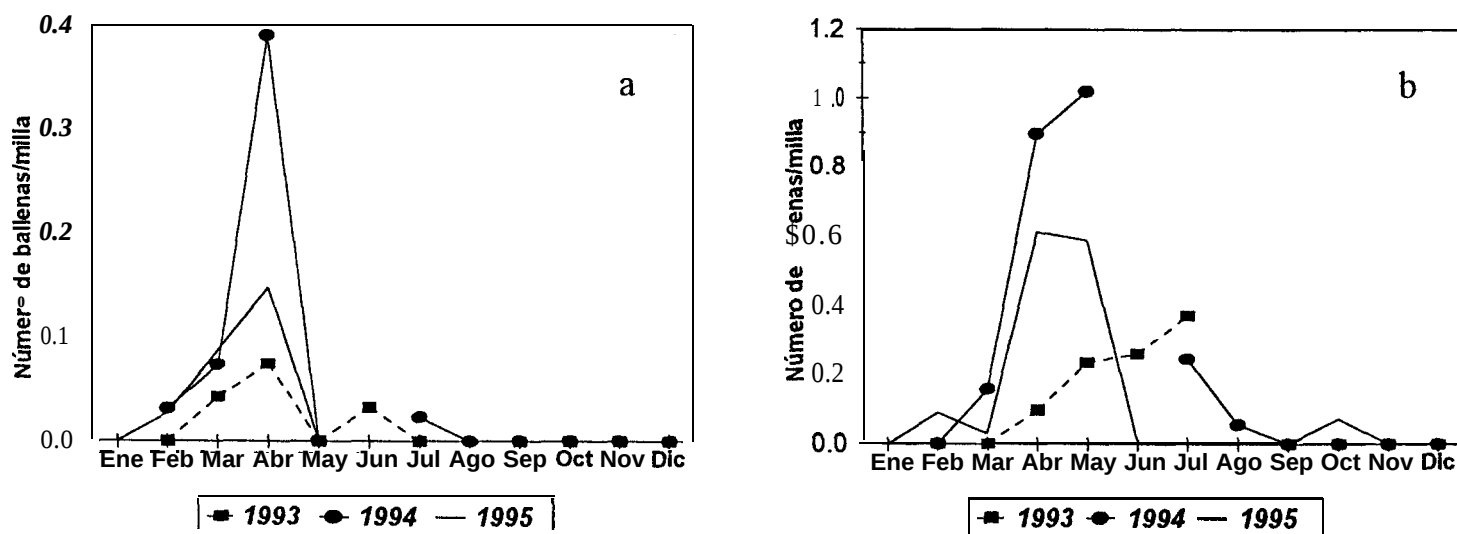


Figura 13. Abundancia relativa de a) *B. musculus* y b) *B. physalus* en la Bahía de La Paz (1993-1995)

Se observa que *B. physalus* ocupa la bahía en periodos mas amplios de tiempo, en general desde marzo hasta junio. En 1993, la mayor abundancia ocurrió en el mes de julio, a diferencia de los años de 1994 y 1995 en que los periodos de mayor abundancia ocurrieron en abril y mayo. Dichas diferencias en la distribución de las abundancias relativas resultaron significativas (Tabla 3. b), comprobando cierta irregularidad en la distribución temporal. Por otro lado, se observa que el patrón de distribución temporal del rorcual azul ha sido constante a lo largo de los tres años, por lo que al comparar las distribuciones de las abundancias relativas no se observaron diferencias significativas entre años (Tabla 3. a.)

Prueba de Kolmogorov-Smimov  
Distribución temporal

a) B. musculus vs B. physalus

| año  | D calc | diferencia significativa |
|------|--------|--------------------------|
| 1993 | 0.682  | ✓                        |
| 1994 | 0.512  | ✓                        |
| 1995 | 0.472  | ✓                        |

b)

|       | 93-94  |         | 94-95  |         | 93-95  |         |
|-------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
|       | D calc | dif sig | D calc | dif sig | D calc | dif sig |
| B. m. | 0.173  | ✗       | 0.235  | ✗       | 0.216  | ✗       |
| B. p. | 0.529  | ✓       | 0.081  | ✗       | 0.655  | ✓       |

D tablas = 0.375

Tabla 3. Análisis de la distribución temporal de las abundancias relativas entre a) *B. musculus* y *B. physalus* y h) entre años.

Al observar las figuras 14, resulta evidente que en 1993 ocurrió un **desfazamiento** del orden de tres meses en los **periodos** de mayor abundancia del rorcual común con respecto al azul. Durante 1994, el rorcual común tuvo su periodo de mayor abundancia tan solo un mes después que el rorcual azul (Fig. 15); sin embargo, en 1995 ambas especies fueron **más** abundantes en abril, pero el rorcual común permaneció **más** tiempo en la bahía (Fig. 16). Dichas diferencias entre las distribuciones de las abundancias relativas año con **año**, resultaron estadísticamente significativas en todos los casos (Tabla 3.), lo que conduce a pensar que existe una ligera segregación temporal entre ambas especies. Finalmente, es importante **señalar** que el periodo en el que ocurrió el mayor **desfazamiento** temporal coincide con un año de menor productividad (1993-ENSO).

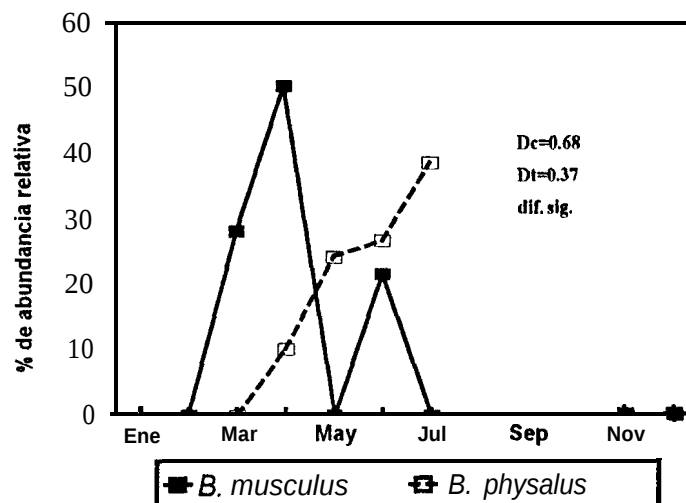


Figura 14. Variación temporal de *B. musculus* y *B. physalus* en 1993, basada en el porcentaje de la abundancia relativa para cada mes. Dc y Dt representan los valores calculados y de tablas contrastados en la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Cuando las diferencias entre estos valores son significativas se presenta la leyenda: "dif. sig."

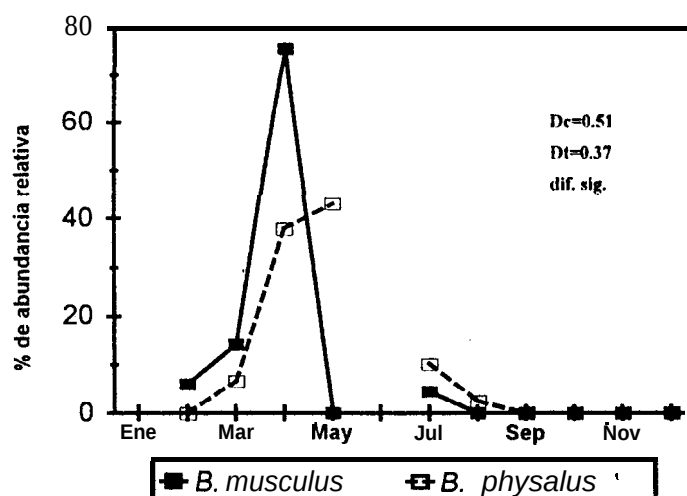


Figura 15. Variación temporal de *B. musculus* y *B. physalus* en 1994, basada en el porcentaje de la abundancia relativa para cada mes. Dc y Dt representan los valores calculados y de tablas contrastados en la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Cuando las diferencias entre estos valores son significativas se presenta la leyenda: “dif. sig.”

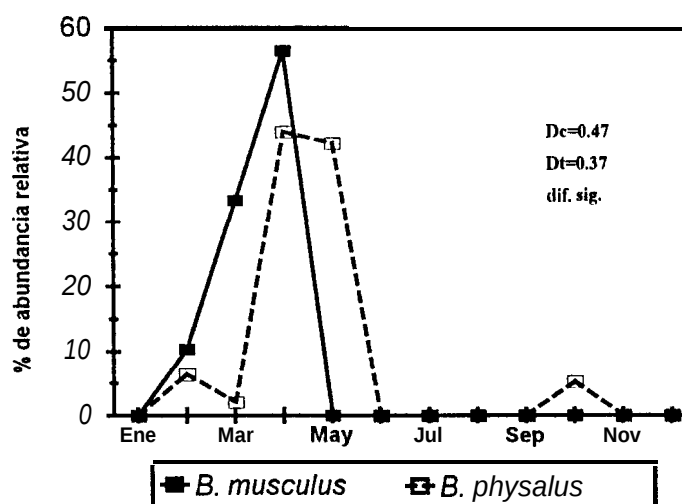


Figura 16. Variación temporal de *B. musculus* y *B. physalus* en 1995, basada en el porcentaje de la abundancia relativa para cada mes. Dc y Dt representan los valores calculados y de tablas contrastados en la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Cuando las diferencias entre estos valores son significativas se presenta la leyenda: “dif. sig.”

#### 6.4.3. Distribución espacial.

Un análisis general de la distribución espacial de *B. musculus* a lo largo del periodo de estudio, muestra cierta preferencia por áreas ubicadas al norte de la bahía, las cuales en su mayoría, corresponden a zonas más profundas. Asimismo, la región central es empleada en menor grado por esta especie. En contraste, *B. physalus*, denota preferencia

por zonas al centro y al sureste de la bahía, siendo esta última mas somera que las anteriores, y en general emplea el área de manera mas extensiva (Figura 17.).

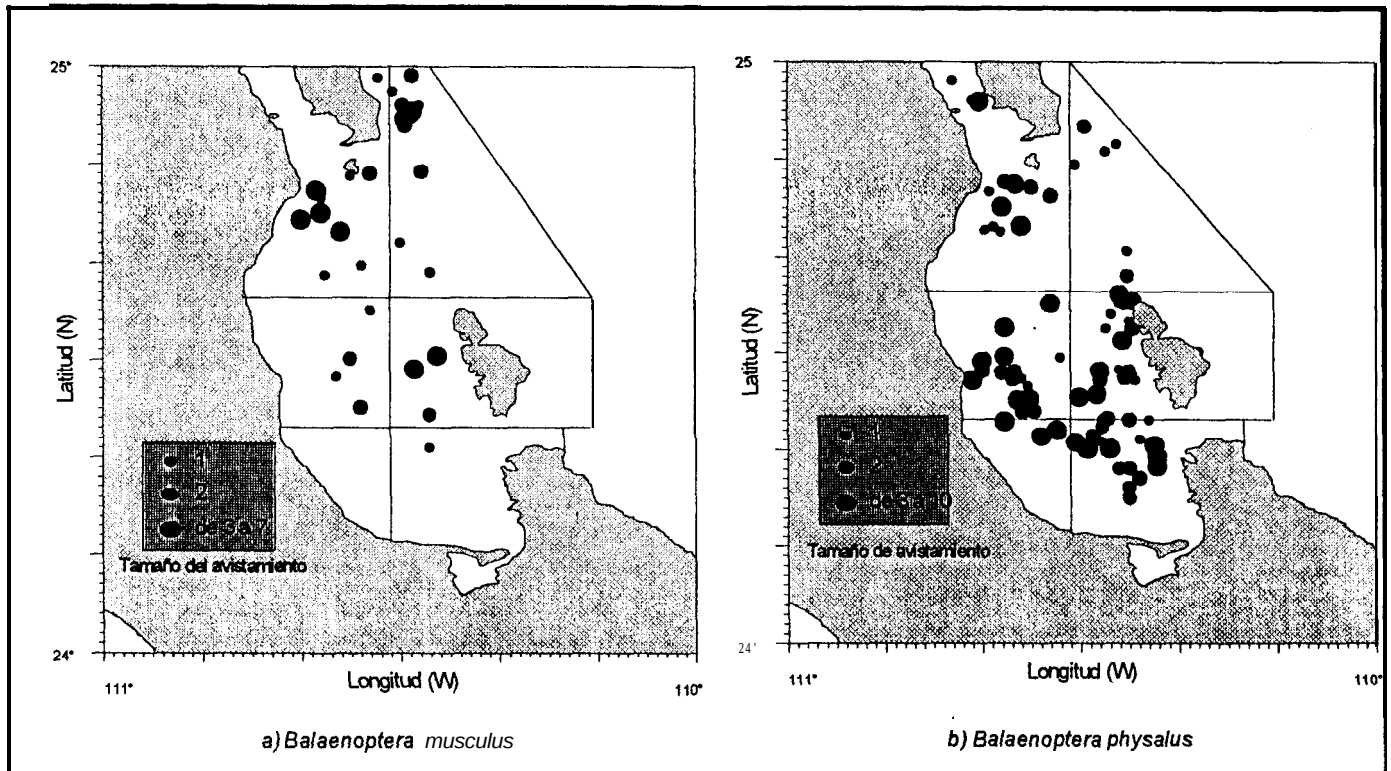
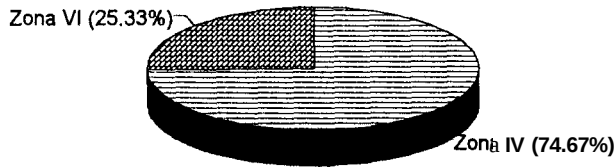


Figura. 17. Distribución espacial de *B. musculus* y *B. physalus* de 1993 a 1995

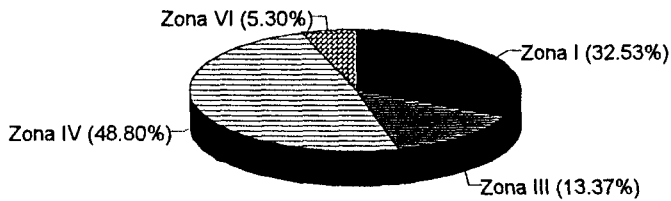
De manera particular, el rorcual azul mostró un cambio en las áreas empleadas durante 1993 (Fig. 18.a ), con respecto a los años siguientes (Fig. 18.b y c ). No así para el rorcual común que mostró cambios **significativos** en su distribución espacial en 1995, con respecto a los años precedentes. Asimismo, mostró una distribución espacial mas amplia, a lo largo de los 3 años (Fig. 18 a, b y c). De hecho, durante 1993 ambas especies mostraron una menor abundancia comparada con otros años, y se concentraron en el **área IV**. Sin embargo, es necesario recordar que ese año ocurrió un desfazamiento temporal de casi tres meses de una especie con respecto a la otra.

*B. musculus*



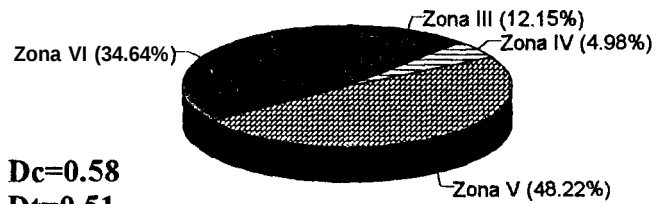
**Dc=0.48**  
**Dt=0.51**

*B. physalus*



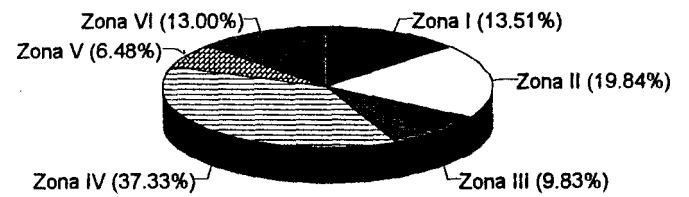
a) 1993

*B. musculus*



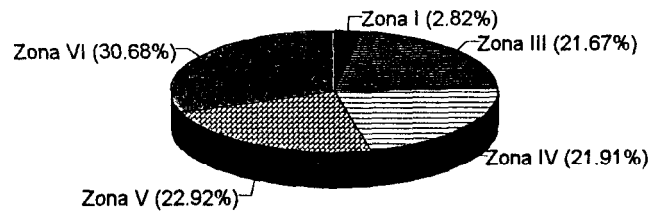
**Dc=0.58**  
**Dt=0.51**  
dif. sig.

*B. physalus*



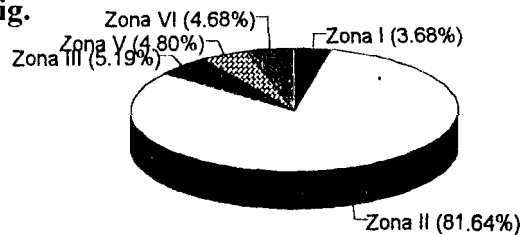
b) 1994

*B. musculus*



**Dc=0.70**  
**Dt=0.51**  
dif. sig.

*B. physalus*



c) 1995

Figura 18. Abundancia relativa de *B. musculus* y *B. physalus* por áreas. Dc y Dt representan los valores calculados y de tablas contrastados en la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Cuando las diferencias entre estos valores son significativas se presenta la leyenda: "dif. sig."

Al aplicar la prueba de Kolmogorov-Smimov, se observó que durante 1994 y 1995, las abundancias relativas en las distintas **áreas** resultaron significativamente diferentes entre especies, no así en 1993, en donde las abundancias relativas no dieron evidencias de diferencias en la distribución (Tabla 4.a). Asimismo, la distribución espacial de *B. physalus* en 1993 y 1994 al ser tan amplia, prácticamente ocupó todas las zonas y no se observó evidencia de cambios importantes en el uso de las áreas; sin embargo, en 1995 esta especie ocupó principalmente la zona II de la bahía, por lo que al comparar con los años precedentes, las diferencias con estos resultaron significativas (Tabla 4.b). En el caso de *B. musculus* fué posible observar que la distribución espacial de las abundancias relativas fué diferente en 1993 con relación a 1994 (Tabla 4.b).

|    |  | B. musculus vs. B. physalus |        |            |          |  |  |
|----|--|-----------------------------|--------|------------|----------|--|--|
|    |  | año                         | D calc | diferencia | D tablas |  |  |
| a) |  | 1993                        | 0.459  | no sig.    | 0.519    |  |  |
|    |  | 1994                        | 0.634  | sig.       |          |  |  |
|    |  | 1995                        | 0.825  | sig.       |          |  |  |

|    |      | 1993-1994 |            | 1994-1995 |            | 1993-1995 |            |          |
|----|------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|----------|
|    |      | D calc    | diferencia | D calc    | diferencia | D calc    | diferencia | D tablas |
| b) | B.m. | 0.575     | sig.       | 0.293     | no sig.    | 0.283     | no sig.    | 0.519    |
|    | B.p. | 0.190     | no sig.    | 0.520     | sig.       | 0.528     | sig.       |          |

Tabla 4. Análisis de la distribución espacial de las abundancias relativas entre a) *B. musculus* y *B. physalus* y b) entre años

Durante 1993, ambas especies mostraron una mayor abundancia relativa en la zona IV, y aunque *B. physalus* se distribuyó de manera importante en otras áreas, no fué posible detectar diferencias significativas en la distribución de las abundancias relativas. Sin embargo, fue posible observar que *B. musculus* ocupó tan solo las áreas IV y VI, que se encuentran al oeste de la bahía, en la porción central y norte respectivamente (Fig. 18 a.)

Durante 1994, *B. musculus* se distribuyó con mayor frecuencia al norte de la bahía (zonas V y VI), mientras que *B. physalus* ocupó casi todas las áreas, mostrando mayor abundancia en el área IV, seguida del área II, que son áreas al centro-oeste y sureste de la bahía respectivamente. En este año, las diferencias en la distribución de las abundancias relativas fue significativa (Tabla 4.a). Finalmente, en 1995, la distribución espacial de *B. musculus* fue más homogénea en la zona centro y norte de la bahía, mostrando nula presencia al sur del área de estudio. En contraste, *B. physalus* empleó con mucho mayor frecuencia el área II, al sur de la bahía, que cualquier otra área, nuevamente, las diferencias observadas fueron significativas (Tabla 4.a).

En general, la distribución espacial del rorcual común muestra un uso más extensivo y generalizado de la bahía, mientras que el rorcual **azul** se observa más limitado tanto en su distribución espacial como temporal. Asimismo, aunque las **áreas** de preferencia cambiaron año con año, al menos en dos de estos años **se** observó que las áreas de la bahía que resultaron **más** importantes en cuanto a abundancia relativa de cada especie fueron diferentes la mayor parte del tiempo, y por tanto se considera que ocurre segregación espacial entre ambas.

## 7. DISCUSIÓN.

### 7.1 Consideraciones metodológicas.

#### 7.1.1. Colecta de heces y área de estudio.

El análisis de heces de ballenas aún no ha sido estandarizado en sus técnicas más elementales, como es la colecta misma de los **copros**. Un factor que puede haber sesgado la información es la forma en la que éstos se colectaron, ya que fue sumamente variable: cubetas, frascos y redes de distintos tamaños. Esto provocó que en muchas ocasiones el movimiento mecánico sobre el **copro** favoreciera su disgregación antes de ser colectado, perdiéndose información de los elementos contenidos. De hecho, la consistencia del **copro** puede afectar la factibilidad de recuperar ciertos materiales pesados como otolitos, que en muestras poco compactas tienen mayor probabilidad de sumergirse antes de que se pueda obtener el **copro**. Asimismo, las dependiendo de su luz de malla, favorece la extrusión de piezas pequeñas de dicho tipo de muestras, sesgando así las tallas calculadas para las presas.

A lo largo de este estudio, también fue posible observar que las muestras fácilmente se pueden contaminar con materiales u organismos que se encuentren en la columna de agua. En ocasiones, por la naturaleza de los materiales (hojas, cristales, insectos, etc.) es posible reconocer rápidamente que se trata de materiales extraños al **copro**; sin embargo cuando se trata de estadios larvales de copépodos o eufáusidos, solo cuando éstos encuentran muy completos (sin digerir) es posible diferenciarlos del material original del **copro**.

Además de lo anterior, el uso de heces en la evaluación de la dieta de mamíferos marinos pueden subestimar la presencia de ciertas especies debido a las características de la piezas que dejan como restos: los otolitos de ciertas especies de peces son más lábiles al proceso de digestión por lo que pueden ser total o parcialmente digeridos (García-Maldonado, 1997), mientras que los picos de cefalópodos pueden acumularse en los estómagos (Harvey & Antonelis, 1994), lo que en ambos casos subestimaría su importancia en la dieta al no ser comunes en las heces.

Sin embargo, todos los métodos (heces, contenido estomacal y lavados) usados para determinar la importancia de las presas en dietas de mamíferos tienen ciertas dificultades asociadas. Por ejemplo, el análisis de contenido estomacal requiere de sacrificar o de obtener individuos varados que no estén en franca descomposición, lo cual presenta problemas técnicos y en el caso de las capturas actualmente se encuentra prohibido, aunado a que el número de individuos necesarios para un análisis es usualmente grande, por lo que a menos que haya una captura comercial o una población lo suficientemente grande como para que el muestreo no las afecte, no sería posible realizarlo. Es por ello que en el caso de

los rorcuales, la aproximación de la dieta a través de heces es actualmente el único método práctico para establecer las especies más importantes en su alimentación.

### 7.1.2. Caracterización.

El área original de estudio fue la Bahía de La Paz, sin embargo, la obtención de copros incluyó las áreas adyacentes a Loreto a fin de aumentar el número de muestras. Desafortunadamente, el esfuerzo de búsqueda en éstas últimas fue insuficiente para incluirlo en los análisis de distribución espacial y temporal. Asimismo, dado el reducido número de muestras, no fue posible evaluar diferencias de tallas de la presa en relación al sitio de colecta, por lo que se desconoce si la localidad contribuye a generar mayor dispersión en las tallas consumidas entre especie y entre meses.

Por otro lado, las zonas definidas en este estudio permiten establecer áreas de comparación para reconocer diferencias en la distribución espacial, pero no corresponden a ambientes ecológicos particulares. Sin embargo, la topografía o la influencia de bocas y canales puede ser un factor relevante en la definición de zonas ecológicamente diferentes. Martínez-López (1997 *com. pers.*<sup>1</sup>), observa que la biomasa fitoplanctónica varía con la profundidad y con la época del año, concluyendo que la tasa de intercambio de la Bahía de La Paz con el Golfo de California debe ser muy alta en virtud de la presencia de especies predominantemente oceánicas.

Es posible, sin embargo, mejorar esta división y optar por áreas más regulares en forma y tamaño, así como de menores dimensiones que permitan reconocer los patrones de distribución y que por su tamaño puedan reagruparse de acuerdo a condiciones ecológicas particulares, favoreciendo la interpretación de los resultados.

### 7.1.3. Esfuerzo de búsqueda.

Aunque no se recorrieron la misma cantidad de millas cada mes a lo largo de todos los años, ni se recorrieron todas las zonas de la bahía con la misma intensidad, fue posible reconocer tendencias en la distribución tanto espacial como temporal gracias al empleo de la abundancia relativa de las ballenas. Otras variables que condicionan la posibilidad de observar ballenas son el tipo de embarcación, la experiencia de los observadores y las condiciones atmosféricas. En nuestro estudio, dado el tamaño y los hábitos de buceo de ambas especies, consideramos como semejantes las probabilidades de avistar una u otra especie. Por esta razón, al comparar las abundancias relativas entre especies no consideramos probable que el método de observación haya subestimado a alguna de las dos. Basándose en esta misma premisa, Gendron (1993) empleó un método semejante para comparar la distribución de las especies del género *Balaenoptera* en el golfo de California.

<sup>1</sup> MAR-LÓPEZ, AIDA. Departamento de Plancton. CICIMAR. Av. Instituto Politécnico Nacional. Col. Palo de Santa Rita. Apdo. Postal 592, C.P. 23000, La Paz, B.C.S. México

## 7.2. Dieta y Alimentación.

Aunque se reconoce que los rorcuales pueden tener distintos tipos de alimento, en general a estas especies se les reconoce como zooplanctófagas. Los resultados de este trabajo, muestran que en el Suroeste del Golfo de California, ambas especies se alimentan principalmente de organismos juveniles y adultos del eufáusido *N. simplex*, y aunque las tallas consumidas pueden variar a lo largo de la temporada, no fue posible observar diferencias significativas en cuanto al tamaño de la presa consumida por ambas especies.

De acuerdo con los análisis de heces, el mayor porcentaje de eufáusidos estuvo constituido por *N. simplex* y solo el 1 ó 5 % de algunas de las muestras estaba representado por *N. difficilis*. Kawamura (1990) señala que la dieta monótona en Balaenopteridos es una evidencia de que los enjambres de crustáceos planctónicos son monoespecíficos. Lo anterior coincide con las observaciones dentro del Golfo de California realizadas por Sears (1987) del rorcual azul alimentándose de *N. simplex* y por Gendron (1990) relacionando la presencia de este mismo rorcual con las agregaciones superficiales *N. simplex*. Tershy *et al.* (1993b), a su vez observó grupos de *B. physalus* exhibiendo conducta de alimentación en la zona norte del golfo, en las que *N. simplex* es abundante, y aunque Gendron (1993) observa que *B. physalus* además puede consumir cardúmenes de peces pelágicos menores en la zona, en el presente estudio los peces tuvieron escasa presencia en los copros (debido probablemente a la técnica de muestreo). Asimismo, observaciones personales han permitido comprobar la presencia de eufáusidos en zonas en las que se observa gran actividad de ballenas y de pelágicos menores como la sardina.

Estos resultados adquieren relevancia si consideramos que la dieta de estos rorcuales puede variar dependiendo de la región (Kawamura, 1980) y aunque en general se admite que *B. physalus* es más eurífago que *B. musculus*, estas variaciones parecen ser una respuesta a la disponibilidad del alimento y a la capacidad que éste tenga de formar grandes agregaciones, permitiendo que las ballenas efectúen un forrajeo más eficiente sobre la presa.

Aunque el eufáusido más abundante y con mayor amplitud en su distribución en el Golfo de California es *Nyctiphanes simplex* (Brinton & Townsend, 1980) al igual que en la región suroeste del golfo (Gendron, 1990) y la Bahía de La Paz (De Silva-Dávila, 1997); el componente más abundante del zooplancton en el Golfo de California son los copépodos fitófagos (Brinton & Townsend, 1980), lo que hace evidente que la abundancia de cierta presa no es el único factor que condiciona que ésta sea seleccionada por las ballenas. Mauchline (1980) menciona la capacidad de formar agregaciones diurnas superficiales en 18 especies de eufáusidos, la cual determina la preferencia de los rorcuales hacia los eufáusidos como presa principal (Mauchline & Fisher, 1969).

Con relación a la talla de las presas, tampoco se encontraron diferencias en el tipo de alimento, si bien fue posible observar cambios en la talla de la presa de acuerdo a la temporada, la dieta se basa principalmente en organismos adultos. Mackintosh (1974), obtiene resultados semejantes con contenidos estomacales de *Balanopteroideos* que se alimentan de *Euphausia superba* en el Antártico. Señala que consumen tallas que van desde la sexta furcilia (último estadio larval) hasta adultos, asimismo menciona que la talla del alimento puede variar con respecto a la temporada. Por otro lado, al observar sus resultados no se puede considerar que existan diferencias entre las tallas de las presas que consumen *B. musculus* y *B. physalus*. Al parecer, la uniformidad en tallas es característica de muchas agregaciones de invertebrados (Ritz, 1994). y en el caso de crustáceos suelen presentarse agregaciones de copépodos o euphausíidos en estados de desarrollo avanzado (Kawamura, 1990).

A pesar de que las tallas de las cuales se alimentan varían a lo largo del año, estas variaciones parecen mostrar las mismas tendencias tanto en *B. musculus* como en *B. physalus*, lo que conduce a considerar los cambios en talla de la presa, como un reflejo de cambios estacionales en las poblaciones de *N. simplex*. Lo anterior pone de manifiesto que el tipo de alimento es un recurso compartido por ambas especies, ya que su dieta no solo es semejante en cuanto a composición (el euphausíido más abundante de la región *N. simplex*), sino que además no se encontraron evidencias de que existan diferencias significativas en cuanto a las tallas de la presa. Sin embargo, la segregación en el tipo de alimento, no es el único mecanismo que existe para reducir la sobreposición del nicho y permitir la coexistencia entre especies.

### 7.3. Distribución temporal

Con base en los resultados del presente trabajo, el 50% de los avistamientos de *B. physalus* se concentraron en el periodo comprendido entre abril y junio, ocupando la Bahía de La Paz principalmente en el mes de mayo, saliendo de la bahía conforme avanza el verano. Lo anterior coincide con lo encontrado por Flores-Ramírez et al., (1996) en la Bahía de La Paz, ya que encuentran que *B. physalus* se presenta todo el año, y que su abundancia aumentó ligeramente en marzo y repuntó notablemente en mayo. En el Golfo de California se ha observado que la mayoría de los avistamientos del rorcual común ocurren en invierno-primavera; no obstante, el número de avistamientos en verano-otoño son suficientes para pensar que la especie ocurre durante todo el año dentro del Golfo (Rojas, 1984; Tershy et al., 1993a y Enríquez-Paredes, 1996). Incluso, se ha sugerido un desplazamiento hacia el sur a finales de invierno basado en los altos índices de avistamiento encontrados durante febrero en la parte norte del Golfo y la distribución más uniforme a lo largo de la costa de Baja California durante abril (Rojas, 1984; Tershy et al., 1990 y Gendron, 1993). Probablemente estos animales que se mueven hacia el sur entran a la Bahía de La Paz en primavera-verano, aunque Enríquez-Paredes (1996) ha mostrado cierta evidencia de que no todos los animales realizan este movimiento y que hay movimientos en dirección opuesta a mediados de primavera.

En el caso de la presencia del rorcual azul en la Bahía de La Paz, el 70% de los avistamientos ocurrió en los meses de marzo y abril, siendo particularmente abundante en abril a lo largo de los tres años del estudio. Sin embargo, a diferencia del rorcual común, la presencia de la ballena azul en el área está regida aparentemente por movimientos migratorios de mayor escala: parte de la población del Pacífico Norte que migra hacia el sur alcanza el Golfo de California mostrando grandes concentraciones durante marzo-abril particularmente en las zonas comprendidas entre Isla del Carmen y Bahía de La Paz (Lluch-Breathnach *et al.*, 1988; Gendron, 1990; Calambokidis *et al.*, 1990).

Esta estacionalidad de los movimientos de ambas especies al parecer coincide con los cambios de productividad primaria y secundaria en el Golfo de California. Al respecto Alvarez-Borrego & Schwartzlose (1979), mencionan que el Golfo de California representa un área subtropical con tasas de productividad primaria excepcionalmente altas, comparables a las surgencias de la costa occidental de Baja California. Al parecer, esta gran productividad se debe a que en la zona pelágica prevalece el viento del noroeste de noviembre a mayo y el resto del año el viento que domina es del sureste, provocando que las surgencias ocurran en la costa Este durante invierno con los vientos del noroeste y en la costa Oeste durante verano con los vientos del sureste. Dado que las surgencias son más fuertes en primavera, la productividad es mayor en el Golfo de California durante esa temporada. Sin embargo, no hay una secuencia contundente del cambio de las condiciones de invierno a las de verano; de hecho los registros de temperatura y salinidad indican que las surgencias ocurren en ambas costas (Alvarez Borrego, 1983).

En ese mismo sentido, es notable la sincronización de los periodos de producción con los ciclos de crecimiento y reproducción de la presa principal de éstas ballenas. Brinton & Townsend (1980) muestran que *IV. simplex* alcanza una máxima abundancia en el Golfo de California en la época de reproducción que ocurre de febrero a junio, antes de llegar al calor intenso de agosto. Esta especie produce larvas en número importante desde febrero hasta agosto, pero el 80% de sus larvas calyptopis se presentan en febrero, las larvas furcilia de febrero a junio, y los juveniles de abril a junio. Estos autores encuentran adultos desde febrero hasta junio, y finalmente en agosto, la especie se vuelve escasa. Correlaciones semejantes han sido encontradas para esta especie en la costa del Pacífico Oriental (Gómez-Gutiérrez, 1995; Gómez-Gutiérrez *et al.*, 1996), en donde además se ha sugerido que la capacidad de reproducirse continuamente, así como la posibilidad de modificar sus patrones de desarrollo en función del gran abundancia de la especie. Asimismo, Lavaniegos (1994) encuentra un reclutamiento más intenso a lo largo de la costa Oeste de Baja California en enero-febrero, coincidiendo las zonas más abundantes de larvas con regiones frías.

De acuerdo con Alvarez-Borrego & Schwartzlose (1979) en el invierno, el frente térmico de la boca del Golfo de California se ve desplazado hacia el sur influenciado por el incremento de la corriente de California, y los vientos del norte promueven que las aguas del golfo se extiendan más hacia el sur, permitiendo mayor contacto entre las aguas del Golfo de California y la Corriente de California. En el verano, la Bahía de la Paz se ve influenciada por las aguas cálidas que entran de la Corriente del Pacífico Tropical Oriental, mediante los vientos que provienen del sur.

Ambas especies de ballenas están aparentemente relacionadas con la época de mayor disponibilidad de alimento dentro de la Bahía de La Paz. Martínez-López (*com. pers.*), encuentra que las concentraciones de fitopláncton se incrementan en invierno-primavera y que las mayores concentraciones de pigmentos fitoplanctónicos se relacionan con un decremento de las temperaturas. En función de la presencia de especies oceánicas concluye que la tasa de intercambio de esta bahía con el Golfo de California es importante. En relación al zooplancton, Signoret & Santoyo (1980) encuentran que en primavera la biomasa en la Bahía de La Paz es mayor que en el verano, donde ésta se reduce más de 7 veces. Asimismo, encuentran que las relaciones tróficas entre fitopláncton y zooplancton quedan de manifiesto en el contexto general de los patrones sucesionales, aunque Castro-Aguirre *et al.* (1984) reconocen que la mayor correlación entre densidad de zooplancton y la temperatura superficial, así como disuelto y biomasa de fitopláncton, ocurre en verano. De Silva-Dávila (1997) encuentra que en la Bahía de La Paz la biomasa zooplanctónica muestra tendencias semejantes a las del Golfo de California, alcanzando su máximo en febrero, seguida por una rápida disminución durante marzo y abril. Asimismo, observa que la biomasa vuelve a aumentar registrando un segundo pico de menor intensidad en mayo y posteriormente vuelve a disminuir. Además, encuentra que al igual que en el Golfo de California, la producción larvaria de *N. simplex* es mayor durante los primeros meses del año y disminuye notablemente a partir de agosto.

Aparentemente, para ambos rorcuales el alimento se vuelve insuficiente el resto del año en el área de estudio, lo cual explica sus movimientos hacia afuera de la bahía. Pike (1984) discute el hecho de que los movimientos encaminados a la búsqueda de alimento en animales, pueden garantizar un mayor rendimiento energético en función de estrategias alimentarias particulares. Es posible considerar que al disminuir el alimento en la bahía las ballenas tiendan a adoptar una nueva estrategia para tener un gasto energético menor. Se ha propuesto que conforme la densidad de alimento decrece, el esfuerzo de forrajeo se debe incrementar, y aunque el animal pueda alterar las estrategias de forrajeo seleccionando presas mayores, volviéndose menos selectiva o escogiendo parches más favorables; la eficiencia finalmente puede reducirse conforme el animal gasta más tiempo y energía adquiriendo su comida. En tales circunstancias, los animales pueden emigrar o reducir el esfuerzo de forrajeo para conservar las reservas (Robbins, 1993).

Si bien, *B. musculus* no mostró diferencias significativas en su distribución temporal en 1993 con respecto a los años siguientes; se pudo advertir un importante cambio en su abundancia relativa. Por su parte *B. physalus* mostró menores abundancias relativas así como cambios en su distribución temporal durante 1993, con un máximo de abundancia en julio. Es posible sugerir que los cambios en la distribución temporal de estas ballenas en 1993 (año El Niño) con relación a 1994 y 1995 ocurrieron en respuesta a los probables cambios en la distribución o abundancia de su presa principal. Aunque Lavaniegos-Espejo *et al.* (1989) encuentra que durante el Niño de 1982-1983, la abundancia de eupáusidos en el Golfo de California no se modificó significativamente con respecto a un año normal; señala que la distribución de las postlarvas de *N. simplex* se modificó notablemente, encontrándose más al norte, en áreas donde se registraron las menores temperaturas del golfo.

De acuerdo con los resultados, existe una superposición temporal en la presencia de estas ballenas en la Bahía de La Paz; sin embargo el periodo de ocurrencia de la ballena azul es más restringido que el del rorcual común, por lo que las posibilidades de competencia por alimento se ven reducidas.

#### 7.4. Distribución espacial.

En el presente estudio se encontró una preferencia de *B. physalus* hacia las zonas centrales y sur de la bahía, coincidiendo con los estudios de Enríquez-Paredes (1996) y Zavala-Hernández (1996) en los que se muestra una preferencia de esta especie hacia las zonas más someras. Asimismo, no fue posible comparar los resultados con el trabajo de Flores-Ramírez *et al.* (1996), ya que hacen una división muy amplia de la bahía. Estos autores encuentran que *B. physalus* se distribuyó principalmente en la parte media y norte de la bahía.

Por su parte, el rorcual azul mostró una mayor tendencia hacia la porción centro y norte de la bahía y aunque no es posible comparar la distribución con el trabajo de Flores-Ramírez *et al.* (1996), coincide con los resultados de Gendron (1990) y Zavala-Hernández (1996), en el uso de áreas más profundas y alejadas de la costa por parte de esta especie.

De acuerdo con los resultados, es factible que exista una segregación espacial entre ambas especies, reduciendo de este modo la superposición en el hábitat y permitiendo menor competencia por los recursos de la bahía. Zavala-Hernández (1996) encuentra diferencias significativas en la distancia a la costa a la que ocurren los avistamientos de *B. musculus* y *B. physalus*, siendo más costeros los avistamientos de esta última ballena.

Aunque la distribución espacial de ambas especies fue variable en este estudio, *B. physalus* mostró un mayor empleo de distintas zonas. Es posible que este uso más amplio del área sea un reflejo de una mayor abundancia, ya

que la competencia intraespecífica actúa ampliando los nichos de las especies (Svärdson, 1949). Al respecto Wells *et al.*, (1981) encuentran que el rorcual común es el misticeto más abundante y de más amplia distribución en el Golfo de California, observación confirmada por Rojas (1984); Vidal *et al.*, (1993) y Gendron (1993). Del mismo modo, *B. musculus* tuvo un uso más restringido de la bahía también en el plano espacial y como en el caso anterior, es muy probable que éstas diferencias en abundancia y distribución sean reflejo de los tamaños poblacionales.

De Silva-Dávila (1997) encuentra que durante 1990, *N. simplex* se distribuye ampliamente en la Bahía de La Paz con las mayores densidades de los estadios larvales en la zona centro. La zona sur fue más importante en abril y mayo; mientras que en junio y julio la zona centro volvió a presentar mayores densidades. Asimismo, observa que los adultos se concentran principalmente en la zona centro durante todos los meses del estudio. Aunque su muestreo subrepresentó a los adultos, éstos se encontraron en la zona sur fueron, siendo colectados en febrero y en densidades bajas. De modo que al menos durante 1990, la zona centro de la bahía presentaba las mayores abundancias de alimento. Si se considera que las condiciones que generan esta, distribución espacial de *N. simplex* se mantienen de manera general en los años sucesivos, es posible explicar la mayor sobreposición en la distribución espacial de ambas ballenas en la zona centro de la bahía, ya que sería la zona que ofrece mayor disponibilidad de alimento.

En función de los resultados de ese trabajo, es factible plantear un esquema de distribución espacio temporal en el que el rorcual común emplea de manera más general las áreas centrales y someras de la bahía y a lo largo de mayor tiempo; mientras que el rorcual azul ocupa fundamentalmente las áreas centrales y profundas de la bahía en un intervalo temporal menor (fig.19.)

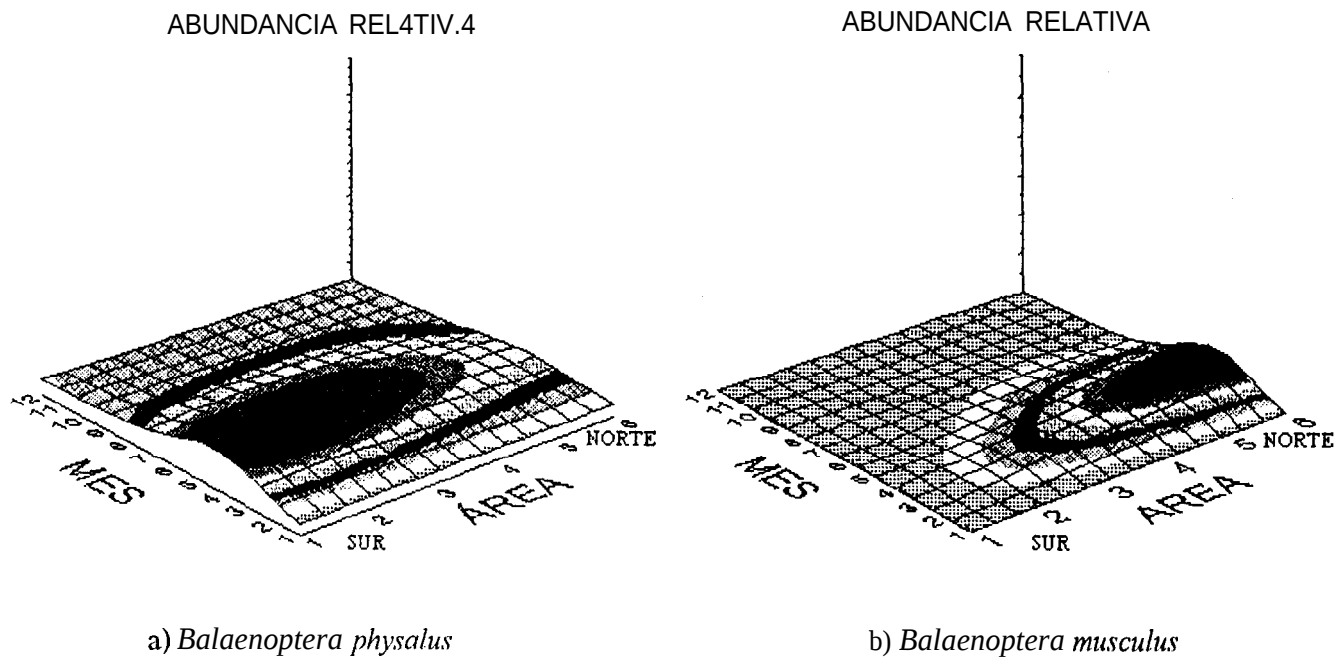


Figura 19. Modelo de distribución espacio-temporal de a) *B. physalus* y b) *B. musculus* en la Bahía de La Paz. Las áreas 1 y 2 representan la zona sur de la bahía, las áreas 3 y 4 la zona centro y las áreas 5 y 6 la zona norte. Las mayores abundancias son representadas en tonos oscuros.

### 7.5. Relaciones entre *B. musculus* y *B. physalus*.

Diversos autores han empleado el término segregación como un sinónimo de diferenciación, aunque Wallace (1987) aclara que la segregación de recursos implica dos distribuciones separadas (abundancias o frecuencias) para una variable (o recurso), es decir, dos curvas de distribución claramente distintas. Sin embargo, este concepto es muy estricto ya que solo cuando hay territorialidad interespecífica se elimina la zona de superposición completamente. Bajo ese contexto, la diferenciación o partición de recursos implica modas diferentes o medias diferentes con cierto grado de traslape en las distribuciones.

Con el presente trabajo se demuestra que *B. musculus* y *B. physalus* se dividen parcialmente los recursos de la Bahía de La Paz en tiempo y espacio. Sin embargo, son muchos los factores que parecen influir en la manera en que emplean estos recursos y las relaciones que se establecen entre estas especies.

La segregación suele aparecer en interacciones que involucren cierto grado de competencia en ungulados. Por ejemplo, es conocida la segregación espacial por sexos en temporadas no reproductivas, la cual optimiza la

estrategia de forrajeo de recursos. Se sabe, sin embargo, que las hembras seleccionan mejores hábitats que los machos e incluso el forraje que ocupan es más nutritivo. Asimismo se han reportado diferencias en dieta entre sexos (McCullough *et al.*, 1988). La segregación por sexos es también conocida para el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y se ha presumido que estas diferencias en la distribución se puede atribuir a mecanismos que permiten reducir la competencia intraespecífica (Best, 1979 en Whitehead, 1991).

La especialización de ambas especies de ballenas hacia el consumo de eufáusidos permite obtener grandes cantidades de energía a un costo relativamente bajo, ya que además de encontrar concentrado el alimento por su tendencia a agregarse, los eufáusidos constituyen un aporte energético muy importante dado su alto contenido de lípidos ricos en ácidos grasos insaturados y su contenido en proteínas (Pierce *et al.*, 1969; Van der Vecn *et al.*, 1971).

De acuerdo con este estudio, en la Bahía de La Paz, ambas especies de ballenas utilizan el mismo tipo de alimento. Sin embargo, es posible que la separación espacial y temporal promuevan la repartición del recurso en términos de cantidad o calidad. Wallace (1987) propone que cuando hay exclusión competitiva para la especie que se alimenta al último, esta no tiene acceso a la misma calidad y cantidad de recursos que aquella que los emplea primero, ya que el tiempo de regeneración del recurso no es suficientemente rápido.

De Silva-Dávila (1997) ha demostrado que las biomásas de larvas de eufáusidos se ven modificadas espacial y temporalmente en la Bahía de La Paz, siendo más elevadas en la porción sur de la bahía durante todos los meses del año como consecuencia de las corrientes que se presentan de la boca principal hacia la zona Sur. Sin embargo, esta autora encuentra que durante febrero y mayo esta biomasa es mayor, llegando a alcanzar las zonas profundas de la Bahía de La Paz. De hecho, en mayo la distribución de la biomasa de larvas de eufáusidos es más homogénea que en otros meses del año, mientras que en los meses siguientes la biomasa de eufáusidos se reduce, aunque sigue manteniendo niveles altos hasta julio.

Es muy probable que este proceso de mayor dispersión de las larvas se vea condicionado no solo por la influencia de corrientes sino también por la disponibilidad de alimento, como ocurre en la costa occidental de la península. Lavaniegos (1994) y Gómez (1996), encuentran que en esa región *N. simplex* muestra una rápida respuesta a la reducción en la disponibilidad de alimento relacionada con la morfogénesis larval. Esta especie tiende a desarrollar más rápido sus apéndices natatorios cuando la disponibilidad de alimento es alta, lo cual evita la deriva ocasionada por transporte de Ekman, permitiéndole permanecer cerca de la costa donde los juveniles continúan creciendo en buenas condiciones. Sin embargo, cuando la disponibilidad de alimento se reduce, este proceso se vuelve lento y es posible encontrar mayores concentraciones de *N. simplex* fuera de la costa.

Además de los cambios en la abundancia de las presas, posiblemente el rorcual azul accede a fuentes de energía más ricas o de mejor calidad, ya que estas ballenas suelen estar asociadas con agregaciones superficiales de *N. simplex* en la porción suroeste del Golfo de California (Gendron, 1990). Se ha propuesto que dichas agregaciones están relacionadas con actividad reproductiva de *N. simplex* puesto que se caracterizan por estar constituidas por un alto porcentaje de adultos en condiciones reproductivas así como huevos y metanauplios (Gendron, 1992). El consumo sobre enjambres compuestos fundamentalmente por adultos representaría una ventaja para la obtención de energía, ya que se ha demostrado que aunque el sexo y el grado de desarrollo de los eufáusidos no modifica substancialmente la proporción de lípidos con respecto a su peso total, la composición o calidad de esos lípidos varía con el sexo y la edad (Morris, 1973). Esta condición, así como la capacidad de *N. simplex* de proteger sus huevos en ovisacos externos y acarrearlos hacia la superficie hasta que las larvas eclosionen en estadio de pseudometanauplio (Boden, 1951), podría contribuir a aumentar aún más el aporte energético, puesto que los huevos de los eufáusidos están compuestos principalmente de fosfolípidos y triglicéridos (Morris, 1973). De hecho, Croxall & Price (1987) encuentran que en la Antártida, la mayor demanda de krill (*Euphausia superba*) por parte de algunas especies de pingüinos coincide con el momento en que las hembras de krill duplican su contenido energético debido al desarrollo de huevos ricos en lípidos.

En contraste, *B. physalus* aparentemente estaría usando áreas más someras y aparentemente con mayor posibilidad de encontrar larvas, siendo excluida en apariencia, hacia zonas menos rentables para la alimentación. Sin embargo, de acuerdo con Patige (1978), cuando la densidad poblacional de una especie es baja, el hábitat preferido no siempre es utilizado en su totalidad. De modo que al entrar en contacto con la otra especie no necesariamente hay un desplazamiento, sino por el contrario, un simple empleo de las áreas subutilizadas. Otra posibilidad que plantea es que la especie más vulnerable a los cambios en el hábitat se desplace al entrar en contacto con la que es más tolerante. El rorcual común, al emplear el área por más tiempo, en condiciones menos ventajosas, probablemente tolere niveles más bajos de alimento, o calidades menores del mismo. Sin embargo, no es posible establecer si el rorcual azul sale de la bahía como resultado de la presencia del rorcual común o si lo hace como respuesta a cambios en la calidad del hábitat. Dado que *B. physalus* se considera residente del Golfo de California, es muy probable que desarrolle otras actividades distintas a la alimentación en épocas donde la productividad es menor y por ello pueden permanecer más tiempo en la Bahía de La Paz.

El número de rorcuales azules que se presentaron en la Bahía de la Paz durante el periodo de estudio fue substancialmente inferior al de rorcuales comunes. Es posible que la menor dispersión en tiempo y sobre todo en espacio de *B. musculus* no solo se deba a un escaso número (ya que resultaron menos abundantes), promoviendo menor competencia intraespecífica, sino también a que tengan requerimientos más estrictos que *B. physalus*.

Patridge (1978) ha planteado que cuando hay especies que se han adaptado evolutivamente hacia un ambiente, puede darse una selección favorable hacia los individuos que muestran una tendencia a restringir sus preferencias en el hábitat, brindando menos oportunidades de sobreposición de nichos con otras especies.

Por lo tanto, es importante conocer que tan vulnerables son estas especies a los cambios ambientales, ya que en general, conforme los mamíferos marinos se especializan aumentan su vulnerabilidad, por lo que su presencia en ciertos ambientes depende de la estabilidad de los mismos (Longhurst, 1981). En este sentido cabe notar que la presencia de un evento de El Niño durante este estudio (1993), mostró respuestas diferentes en ambas especies, ambas restringieron su distribución espacial, pero *B. musculus* redujo notablemente su presencia en la bahía y por tanto su abundancia relativa fue substancialmente menor que en otros años; mientras que *B. physalus* modificó fuertemente su patrón de distribución temporal, presentándose casi en las mismas zonas en que se presentó *B. musculus* pero con una diferencia en tiempo de 3 meses.

Cabe mencionar, que los eufáusidos pueden ser presa de otros organismos como aves marinas, tiburones, mantas, otros peces y crustáceos, por lo que la similitud en los requerimientos ecológicos que cada una de estas especies tenga entre sí, puede producir un efecto no considerado en este estudio, alterando de manera independiente los patrones de distribución. En ese sentido, Payne et al., (1990) encuentran que existe relación entre la distribución de *Megaptera novaeangliae* y su presa, así como modificaciones en la abundancia de esta ballena dependiendo de la presencia de otros competidores, que no son mamíferos marinos.

Entre más diferencia exista entre la utilización de recursos por parte de estas especies la sobreposición de nichos será menor. Sin embargo, si el recurso que comparten no se encuentra limitado, difícilmente se puede establecer una competencia. Así, en las regiones templadas de alimentación de estas ballenas, es posible que la cantidad de este recurso no constituya un factor limitante, por lo que la sobreposición en el hábitat no jugaría un papel tan importante en el fenómeno de competencia. Es por ello que en una región subtropical como la Bahía de La Paz, es necesaria una mayor investigación en relación a la dinámica trófica entre las especies y las relaciones que se establecen como consecuencia de éstas.

## 8. CONCLUSIONES.

1. Considerando el contenido de los copros, y la importancia relativa de sus componentes, se concluye que *B. musculus* y *B. physalus* son principalmente zooplanctófagas, y que la especie más importante en la dieta de ambas especies en el Suroeste del Golfo de California es el eufáusido *N. simplex*, del cual consumen principalmente formas juveniles y adultas.
2. Las diferencias en la composición los contenidos de los copros no permiten considerar que la dieta sea diferente para ambos rorcuales. Asimismo, no existen evidencias de que las tallas consumidas por ambas especies de ballenas sean significativamente distintas.
3. Existe variación mensual en cuanto al tamaño de las presas para ambas especies, en ambos casos, las tallas más grandes de *N. simplex* son consumidas en febrero.
4. *Balaenoptera physalus* es más abundante y tiene un uso más generalizado de la Bahía de La Paz que *B. musculus*.
5. *B. musculus* mostró mayor tendencia a ocupar la región central y norte de la bahía; mientras que *B. physalus* mostró mayor tendencia a ocupar la región central y sur de este cuerpo de agua.
6. La separación de nichos entre ambas especies fue mayor en la escala espacial, mostrando mayor traslapamiento en la región central de la bahía; a escala temporal, la sobreposición fue mayor durante primavera; solo en 1993, año en que ocurrió un evento El Niño, hubo un desfazamiento de tres meses.
7. Aunque ambas especies comparten un mismo recurso en La Bahía de La Paz, se observa que suelen coexistir. Dicha coexistencia puede atribuirse a una segregación parcial tanto en tiempo como en espacio, gracias a la cual aparentemente estas especies reducen las posibilidades de competencia interespecífica en la Bahía de La Paz.

## 9. RECOMENDACIONES.

En virtud de que la disponibilidad y accesibilidad de alimento parecen regir la intensidad y el tipo de interacciones entre estas especies en la Bahía de La Paz y aguas adyacentes, se recomienda la realización de estudios encaminados a conocer con mayor detalle las relaciones predador-presa, en este tipo de regiones, incluyendo a los eufáusidos como parte importante del ecosistema.

En la medida de lo posible, es deseable contar con un mayor número de muestras para poder tener mayor certidumbre en la composición y las tallas que preferentemente consumen estas ballenas. Para ello es necesario estandarizar las técnicas de colecta de copros, empleando solo recipientes cerrados o redes de malla muy fina, y de mango largo. Además es recomendable registrar la consistencia del copro, el método de colecta y el tiempo empleado en obtenerlo, a fin de probar el efecto de éstas variables en la composición de las heces.

Aprovechar los estudios hidroacústicos con muestreos simultáneos de eufáusidos que actualmente se realizan, ya que en conjunto con la colecta de copros, permitirán conocer que tan accesibles son los recursos disponibles en el área, conocer el tamaño de los enjambres y evaluar diferencias de talla de la presa en función al sitio de colecta, lo que permitiría determinar si las condiciones de cada localidad generan mayor dispersión en las tallas disponibles.

Para comprobar que la forma de las mandíbulas no cambia con el grado de desarrollo de los eufáusidos, se recomienda hacer estudios de ontogénesis de las mandíbulas de eufáusidos. Asimismo, dado que los eufáusidos pueden ser presa de otros organismos distintos a las ballenas, la elaboración de un catálogo y claves para la identificación de piezas mandibulares de las principales especies de eufáusidos en la región contribuiría a establecer con mayor precisión la identidad de las presas en heces de otros organismos.

Aunque la distribución de estas especies varió de acuerdo a las condiciones ecológicas que se presentaron año con año, es posible establecer zonas o gradientes de distribución en tiempo y espacio, por lo que estudios posteriores tales como estimaciones del número de ballenas que visitan el área, pueden plantearse a partir de una estratificación en el esfuerzo de búsqueda de los rorcuales.

El presente estudio plantea la posibilidad de que las diferencias espaciales y temporales entre ambos rorcuales se vean influenciados por cambios en la calidad del alimento, por lo que estudios de la composición química de las heces y de las presas disponibles contribuiría a esclarecer dicha proposición.

A fin de conocer si el espectro alimenticio de *B. physalus* en el Golfo de California cambia de acuerdo a la localidad o a la temporada del año, sería recomendable llevar a cabo un plan intensivo de colecta de muestras, que garantice tener representadas la mayor cantidad de heces posibles de las principales zonas ocupadas por esta especie a lo largo del año.

Es importante realizar más estudios encaminados a conocer las relaciones tróficas entre las especies que coexisten y comparten recursos comunes en el Golfo de California, a fin de conocer con mayor detalle el flujo de energía dentro de los distintos niveles tróficos, así como las relaciones que entre estas especies se pueden establecer.

## 10. LITERATURA CITADA.

ANÓNIMO, 1977. **Cabo San Lázaro to Cabo San Lucas and southern part of Gulf of California. Scale 1: 667,680.** Defense Mapping Agency, Omega, U.S.A.

ANÓNIMO, 1984. **Carta Geológica: La Paz G12-10-11.1:250 000.** Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría De Programación y Presupuesto.

ALVAREZ-BORREGO, S., 1983. **Gulf of California.** En: B.H. Ketchum (Ed.). *Ecosystems of the world, 26 estuaries and enclosed seas.* Elsevier Scientific Publishing Company, Inc., 472-449.

ALVAREZ-BORREGO, S. & R. A. SCHWARTZLOSE, 1979. **Masas de agua del Golfo de California.** *Ciencias Marinas*, 6 (1, 2): 43-63.

ARNASON, U. R., S. A. PALSDTTIR & A. ARNASON, 1991. **Molecular identification of hybrids between the two largest whales species, the blue whale (*Balaenoptera musculus*) and the fin whale (*Balaenoptera physalus*).** *Hereditas*, 115: 183-189.

AURIOLES, G. D., J. URBÁN R. & B. MORALES V., 1993. **Programa nacional de investigación sobre mamíferos marinos.** En : S. I. Salazar-Vallejo & N.E. González (Eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México.* Comisión Nacional de la Biodiversidad y CIQRO, México, 139-159.

BARASH, D. P., 1982. **Sociobiology & behaviour.** 2nd Ed. Elsevier, 426 pp.

BEST, P.B., 1979. **Social organization in sperm whales, *Physeter macrocephalus*.** En: H. E. Winn & B. L. Olla (Eds.). *Behavior of marine animals.* Plenum Press, (3):227-290.

BODEN, B. P., 1951. **The egg and larval stages of *Nyctiphanes simplex* a euphausiid crustacean from California.** *Proceedings of the Zoological Society of London*, 121 (2): 515-527.

BODEN, B. P., M. W. JOHNSON & E. BRINTON, 1955. **The euphausiacea (CRUSTACEA) of the North Pacific.** *Bulletin of Scripps Institution of Oceanography*, 6 (8): 287-400.

BRINTON, E., 1975. **Euphausiids of southeast asian waters**. University of California. Scripps Institution of Oceanography, 287 pp.

BRINTON, E. & A. W. TOWNSEND, 1980. **Euphausiids in the Gulf of California, the 1957 cruises**. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports, 21: 211-236.

BROADHEAD, E. & A. J. WAPSHERE, 1966. **Mesopsocus populations on larch in England - The distribution and dynamics of two closely-related coexisting species of Psocoptera sharing the same food resource**. En: R.H. Whittaker & S.A Levin (Eds.) Niche: Theory and application. Benchmark papers in Ecology V3. Dowden, Hutchinson Ross, Inc., 360-367.

CAILLIET, G. M., L.S. MILTON & A. W. EBELING, 1986. **Fishes. A field and laboratory manual on their structure, identification, and natural history**. Wadsworth Publishing Company, 194 pp.

CALAMBOKIDIS, J., G. H. STEIGER, J. C. CUBBAGE, K. C. BALCOMB, C. EWALD, S. KRUSE, R. WELL & R. SEARS, 1990. **Sighting and movements of blue whales off central California 1986-1988 from photo-identification of individuals**. Reports to the International Whale Commission (special issue), : 343-348.

CASTRO-AGUIRRE, J.L., M. SIGNORET & H. SANTOYO, 1984. **Aspectos ecológicos del plancton de la Bahía de La Paz, B.C.S. II Análisis de variables múltiples**. Memoria del III Simposium sobre Biología Marina de la UABCS, 164-184.

CORKERON, P., 1988. **Distribucion y ecología**. En: Harrison, R. & M. M. Bryden (Eds.). Ballenas, delfines y marsopas. Encuentro Editorial, S.A., 84-98.

COX, C.B., & P.D. MOORE, 1993. **Biogeography. An ecological and evolutionary approach**. 5th edition. Blackwell Science. 326 pp.

CROXALL, J. P., & P. A. PRINCE, 1987. **Seabirds as predators on marine resources, especially krill at South Georgia**. En: J. P. Croxall (Ed.) Seabirds, feeding biology and role in marine ecosystems. Cambridge University Press, 347-368.

- CRUZ-OROZCO, R., C. MARTÍNEZ-NORIEGA & A. MENDOZA-MARAVILLAS. 1996. Batimetría y sedimentos de la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Oceanides*, 11 (1): 21-27.
- DALLEY, D. D. & S. MCCLATCHIE. 1989. **Functional** feeding morphology of the euphausiid *Nyctiphanes australis*. *Marine Biology*, 101: 195-203.
- DE SILVA-DÁVILA, R., 1997. Abundancia y distribución de eufáusidos y producción larval de *Nyctiphanes simplex* **Hansen**, en la Bahía de la Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, 128 pp.
- ENRIQUEZ-PAREDES, L. M., 1996. Ocurrencia, movimientos, estructura social y tamaño de **las** agregaciones de rorqual **común** *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) en el Golfo de California, **México**. Tesis de Licenciatura. UABCS. 59 pp.
- EISENBERG, J. F., 1981. The mamalian radiations: **an** analysis of trends **in** evolution, adaptation and behaviour. The University of Chicago Press. 610 pp.
- FLORES-RAMÍREZ, S., J. URBAN, G. VILLARREAL-CHÁVEZ & R. VALLES-JIMÉNEZ, 1996. Cambios espaciales y temporales de la estructura comunitaria de los **cetáceos** en la Bahía de La Paz, B.C.S., México (1988-1991). *Ciencias Marinas*. 22 (2) :151-173.
- GAGO, F. J., 1993. Morphology of the saccular otoliths of six **species** of **lanternfishes** of the Genus *Symbolophorus* (**Pisces: Myctophidae**). *Bulletin of Marine Science*, 52 (3): 949-960.
- GAMBELL, R., 1985. Fin whale. *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) En: S. H. Ridgway & R. Harrison (Eds.). Handbook of marine mammals. Vol. 3 The Sirenians and Baleen Whales. Academic Press Inc., 171-192.
- GARCÍA-MALDONADO, L., 1997. Digestión *in vitro* de otolitos de cuatro especies de peces que son alimento del lobo marino de California (*Zalophus californianus*), en México. Tesis de Licenciatura. ENEP-Iztacala. UNAM, 45 pp.

GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. J., 1995. Ecología alimentaria del lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus*, en Los Islotes, B.C.S., México. Tesis Licenciatura. UABCS, 106 pp.

GASKIN, D. E., 1982. The ecology of **whales** and dolphins. Heinemann, 459 pp.

GENDRON, D.. 1990. Relación entre la abundancia de eufáusidos y de ballenas azules (*Balaenoptera musculus*) en el Golfo de California. Tesis de Mestría, CICIMAR-IPN, B.C.S., 64 pp.

GENDRON, D.. 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.

GENDRON, D., 1993. **Índice** de avistamiento y distribución del género *Balaenoptera* en el Golfo de California4 México, durante febrero, **marzo** y abril de 1988. Revista de Investigación Científica (No. esp. SOMEMMA), UABCS. 1:21-29.

GENDRON, D., 1997. Observación turística de ballena azul: un caso para la conservación. Resúmenes de la XXII Reunión Internacional para el Estudio de los **Mamíferos** Marinos. SEMARNAP-INP-SOMEMMA, : 35.

GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J. G., 1995. Distribution patterns, abundance and population dynamics of the euphausiids *Nyctiphanes simplex* and *Euphausia eximia* off the west coast of Baja California, México. Marine Ecology Progress Series, 119: 63 -76.

GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J. G., 1996. Ecology of early larval development of *Nyctiphanes simplex* Hansen (Euphausiacea) off the southwest coast of Baja California, México. Bulletin of Marine Science, 58 (1): 131-146.

GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J. G., R. DE SILVA-DÁVILA & B. LAVANIEGOS-ESPEJO, 1996. Growth production of the euphausiid *Nyctiphanes simplex* on the coastal shelf off **Bahía** Magdalena, Baja California Sur, México. Marine Ecology Progress Series, 138:309-314.

HARVEY, J. T. & G.A. ANTONELIS, 1994. Biases associated with non-lethal methods of determining the diet of northern elephant **seals**. Marine Mammal Science, 10 (2): 178-187.

HAYWARD, T. L.. 1992. **Preliminary observations of the 1991-1992 El Niño in the California Current.** California Cooperative Fisheries Reports, (34): 21-29.

HAYWARD, T. L., A. W. MANTYLA, R. J. LYNN, P. E. SMITH & T. K. CHERESKIN, 1994. **The state of the California Current in 1993-1994.** California Cooperative Fisheries Reports, (35): 19-35.

JEFFERSON, T. A., S. LEATHERWOOD & M. A. WEBBER. 1993. **Marine Mammals of the World. FAO species identification guide.** FAO, 320 pp.

JONES, R. S., 1968. **A suggested method for quantifying gut contents in herbivorous fishes.** Microscopica, 4 (2): 369-371.

JONSGÅRD, A., 1966. **The distribution of balaenopteridae in the North Atlantic Ocean.** En: K.S. Norris (Ed.). Whales, dolphins and porpoises. University of California Press, 114-123.

JORDAN, D.S. & B. W. EVERMANN, 1900. **The fishes of north & middle America. A descriptive catalogue of the fish-like vertebrates found in the waters of North America, north of the Isthmus of Panama. Parts IV.** U.S. Natural Museum Bulletin, 47: 3 137- 4470.

KAWAMURA, A. 1971. **Influence of chasing time to stomach contents of baleen and sperm whales.** The Scientific Reports of the Whales Research Institute, 23: 27-36.

KAWAMURA, A., 1980. **A review of food of balaenopterid whales.** The Scientific Reports of the Whales Research Institute, 32: 155-197.

KAWAMURA, A., 1990. **Local aggregations of surface zooplankton in the pelagic regions of the northern North Pacific Bering Sea and the Gulf of Makai.** The Bulletin of the Faculty of Biosciences, 3: 4 1-56.

KIECKHEFER, T. R., 1992. **Feeding ecology of humpback whales in continental shelf waters near Cordell Bank, California.** Tesis de Maestría. Moss Landing Marine Laboratories San Jose State University, 86 pp.

KROGH, A., 1934. **Physiology of the blue whale.** Nature, 2X: 635-636.

- LAMBERSTEN, R. H., 1983. **Internal** mechanism of rorqual feeding. *Journal of Mammalogy*, 64: 76-88.
- LAVANIEGOS, B. E., 1994. Dispersion and development patterns **in larvae** of *Nyctiphanes simplex* (Euphausiacea) **in** the upwelling región off Baja California. *Marine Ecology Progress Series*, 160: 207-225.
- LAVANIEGOS, B. E., J. LARA-LARA & E. BRINTON, 1989. Effects of the 1982-83 El **Niño** event **on** the euphausiid populations of the Gulf of California. *California Cooperative Fisheries Reports*, (30): 73-87.
- LEATHERWOOD, S., R. R. REEVES, W. F. PERRIN, & W. E. EVANS. 1988. Whales, Dolphins and Porpoises of the Eastern North **Pacific and** Adjacent Arctic Waters. A guide to their identification. **Dover** Publications, Inc., 245 pp.
- LOCKEYER C.H. & S.G. BROWN, 1981. The migration of whales. En: D.J. Aidley (Eds.). *Animal migration*. Society for Experimental Biology Seminar Series. Cambridge University Press, 13: 105-137.
- LONGHURST, A.R., 1981. Marine mammal adaptations. En: *Analysis of marine ecosystems*, 399-413.
- MACKINTOSH, N. A., 1966. The distribution of southern blue and fin whales. En: K. S. Norris (Ed.). *Whales dolphins & porpoises*. University of California Press. **Berkeley & Los Angeles**, 125-144.
- MACKINTOSH, N. A., 1974. Size of krill **eaten** by whales. *Discovery Report*, 36: 16 1-177.
- MATE, B., 1980. Mammals. En: *Environmental assessment of the Alaskan continental shelf*. NOAA Northeast Gulf of Alaska Interim Synthesis Report, 3 13 pp.
- MAUCHLINE, A. C., 1967. Feeding appendages of the Euphausiacea (**Crustacea**). *Journal of Zoology*, 153: 1-43.
- MAUCHLINE, A. C., 1980. The biology of mysids and euphausiids. *Advances in marine Biology*, 18: 681 pp.
- MAUCHLINE, A. C., & R. L. FISHER., 1969. **The biology of euphausiids**. *Advances in marine Biology*, 7: 454 pp.

MAY, R. H., 1973. **Stability & complexity in model ecosystems**. Princeton University Press, 263 pp.

MERRITT, J. M., 1973. **Ecology: An evolutionary approach**. Addison-Wesley Publishing Company, 493 pp.

McCULLOUGH, D.R., D.H. HIRT & S.J. NEWHOUSE, 1988. **Resource partitioning between sexes in white-tailed deer**. Journal of Wildlife Management, 53 (2): 277-283.

MITCHELL, E. D., 1972. **Balaenopterine or finner whales**. En: Baleen whales in Eastern North Pacific and Arctic waters. A. Seed Comp. Pacific Sponsdor, 25-30.

MORRIS, R.J., 1973. **Relationships between the sex and degree of maturity of marine crustaceans and their lipid compositions**. Journal of Marine Biology Assessment, 53: 27-37.

MURILLO, J.M., 1987. **Algunas características paleoceanográficas y cuerpos de agua inferidos a partir del registro micropaleontológico (radiolaria) en la Bahía de La Paz, B.C.S., México**. Tesis de Licenciatura, UABCS. 70 pp.

NEMOTO, T., 1957. **Foods of baleen whales in the northern Pacific**. The Scientific Reports of the Whales Research Institute, 12: 33-89.

NEMOTO, T., 1959. **Foods of baleen whales in reference to whale movements**. The Scientific Reports of the Whales Research Institute, 14: 149-290.

OBESO-NIEBLAS, M. 1986. **Propagación de la Constituyente M2 de la marea en la Bahía de La Paz, B.C.S., México, mediante un modelo bidimensional hidrodinámico numérico**. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, 123 pp.

ORTON, L.S., & P.F. BRODIE, 1987. **Engulfing mechanics of fin whales**. Canadian Journal of Zoology, 65: 2898-2970.

PATRIGE, L., 1978. **Habitat selection**. En: J.R. Krebs & N.B. Davies (Eds.). Behavioural ecology, an evolutionary approach. Blackwell Scientific Publications, 494 pp.

PAYNE, P. M., D. N. WILEY, S. B. YOUNG, S. PITMAN, P. J. CLAPHAM & J. W. JOSSI., 1990. **Recent** fluctuations **in** the abundance of baleen whales **in** the southern Gulf of Maine **in relation to** changes **in** selected prey. *Fishery Bulletin*, 88: 687-696.

PEREZ-ESPAÑA, H., 1994. Hábitos alimentarios del ángel real *Holacanthus passer* Valenciennes, 1846 y del **angel** de Cortés *Pomacanthus zonipectus* Gill, 18633 (**Osteichtyes:Pomacanthidae**) en la costa sur-occidental del **Golfo** de California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, 71pp.

PIELOU, E.C. 1969. **An** introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience, 286 pp.

PIELOU, E.C. 1974. Population and community ecology: Principles and methods. Gordon and **Breach** Science Publishers, 424 pp.

PIERCE, R.W., J.VAN DER VEEN & H.S. OLCOTT, 1969. Proximate and lipid analyses of krill (**Euphausia species**) and red Crab (Pleuroncodes planipes) *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 17 (2): 367-369.

PIKE, G.H., 1984. **Optimal** foraging theory: **a** critica1 review. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 15: 523-575.

RECHER, f-l. F., 1966. **Some aspects** of the ecology of migrant shorebirds. En: R.H. Whittaker & S.A Levin (Eds.). *Niche: Theory and application*. Dowden, Hutchinson Ross, Inc. 360-367.

REILLY, S. B. & V. G. THAYER, 1990. **Blue** whale (*Balaenoptera musculus*) distribution **in** the Eastern Tropical **Pacific**. *Marine Mammal Sciencce*, 6(4): 265-277.

RICE, D. W., 1966. Blue whales **in** the waters off Baja California. Scientific Commite **International Whaling** Commision (no publicado), 12 pp.

RITZ, D. A., 1994. Social aggregation **in pelagic** invertebrates. *Advances in Marine Biology*, 30: 155-216.

ROBBINS, C.T., 1993. Wildlife feeding and nutrition. 2nd de. Acadcmic Press, Inc. 35 1 pp.

ROJAS, B.L., 1984. Presencia y distribución del rorcual común *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) (Cetacea: Balaenopteridae) en el Golfo de California, México. Tesis Profesional. UNAM, 157 pp.

SEARS, R., 1987. The photographic **identification** of individual **blue** whales (*Balaenoptera musculus*) in the sea of Cortez. Cetus, 7 (1): 14-17.

SEARS, R., 1990. The **Cortez** blues. Whalewatcher, Summer: 12-16.

SIGNORET, M. & SANTOYO, H. 1980. Aspectos ecológicos del **pláncton** de la Bahía de La Paz, Baja California Sur. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM, 7 (2): 217-248.

SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF, 1969. Biometry. 2nd edition. W. H. Freeman Company, 859 pp.

SOKAL, R. R., & F. J. ROHLF, 1980. Introducción a la Bioestadística. Reverté, 362 pp.

SPILLIAERT, R., A. PÁLSDÓTTIR & A. ARNASON, 1988. Analysis of the C4 gene **in** three **species** of baleen whales, fin (*Balaenoptera physalus*), sei (*B. borealis*) and minke (*B. acutirostrata*) using a **human cDNA probe**. Report of the International Whaling Commission, SC/40/034: 1-10.

STELL, R. G. & J.H. TORRIE, 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. 2a Ed. McGraw-Hill, México. 622 pp.

SVÄRDSON, G., 1949. Competition and habitat selection **in** birds, Oikos 1:157-174. En: E. Merritt (Ed.). 1973. Ecology: an evolutionary approach. Addison-Wesley Publishing Company. 493 pp.

TAUBER, C.A., & M.J. TAUBER, 1989. Sympatric speciation **in** **insects**: perception and **perspective**. En: D. Otte & J.A. Endler (Eds.) Speciation and its consequences. Sinauer Associates, Inc., 307-344.

TERSHEY, 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.

TERSHEY, B. R., & C. S. STRONG, 1984. Occurrence and associations of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Gulf of California, Mexico. Memorias de la IX Reunión Internacional Para el Estudio de los Mamíferos Marinos. UABCS, 29 pp.

TERSHEY, B. R., D. BREESE & C. S. STRONG, 1990. Abundance, seasonal distribution and population composition of Balaenopterid whales in the Canal de Ballenas, Gulf of California, México. 369-375. En: Hammond, P.S., S.A. Mizroch & G. P. Donovan (Eds.). Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission, (Special Issue) 12: 440 pp.

TERSHEY, B. R., D. BREESE & S. ALVAREZ-BORREGO, 1991. Increase in cetacean and Seabird numbers in the Canal de Ballenas during an El Niño-Southern Oscillation Event. Marine Ecology Progress Series, 62: 299-302.

TERSHEY, B. R., J. URBAN-RAMIREZ, D. BREESE, L. ROJAS-BRACHO & L.T. FINDLEY, 1993a. Are fin whales resident to the Gulf of California?. Revista de Investigación Científica. UABCS, (No. esp. SOMEMMA) 1: 69-72.

TERSHEY, B. R., A. ACEVEDO-G, D. BREESE & C. S. STRONG, 1993b. Diet and feeding behavior of fin and bryde's whales in the central Gulf of California, Mexico. Revista de Investigación Científica. UABCS, (No. esp. SOMEMMA) 1:31-38.

URBAN-R. J., & A. AGUAYO-L., 1987. Cetáceos observados en la costa occidental de la Península de Baja California, México, septiembre 1981-enero 1985. Memorias de la X Reunión Internacional sobre Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S., México, 93-118.

URBAN-R. J., D. AURIOLES-G & A. AGUAYO-L., 1988. El rorcual común (*Balaenoptera physalus*) en la porción sur del Golfo de California. Resúmenes de la XII Reunión Internacional sobre Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S., México.

VAN DER VEEN, J., B. MEDWADOWSKI & H. S. OLCOTT, 1971. The lipids of krill (*Euphausia* species) and red crab (*Pleuroncodes planipes*). Lipids, 6 (7): 481-485.

VIDAL, O., L. T. FINDLEY & S. LEATHERWOOD, 1993. **Annotated checklist of the marine mammals of the Gulf of California.** Proceedings of the San Diego Society of Natural History, 28: 1-10.

VILLASEÑOR-CASALES, A., 1979. **Distribución de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, durante la primavera de 1976.** California Cooperative Fisheries Reports, 20: 146-149.

WALLACE, A., 1987. **The niche in competition and evolution.** John Wiley & Sons, 175 pp.

WELLS, R.S., B. G. WURSIG & K. S. NORRIS, 1981. **Un reconocimiento de los mamíferos marinos en el alto Golfo de California, México.** Memorias Sexta Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos de la Península de Baja California. SOMEMMA. AC., 41.

WHITEHEAD, H., 1991. **Social organization of female sperm whales and their offspring: constant companions and casual acquaintances.** Behavioral Ecology and Sociobiology, 29 (5): 385-389.

YOCHER, P. K. & S. LEATHERWOOD, 1985. **Blue whale. *Balaenoptera musculus* (Linnaeus, 1758)** En: S. H. Ridgway & R. Harrison (Eds.). Handbook of marine mammals. Vol. 3, The sirenians and baleen whales. Academic Press Inc., 193-240.

ZAVALA-GONZÁLEZ, A., J. URBÁN-RAMÍREZ & C. ESQUIVEL-MACÍAS, 1994. **A note on artisanal fisheries interactions with small cetaceans in Mexico.** Report of the International Whaling Commission, SC/46/SM24 (Special Issue 15): 235-237.

ZAVALA-HERNÁNDEZ, V., 1996. **Distribución de *Balaenoptera musculus* y *B. physalus* en función de algunos factores físicos, en la zona comprendida entre Bahía Magdalena y Punta Concepción, Baja California Sur, México.** Tesis de Licenciatura. ENEP-Iztacala UNAM, 57 pp.

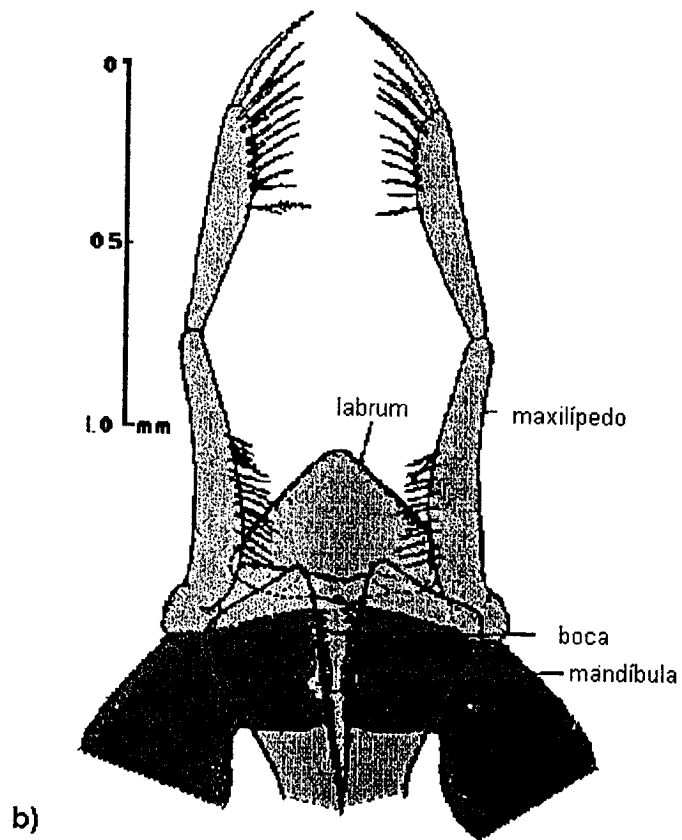
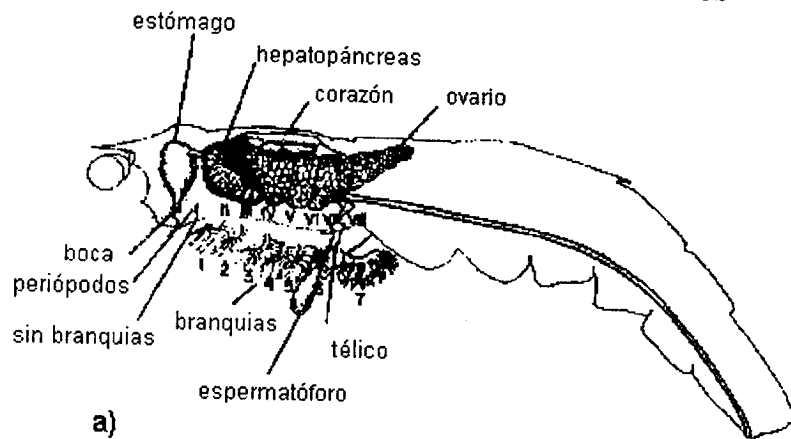
# ANEXO 1

## Bitácora de Crucero.

| FECHA:            |          |                     |      |      |                |        |           |       |  | HOJA No: |
|-------------------|----------|---------------------|------|------|----------------|--------|-----------|-------|--|----------|
| HORA              | ESFUERZO | ROTACIÓN I=         | C=   | D=   | IND=           | RUMBO: | LAT:      | LONG: |  |          |
| ANGULO DE AVISTA: |          | RETICULA DE AVISTA: |      |      | No. DE AVISTA: |        | OBS. No.: | Sp:   |  |          |
| No. DE ANIMALES:  |          | ASOCIA:             | C/C: | S/S: | VISIBILIDAD:   |        | VIENTO:   | DIR:  |  |          |
| OBSERVACIONES:    |          |                     |      |      |                |        |           |       |  |          |
| HORA              | ESFUERZO | ROTACIÓN I=         | C=   | D=   | IND=           | RUMBO: | LAT:      | LONG: |  |          |
| ANGULO DE AVISTA: |          | RETICULA DE AVISTA: |      |      | No. DE AVISTA: |        | OBS. No.: | Sp:   |  |          |
| No. DE ANIMALES:  |          | ASOCIA:             | C/C: | S/S: | VISIBILIDAD:   |        | VIENTO:   | DIR:  |  |          |
| OBSERVACIONES:    |          |                     |      |      |                |        |           |       |  |          |
| HORA              | ESFUERZO | ROTACIÓN I=         | C=   | D=   | IND=           | RUMBO: | LAT:      | LONG: |  |          |
| ANGULO DE AVISTA: |          | RETICULA DE AVISTA: |      |      | No. DE AVISTA: |        | OBS. No.: | Sp:   |  |          |
| No. DE ANIMALES:  |          | ASOCIA:             | C/C: | S/S: | VISIBILIDAD:   |        | VIENTO:   | DIR:  |  |          |
| OBSERVACIONES:    |          |                     |      |      |                |        |           |       |  |          |
| HORA              | ESFUERZO | ROTACIÓN I=         | C=   | D=   | IND=           | RUMBO: | LAT:      | LONG: |  |          |
| ANGULO DE AVISTA: |          | RETICULA DE AVISTA: |      |      | No. DE AVISTA: |        | OBS. No.: | Sp:   |  |          |
| No. DE ANIMALES:  |          | ASOCIA:             | C/C: | S/S: | VISIBILIDAD:   |        | VIENTO:   | DIR:  |  |          |
| OBSERVACIONES:    |          |                     |      |      |                |        |           |       |  |          |
| HORA              | ESFUERZO | ROTACIÓN I=         | C=   | D=   | IND=           | RUMBO: | LAT:      | LONG: |  |          |
| ANGULO DE AVISTA: |          | RETICULA DE AVISTA: |      |      | No. DE AVISTA: |        | OBS. No.: | Sp:   |  |          |
| No. DE ANIMALES:  |          | ASOCIA:             | C/C: | S/S: | VISIBILIDAD:   |        | VIENTO:   | DIR:  |  |          |
| OBSERVACIONES:    |          |                     |      |      |                |        |           |       |  |          |

## ANEXO 2

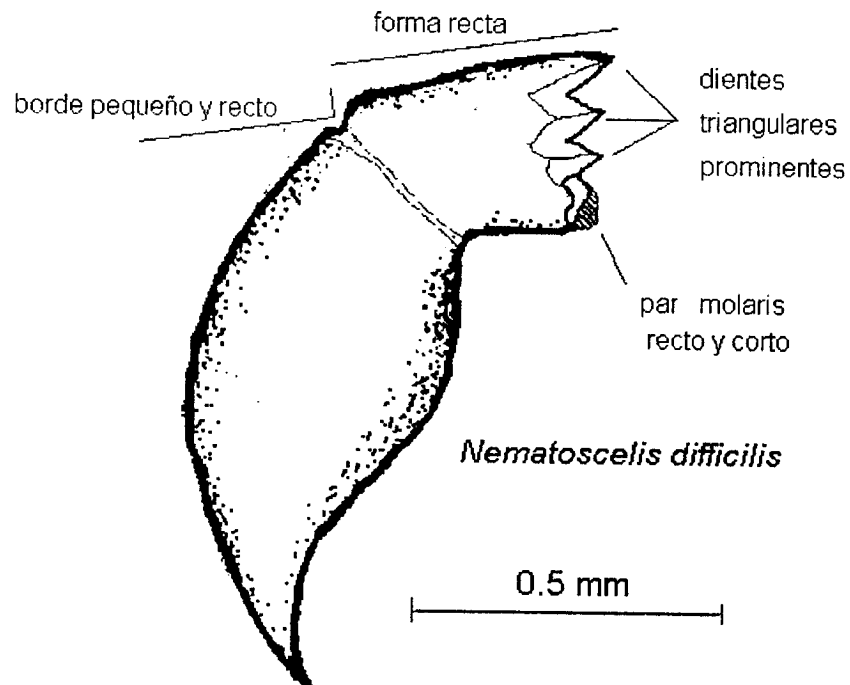
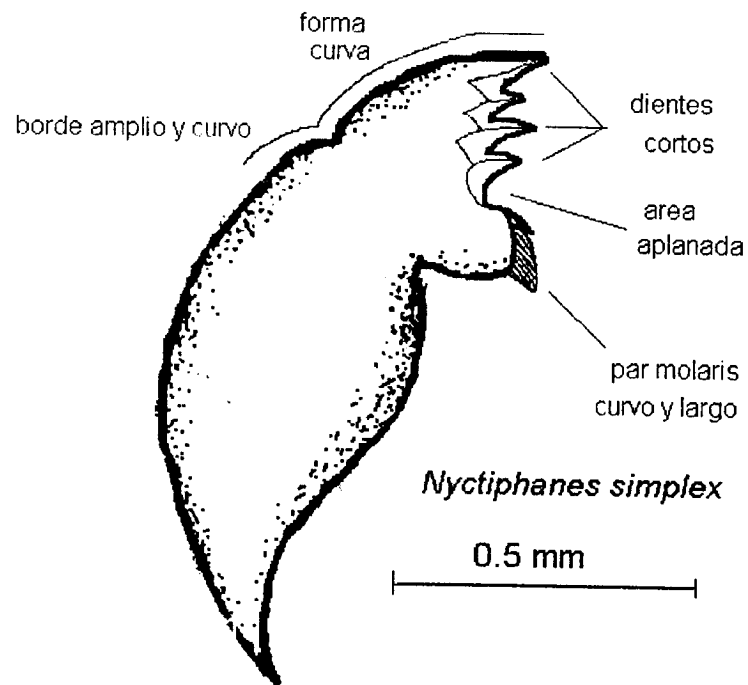
### Aspectos anatómicos de los eufáusidos



a) Organos Internos; b) vista ventral de la porción bucal anterior de eufáusidos. md= mandíbulas. Modificado de Boden et al (1955) y Brinton (1975).

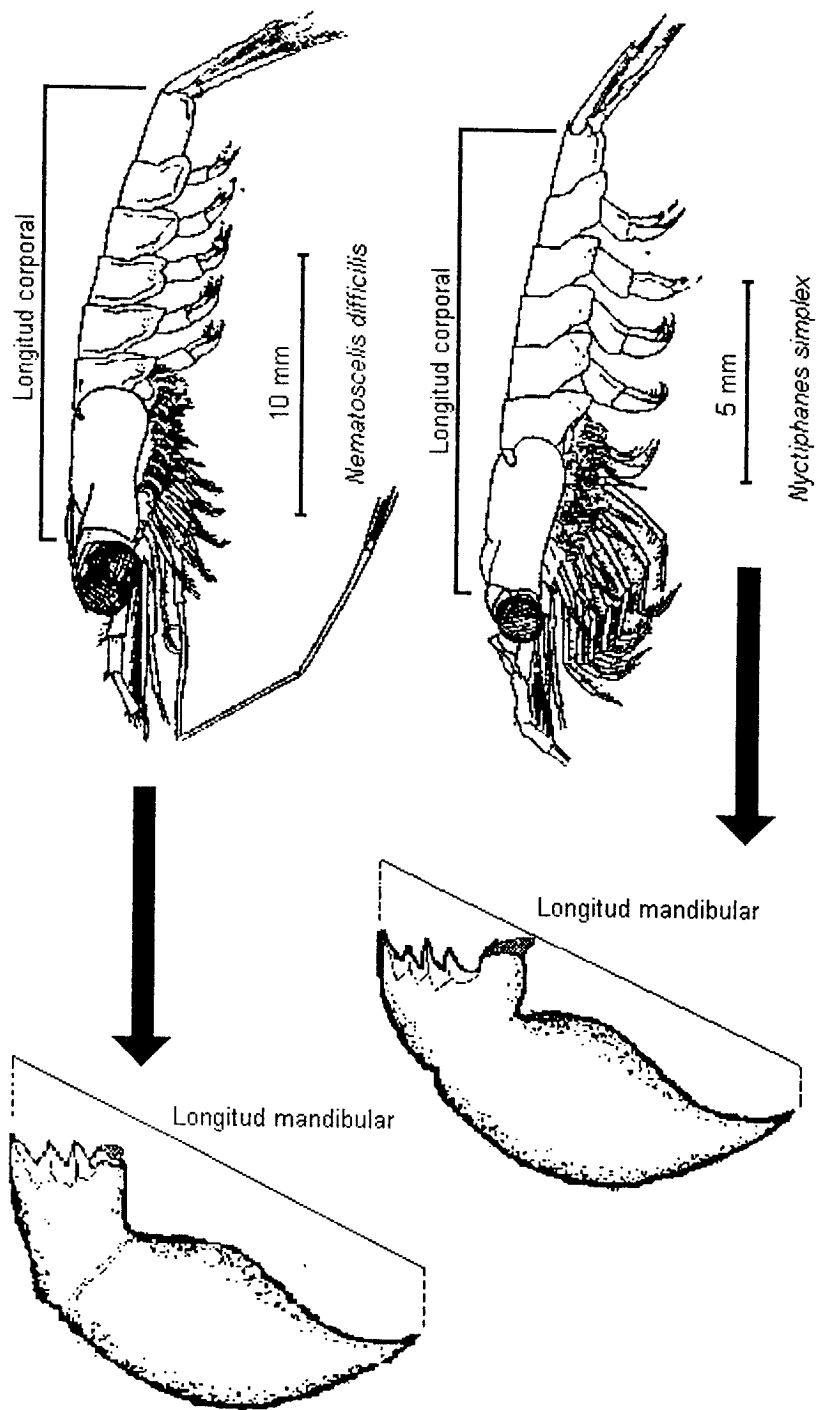
### ANEXO 3

#### Identificación de mandíbulas derechas de eufáusidos



# ANEXO 4

## Medición de la longitud corporal y longitud mandibular



Figuras de adultos modificadas de Boden *et al.* (1955)

**ANEXO 5**  
**Resultados del Análisis de Variancia**  
**para 5 combinaciones de datos de tallas de eufáusidos**  
**n=57**

| Comparación | Réplica | F      | p       | prom. | prom  | prom  | sig 1-2 | sig 2-3 | sig 1-3 |
|-------------|---------|--------|---------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|
| Bm en f-m-a | 1       | 9.29   | <<0.051 | 9.244 | 8.168 | 8.785 | x       | x       |         |
| Bm en f-m-a | 2       | 9.26   | <<0.052 | 9.197 | 8.157 | 8.905 | x       | x       |         |
| Bm en f-m-a | 3       | 12.53  | <<0.05  | 9.342 | 8.137 | 8.746 | x       | x       | x       |
| Bm en f-m-a | 4       | 22.6   | <<0.05  | 9.372 | 7.820 | 8.731 | x       | x       | x       |
| Bm en f-m-a | 5       | 12.079 | <<0.05  | 9.254 | 8.119 | 8.787 | x       | x       | x       |
| Bp en f-a-m | 1       | 20.19  | <<0.05  | 9.615 | 8.269 | 8.077 | x       |         | x       |
| Bp en f-a-m | 2       | 20.23  | <<0.05  | 9.734 | 8.407 | 8.133 | x       |         | x       |
| Bp en f-a-m | 3       | 19.75  | <<0.05  | 9.268 | 8.488 | 7.961 | x       |         | x       |
| Bp en f-a-m | 4       | 22.01  | <<0.05  | 9.675 | 8.478 | 7.890 | x       | x       | x       |
| Bp en f-a-m | 5       | 20.304 | <<0.05  | 9.746 | 8.409 | 8.191 | x       |         | x       |
| Bp (ENSO)   | 1       | 29.01  | <<0.05  | 9.221 | 9.260 | 7.506 |         | x       | x       |
| Bp (ENSO)   | 2       | 33.92  | <<0.05  | 9.255 | 9.587 | 7.618 |         | x       | x       |
| Bp (ENSO)   | 3       | 18.294 | <<0.05  | 9.249 | 9.301 | 7.808 |         | x       | x       |
| Bp (ENSO)   | 4       | 25.055 | <<0.05  | 9.257 | 9.326 | 7.730 |         | x       | x       |
| Bp (ENSO)   | 5       | 24.786 | <<0.05  | 9.163 | 9.490 | 7.644 |         | x       | x       |

| Comparación               | Réplica | F    | F     | F     | p     | p      | p     | prom   | prom   |
|---------------------------|---------|------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| enso-normal               | 1       | 1.21 | 26.02 | 16.78 | .2718 | <<0.05 | .0001 | 8.3829 | 8.1729 |
| enso-normal               | 2       | 0.80 | 26.26 | 13.37 | .3810 | <<0.05 | .0003 | 8.4367 | 8.2698 |
| enso-normal               | 3       | 2.50 | 26.29 | 5.66  | .1151 | <<0.05 | .0182 | 8.5283 | 8.2245 |
| enso-normal               | 4       | 3.30 | 33.15 | 7.06  | .0706 | <<0.05 | .0084 | 8.5283 | 8.1836 |
| enso-normal               | 5       | 0.32 | 22.21 | 12.47 | .5811 | <<0.05 | .0005 | 8.4033 | 8.2999 |
| B. musculus - B. physalus | 1       | .142 | 22.12 | 5.33  | .7102 | <<0.05 | .0218 | 9.0143 | 8.9419 |
| B. musculus - B. physalus | 2       | .009 | 16.93 | 6.91  | .9244 | <<0.05 | .0091 | 9.0511 | 9.0700 |
| B. musculus - B. physalus | 3       | .006 | 21.12 | 2.06  | .9407 | <<0.05 | .1519 | 9.0439 | 9.0582 |
| B. musculus - B. physalus | 4       | .017 | 23.52 | 2.15  | .8991 | <<0.05 | .1437 | 9.0521 | 9.0764 |
| B. musculus - B. physalus | 5       | .099 | 24.83 | 5.76  | .7562 | <<0.05 | .0172 | 9.0204 | 9.0776 |

**DESCRIPCIÓN DE NOMENCLATURA**

Comparación: Se prueban distintas hipótesis: 1) **Bm en f-m-a**: similitud de tallas de las presas de *B. musculus* entre distintos meses {febrero, marzo y abril}; 2) **Bp en f-a-m**: similitud de tallas de las presas entre distintos meses para *B. physalus* {febrero, abril y mayo}; 3) **Bp (ENSO)**: similitud de tallas de las presas entre distintos meses para *B. physalus* en 1993 { marzo, abril y mayo}; 4) **enso-normal**: similitud de tallas de las presas de *B. physalus* entre años normales y 1993 (año ENSO) y 5) **B. musculus - B. physalus**: similitud entre tallas de las presas de *B. musculus* y *B. physalus*. Cada comparación se repitió 5 veces (réplicas) con distintos juegos de datos.

Los valores de **F** corresponden a la F calculada mediante el análisis de variancia para cada conjunto de datos; los valores de **p** son las probabilidades de que las diferencias en cada comparación se deban al azar (valores inferiores a 0.05 indican diferencia significativas al menos en un nivel de cierta variable); la leyenda **prom** se refiere al promedio de tallas para cada mes (comparaciones 1 a 3), año (comparación 4), o especie (comparación 5) según el caso.

La columna **sig.** indica con una X, si existieron diferencias significativas entre el primer y segundo mes en comparación (1-2); entre el segundo y tercer mes (2-3) y entre el primero y tercer mes (1-3), respectivamente.