



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
BAJA CALIFORNIA**

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

POSGRADO EN OCEANOGRAFIA COSTERA

**UTILIZACION ECOLOGICA DE LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA
CALIFORNIA SUR POR EL RORCUAL TROPICAL *Balaenoptera edeni*
(CETACEA: BALAENOPTERIDAE), 1988 - 1991.**



TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

SERGIO FCO. FLORES RAMIREZ

Ensenada, Baja California.

Febrero de 1994.

**UTILIZACION ECOLOGICA DE LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA
CALIFORNIA SUR POR EL RORCUAL TROPICAL *Balaenoptera edeni*
(CETACEA: BALAENOPTERIDAE), 1988 - 1991.**

T E S I S

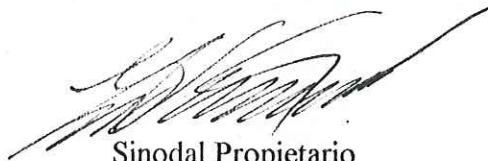
QUE PRESENTA:

SERGIO FRANCISCO FLORES RAMIREZ

Aprobada por:



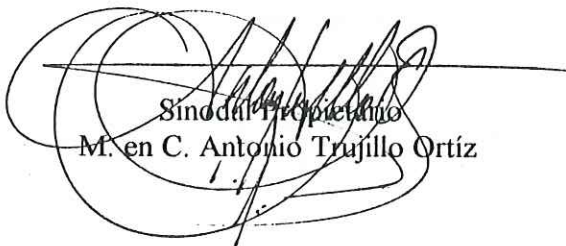
Presidente del Jurado
M. en C. Jorge Urbán Ramírez



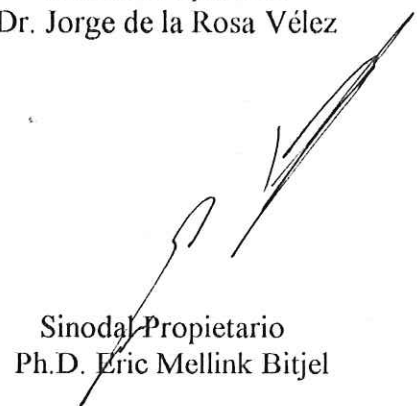
Sinodal Propietario
Dr. Guillermo Villarreal Chávez



Sinodal Propietario
Dr. Jorge de la Rosa Vélez



Sinodal Propietario
M. en C. Antonio Trujillo Ortiz



Sinodal Propietario
Ph.D. Eric Mellink Bitjel

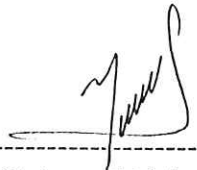
RESUMEN de la tesis del Biol Mar. Sergio Fco. Flores Ramírez, presentada como requisito para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS** en **OCEANOGRAFIA COSTERA**. Ensenada, Baja California, México. Febrero de 1994.

UTILIZACION ECOLOGICA DE LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR POR EL RORCUAL TROPICAL *Balaenoptera edeni* (CETACEA: BALAENOPTERIDAE), 1988 - 1991.

RESUMEN

De junio 1988 a julio 1991, se estudió la utilización ecológica de la Bahía de La Paz por parte del rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*), analizando la abundancia y actividad de los individuos, en relación al cambio ambiental. Al menos dos veces al mes se censó el número de individuos de la especie y se registró su actividad, se infirió la disponibilidad de su alimento y se tomó nota de las condiciones ambientales. El habitat de *B. edeni* fue heterogéneo, caracterizado por procesos oceanográficos locales y estacionales cuyo efecto en los procesos biológicos, comunidades y poblaciones de amniotas marinos, se magnificó con la incidencia de fenómenos oceanográficos de gran escala (p. ej. "El Niño Oscilación Austral"). Aunque la evidencia indirecta (indicadores) confirmó que la productividad y disponibilidad de alimento en la Bahía de La Paz, son mayores en estaciones y años templados, las comunidades de amniotas marinos y la abundancia de *B. edeni* solo variaron significativamente en relación al efecto de la interacción de condiciones ambientales propias de años, zonas y estaciones particulares. La conducta ecológica y estructura social de la especie fueron hasta cierto punto flexibles en relación al cambio ambiental. Los individuos, ocupan y utilizan diferentes ambientes costeros con distinta intensidad y estrategia social, buscando maximizar la obtención de alimento y el encuentro de pareja para la reproducción, al tiempo que evitan la competencia intraespecífica. Los distintos requerimientos metabólicos y reproductivos de las hembras y los machos, sus hábitos oligófagos y la intensa competencia intraespecífica, en conjunto con la naturaleza del alimento preferido de la especie (peces clupeidos) y la variabilidad ambiental, constituyeron factores selectivos que moldearon la existencia solitaria de la especie en el Golfo de California. Se recomienda considerar estos aspectos, en futuras evaluaciones del estado poblacional de la especie en el Golfo de California y el Pacífico Mexicano.

Resumen aprobado por:



M. en C. Jorge Urbán Ramírez.
Director de tesis.

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Presentación.....	1
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Objetivos.....	8
2. METODOLOGIA.....	9
2.1. Area de Estudio.....	9
2.2. Colecta de Información.....	15
2.4. Análisis Estadístico.....	18
3. RESULTADOS.....	19
3.1. Variación Ambiental en la Bahía de La Paz.....	19
3.1.1. Temperatura superficial del agua.....	19
3.1.2. Intensidad de flujo de marea.....	22
3.1.3. Transparencia del agua como indicador de concentración de plancton.....	22
3.1.4. <i>Oceanodroma</i> sp. como indicador de la disponibilidad de eufáusidos.....	26
3.1.5. <i>Pelecanus occidentalis</i> , <i>Sula</i> sp. y <i>Delphinus delphis</i> como indicadores de la disponibilidad de clupeidos.....	26
3.1.6. Diversidad de aves y cetáceos como índices de calidad del habitat.....	27

3.2. Correlación Entre Variables Físicas (Temperatura e Intensidad de Flujo de Marea) y Biológicas (Indicadores de Concentración de Plancton, Disponibilidad de Eufáusidos y Clupeidos e Indices de Calidad del Habitat).....	35
3.3. Variación Espacial y Temporal de la Abundancia, Distribución, Actividad Alimenticia y Disposición Espacial de <i>Balaenoptera edeni</i>	37
3.4. Indice de Habitat de <i>Balaenoptera edeni</i> y Hembras de la Especie.....	45
4. DISCUSION.....	52
4.1. Variabilidad Ecológica en La Bahía de La Paz, B.C.S.....	52
4.1.1. Temperatura superficial del agua.....	52
4.1.2. Intensidad de flujo de marea.....	53
4.1.3. Transparencia del agua como indicador de concentración de plancton.....	54
4.1.4. <i>Oceanodroma</i> sp. como indicador de disponibilidad de eufáusidos.....	55
4.1.5. <i>Pelecanus occidentalis</i> , <i>Sula</i> sp. y <i>Delphinus delphis</i> como indicadores de la disponibilidad de clupeidos.....	56
4.1.6. Diversidad de aves marinas y cetáceos, como índices de calidad de habitat.....	58
4.2. Correlación Entre Variables Físicas (Temperatura e Intensidad de Flujo de Marea) y Biológicas (Indicadores de Concentración de Plancton, Disponibilidad de Eufáusidos y Clupeidos e Indices de Calidad del Habitat).....	60

4.3. Análisis Comparativo de la Variación Espacial y Temporal de la Abundancia, Actividad Alimenticia y Disposición Espacial de <i>Balaenoptera edeni</i> , en La Bahía de La Paz y Otras Areas del Golfo de California.....	61
4.4. Índice de Hábitat, Estrategia de Distribución y Estructura Social, de <i>Balaenoptera edeni</i> en la Bahía de La Paz y el Golfo de California.....	68
5. CONCLUSIONES.....	73
6. LITERATURA CITADA.....	75
ANEXO I.....	88

DEDICATORIA

Con mucho más cansancio y solamente un poco más de sabiduría, dedico el presente al amor verdadero, cualquiera que sea su cara detrás de las mil hermosas máscaras que exhibe.

A México, mi tierra altiva y noble y a sus mares, cuyos horizontes son tan vastos como la esperanza y en cuyas aguas tranquilas o crespas, encontré un motivo a mi existir.

A mis padres, Silvia y Sergio por su ejemplo e inspiración.

A mis hermanos Fausto y Paola, por los momentos incomparables.

A Lucrecia Tello, mi abuela, por las horas de sabiduría y nostalgia.

A mis amigos, por enriquecer mi vida, al permitirme crecer y aprender con ellos.

A las ballenas, esos seres solitarios, habitantes de la inmensidad, misteriosos e inasibles, maestros incomparables en el don de la paciencia y perseverancia, por su enseñanza y por el ansia y calor humano que he experimentado, con toda esa gente que sueña con conocerlas un poco más.

Estos recuerdos se perderán en el tiempo como lágrimas en la lluvia.

Phillip K. Dick "Bladerunner".

"I have something to say now: "It's better to burn up than to fade away."

Joe Elliot "Pyromania."

Toda experiencia mística es una coincidencia y viceversa, por supuesto.

la vida es de hecho, una serie de encuentros entre los que un evento puede cambiar a los sucesivos de manera totalmente impredecible y aún devastadora.

Michael Chrichton "Jurassic Park."

PREFACIO

El presente se gestó al invitarme Jorge Urbán a probar algunas ideas relativas a la ecología del rorcual tropical, en la Bahía de La Paz y en el apoyo de Oscar Arizpe, quién me permitió realizar observaciones en La Bahía de La Paz durante las salidas de práctica e investigación de la materia "Biología de Poblaciones".

En un inicio evalué si el esfuerzo valdría la pena, aunque no mucho tiempo pues el atractivo de una década de estudios biológicos sobre la especie en el Golfo de California, un año y medio para poner a punto una idea desarrollada por primera vez en México y mi fascinación por estos leviatanes prevalecieron. Así, pongo a su consideración mi decisión.

Este trabajo versa sobre probabilidades, que después de todo proveen una certidumbre tranquilizadora, ya que la mayoría tememos a lo ignoto. Ese temor origina rituales como apostar siempre al mismo número de lotería aunque la probabilidad de que sea premiado sea de una en trece millones. Estos rituales encierran un significado enorme, su consumación nos proporciona control aunque sea sobre una parte ínfima de nuestro caótico universo y por ello, no pocos legos se desvelan tratando de determinar la probabilidad de presenciar el nacimiento de una supernova, constatar la expresión de un gen, el decaimiento de la materia e incluso de tener éxito con una chica en la primera cita. De esta manera, la mayoría de personas ocupadas en alguna rama de la investigación buscan develar el atractivo seductor del "¿Qué pasaría...", en base al cálculo de probabilidades.

Lo estético y trascendental de la pregunta y su respuesta se ocultan al final de la frase, en este caso: "... con el comportamiento ecológico del rorcual tropical, si las condiciones de su habitat variaran en un área determinada de su distribución?". La pregunta no es original, pero desde mi punto de vista, sus implicaciones en el conocimiento de la historia natural y evolución de la especie mantienen su vigencia.

No deseo concluir dejando una idea de que el presente se acerca mucho a la verdad, mi paranoia me hace sospechar la existencia de errores de índole diversa. Si los mismos son apreciados espero se me hagan notar, de manera que pueda corregirlos de algún modo. Finalmente, debo asentar que elaborar el presente trabajo constituyó un profundo placer y una labor de amor, pero también una exasperación y un deber. Así, si el curso de su lectura es accidentado, solo espero que el lector encuentre que el camino no estuvo exento de alguna compensación.

Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, Febrero 1994.

AGRADECIMIENTOS

"Tú, que has de juzgarme, no juzgues tan solo este libro o aquél; ven al sitio sagrado donde los retratos de mis amigos cuelgan y miran... Piensa donde la gloria del hombre comienza y termina y dí que mi gloria fue tener tales amigos."

W. B. Yeats.

Una vez superados las horas de soledad frente a la computadora durante el análisis de datos, el tedio de la escritura y correcciones y el suspenso de cada revisión, me es posible recapitular y evaluar el logro. El presente resultó de un intento más por conocer los aspectos ambientales que moldean el comportamiento ecológico del rorqual tropical, empeño motivado por el reto y fascinación implícitos en el estudio de la historia natural y de las adaptaciones de los cetáceos. Este esfuerzo tuvo su crisol en el apoyo de las siguientes personas e instituciones: Mis asesores, los Dr.'s: Eric Mellink Bitjel y Jorge de la Rosa Vélez y el M. en C. Antonio Trujillo Ortiz, emprendieron la épica revisión del manuscrito, dirigieron el tratamiento estadístico y enriquecieron el trabajo con sus puntos de vista. Su esfuerzo dió fluidez y armonía a las ideas que se exponen, mil gracias.

En línea aparte agradezco a Jorge, Antonio y a los M. en C.'s: Jorge Ledezma V., Eduardo Santa María y Oscar Delgado G. (mis mentores en la U.A.B.C.), quienes acometieron la cruzada de prepararme académicamente, brindándome apoyo, aliento y su amistad que ahora atesoro.

Muy especialmente deseo agradecer a mi Director y Co-Director de Tesis: al M. en C. Jorge Urbán R. y al Dr. Guillermo Villarreal Chávez. Con su dirección potencializaron el alcance del trabajo, enriquecieron mi experiencia, me enfrentaron a nuevos retos y al conocimiento implícito en los mismos.

Un período de muestreo tan intenso y extenso, así como el manejo exploratorio de la información, tuvo que descansar en un gran equipo. La colaboración del personal del programa de Investigación de Mamíferos Marinos de la U.A.B.C.S. fue determinante, gracias de todo corazón a: Isabel Hernández R.; Alida Rosales V.; Samuel Cháves R.; Alejandro Gómez - Gallardo U. Rubén Valles J. y Juan Carlos Vargas S. Una mención especial y porra para mi gran compa: Armando Jaramillo Legorreta, su talento en el manejo de computadora y paquetes operativos, permitió a este zote de la informática estimar la abundancia relativa, concepto en que se basa el trabajo. En las salidas de investigación de la asignatura "Biología de Poblaciones", fui auxiliado por "Lupillo" Bojorquez, "Tello" Martínez, Carlos Molina y lancheros de la U.A.B.C.S. Muchas gracias.

Los B. M.'s Fernando Garza S. y Rubén Valles J. me hospedaron, alimentaron y proveyeron el relajo necesario para disipar mis tensiones cotidianas, durante mi estancia en el Puerto de Ilusión y el primero con sus brillantes ideas se encargó de prolongar dos meses más mi estancia en la maestría, gracias.

Además de iluminar mi existencia y motivarme las B.M.'s Gaby Anaya R. y Edna Sánchez C. constituyeron un correo muy eficiente y crucial para que el presente llegara a feliz término, mil gracias. Mi estancia en la hermosa Ensenada y en la U.A.B.C. me permitió compartir mi ansia por encontrarme, mis penas y alegrías (las más), con Carmen Rodríguez y Héctor Reyes maestros y amigos a toda prueba, de quienes aprendí que "primero está la devoción". Raquel Hidalgo me contagió su alegría antillana y el matrimonio Palacios-Alfaro su felicidad. Los anteriores y mis compañeros de la F.C.M.: Luz M. López, Alejandra Santoyo, Margarita Trujano, Crisanto Amaro, Jorge Cadena, Eugenio Carpizo, Roberto Escobar, René Navarro y Lorenzo Rojas son mujeres y hombres, cuya dedicación en su propósito de contribuir al conocimiento de nuestro México mantuvieron mi entusiasmo y el deseo de compartir su empresa.

Finalmente, deseo agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, organismo gubernamental que cubrió el monto de la colegiatura y mi manutención durante mi estancia en el Posgrado en Oceanografía Costera de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California.

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I Resultados de clasificación del análisis discriminante entre las zonas hidrográficas de la Bahía de La Paz, B.C.S. de acuerdo a sus características ecológicas.....	14
II Correlación entre variables físicas (temperatura e intensidad de flujo de marea) y biológicas (indicadores de concentración de plancton y disponibilidad de eufáusidos y clupeidos e índices de calidad del habitat) en la Bahía de La Paz, B.C.S.....	36
III Medianas anuales de la distancia a la costa y profundidad asociadas a avistamientos de <i>Balaenoptera edeni</i> y distancia entre eventos sucesivos de alimentación de la especie, en la Bahía de La Paz, B.C.S.....	44
IV Funciones discriminantes, correlación canónica y nivel de significancia para caracterizar categorías de abundancia de <i>Balaenoptera edeni</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S.....	46
V Función discriminante, correlación canónica y nivel de significancia para caracterizar categorías de abundancia de hembras de <i>Balaenoptera edeni</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S.....	46
VI Resultados de clasificación de las categorías de abundancia de <i>Balaenoptera edeni</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S.....	48
VII Resultados de clasificación de las categorías de abundancia de hembras de <i>Balaenoptera edeni</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S.....	48
VIII Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes obtenidas para diferenciar categorías de abundancia de <i>Balaenoptera edeni</i> , en la Bahía de La Paz, B.C.S.....	50
IX Coeficientes estandarizados de la función discriminante obtenida, para la diferenciación de la abundancia de hembras de <i>Balaenoptera edeni</i> , en la Bahía de La Paz, B.C.S.....	50

LISTA DE TABLAS (Continuación)

Tabla

Página

- X Promedios y desviaciones estándar de las variables consideradas, asociados a cada categoría de abundancia de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S.....51
- XI Promedios y desviaciones estándar de las variables consideradas, asociados a cada categoría de abundancia de hembras de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S.....51

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Localización, batimetría y zonación hidrográfica de la Bahía de La Paz, B.C.S.....	10
2 Gráfico de la función discriminante que caracteriza las zonas ecológicas del Canal de San Lorenzo, Transicional y Noroeste en la Bahía de La Paz, B.C.S.....	13
3 Estaciones de muestreo y estratificación del área de estudio, la Bahía de La Paz, B.C.S.....	16
4 Promedios mensuales de la temperatura superficial del agua en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional	20
5 Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la temperatura superficial del agua en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	21
6 Variación mensual, estacionalidad y estacionalidad cíclica de la intensidad de flujo de marea, en la Bahía de La Paz, B.C.S.....	23
7 Promedios mensuales de la transparencia del agua en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	24
8 Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la transparencia del agua en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	25
9 Promedios mensuales de la abundancia de <i>Oceanodroma</i> sp. en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional	28
10 Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la abundancia de <i>Oceanodroma</i> sp. en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	29

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura	Página
11 Promedios mensuales de abundancia de <i>Pelecanus occidentalis</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	30
12 Promedios mensuales de abundancia de <i>Sula</i> sp. en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	30
13 Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la abundancia de <i>Pelecanus occidentalis</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	31
14 Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la abundancia de <i>Sula</i> sp. en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	32
15 Promedios mensuales de abundancia de <i>Delphinus delphis</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	33
16 Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la abundancia de <i>Delphinus delphis</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	34
17 Promedios mensuales de la abundancia de <i>Balaenoptera edeni</i> y hembras de la especie en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	38
18 Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la abundancia de <i>Balaenoptera edeni</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	39
19 Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la abundancia de hembras de <i>Balaenoptera edeni</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	40

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura	Página
20 Promedios mensuales de la frecuencia de alimentación de <i>Balaenoptera edeni</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S, Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	42
21 Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la frecuencia de alimentación de <i>Balaenoptera edeni</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional.....	43
22 Gráfico de función discriminante para la caracterización de categorías de abundancia de <i>Balaenoptera edeni</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S.....	47

**UTILIZACION ECOLOGICA DE LA BAHIA DE LA PAZ, B.C.S., POR EL
RORCUAL TROPICAL *Balaenoptera edeni* (CETACEA: BALAENOPTERIDAE),
1988 - 1991.**

1. INTRODUCCION

1.1. Presentación

A partir de las observaciones de navegantes y cazadores y de los datos recopilados durante el destazado de organismos en las cubiertas de los barcos-factoría, se ha integrado el conocimiento biológico de los cetáceos (delfines, marsopas, ballenas y rorcuales). Por razones económicas los estudios referentes a los misticetos (ballenas barbadas), se han circunscrito a las especies más redituables, distribuidas en aguas templadas (Scammon, 1874; Schevill, 1974). Así, el menor valor comercial de las especies tropicales como *Balaenoptera edeni* (balaenoptérico conocido como rorcual tropical, de Bryde o "Bruda"), determinó que su historia natural fuera virtualmente desconocida hasta los años 20 (Jönsgard, 1966; Nishiwaki, 1966).

La cetología ajena a intereses económicos se gestó en la segunda parte del siglo veinte. En México, la taxonomía y ecología de los cetáceos han aportado conocimientos cada vez más sólidos respecto al orden y especialmente sobre las comunidades de misticetos del litoral Pacífico (Urbán y Aguayo, 1987; Breese y Tershy, 1987; Salinas y Bourillón, 1988).

En el Golfo de California, los estudios relativos a *Balaenoptera edeni* han descrito su distribución y abundancia y conjeturado cómo diferentes factores ecológicos pueden determinar la variación espacial y temporal de estos atributos (Flores y Fleischer, 1987 y 1988; Flores, 1988; Urbán *et al.*, 1990a; Gendron, 1992a; Flores, en prensa).

Sin embargo, la escasa evidencia al respecto (Tershy *et al.*, 1990 y 1991) motiva a conocer como la variación ambiental y la conducta ecológica de *Balaenoptera edeni*, definen su utilización del habitat, estructura social y patrones de distribución.

En el presente trabajo, la conducta ecológica (abundancia, distribución, migración y actividad) se concibe como una propiedad homeostática, que en respuesta al cambio ambiental determina la dinámica poblacional de *Balaenoptera edeni* como ocurre con otros mamíferos (Clutton-Brock y Harvey, 1978; Jarman, 1974; Bekoff y Wells, 1982; Gittleman, 1986 y 1989). Al respecto, la variación ambiental determina la cantidad y calidad de energía en un área, restringiendo la dispersión y ámbito de residencia de los individuos, cuyas adaptaciones les permiten superar en cierta medida el efecto limitante del ambiente (Gompper y Gittleman, 1991).

Como otros mamíferos depredadores (Durant *et al.*, 1988; Packer *et al.*, 1990), *Balaenoptera edeni* está adaptada para optimizar el consumo de la energía disponible en su ambiente, en el sustento de sus necesidades metabólicas y reproductivas. Así, la utilización diferencial de las áreas en que se distribuye la especie, debió moldearse selectivamente por la disponibilidad y calidad de los factores que le son favorables (Gaskin, 1983; Krebs, 1985).

El uso del habitat por parte de grandes mamíferos se ha estudiado abarcando períodos de 6 a 12 años (Schaller, 1972; Bekoff y Wells, 1980; Paker *et al.*, 1990). Considerando que en el Golfo de California se presentan cambios ecológicos periódicos (Sokolov y Wong, 1973; Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979; Huato, 1987), cuya intensidad puede modificar los atributos poblacionales de *Balaenoptera edeni*. El estudio del cómo la especie utiliza la Bahía de La Paz debería abarcar al menos 10 años, dado el promedio de vida del género (50 años) (Bryden, 1972).

Sin embargo, la pobre infraestructura y recursos que en México enfrentan tales estudios, determinó que este trabajo se avocara a la obtención de resultados parciales, susceptibles de ser comparados, integrados a otros estudios y considerados en la toma de decisiones.

En este trabajo, se analiza la variación espacial y temporal del uso de la Bahía de La Paz y sus zonas ecológicas por parte de *Balaenoptera edeni*, en relación al cambio ambiental.

Se argumenta que el efecto estacional de aguas tropicales, que confiere a la Bahía de La Paz su carácter subtropical (Zeitzschel, 1969; Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979) y su interacción con eventos oceanográficos de gran escala (p. ej. "El Niño Oscilación Austral"), representan diferentes condiciones ambientales, que influyen sobre *Balaenoptera edeni* a escalas de espacio y tiempo variables, determinando que su abundancia, residencia y actividad (indicativos de la naturaleza e intensidad con que utiliza el área) sean variables y se rijan por los compromisos adaptativos de la especie.

1.2. Antecedentes

El inicio de la segunda parte del siglo XX marcó un cambio notable en la cetología. La declinación poblacional del rorcual azul (*Balaenoptera musculus*), rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) y ballena gris (*Eschrichtius robustus*), por su explotación desmedida, determinó que en las décadas de los sesentas y setentas se hicieran esfuerzos por conocer los atributos poblacionales de estas especies y se establecieran políticas y zonas de captura, buscando reducir la caza de las poblaciones diezmadas y conciliar los intereses de las naciones que capturaban ballenas (Donovan, 1991). No obstante, el desconocimiento de la ecología de la mayoría de las poblaciones determinó que pocos "stocks" correspondan con la distribución real de las poblaciones (Wada y Numachi, 1991).

En los ochentas, para explicar la ecología de diferentes poblaciones de cetáceos con un enfoque adaptativo, se integraron estudios utilizando datos de capturas e información obtenida en condiciones naturales (Leatherwood *et al.*, 1988; Jones *et al.*, 1984; Dorsey, 1983; Heimlich-Boran, 1988). Entonces, se publicó la primera monografía y artículos especializados sobre el tema, concluyéndose que la distribución y abundancia de los cetáceos constituyen compromisos adaptativos relacionados a las necesidades metabólicas y reproductivas de los individuos (Gaskin, 1983; Lockyer, 1984; Gaskin y Watson, 1985).

Los cetáceos enfrentan sus compromisos adaptativos de manera similar que otros depredadores terrestres, con algunas variantes impuestas por su habitat.

En los océanos su alimento se distribuye discontinuamente, los individuos deben localizar dónde se concentra este y/o desplazarse según los movimientos migratorios de sus presas. Además, aún en áreas de alimentación bien localizadas, los individuos pueden recorrer grandes distancias y eventualmente abandonan tales áreas, pues el ambiente en las mismas no favorece sus requerimientos reproductivos o de crianza (Gaskin, 1983).

Así, los desplazamientos estacionales que realizan los rorcuales azules, comunes (*Balaenoptera physalus*), boreales (*Balaenoptera borealis*) y jorobados, les permite alimentarse en aguas productivas y reproducirse y criar en aguas relativamente cálidas (Gaskin, 1983).

Lo anterior resume el conocimiento ecológico de los cetáceos hasta ese momento e inspiró nuevas líneas de investigación, al enfatizar que la distribución, abundancia y movimientos de una especie pueden diferir entre sus poblaciones de distribución tropical y templada o bien, que los atributos de una población pueden variar de acuerdo a la escala espacial y temporal que sea considerada (Gaskin y Watson, 1985).

La cetología en aguas mexicanas se inició el siglo pasado (Scammon, 1878) y conformó una escuela avocada a la validación taxonómica y a la descripción de la distribución de las especies (Urbán, 1983; Rojas, 1984 y Salinas y Bourillón, 1988).

No obstante, antes de 1974 aún se confundía a *Balaenoptera edeni* con *Balaenoptera borealis* en el Pacífico Mexicano (Rice, 1974). En contraste con otros rorcuales, como el jorobado o el azul, *B. edeni* es esencialmente circumtropical, en general su distribución limita con la isoterma de los 20 °C y los 40° de Lat. N y S (Ivashin, 1982; Best, 1975; Ohsumi, 1979; Ohsumi, 1982; Leatherwood *et al.*, 1988) y la mayoría de sus poblaciones no muestran migraciones estacionales (Leatherwood *et al.*, 1988).

En el Pacífico Mexicano, aunque los límites geográficos de la población de *Balaenoptera edeni* son desconocidos, su distribución se conoce mucho mejor que en los años 70, cuando Rice (1974) elaboró los primeros trabajos al respecto. La distribución de *B. edeni* abarca la costa occidental de Baja California Sur y costa continental de México (Bahía de Banderas, Jalisco) durante la primavera y las aguas cercanas a las Islas Tres Marias durante el verano y otoño (Urbán y Aguayo, 1985; Salinas y Bourillón, 1988).

En el Golfo de California, hasta 1985, sólo se reportaban avistamientos aislados de *Balaenoptera edeni* (Thompson y Cummings, 1969; LeBoeuf, 1981). Posteriormente, la

variación espacial y temporal de su abundancia relativa se describió en el Canal de Ballenas, B.C. (Breese y Tershy, 1987; Tershy *et al.*, 1987a y b, 1990 y 1991); en el Canal de Ballenas, B.C. y Loreto B.C.S. (Flores y Fleischer, 1986 y 1987; Flores, 1988 y 1989) y en la Bahía de La Paz, B.C.S. (Urbán *et al.*, 1990a y 1991).

En el Canal de Ballenas, entre diferentes años de estudio se constató el ingreso de un número importante de animales y la fidelidad marcada de las hembras a dicha provincia (Breese y Tershy, 1987; Tershy *et al.*, 1990 y 1991). Algo similar se presentó en Loreto, B.C.S., donde se constató el aumento de la abundancia de *Balaenoptera edeni* entre los veranos de 1986 y 1987 (Flores, 1989) y el desplazamiento de ciertos individuos entre diferentes provincias del golfo (Flores, 1989; Tershy *et al.*, 1990).

Estacionalmente, la abundancia relativa de *Balaenoptera edeni* fue mayor durante el período cálido en el Canal de Ballenas (Tershy *et al.*, 1987a; Breese y Tershy, 1987; Tershy *et al.*, 1990).

Sólo en el Canal de Ballenas se documentó la asociación directa (anual y estacional) entre la abundancia de *Balaenoptera edeni*, la temperatura del agua y la disponibilidad de alimento (Tershy *et al.*, 1991). Los trabajos realizados en otras áreas se limitan a conjeturar al respecto. Flores (1988 y 1989) propone que en las diferentes provincias del Golfo de California, los animales podrían desplazarse siguiendo los movimientos de los cardúmenes de clupeidos (Sokolov y Wong, 1973). En contraste, Vidal *et al.* (1987) proponen que la población sale del Golfo de California en invierno, no obstante la presencia de animales en el área en tal estación (Acevedo *et al.*, 1986; Tershy *et al.*, 1990; Flores, 1989).

En la Bahía de La Paz la presencia de *Balaenoptera edeni* se ha reportado con frecuencia, a lo largo de un lustro de observaciones discontinuas (Acevedo, 1989; Flores, 1989; Urbán *et al.*, 1990a y 1991; Chávez y Gómez, 1993). Sólo los tres trabajos más recientes son de carácter anual (Urbán *et al.*, 1990a y 1991; Chávez y Gómez, 1993). Urbán *et al.* (1990a y 1991) informan que *Balaenoptera edeni* muestra inmigraciones anuales

asociadas a la mayor disponibilidad de alimento, que su presencia en el área es estacional y al igual que Vidal *et al.* (1987), proponen que la población de *Balaenoptera edeni* sale del Golfo de California en el invierno, sin documentar la evidencia.

Por otro lado, se indica que los individuos fotomarcados que ocuparon la bahía entre 1989 y 1990, pertenecen a una población de aproximadamente 235 individuos (Chávez y Gómez, 1993).

Dado que estos trabajos no son concluyentes respecto a la utilización de la Bahía de La Paz y sus zonas ecológicas por parte de *Balaenoptera edeni*, se buscó explicar este aspecto en relación al cambio ambiental, sexo y estado reproductivo de los individuos y confirmar en su caso, si la migración de la especie correspondía al cambio de la temperatura del agua.

Para lo anterior, se hipotetizó que la abundancia y actividad de las hembras de *Balaenoptera edeni* y de los individuos indiferenciados de la especie, serían diferentes y que su variación espacial y temporal definirían su distinto patrón de uso del área. Estos atributos se analizaron respecto a series de tiempo de diferentes variables ecológicas y además se estimó un índice de habitat para *Balaenoptera edeni* y las hembras de la especie, buscando diferenciar las condiciones ecológicas asociadas a su presencia en la Bahía de La Paz, de acuerdo a su "unidad de habitat disponible" (Krebs, 1985; Gaskin, 1983; Smith y Gaskin, 1985; Heimlich-Boran, 1988).

1.3. Objetivos

Generales:

- 1) Explicar los patrones de distribución, migración y actividad de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S. a meso y microescala espacial y temporal, en relación a algunos factores ecológicos.
- 2) Describir cómo la variación ambiental y la conducta ecológica de la especie, determinan su estructura social y patrones de distribución.

Particulares:

- 1) Conocer la variación espacial y temporal de la utilización de la Bahía de La Paz por parte de *Balaenoptera edeni*.
- 2) Reconocer que atributos ecológicos favorecen la presencia de *Balaenoptera edeni* en el área, en base al cálculo de un índice de habitat.
- 3) Proponer un modelo explicativo para los patrones de distribución y estructura social de *Balaenoptera edeni* en el Golfo de California, con base a su conducta ecológica.
- 4) Reconocer cuál es la importancia ecológica que representa la Bahía de La Paz para *Balaenoptera edeni*.

2. METODOLOGIA

2.1. Area de Estudio

Se eligió a la Bahía de La Paz B.C.S. como área de estudio, ya que su cercanía a la Ciudad de La Paz favoreció un período extenso de observación, además de que varios de sus aspectos ecológicos (Castro-Aguirre *et al.*, 1984; Guzmán *et al.*, 1986; Palacios y Guzmán, 1986; Jiménez, 1988; Acevedo, 1989) y geomorfológicos (Murillo, 1987; Cruz-Orozco *et al.*, 1990) han sido descritos, lo que facilitó la interpretación de resultados.

El área de estudio limitó, al norte, con una recta imaginaria que unió la costa de la Bahía de La Paz con Los Islotes, al oeste con la costa oriental de la Península de Baja California, al sur con la ciudad de La Paz y costa adyacente y al este con la costa occidental de las islas Partida y Espíritu Santo, incluyendo el Canal de San Lorenzo. Esta zona abarcó una superficie aproximada de 1185 Km² y se localizó entre los 24° 15' y los 24° 33' Lat. N y los 110° 15' a 110° 47' Long. W (Fig. 1).

El clima en el área es muy seco y cálido (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1985). El único aporte de agua dulce lo constituye una precipitación anual promedio de 210 mm (Villamar, 1965). La temporada lluviosa es de agosto a octubre, siendo septiembre el mes más lluvioso (Pico, 1975).

Los períodos de calma abarcan la primavera y el verano. De noviembre a mayo los vientos matutinos soplan del noroeste y los nocturnos del sur. El resto del año predominan los vientos del suroeste (Secretaría de Marina, 1978), lo que concuerda con el patrón de corrientes del Golfo Inferior (Roden, 1964; Alvarez-Borrego, 1983).

La Bahía de La Paz es profunda en casi toda su extensión (360 m en promedio) (Cruz-Orozco *et al.*, 1990) (Fig. 1). El agua muestra una temperatura media anual de 24.7 °C y una salinidad promedio de 36 ‰ (Murillo, 1987).

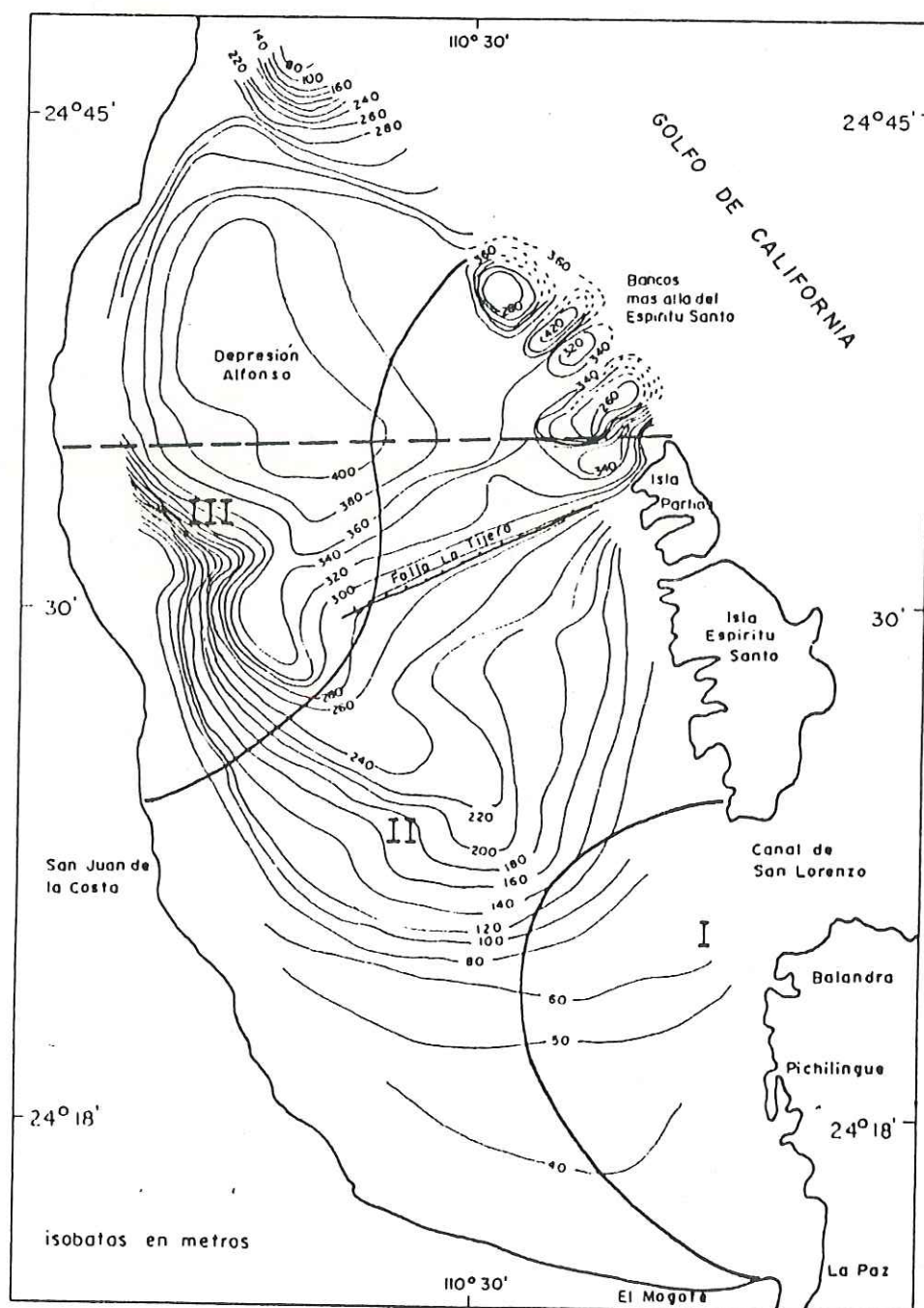


Fig. 1. Localización, batimetría (Cruz-Orozco *et al.*, 1990) y zonación hidrográfica (I: Canal de San Lorenzo, II: Zona transicional, III: Zona Noroeste) (Murillo, 1987) del área de estudio, la Bahía de La Paz, B.C.S.

El régimen de mareas es mixto semidiurno, con un retraso en la pleamar y bajamar debido al tiempo que tardan las zonas de almacenamiento en llenarse o vaciarse. Las corrientes de marea presentan velocidades máximas en la boca de la Ensenada de La Paz, Canal de San Lorenzo y norte de la Isla Partida (Obeso, 1986).

De acuerdo a un parámetro micropaleontológico, la temperatura y salinidad del agua, Murillo (1987) definió 3 masas de agua en la Bahía: 1) Noroeste, con cierta estabilidad temporal; 2) Canal de San Lorenzo, con marcada estacionalidad de temperatura salinidad y oxígeno, debido al flujo y reflujo del agua del Golfo de California; 3) Transicional, con valores intermedios de salinidad y temperatura y una zona de surgencias muy restringida al sureste de la bahía (Fig. 1).

En las aguas de La Bahía de La Paz se capturan peces demersales (Holguín, 1976; Villavicencio, 1984) y las mismas constituyen una zona importante de desove de clupeidos y engraulidos (González-Navarro *et al.*, 1993; Hinojosa *et al.*, 1993).

La zonación del área de estudio se estableció en base al análisis discriminante (Maxwell, 1977) entre tres zonas ecológicas hipotéticas, correspondientes a las hidrográficas propuestas por Murillo (1987). En el análisis, se consideraron los promedios mensuales que en cada zona presentó la:

- a) Temperatura superficial del agua (°C).
- b) Transparencia del agua (m).
- c) Diversidad de aves planctívoras (S de Simpson).
- d) Diversidad de aves ictiófagas (S de Simpson).
- e) Diversidad de cetáceos zooplanctívoros (S de Simpson).
- f) Diversidad de cetáceos ictiófagos (S de Simpson)

Se utilizó la diversidad como indicador de las condiciones ecológicas (Holling, 1973).

El gráfico de función discriminante y los resultados de clasificación, apoyaron la existencia de sólo dos zonas ecológicas, la del Canal de San Lorenzo (CSL) y otra que se denominó Transicional (TRAN), caracterizada por el traslape de las condiciones ecológicas de las zonas Transicional y Noroeste (Tabla I y Fig. 2, 1 función significativa, $p < 0.05$).

Esta zonación fué consistente con la de la concentración de nutrientes en la columna de agua (Nieto-García y García-Pámanes, 1991) y en consecuencia se adoptó con fines comparativos.

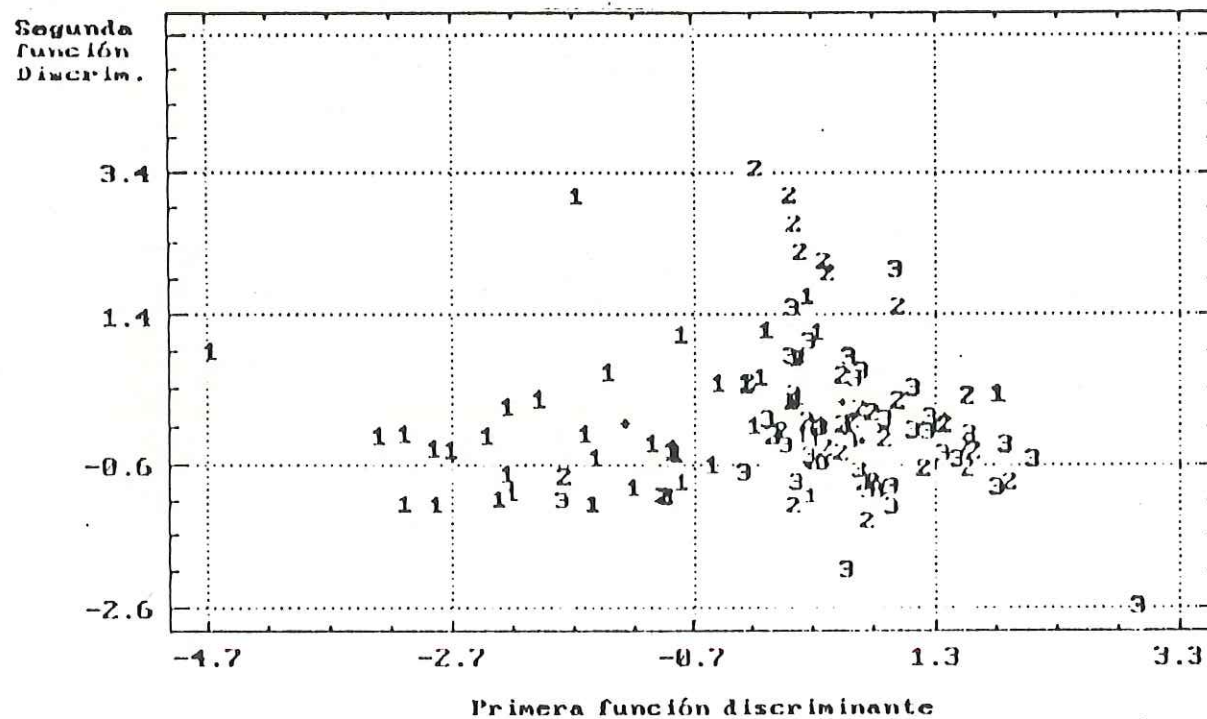


Fig. 2. Gráfica de la función discriminante que caracteriza las zonas ecológicas (1) Canal de San Lorenzo, (2) Transicional y (3) Noroeste en la Bahía de La Paz, B.C.S.

Tabla I. Resultados de clasificación del análisis discriminante entre las zonas hidrográficas de la Bahía de La Paz, B.C.S. de acuerdo a sus características ecológicas.

(* = Conteo (Porcentaje de Traslapo)).

Zona	C. Sn. Lor.	Transicional	Noroeste	Total
C. Sn. Lor.	7* (71.05%)	7* (18.42%)	4* (10.53%)	38(100%)
Transicional	2* (5.26%)	19* (50.00%)	17* (44.74%)	38(100%)
Noroeste	2* (5.26%)	12* (31.58%)	24* (63.16%)	38(100%)

2.2. Colecta de Información

Las observaciones y registro de información ambiental abarcaron tres años (junio 1988 - julio 1991) y se realizaron desde botes con motor fuera de borda de 60 Hp, durante salidas de investigación de las asignaturas "Mamíferos Marinos" y "Biología de Poblaciones" y de los Programas de Investigación "Ecología de los Mamíferos Marinos de la Bahía de La Paz" (MABAPAZ) (mayo de 1989 a junio 1991) y "Productividad Secundaria del Macrofitos en la Bahía de La Paz" (PSMBP) (junio 1988 a julio 1991), adscritos al Departamento de Biología Marina de la U.A.B.C.S..

En cada salida se censó a *Balaenoptera edeni* y otros mamíferos marinos siguiendo una búsqueda consistente, no totalmente aleatoria, modificando ligeramente la metodología de Tershy (1986). Las estaciones de observación se establecieron a lo largo del recorrido y después de cada avistamiento, cubriendo totalmente el área de estudio (MABAPAZ). Sólo las estaciones de registro ambiental (PSMBP) fueron fijas y abarcaron CSL, TRAN y el extremo occidental de la zona Noroeste de Murillo (1987) (Fig. 3).

En cada estación se registró la hora de llegada, la posición geográfica (triangulando con una brújula marina en referencia a puntos conocidos de la costa), la especie, número y actividad (Altman, 1974) de los mamíferos marinos avistados y se fotoidentificaron individuos de *Balaenoptera edeni* para conocer su fidelidad al área (los individuos con crías se consideraron como hembras) (MABAPAZ). Además, en 14 estaciones fijas (Fig. 3) se registró la temperatura (a 5 m de profundidad, con 0.1 °C de precisión) y la transparencia del agua (con 0.25 m de precisión) y la disponibilidad de alimento, de acuerdo con la abundancia de aves ictiófagas (*Pelecanus occidentalis* y *Sula* sp.) y zooplanctívoras (*Oceanodroma* sp.) (PSMBP). La información se complementó con registros de temperatura superficial del océano (NOAA, 1987 a 1991), tablas de marea (Instituto de Geofísica UNAM, 1988 a 1991) y planos batimétricos (Cruz-Orozco *et al.*, 1990).

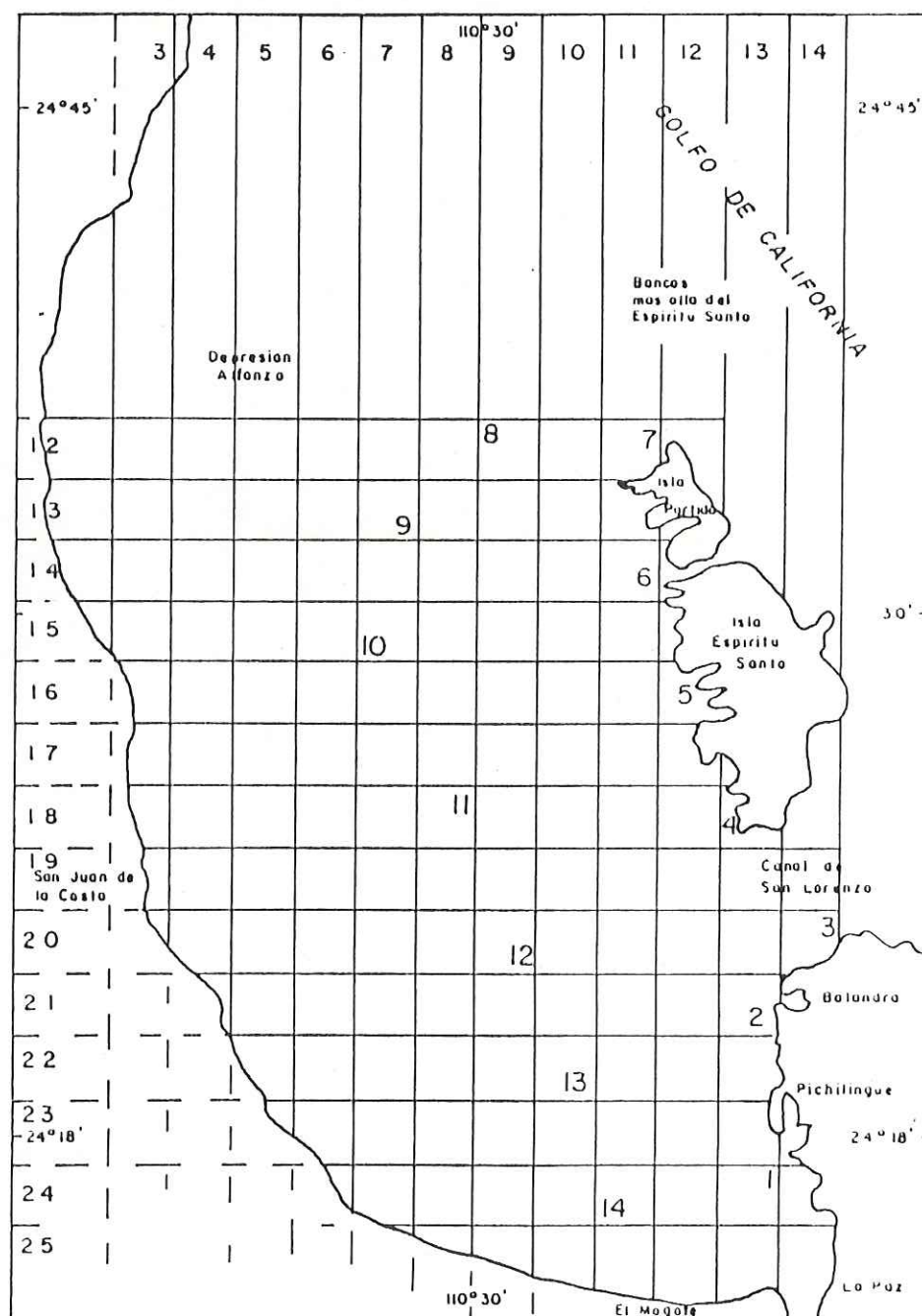


Fig. 3. Estaciones de muestreo (1 - 14) y estratificación del área de estudio, la Bahía de La Paz, B.C.S.

Antes de estimar los atributos poblacionales, se homogeneizaron los datos de los proyectos de investigación mencionados (MABAPAZ y PSMBP). Para esto se estratificó un plano del área de estudio en cuadrantes de cuatro millas náuticas² (13.7 Km² aprox.) (Fig. 3), en los que se graficó cada uno de los avistamientos de *Balaenoptera edeni*, otros cetáceos, aves y minutos de observación invertidos en cada salida de investigación.

La estratificación y localizaciones geográficas sucesivas evitaron incertidumbres respecto a la distribución de avistamientos y del esfuerzo de observación invertido en cada zona, variables que se utilizaron para estimar los atributos poblacionales y comunitarios.

Se consideró como abundancia relativa, al número de organismos de una especie dividido entre el tiempo de censo (minutos) en la bahía o en una zona particular de la misma.

Por otro lado, el índice de heterogeneidad de Simpson (S) modificado por Pielou (1977) para muestras de tamaño finito, se utilizó para el análisis comunitario de aves y cetáceos y sus componentes ictiófago y zoopláctivo. Al ser S un índice probabilístico y estimador insesgado de la dominancia, refleja el cambio de abundancia de las especies dominantes en la comunidad (Pielou, 1977), lo que facilitó el manejo estadístico y la interpretación de los cambios comunitarios.

La comunidad exhibirá dominancia alta y escasa diversidad (S reducido), si al seleccionar al azar y sin reemplazo a dos individuos pertenecientes a una comunidad de N especies los dos son de la misma especie.

2.4. Análisis Estadístico

Dados los promedios mensuales de las variables ecológicas, se analizaron sus series de tiempo (Otnes y Enochson, 1978) para reconocer si su cambio temporal definía ciclos estacionales o anuales. Los resultados para el análisis se obtuvieron aplicando las rutinas de secuencia temporal y estacionalidad, del paquete estadístico STATGRAPHICS.

En el gráfico de estacionalidad, el promedio mensual de la variable se representó con una línea horizontal (paralela al eje de las X), intersectada por líneas perpendiculares, que representan los promedios mensuales de la variable en diferentes años.

Los valores de las variables no presentaron normalidad ni homogeneidad de varianza (homocedasticidad) aún después de intentar transformarlos, por lo que en la rutina de autocorrelación se utilizó el índice de correlación no paramétrico de Spearman (Zar, 1984).

Similarmente, para reconocer diferencias entre las medianas de una variable asociadas a años, estaciones y zonas ecológicas, o a la interacción año-zona-estación, se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) multifactoriales no paramétricos de Kruskal-Wallis de tres vías (Trujillo-Ortiz, no publicado). Cuando no fue posible evaluar tal interacción, se efectuaron ANDEVA no paramétricos de Kruskal-Wallis de una vía (Zar, 1984).

La significancia se fijó al 5% ($\alpha = 0.05$) y al encontrarse diferencias significativas en los ANDEVA, se aplicó la prueba *a posteriori* de comparación de rangos promedio propuesta por Dunn (1964). Las diferencias entre medianas (análisis a posteriori) se representaron en cuadrantes cartesianos en relación a un gradiente de significancia (aumentando o disminuyendo), para percibir tendencias en el comportamiento temporal y espacial de cada variable (Anexo I).

Para obtener el índice de habitat de *Balenoptera edeni*, se aplicó un análisis discriminante (Maxwell, 1977) a diferentes categorías de abundancia de *B. edeni* y hembras de la especie, en relación a sus valores asociados de variables ambientales para reconocer como el cambio ambiental, afectó su presencia en la Bahía de La Paz.

3. RESULTADOS

3.1. Variación Ambiental en la Bahía de La Paz

3.1.1. Temperatura superficial del agua

En Bahía de La Paz, la temperatura superficial del agua mostró un promedio (24.98 °C) parecido al descrito previamente (24.7 °C) (Murillo, 1987). La periodicidad anual de la variable (mayo - abril) se definió con base en su estacionalidad.

El período de junio 1988 - abril 1989, fue más cálido que los períodos mayo 1989 - abril 1990 y mayo 1990 - julio 1991 en el que la temperatura repuntó (Fig. 4, $p < 0.05$).

En la bahía, CSL y TRAN, la temperatura del agua definió dos estaciones muy diferentes, una cálida de mayo a octubre y otra templada de noviembre a abril (Fig. 5 a, b y c, $p < 0.05$), cuya periodicidad fue de 6 meses de acuerdo al cambio armónico de valores negativos a positivos de autocorrelación. La ausencia de significancia, se atribuye a los distintos valores mensuales que adoptó la temperatura del agua dependiendo de la estación y año considerados (Fig. 5 d, e y f).

Entre CSL y TRAN, la temperatura superficial del agua no presentó diferencias significativas (Fig. 4) y sólo a menor escala espacial y temporal (interacción: año-zona-estación), la variable tendió a ser mayor en CSL (Anexo I : Cuadro 1).

Dada la naturaleza física de la temperatura, se adoptó su estacionalidad como referencia en el resto de los análisis.

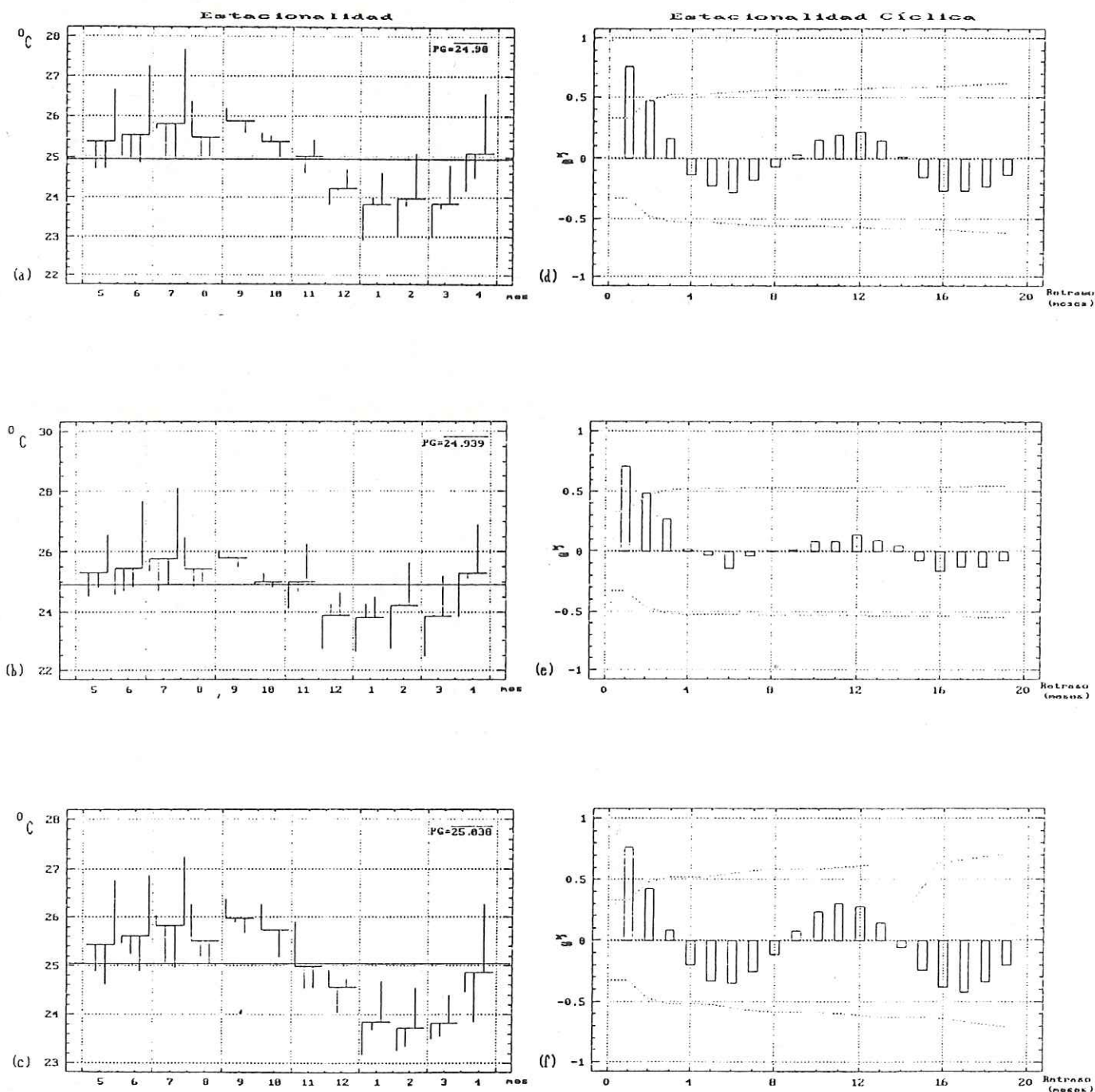


Fig 5. Estacionalidad y estacionalidad cíclica, de la temperatura superficial del agua en la Bahía de La Paz, B.C.S. (a, d), Canal de San Lorenzo (b, e) y Zona Transicional (c, f).

3.1.2. Intensidad de flujo de marea

En la Bahía de La Paz, el promedio mensual de intensidad de flujo de marea (IFM) se obtuvo dividiendo la suma de la diferencia diaria entre la marea máxima y mínima, entre el número de días del mes correspondiente. IFM aumentó hacia el final del estudio, fue mayor en el período mayo 1990 - julio 1991 que en los períodos junio 1988 - abril 1989 y mayo 1989 - abril 1990 (Fig. 6a, $p < 0.05$).

La estacionalidad de IFM, no concordó con la de la temperatura del agua, definió 4 estaciones respecto al promedio global del estudio (1.13 m). En primavera (marzo - mayo) y otoño (septiembre - noviembre) IFM fue inferior al promedio y en verano (junio - agosto) e invierno (diciembre - febrero) fluctuó alrededor del mismo (Fig. 6b). Cada estación tuvo una periodicidad aparentemente anual (Fig. 6c). La ausencia de correlación significativa, se atribuye a los distintos valores que adoptó IFM según la estación y año considerados.

3.1.3. Transparencia del agua como indicador de concentración de plancton

En la Bahía de La Paz, la transparencia del agua no fue diferente entre los años (Fig. 7).

La variable presentó dos estaciones en la Bahía de La Paz, CSL y TRAN, aguas transparentes de mayo a octubre y aguas turbias de noviembre a abril (Fig. 8 a, b y c, $p < 0.05$). Las estaciones fueron periodicas cada 6 a 7 meses de acuerdo al cambio armónico de valores negativos a positivos de autocorrelación (Fig. 8 d, e y f). La falta de significancia, se atribuye a los distintos valores mensuales que adoptó la variable según el año y estación considerados.

El agua fue más transparente en TRAN que en CSL (Fig. 7, $p < 0.05$) y a menor escala temporal y espacial (interacción: año-zona-estación) tendió a serlo en los años cálidos, indicando que las condiciones ambientales anuales determinan la magnitud estacional de la transparencia y que la diferencia regional, responde a procesos oceanográficos importantes (Anexo I: Cuadro 2).

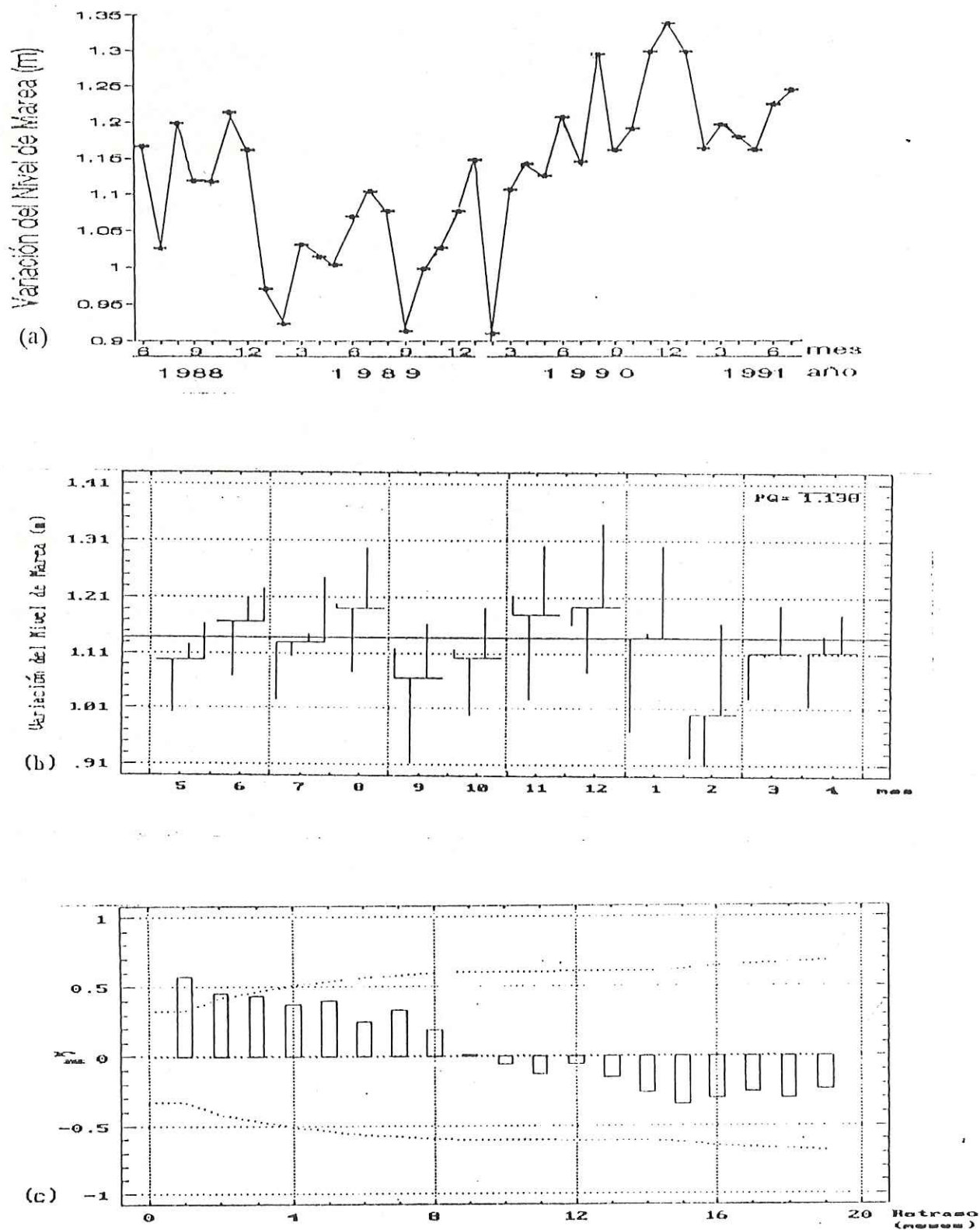


Fig. 6. Variación mensual (a), estacionalidad (b) y estacionalidad cíclica (c) de la intensidad de flujo de marea en la Bahía de La Paz, B.C.S. (junio 1988 - julio 1991).

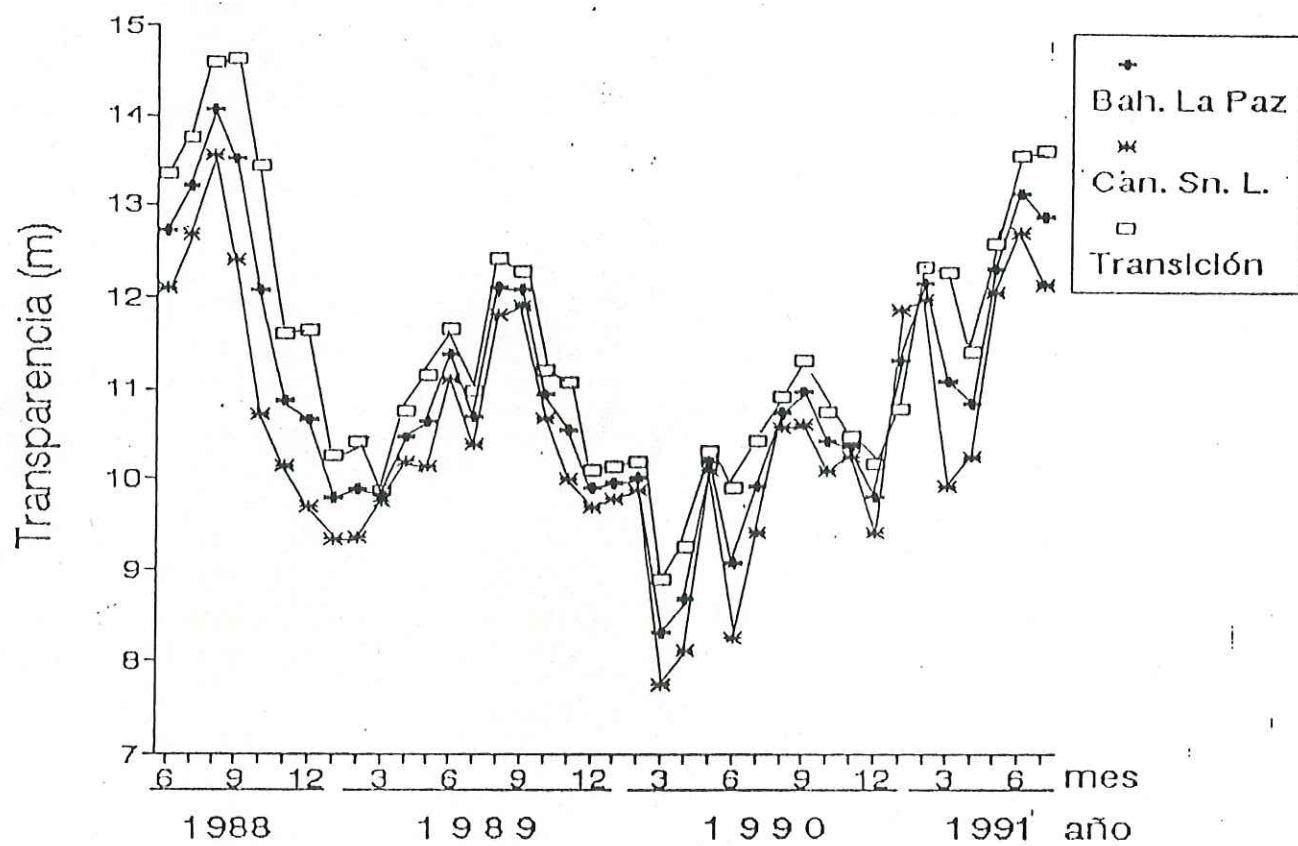


Fig. 7. Promedios mensuales de la transparencia del agua, en la Bahía de La Paz, B.C.S. Canal de San Lorenzo y Zona Transicional (junio 1988 - julio 1991).

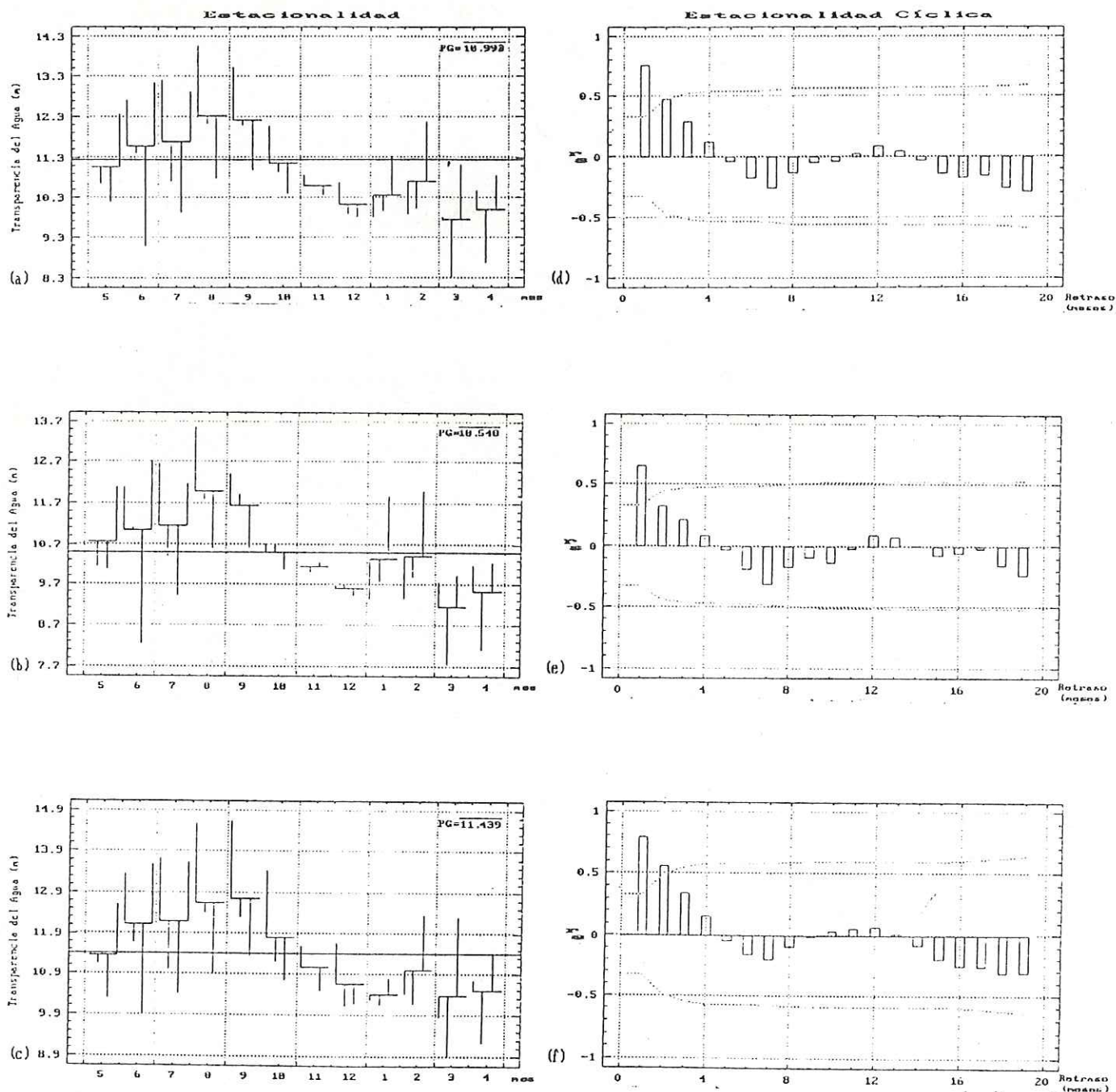


Fig. 8. Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la transparencia del agua en la Bahía de La Paz, B.C.S. (a, d), Canal de San Lorenzo (b, e) y Zona Transicional (c, f).

3.1.4. *Oceanodroma* sp. como indicador de la disponibilidad de eufáusidos

En la Bahía de la Paz, la abundancia de *Oceanodroma* sp. (No./min) mostró diferencias anuales asociadas inversamente a la temperatura del agua. Fue mayor de mayo 1989 - abril 1990 que de junio 1988 - abril 1989 y de mayo 1990 - julio 1991 (Fig. 9, $p < 0.05$).

En la Bahía de La Paz, CSL y TRAN, la abundancia estacional de *Oceanodroma* sp. se asoció inversamente a la temperatura del agua. Fue mayor de noviembre a abril que de mayo a octubre (Fig. 10 a, b y c, $p < 0.05$). La estacionalidad de la abundancia de *Oceanodroma* sp. presentó una periodicidad de 6 meses, de acuerdo al cambio armónico de valores positivos a negativos de autocorrelación (Fig. 10 d, e y f). La falta de significancia se atribuye a los distintos valores que adoptó el atributo, según la estación y año considerados.

La abundancia de *Oceanodroma* sp. fue mayor en TRAN que en CSL (Figs. 9 y 10b y c, $p < 0.05$), indicando que la diferencia regional corresponde a procesos oceanográficos importantes (Anexo I: Cuadro 3).

3.1.5. *Pelecanus occidentalis*, *Sula* sp. y *Delphinus delphis* como indicadores de la disponibilidad de clupeidos

En la Bahía de La Paz, la abundancia de aves ictiófagas (No./min) fue mayor en los periodos junio 1988 - abril 1989 y mayo 1989 - abril 1990 que en mayo 1990 - julio 1991 (cuando la temperatura del agua repuntó) (Fig. 11, $p < 0.05$ y Fig. 12, $p < 0.05$).

En la Bahía de La Paz, CSL y TRAN, la abundancia estacional de *Pelecanus occidentalis* y *Sula* sp. correspondió inversamente a la temperatura del agua y fue mayor de noviembre a abril que de mayo a octubre (Fig. 13 a, b y c, $p < 0.05$ y Fig. 14 a, b y c, $p < 0.05$). La estacionalidad de la abundancia de *P. occidentalis* y *Sula* sp. mostró una periodicidad de 6 meses, de acuerdo a la transición armónica de valores positivos a negativos de autocorrelación (Fig. 13 d y f y Fig. 14 d, e y f).

La ausencia de significancia, se atribuye a los distintos valores mensuales que la variable adoptó según la estación y año considerados (Figs. 13 d, e y f y 14 d, e y f).

A menor escala espacial y temporal (interacción: año-zona-estación), *Pelecanus occidentalis* tendió a ser más abundante en CSL y *Sula* sp. en TRAN. Durante el período anual menos cálido (mayo 1989 - abril 1990), ambas especies se distribuyeron más homogéneamente en la Bahía (Anexo I: Cuadros 4 y 5).

En contraste con *Pelecanus occidentalis* y *Sula* sp., la abundancia de *Delphinus delphis* (No./min) no mostró diferencias entre años y estaciones (Figs. 15 y 16a - f).

A menores escalas espaciales y temporales (interacción: año-zona-estación), la abundancia de *Delphinus delphis* fue significativamente mayor en TRAN durante la estación cálida del período anual menos cálido, pero en general tendió a incrementarse cuando la temperatura repuntó (mayo 1990 - julio 1991) (Anexo I : Cuadro 6).

3.1.6. Diversidad de aves y cetáceos como índices de calidad del habitat

En la Bahía de La Paz, la diversidad de aves y cetáceos no presentó diferencias notables entre años o estaciones y solo la diversidad de aves fué significativamente superior en TRAN ($p < 0.05$)

A menor escala espacial y temporal (interacción: año-zona-estación), la diversidad de aves marinas tendió a ser mayor en el período en que la temperatura del agua mostró un repunte intenso (mayo 1990 - julio 1991), siguiendo en importancia los valores de diversidad registrados en el período menos cálido (mayo 1989 - Abril 1990) (Anexo I: Cuadro 7).

La diversidad de cetáceos tendió a ser mayor en la estación y período anual más cálidos (junio 1988 - mayo 1989) y en el período anual en que la temperatura del agua repuntó (mayo 1990 - julio 1991), mientras que tendió a ser menor en la estación templada y período anual menos cálido (Anexo I: Cuadro 8).

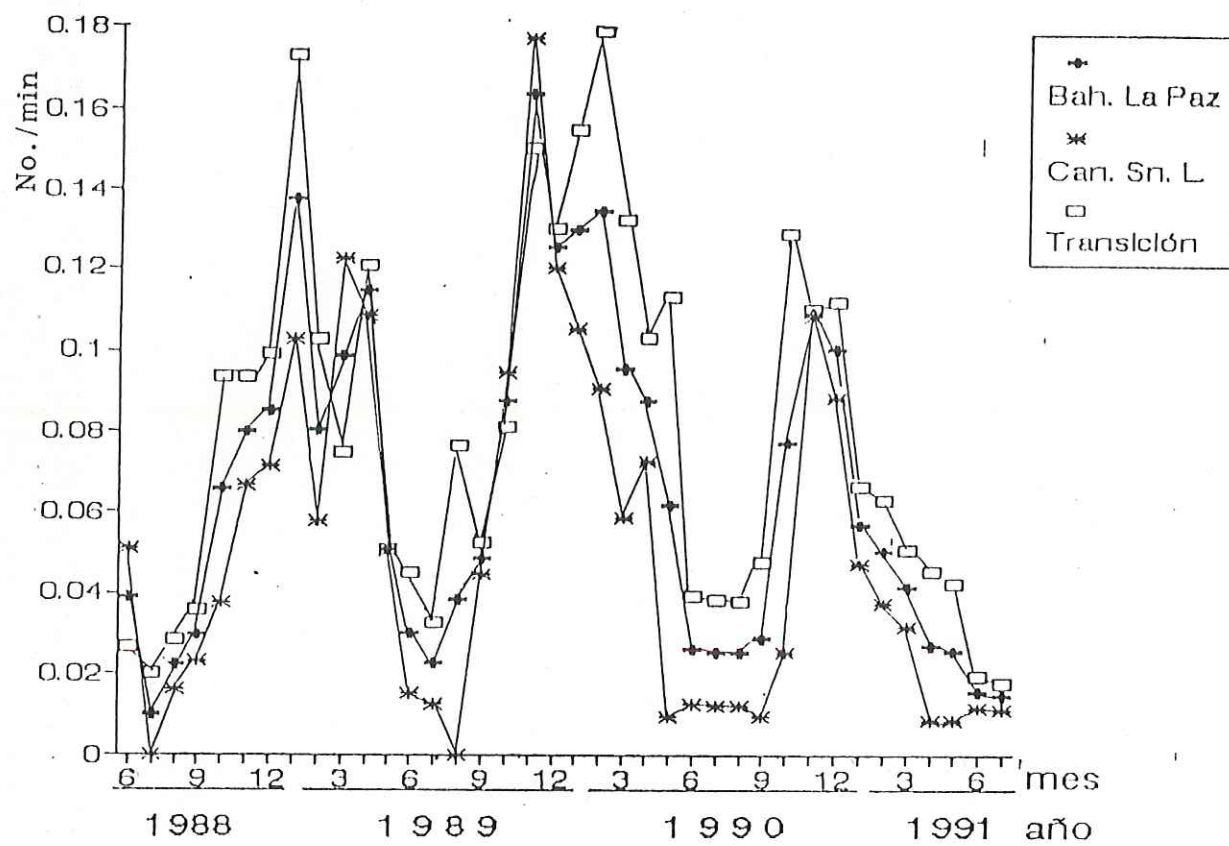


Fig. 9. Promedios mensuales de la abundancia de *Oceanodroma* sp. en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional (junio 1988 - julio 1991).

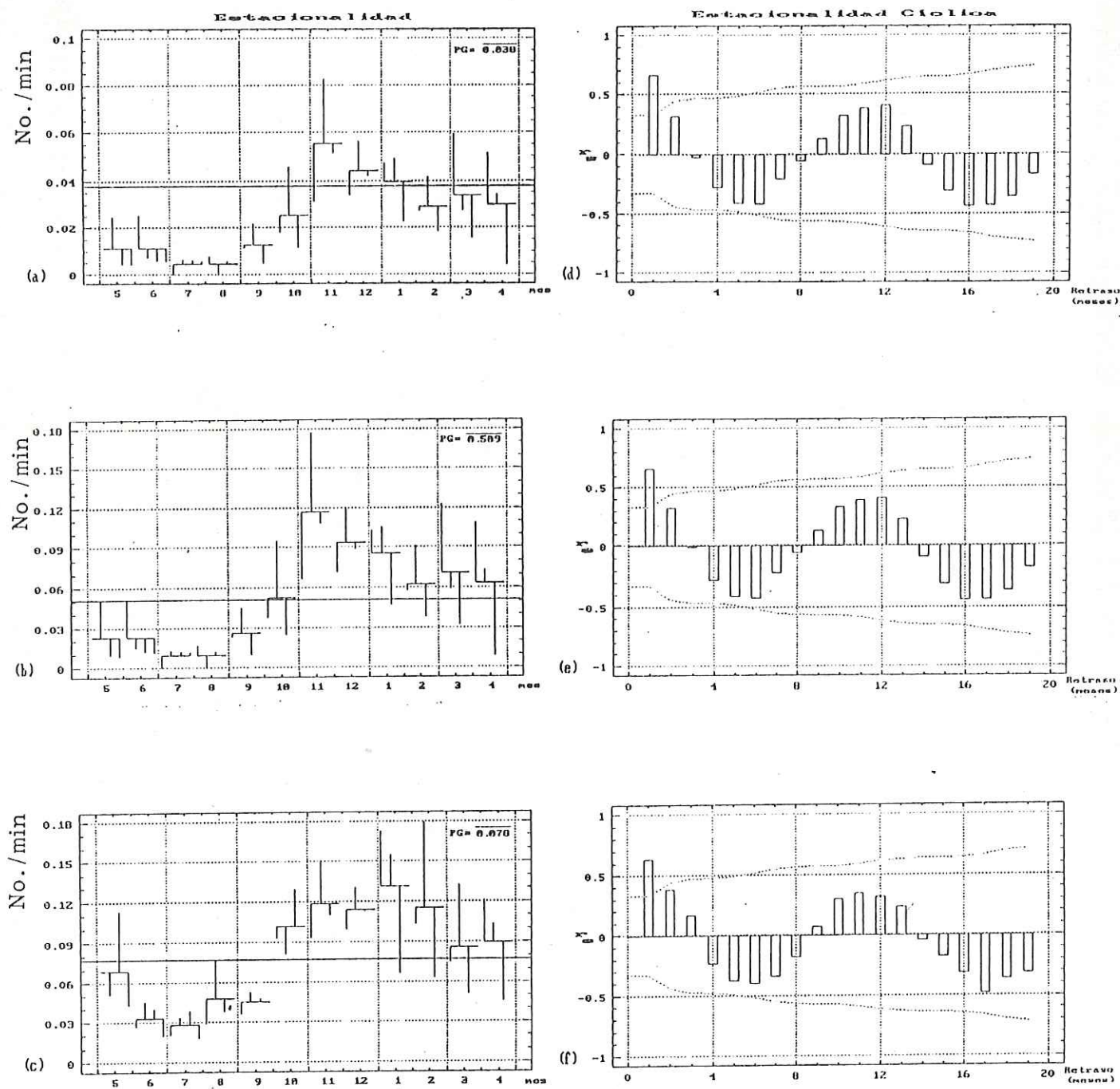


Fig. 10. Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la abundancia de *Oceanodroma* sp, en la Bahía de La Paz, B.C.S. (a, d), Canal de San Lorenzo (b, e) y Zona Transicional (c, f).

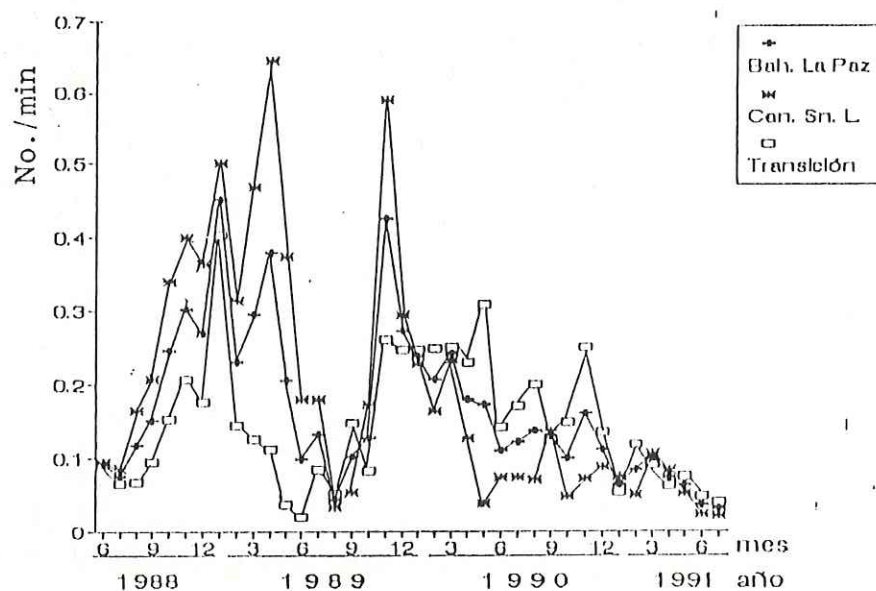


Fig. 11. Promedios mensuales de abundancia de *Pelecanus occidentalis* en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional (junio 1988 - julio 1991).

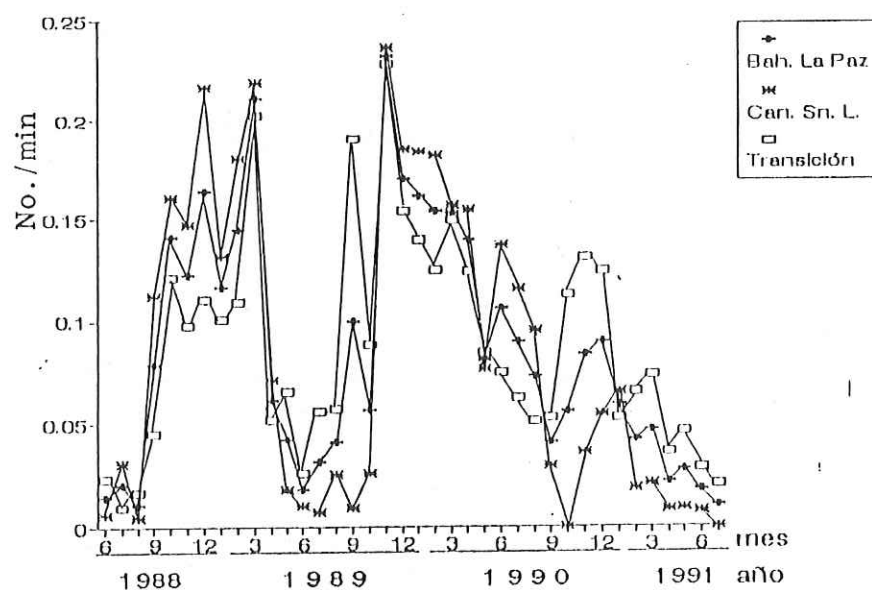


Fig. 12. Promedios mensuales de abundancia de *Sula* sp., en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional (junio 1988 - julio 1991).

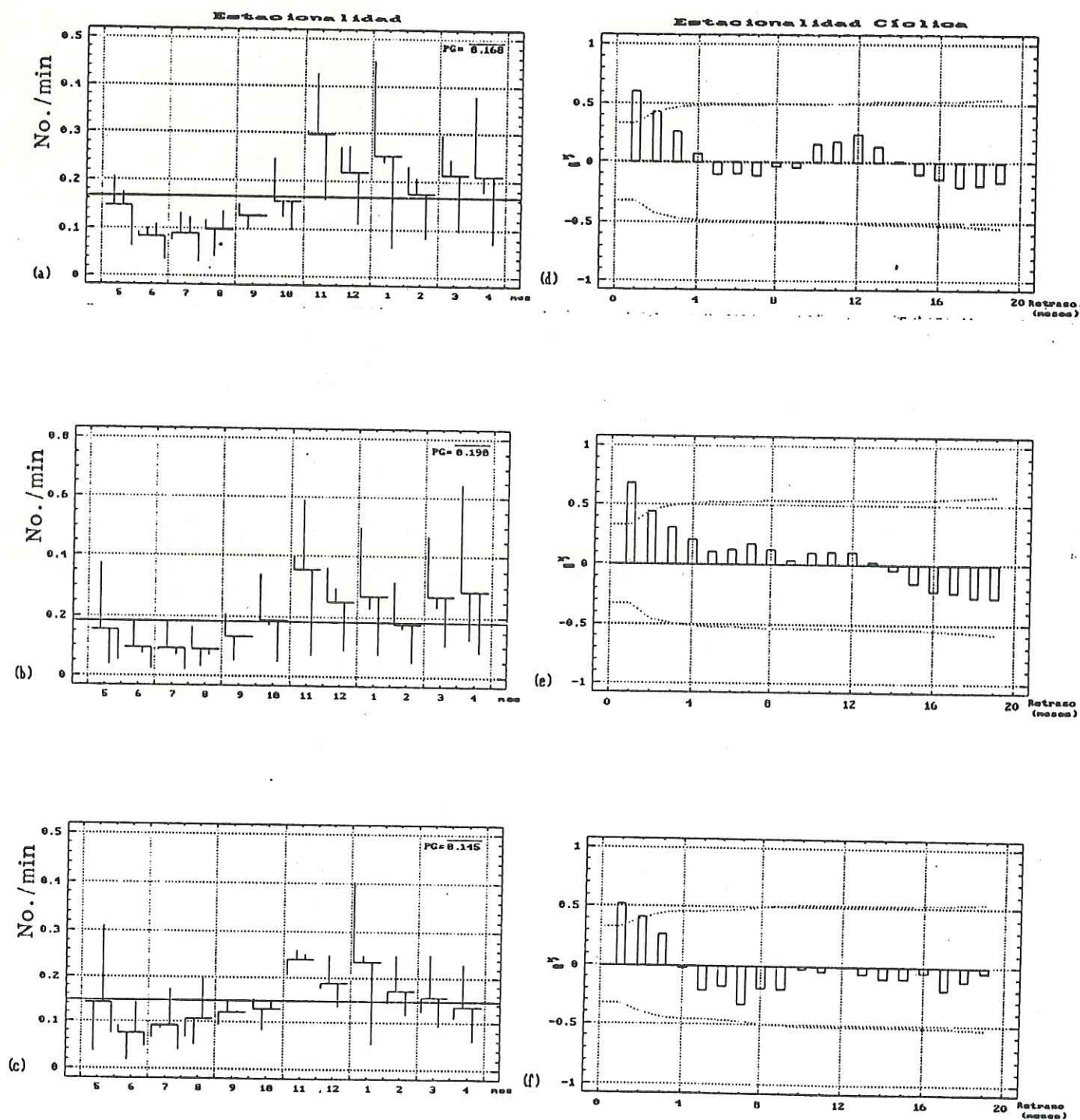


Fig. 13. Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la abundancia de *Pelecanus occidentalis* en la Bahía de La Paz, B.C.S. (a, d), Canal de San Lorenzo (b, e) y Zona Transicional (c, f).

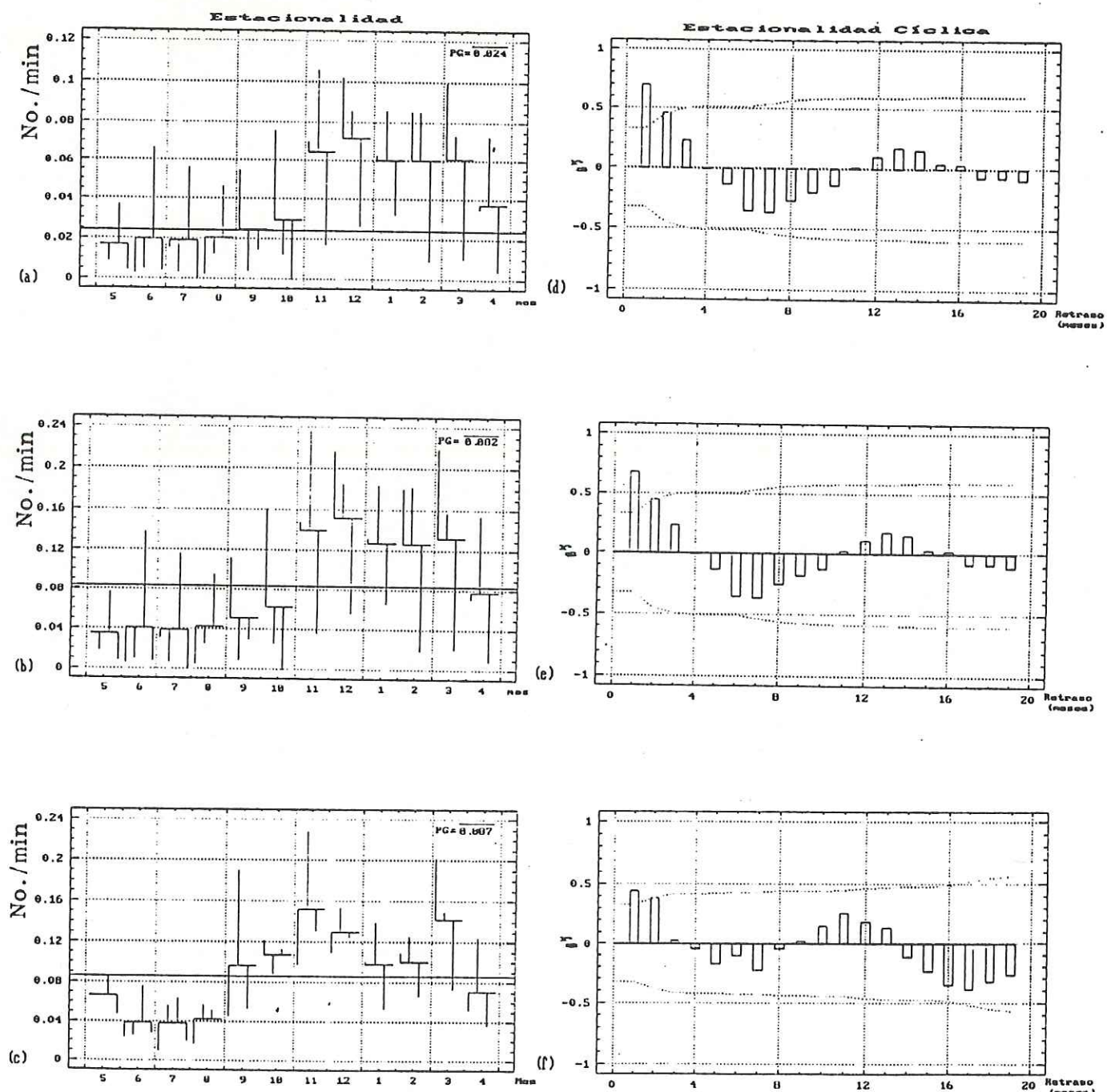


Fig. 14. Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la abundancia de *Sula* sp. en la Bahía de La Paz, B.C.S. (a, d), Canal de San Lorenzo (b, e) y Zona Transicional (c, f).

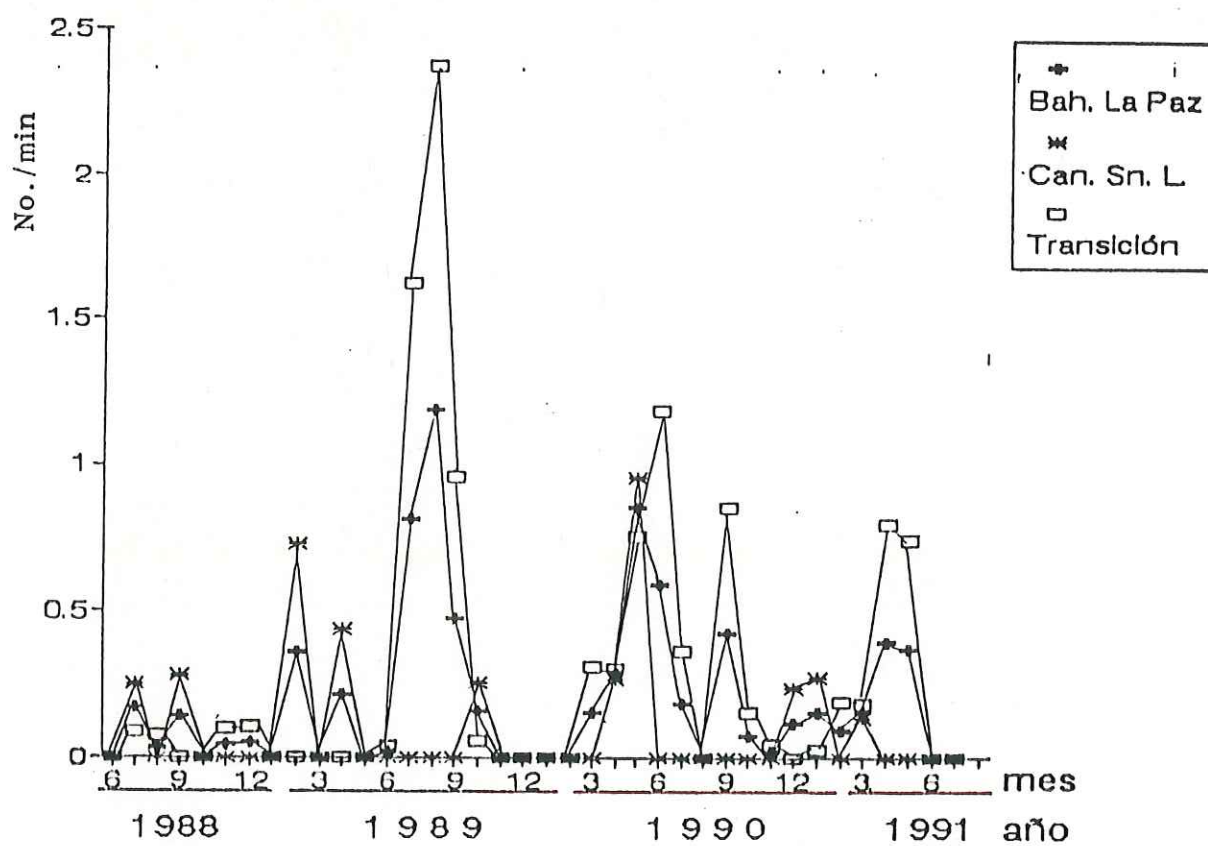


Fig. 15 Promedios mensuales de abundancia de *Delphinus delphis*, en la Bahía de La Paz, B.C.S, Canal de San Lorenzo y Zona Transicional (junio 1988 - julio 1991).

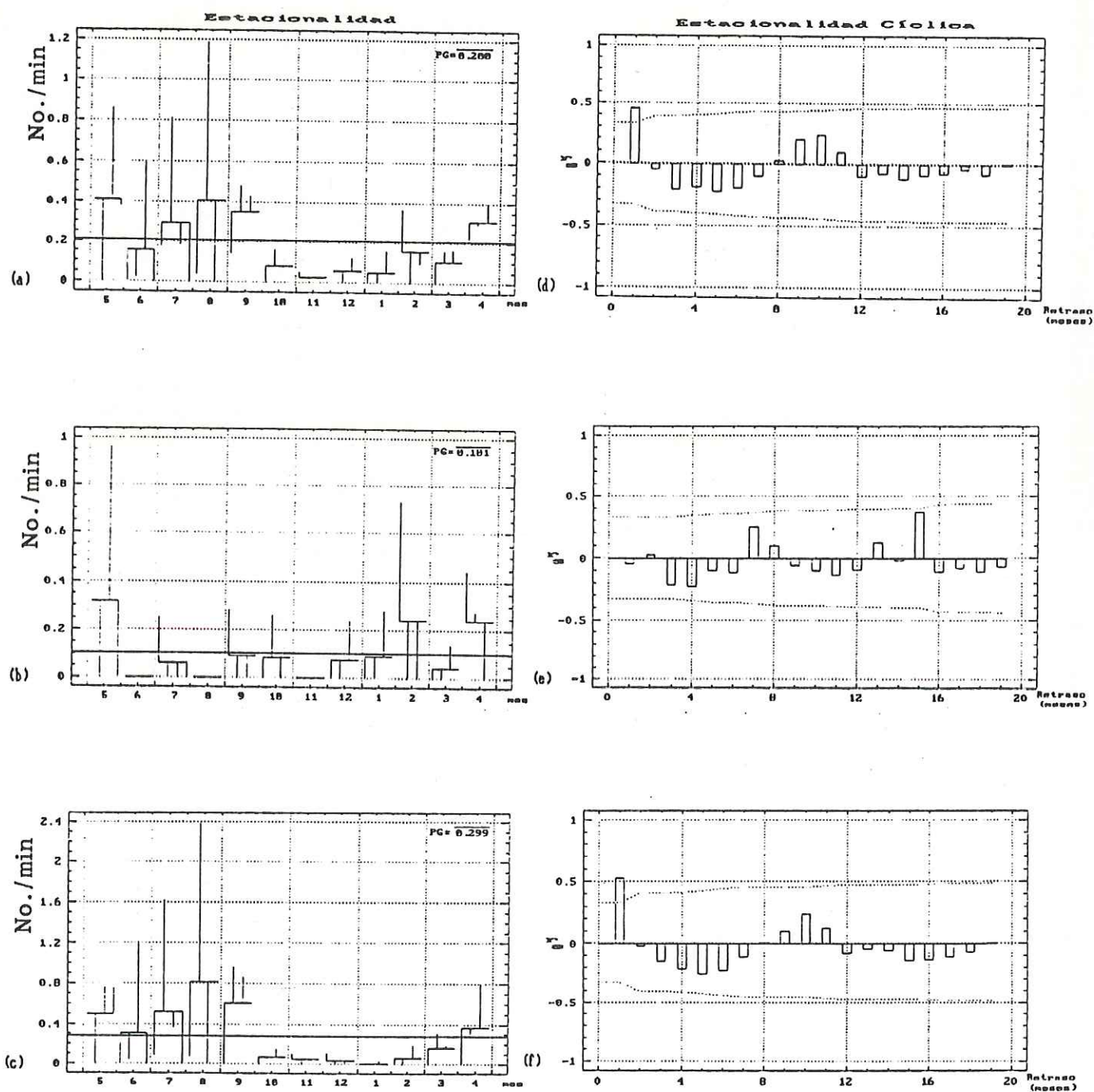


Fig. 16. Estacionalidad y estacionalidad cíclica de *Delphinus delphis*, en la Bahía de La Paz, B.C.S. (a, d), Canal de San Lorenzo (b, e) y Zona Transicional (c, f).

3.2. Correlación Entre Variables Físicas (Temperatura e Intensidad de Flujo de Marea) y Biológicas (Indicadores de Concentración de Plancton, Disponibilidad de Eufáusidos y Clupeidos e Índices de Calidad del Habitat)

Durante el período de estudio se comprobó la estrecha relación mensual entre la temperatura y transparencia del agua (Tabla II) y la asociación inversa de ambas variables con los indicadores de disponibilidad de eufáusidos (abundancia de *Oceanodroma* sp.) y clupeidos (abundancia de *Pelecanus occidentalis* y *Sula* sp.) (Tabla II). Además, se encontró una correlación inversa pequeña pero significativa entre la intensidad de flujo de mareas y la abundancia de *Pelecanus occidentalis* (Tabla II).

Por otro lado, de los índices de calidad de habitat sólo la diversidad de aves mostró una asociación pequeña, no significativa con la intensidad de flujo de mareas (Tabla II).

Tabla II. Correlación entre las variables físicas (temperatura e intensidad de flujo de marea) y biológicas (indicadores de la concentración de plancton, eufáusidos y clupeidos e índices de calidad del habitat), en la Bahía de La Paz, B.C.S. (n=38).
(Coeficiente (Nivel de significancia), * $p < 0.05$).

	Temperatura	IFM	Transparencia (m).
Temperatura	1.0000	.2793 (.0893)	.7958 (.0000*)
IFM	.2793 (.0893)	1.0000	.1108 (.5004)
Transparencia (m)	.7958 (.0000*)	.1108 (.5004)	1.0000
<i>Oceanodroma</i> sp.	-.7264 (.0000*)	-.2648 (.1073)	-.6437 (.0001*)
<i>Sula</i> sp.	-.7035 (.0000*)	-.2323 (.1577)	-.7105 (.0000*)
<i>Pelecanus occidentalis</i>	-.6656 (.0001*)	-.3917 (.0172*)	-.2323 (.0002*)
<i>Delphinus delphis</i>	.3500 (.4117)	-.1218 (.4586)	-.0163 (.9208)
S aves	.0386 (.4117)	.3542 (.4586)	.0548 (.9208)
S cetáceos	.0954 (.5617)	-.3017 (.0665)	.0566 (.7305)

3.3. Variación Espacial y Temporal de la Abundancia, Distribución, Actividad Alimenticia y Disposición Espacial de *Balaenoptera edeni*

En la Bahía de La Paz, en contraste con la variación anual de los indicadores de disponibilidad de plancton, eufáusidos y clupeidos (transparencia del agua, abundancia de aves zooplanctívoras e ictiófagas, respectivamente), la abundancia de *Balaenoptera edeni* y de hembras de la especie (No./min) no fue significativamente diferente entre los años (Fig. 17 a y b) y tampoco mostró una variación estacional acorde a la de la temperatura del agua y a la de las demás variables consideradas, siendo alta entre las estaciones cálida y templada (*B. edeni*: Fig. 18 a, b y c; hembras: Fig. 19 a, b y c).

El análisis detenido de las figuras referidas, indica que el pico de abundancia de la estación cálida del período mayo 1989 - abril 1990, determinó tal resultado. La abundancia de *B. edeni* y hembras de la especie tendió a ser menor en los meses cálidos y se mantuvo más estable en la estación templada (Figs. 18 a y 19 a). Así, los distintos valores interestacionales y anuales que adoptó la abundancia de *Balaenoptera edeni* y hembras de la especie, impidió definir alguna estacionalidad y periodicidad correspondiente del atributo (*Balaenoptera edeni*: Fig. 18 d, e y f; hembras: Fig. 19 d, e y f).

A menor escala espacial y temporal (interacción: año-zona-estación), la abundancia de *Balaenoptera edeni* tendió a ser mayor en el período menos cálido (mayo 1989 - abril 1990) y a disminuir en el período en que la temperatura repuntó (mayo 1990 - julio 1991) (Anexo I: Cuadro 9). En el caso de las hembras de *B. edeni*, su abundancia mostró mayor definición espacial y temporal en su tendencia, siendo mayor en el período anual menos cálido (mayo 1989 - abril 1990), la estación templada y en CSL, disminuyendo en la estación cálida y en el período en que la temperatura repuntó (mayo 1990 - julio 1991) (Anexo I: Cuadro 10).

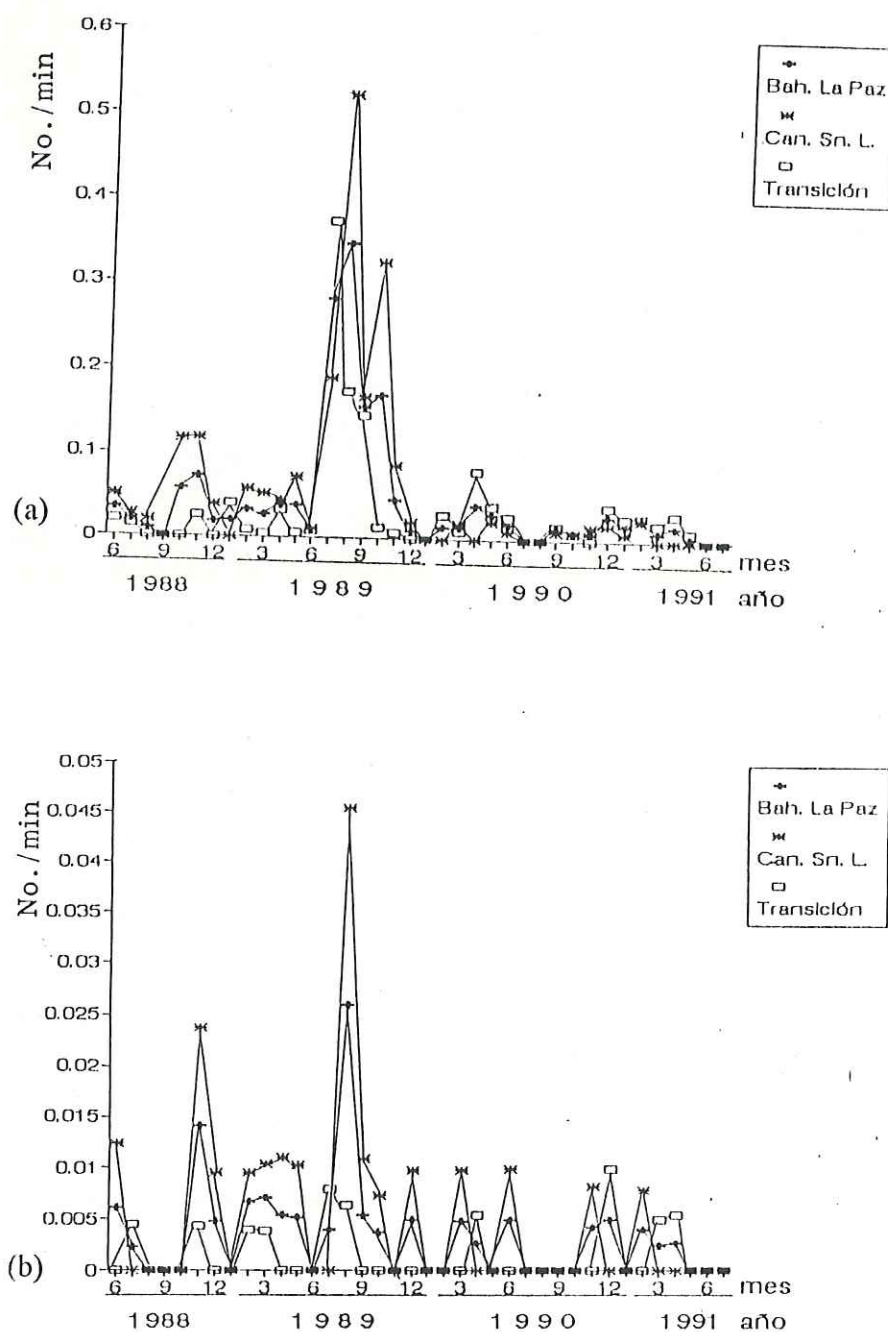


Fig. 17 Promedios mensuales de la abundancia de *Balaenoptera edeni* (a) y hembras de la especie (b) en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional (junio 1988 - julio 1991).

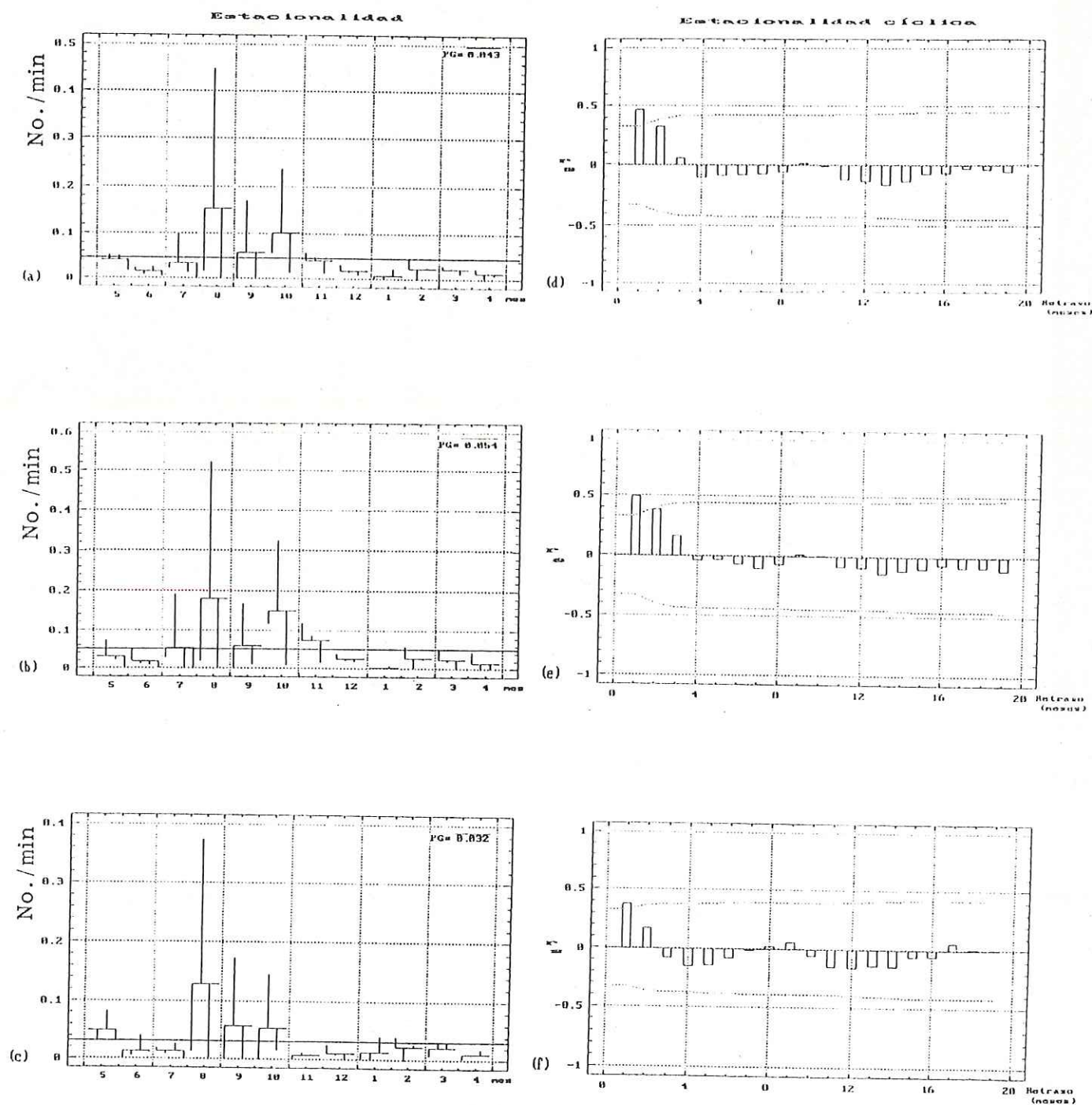


Fig. 18. Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la abundancia de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S. (a, d), Canal de San Lorenzo (b, e) y Zona Transicional (c, f).

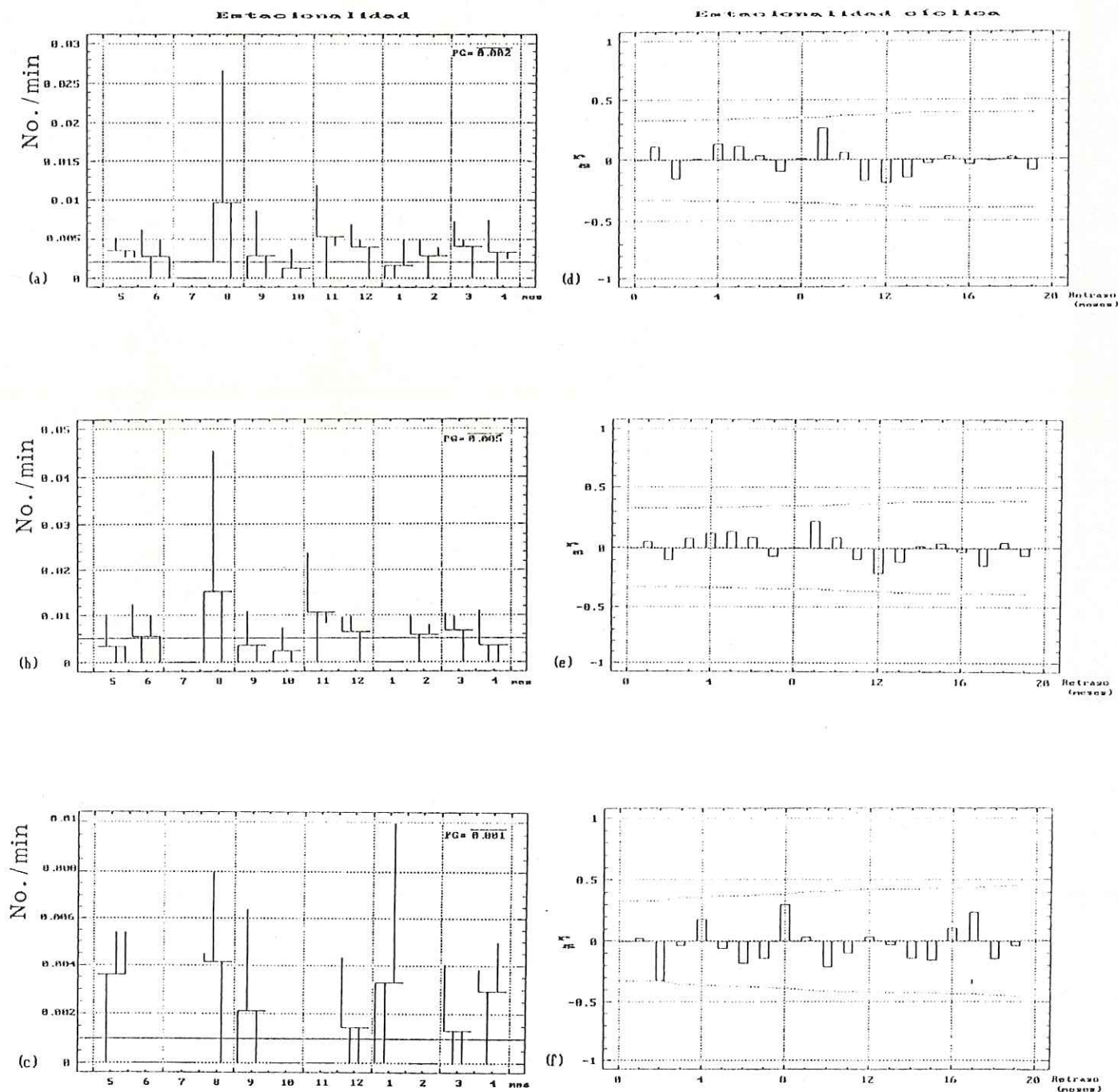


Fig. 19. Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la abundancia de hembras de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S. (a, d), Canal de San Lorenzo (b, e) y Zona Transicional (c, f).

De manera análoga, la frecuencia con que *Balaenoptera edeni* se alimentó (Evento/min) no varió significativamente entre años (Fig. 20). La actividad alimenticia no presentó una estacionalidad acorde a la de la temperatura del agua y fue más común entre la estación cálida y templada. Resultado influenciado por el pico de abundancia de *B. edeni*, durante la estación cálida del período mayo 1989 - abril 1990 (Fig. 21 a, b y c).

Los distintos valores que adoptó la frecuencia de alimentación intra e interanualmente, impidieron definir su estacionalidad (Fig. 21 d, e y f).

A menor escala espacial y temporal (interacción: año-zona- estación) *Balaenoptera edeni* tendió a alimentarse con mayor frecuencia en el período anual menos cálido (mayo 1989 - abril 1990), en la estación templada y en CSL. La frecuencia de alimentación de la especie tendió a disminuir desde finales de abril de 1990 hasta el final del estudio (Anexo I: Cuadro 11).

Con la disminución de eventos alimenticios hacia el final del estudio, los individuos se alejaron de la costa, ocuparon aguas más profundas y se alejaron de los lugares donde se alimentaron previamente (Tabla III, $p < 0.05$).

Por otra parte, en la Bahía de La Paz *Balaenoptera edeni* demostró ser predominantemente solitaria (tamaño de grupo $X = 1.014$, desv. est. = 0.012 $n = 411$ avistamientos). Sin embargo, en TRAN, durante la estación cálida de los períodos anuales más cálidos (junio 1988 - abril 1989 y mayo 1990 - julio 1991), se observaron dos grupos de tres y dos grupos de dos individuos respectivamente, mientras se alimentaban de salpas o *Nyctiphanes simplex* adoptando formaciones paralelas y escalonadas similares a las que adopta el rorcual común durante la alimentación (Tershy *et al.*, 1993), que de acuerdo con Wilson (1987) constituyen una estrategia cooperativa para maximizar la captura de presas.

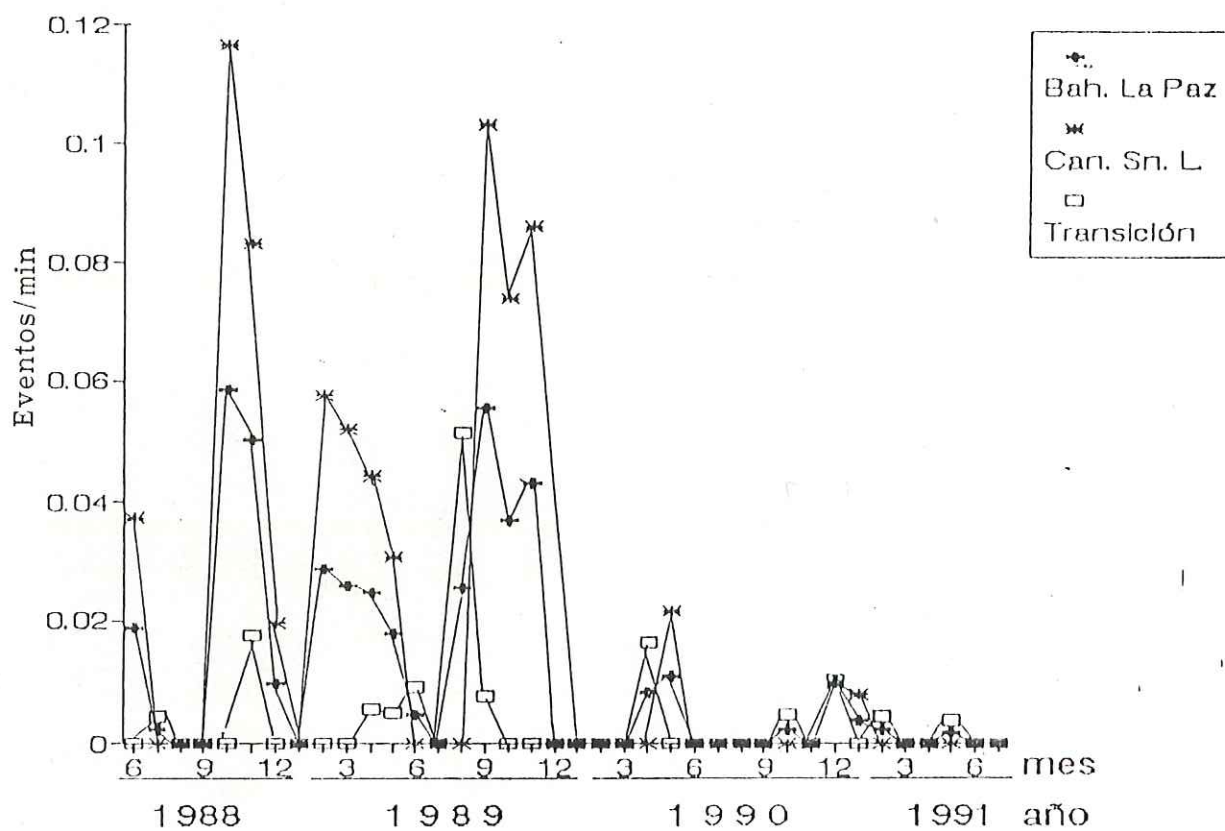


Fig. 20 Promedios mensuales de la frecuencia de alimentación de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S., Canal de San Lorenzo y Zona Transicional (junio 1988 - julio 1991).

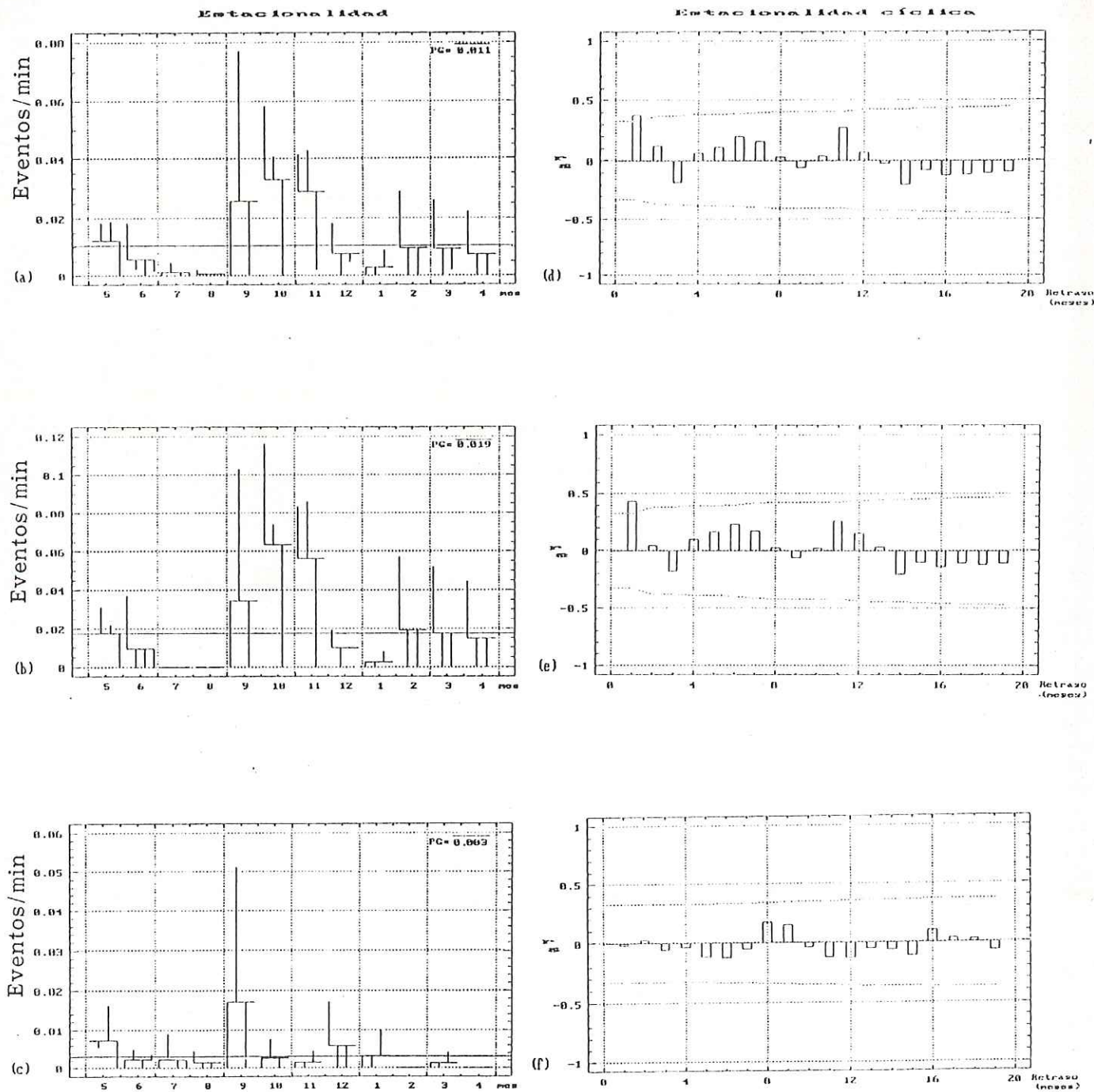


Fig. 21. Estacionalidad y estacionalidad cíclica de la frecuencia de alimentación de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de la Paz, B.C.S. (a, d), Canal de San Lorenzo (b, e) y Zona Transicional (c, f).

Tabla III. Medianas anuales de la distancia a la costa y profundidad asociadas a avistamientos de *Balaenoptera edeni* y distancia entre eventos alimenticios sucesivos, en la Bahía de La Paz, B.C.S. (Junio 1988 - Julio 1991) ($p < 0.05$).

Año:	jun 88 - abr 89	may 89 - abr 90	may 90 - jul 91
Distancia a la Costa	5.796 Km	6.098 Km	8.979 Km
Profundidad	129.300 m	119.370 m	249.600 m
Dist. entre eventos alimenticios	3.970 Km	5.426 Km	13.230 Km

3.4. Índice de Habitat de *Balaenoptera edeni* y Hembras de la Especie

En la Bahía de La Paz, la asociación tan débil entre la abundancia de *Balaenoptera edeni* y hembras de la especie con la variación anual y estacional que demostraron la mayoría de las variables consideradas, hizo necesario analizar cómo la interacción de los factores ambientales de un año, estación y zona particular, afectó a la abundancia de la especie y reconocer las características ambientales que favorecen su presencia en la Bahía de La Paz.

La abundancia de *Balaenoptera edeni* se clasificó en cuatro categorías, (1) muy escasa, (2) escasa, (3) abundante y (4) muy abundante, y la de las hembras en 2, (1) escasa y (2) abundante. Las categorías se sometieron a un análisis discriminante en relación a sus valores asociados de temperatura del agua, intensidad de flujo de marea, indicador de concentración de plancton (transparencia del agua), distancia a la costa, batimetría, indicadores de disponibilidad de eufáusidos (*Oceanodroma* sp.) y clupeidos (*Pelecanus occidentalis* y *Sula* sp.), frecuencia y distancia entre eventos alimenticios e índices de calidad de habitat (S de aves marinas y cetáceos).

La diferenciación entre categorías de abundancia de *Balaenoptera edeni* y hembras de la especie fue buena, de acuerdo a la correlación canónica que caracterizó a la primer función discriminante y a su significancia (Tablas IV y V respectivamente). Esto, se reflejó en el poder de las funciones para diferenciar las categorías (4) muy abundante de *Balaenoptera edeni* (Tabla VI y Fig. 22) y (2) abundante de las hembras de la especie (Tabla VII).

Tabla IV. Funciones discriminantes, correlación canónica y nivel de significancia, para caracterizar categorías de abundancia de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S.

Función discriminante	Eigenvalor (Raíz latente)	Porcentaje relativo	Correlación canónica
1	1.4808030	83.98	.77260
2	.1705528	9.67	.38171
3	.1119386	6.35	.31728

Funciones derivadas	Lambda de Wilks	χ^2	g.l.	<i>p</i>
0	.3096962	78.534945	36	.00005
1	.7682954	17.659930	22	.72595
2	.8993303	7.109031	10	.71511

Tabla V. Función discriminante, correlación canónica y nivel de significancia, para caracterizar categorías de abundancia de hembras de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S..

Función discriminante	Eigenvalor (Raíz latente)	Porcentaje relativo	Correlación canónica
1	.4400303	100.00	.55278

Funciones derivadas	Lambda de Wilks	χ^2	g.l.	<i>p</i>
0	.6944299	24.6148	13	.02592

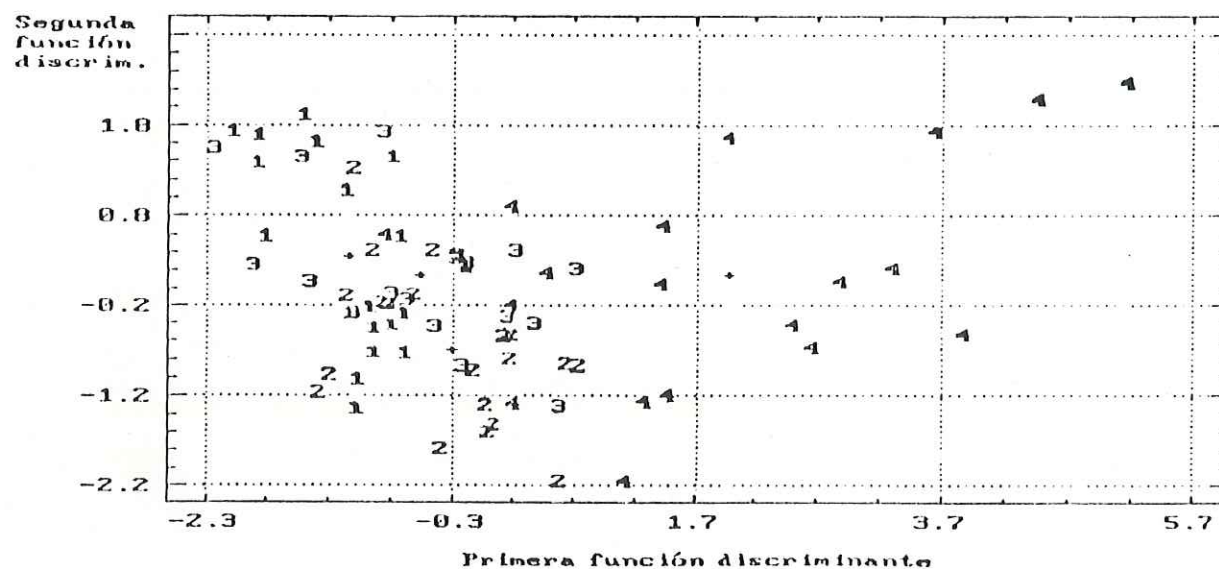


Fig. 22 Gráfico de función discriminante y caracterización de categorías de abundancia de *Balaenoptera edeni*, donde la primera función diferencia muy bien a la categoría muy abundante (4).

Tabla VI. Resultados de clasificación de las categorías de abundancia de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S..
(conteo (porcentaje))

Categoría	Muy escasa	Escasa	Abundante	Muy Abund.	Total
Muy escasa	11 (57.89)	3 (15.79)	5 (26.32)	0 (.00)	19(100)
Escasa	2 (10.53)	12 (63.16)	5 (26.32)	0 (.00)	19(100)
Abundante	5 (26.32)	3 (15.79)	10 (52.63)	1 (5.26)	19(100)
Muy Abund.	1 (5.26)	3 (15.79)	2 (10.53)	13 (68.42)	19(100)

Tabla VII. Resultados de clasificación de las categorías de abundancia de hembras de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S..
(conteo (porcentaje))

Categoría	Escasa	Abundante	Total
Escasa	33 (84.62)	6 (15.38)	39(100)
Abundante	12 (32.43)	25 (67.57)	37(100)

Los coeficientes asociados a la primer función discriminante, indican que el incremento en la profundidad, temperatura, disponibilidad de eufáusidos (indicador: *Oceanodroma* sp.) y clupeidos (indicador *Sula* sp.), en ese orden, se asociaron a condiciones desfavorables (valor negativo) para la abundancia de *Balaenoptera edeni*. La frecuencia de alimentación, disponibilidad de clupeidos (indicador *Pelecanus occidentalis*) y la distancia a la costa, se asociaron a condiciones favorables para el atributo (Tabla VIII).

Contrastando ligeramente con lo anterior, los coeficientes asociados a la función discriminante, indican que el incremento en la disponibilidad de eufáusidos (indicador: *Oceanodroma* sp.), temperatura del agua y la profundidad, se asociaron a condiciones desfavorables (valores negativos) para las hembras de *Balaenoptera edeni*. Mientras que la frecuencia de alimentación, distancia a la costa e intensidad de flujo de marea se asociaron a condiciones favorables para su abundancia (Tabla IX).

Así, la mayor abundancia de *Balaenoptera edeni* y su residencia en la Bahía de La Paz, se asoció a los promedios más altos de frecuencia de alimentación y de abundancia de clupeidos (indicador: *Pelecanus occidentalis*) y a los menores promedios de temperatura, transparencia del agua, distancia entre eventos alimenticios, intensidad de flujo de marea, distancia a la costa y profundidad, siendo menos clara su asociación con la disponibilidad de clupeidos de acuerdo *Sula* sp. y eufáusidos (*Oceanodroma* sp.) (Tabla X).

En contraste, la mayor abundancia de hembras de *Balaenoptera edeni* se asoció siempre a los promedios más altos de disponibilidad de clupeidos (indicadores: *Pelecanus occidentalis* y *Sula* sp.) y frecuencia de alimentación y a los promedios más bajos de temperatura, transparencia del agua, disponibilidad de eufáusidos (indicador *Oceanodroma* sp.), profundidad, distancia a la costa y distancia entre eventos alimenticios (Tabla XI).

Tabla VIII. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes para diferenciar categorías de abundancia de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S.

Factor	F u n c i o n e s		
	1	2	3
Temperatura	-0.53747	0.88422	1.07903
Transparencia	0.01741	-0.37639	-0.16144
<i>Oceanodroma</i> sp.	-0.31280	-0.00879	0.09168
<i>Pelecanus occidentalis</i>	0.05471	0.53337	0.00894
<i>Sula</i> sp.	-0.43023	-0.25524	0.13623
Frec. Alim.	0.82534	0.46845	-0.20705
Dist. Alim.	-0.02805	0.00136	-0.84806
Dist. Costa	0.52899	0.00983	-0.17039
IFM	-0.12602	-0.19070	0.14372
Profundidad	-0.69340	0.52396	-0.25912
Div. aves (S)	-0.04125	0.54593	-0.48505
Div. cetáceos (s)	0.16366	0.18073	-0.23399

Tabla IX. Coeficientes estandarizados de la función discriminante para la diferenciación de la abundancia de hembras de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S.

Coeficiente		Coeficiente	
Factor	Función 1	Factor	Función 1
Temperatura	-0.70776	Dist. alim.	0.04670
Transparencia	-0.03606	Dist. costa	0.39722
<i>Oceanodroma</i> sp.	-0.86961	IFM	0.37529
<i>Pelecanus occidentalis</i>	-0.23726	Profundidad	-0.56587
<i>Sula</i> sp.	0.16693	Div. aves	-0.21429
Frec. alim.	0.61883	Div. cetáceos	0.21125

Tabla X. Promedios y desviaciones estándar (d.e.) de las variables consideradas, asociados a cada categoría de abundancia de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S.

Abundancia Cuento	Muy escasa 19		Escasa 19		Abundante 19		Muy abundante 19	
	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.
Temperatura	25.658	1.28	24.678	1.04	25.033	1.04	24.570	0.94
Transparencia	11.292	1.69	10.846	1.51	11.074	1.62	10.762	0.92
<i>Oceanodroma</i>	0.055	0.05	0.070	0.05	0.062	0.04	0.071	0.04
<i>Pelecanus occidentalis</i>	0.119	0.07	0.174	0.12	0.136	0.09	0.242	0.18
<i>Sula</i> sp.	0.073	0.05	0.094	0.06	0.079	0.06	0.092	0.07
Frec. alim.	0.000	0.00	0.001	0.00	0.004	0.00	0.040	0.03
Dist. alim.	9941.428	5924.28	7229.347	5294.28	9667.365	6088.42	5085.161	4500.14
Dist. costa	7835.410	3775.80	6707.860	3268.14	8184.370	2305.27	6286.460	2381.28
IFM	3.899	0.36	3.742	0.33	3.832	0.28	3.535	0.36
Profundidad	218.329	89.68	159.820	65.59	211.365	67.57	113.334	54.76
Div. aves (S)	0.835	0.03	0.806	0.07	0.843	0.04	0.784	0.09
Div. cetáceos (s)	0.153	0.23	0.184	0.17	0.196	0.15	0.275	0.20

Tabla XI. Promedios y desviaciones estándar (d.e.) de las variables consideradas, asociados a cada categoría de abundancia de hembras de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S.

Abundancia Cuento	Escasa 39		Abundante 37	
	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.
Temperatura	25.147	1.19	24.813	1.07
Transparencia	11.138	1.47	10.841	1.44
<i>Oceanodroma</i> sp.	0.072	0.05	0.057	0.03
<i>Pelecanus occidentalis</i>	0.156	0.11	0.180	0.15
<i>Sula</i> sp.	0.084	0.06	0.086	0.06
Frec. alim.	0.003	0.01	0.020	0.03
Dist. alim.	8042.020	5400.17	7274.348	6141.37
Dist. costa	7338.830	3519.97	7163.620	2480.58
IFM	3.762	0.35	3.740	0.37
Profundidad	189.914	88.24	160.743	71.41
Div. aves	0.833	0.05	0.800	0.08
Div. cetáceos	0.180	0.20	0.225	0.18

4. DISCUSION

4.1. Variabilidad Ecológica en La Bahía de La Paz, B.C.S.

4.1.1. Temperatura superficial del agua

La temperatura alta del período junio 1988 - abril 1989 (Fig. 4), se atribuye al efecto remanente de "El Niño Oscilación Austral" (en adelante ENOA) 1986-1987, dada su duración aproximada (18 meses) (Philander, 1990; Glynn, 1993) y a su residencia extendida en el hemisferio norte (González, 1993a). ENOA afectó el Golfo de California, de mediados de 1986 a mediados de 1988. A finales de 1987 y durante 1988 la elevada temperatura del agua (NOAA, 1987-1991) afectó las comunidades coralinas (Reyes, 1988 y 1993; Flores, 1988 obs. per.), poblaciones de aves (Robles y Rebón, 1992) y modificó la estructura comunitaria de los cetáceos, al aumentar la riqueza y abundancia de especies de afinidad tropical (Reséndiz 1989 com. per.¹; Gendron, 1992b y 1993; Urbán, 1993a; Urbán *et al.*, 1993).

El descenso marcado de la temperatura del agua de mayo 1989 - abril 1990 (NOAA, 1987-1991) (Fig. 4), representa la condición templada que marca el final de ENOA en el hemisferio norte ("La Niña") (Philander, 1990; González, 1993b) y que en el Golfo de California, se evidenció al retornar el nivel medio del mar a sus valores normales (González, 1993a) y al aumentar la abundancia de aves marinas (este trabajo) y la riqueza de cetáceos en la Bahía de La Paz (Urbán *et al.*, 1990b; Urbán, 1993a).

El repunte de la temperatura superficial del agua de mayo 1990 - julio 1991 (Fig. 4), y su aumento consistente (NOAA, 1987-1991), sugiere que se presentaron condiciones anormalmente cálidas en la Provincia de la Boca y Provincia del Golfo Inferior de California, a reserva de analizar a detalle las condiciones oceanográficas de ese año.

¹ António Reséndiz. Oficina de Pesca, Bahía de Los Angeles, B.C.

Por otro lado, la estacionalidad de la temperatura superficial del agua (Fig. 5a - c) responde a la incidencia de las masas de agua del Pacífico Este Tropical y Subsuperficial Tropical, que definen la estación cálida (Roden, 1964; Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979; Torres, 1993; Santa María-Del Angel *et al.*, en prensa), cuya influencia estacional es de tal dimensión, que modifica en su totalidad a la masa de agua superficial de la Bahía de La Paz, de acuerdo a las temperaturas similares que presentaron CSL y TRAN.

La marcada periodicidad tal proceso oceanográfico (Torres, 1993) indica que los cambios ambientales a gran escala y su interacción con eventos locales, determinan que la temperatura muestre valores mensuales y estacionales particulares (Anexo I: Cuadro 1), que impidien definir sólidamente la estacionalidad de la variable (Fig. 5d, e y f).

4.1.2. Intensidad de flujo de marea

Las diferentes escalas y detalle de los estudios relativos a la intensidad de flujo de marea en la Bahía de La Paz (p. ej. Obeso, 1986 y este trabajo), solo permitieron confirmar que en el invierno y el verano se presenta la mayor intensidad de flujo y que el ciclo de mareas es anual (Figs. 6 b y c).

Por otra parte, la menor intensidad de flujo de marea durante la influencia remanente de ENOA (junio 1988 - abril 1989) (Fig. 6a), debió favorecer la residencia de aguas cálidas y pobres en la Bahía de La Paz, mientras que el incremento notable del flujo de marea en el período mayo 1990 - julio 1991 y la mayor dinámica de intercambio, debieron determinar la sustitución rápida de las aguas templadas características de "La Niña", por las aguas anormalmente cálidas que se encontraban en la Provincia del Golfo Inferior, con el consecuente repunte de la temperatura.

4.1.3. Transparencia del agua como indicador de concentración de plancton

No obstante que la transparencia del agua en la Bahía de La Paz se ha monitoreado desde la década de 1970, su variación espacial y temporal en relación a la concentración de plancton no se ha analizado. Solo un trabajo relacionará la variable con la productividad de bivalvos (Cortéz, en preparación).

El autor de este trabajo determinó la correlación entre la transparencia del agua y la densidad de células fitoplanctónicas (No. células/ml.) en la Bahía de La Paz, B.C.S.; utilizó muestras obtenidas a 10 m de profundidad, en diferentes zonas, meses y años de muestreo (1989 - 1992), integró una serie de 8 meses (marzo a junio y agosto a noviembre) y encontró una correlación inversa pequeña y significativa entre las variables ($r_s = -0.4201$ $p < 0.05$) (Lab. Oceanografía U.A.B.C.S., datos no publicados). Esto y el que la mayor abundancia de plancton se presente en la estación templada asociada a aguas turbias (Castro-Aguirre *et al.*, 1984; Fig. 8), sin que el aumento en el aporte terrígeno y sedimento suspendido de la estación cálida (Villamar, 1965; Obeso, 1986), modifiquen el patrón estacional, apoyan la asociación inversa entre la concentración de plancton y la transparencia del agua y la utilidad de esta como indicador (siempre en conjunto con otras evidencias).

Así, de acuerdo a la correlación inversa entre la abundancia de plancton con la temperatura (Castro-Aguirre *et al.*, 1984) y transparencia del agua (este trabajo) y sin descartar el componente estocástico de los procesos productivos de las zonas costeras (Platt *et al.*, 1989), se esperaría que durante ENOA (junio 1988 - abril 1989) la temperaturas altas se asociaran a una menor concentración de plancton, que durante "La Niña" (mayo 1989 - abril 1990), pero la variable fue similar entre los años (Fig. 7). La contradicción se salva en cierto grado, al considerar efecto de las condiciones ambientales a menor escala espacial y temporal. La concentración de plancton tendió a ser mayor durante la "La Niña" (mayo 1989 - abril 1990) que en otros periodos (Anexo I: Cuadro 2).

Por otra parte, la variación estacional de la concentración de plancton (menor durante la estación cálida (Fig. 8a, b y C) coincide con lo encontrado previamente (Castro-Aguirre *et al.*, 1984) y corresponde a la influencia estacional de las masas de agua tropicales que definen la estación cálida (Roden, 1964; Alvarez- Borrego y Schwartzlose, 1979; Torres, 1993; Santa María-Del Angel *et al.*, en prensa). Además, la mayor concentración de plancton (menor transparencia) en CSL (Fig. 8b y c) se atribuye a la presencia de condiciones favorables para las poblaciones fito y zooplanctónicas (Castro-Aguirre *et al.*, 1984; Murillo, 1987; Nieto-García y García-Pámanes 1991; Gaxiola, *et al.*, 1992).

De esta manera, es aparente que la concentración espacial y temporal de plancton esta regida por procesos oceanográficos deterministas que operan a escala local y estacional (influencia de masas de agua tropical). El patrón estacional se mantiene sin cambio y solo fenómenos oceanográficos de gran escala (p. ej. "La Niña"), determinan que la variable adopte valores mensuales y estacionales particulares (Anexo I: Cuadro 2) que impidieron definir sólidamente su estacionalidad (Fig. 8d - f).

4.1.4. *Oceanodroma* sp. como indicador de disponibilidad de eufáusidos

Debido a que *Balaenoptera edeni* puede alimentarse de eufáusidos en el Golfo de California (Tershy *et al.*, 1993; Gendron, 1992a) se infirió su disponibilidad de acuerdo con la variación espacial y temporal de sus depredadores (*Oceanodroma* sp.), ya que el análisis de la abundancia y éxito reproductivo de las aves permite inferir la disponibilidad su alimento, cuando estas son depredadores selectivos (Anderson *et al.*, 1987; Cairns, 1987). Esto se constató para el orden que incluye a *Oceanodroma* sp. (Procelarifformes) en mares templados (Hobson y Welch, 1992) y para el género en el Pacífico Oriental Tropical, Golfo de California y la Bahía de La Paz, donde el mismo es zooplanctívoro (Watanuki, 1985; Pitman y Ballance, 1990; Anderson *et al.*, 1987; Guzmán y Carmona, 1991).

Así, de acuerdo a la abundancia de *Oceanodroma* sp., la disponibilidad de eufáusidos en la Bahía de La Paz disminuyó fuertemente en el último año de estudio (mayo 1990 - julio 1991) cuando la temperatura del agua repuntó (Fig. 9) y fué mayor durante la estación templada y en TRAN (Figs. 9 y 10 a, b y c), coincidiendo con lo informado por Gendron (1992c) y Caraveo (1991).

Así, al igual que la concentración de plancton, es aparente que la disponibilidad estacional de eufáusidos, se rige por procesos oceanográficos deterministas que operan a escala local y estacional (influencia de masas de agua tropicales) y por los requerimientos biológicos de los organismos (Brinton y Townsend, 1980; Gendron, 1992c).

El patrón estacional y local se mantiene sin cambio en el tiempo y los fenómenos oceanográficos de gran escala ("La Niña") determinan que la disponibilidad de eufáusidos adopte valores mensuales y estacionales particulares (Anexo I: Cuadro 3), lo que impidió definir sólidamente su estacionalidad (Fig. 10d -f).

4.1.5. *Pelecanus occidentalis*, *Sula* sp. y *Delphinus delphis* como indicadores de la disponibilidad de clupeidos

Debido a que en el Golfo de California *Balaenoptera edeni* se alimenta principalmente de clupeidos (Tershy *et al.*, 1987a; Flores, 1988 y 1989; Tershy *et al.*, 1990), en la Bahía de La Paz se infirió la disponibilidad de estos peces de acuerdo con la abundancia de dos géneros de aves y un cetáceo ictiófagos (Jiménez, 1988; Tershy y Breese 1990; Tershy *et al.*, 1990; Anderson, 1991; Pérez, 1991).

No obstante que durante ENOA 1982 - 1983 la caída en la abundancia de clupeidos (Hamman *et al.*, 1992) ocasionó un descenso en la productividad de los pelícanos en la Bahía de La Paz (Jiménez *et al.*, 1992), en este estudio la menor abundancia de estas aves no se presentó durante el período de influencia de ENOA (junio 1988 - abril 1989), sino cuando la temperatura repuntó de mayo 1990 - julio 1991 (Figs. 11 y 12 respectivamente).

En este caso los indicadores demostraron su eficiencia, pues al retirarse ENOA (finales de 1988) y durante "La Niña" (1989), la mayor abundancia de *Pelecanus occidentalis* y *Sula* sp. (Figs. 11 y 12) coincidió con la captura más alta de *Sardinops sagax* en el Golfo de California (Santos, 1992) y la mayor biomasa reproductiva de clupeidos registrada en la Bahía de La Paz (Hinojosa *et al.*, 1993); mientras que la menor abundancia de estas aves en el período en que la temperatura repuntó (mayo 1990 - julio 1991), coincidió con el colapso de la captura de clupeidos de 1990 - 1991 (Santos, 1992), la menor biomasa reproductiva de estos peces en la Bahía de La Paz (González-Navarro *et al.*, 1993; Hinojosa *et al.*, 1993) y el aumento de abundancia de engraulidos (Green *et al.*, 1992; Velarde *et al.*, 1992) en el Golfo de California.

Por otra parte, la abundancia de *Pelecanus occidentalis* y *Sula* sp. y la mayor biomasa reproductiva de clupeidos (Hinojosa, *et al.* 1993), son indicativos de que la disponibilidad de estos peces es superior en la estación templada (Figs. 13a - c y 14a - c respectivamente) y disminuye durante la influencia de las masas de agua tropicales (Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979).

Regionalmente, la distribución preferencial de *Pelecanus occidentalis* y la mayor biomasa reproductiva de clupeidos, indican que la abundancia de estos peces es superior en CSL (Hinojosa *et al.*, 1993) (Fig. 13b y c y Anexo I: Cuadro 4).

Así es aparente que la disponibilidad de clupeidos, se rige por eventos oceanográficos deterministas que operan local y estacionalmente, que al interactuar con fenómenos oceanográficos de gran escala (ENOA y "La Niña") determinan que la abundancia de estos peces adopte valores mensuales y estacionales particulares (Anexo I: Cuadros 4 y 5), impidiendo definir sólidamente su estacionalidad (Figs. 13d - f y 14d - f).

En contraste, la abundancia de *Delphinus delphis*, no varió anual o estacionalmente (Figs 15 y 16a - c; Anexo I: Cuadro 6). Aunque su mayor abundancia coincidió con la mayor cantidad de alimento en la estación templada del año menos cálido (mayo 1989 -

abril 1990), el atributo tendió a ser mayor y estable de mayo 1990 - julio 1991 (Anexo I: Cuadro 6), cuando hubo menos clupeidos (mayo 1990 - julio 1991) (Hinojosa *et al.*, 1993; González-Navarro *et al.*, 1993), indicando que *Delphinus delphis* no tiene una dieta tan especializada como las aves referidas (Leatherwood *et al.*, 1988).

4.1.6. Diversidad de aves marinas y cetáceos, como índices de calidad de habitat

En la Bahía de La Paz, los análisis de la diversidad específica y estructura comunitaria de aves marinas se limitan a listados específicos (Amador y Mendoza, 1979) y descripciones sobre la distribución y abundancia de las poblaciones de aves (Guzmán y Amador, 1987).

En el caso de los mamíferos marinos, solo se cuenta con un trabajo de cobertura temporal muy limitada (Gendron, 1992b).

Previniendo la confusión al tratar de reconocer la fuente de variación de la información comunitaria y al interpretar biológicamente de la cantidad de bits, a que hacen referencia los índices de la teoría de la información (Cousins, 1991), se adoptó un índice de diversidad probabilístico sensible al cambio en la abundancia de las especies dominantes (S de Simpson), con el objeto de referir el valor del índice a la abundancia de las poblaciones de la comunidad y relacionarlo al cambio ambiental y su escala temporal.

Tanto en el caso de las aves como en el de los mamíferos marinos, la diversidad fue similar entre los años y estaciones, sólo las aves marinas mostraron una mayor diversidad en TRAN (Anexo I: cuadro 7)

En el caso de las aves, al mantenerse la misma riqueza específica y abundancia proporcional entre las poblaciones, la estructura comunitaria no cambió entre los años. Sin embargo, la comunidad cambió metabólicamente, dado el descenso o aumento armónico en la abundancia de cada especie, como en el caso de *Oceanodroma* sp., *Pelecanus occidentalis* y *Sula* sp. (Figs 9, 11 y 12) y al mantenerse estable la riqueza específica.

Por otro lado, la distribución preferencial de *Oceanodroma* sp. y *Sula* sp. en TRAN (Anexo I: Cuadros 3 y 5 respectivamente), explica la diferencia significativa en los valores de diversidad entre las zonas referido con anterioridad (Anexo I: Cuadro 7).

En el caso de los cetáceos, su diversidad no mostró diferencias notables entre años. Sin embargo, durante la transición ENOA 1986-1987 - "La Niña" (Urbán *et al.*, 1990b y c; Urbán, 1993a) se obtuvieron los valores más altos de diversidad (Anexo I: Cuadro 8), mientras que la riqueza de especies fue mayor en el año más cálido (junio 1988 - abril 1989). Esto indica que la comunidad puede cambiar estructural y/o metabólicamente en condiciones ambientales anormales. Cambios comunitarios correspondientes ya habían sido reportados en la Bahía de La Paz, en relación con ENOA (Gendron, 1992b).

Para que a escala estacional y anual los valores de diversidad de cetáceos hayan sido similares, fue necesario que se diera una sustitución de magnitud correspondiente, en la riqueza, dominancia y abundancia de cada una de las especies, mismos que Valles (en preparación) trata con mayor detalle. Se hace notar, que la riqueza (Urbán, 1993b), diversidad y tasa de cambio de la comunidad de cetáceos en la Bahía de La Paz, son de los más altos en el Pacífico Tropical Oriental (Anexo I: Cuadro 8). El que los valores de diversidad de cetáceos, derivaran de diferentes tamaños de muestra, cuando S puede presentar sesgos debido a esto (Krebs, 1985), impide discutir con mayor detalle la relevancia de la observación.

Si la diferencia es biológicamente válida, la alta riqueza y diversidad de los cetáceos de Bahía de La Paz se puede interpretar según la hipótesis de disturbio intermedio de Connell (1978); la variación ambiental asociada a eventos oceanográficos que llegan a afectar la bahía en estaciones y años determinados, favorece o no la presencia de individuos de cierta especie de acuerdo a diferentes escalas espaciales y temporales.

4.2. Correlación Entre Variables Físicas (Temperatura e Intensidad de Flujo de Marea) y Biológicas (Indicadores de Concentración de Plancton, Disponibilidad de Eufáusidos y Clupeidos e Índices de Calidad del Habitat)

El análisis de series de tiempo, señaló una asociación inversa entre la temperatura superficial del agua y prácticamente todos los indicadores de disponibilidad de alimento a escala anual y estacional, de acuerdo a las diferencias significativas o a las tendencias definidas por los análisis *a posteriori*. La tabla II es notable al respecto pues trata una escala de tiempo menor (meses).

En la Bahía de La Paz, La asociación inversa entre la temperatura y transparencia del agua con la concentración de plancton e indicadores de disponibilidad de alimento, refleja la dieta especializada y posición inferior en la trama trófica de los indicadores en la Bahía de La Paz (Jiménez, 1988; Guzmán y Carmona 1991; Pérez, 1991).

El ascenso y descenso en la temperatura y transparencia del agua, no determinó por sí mismo el descenso y ascenso de la abundancia de las aves. Son las condiciones ambientales, que acompañan al cambio de la temperatura del agua (el afloramiento, avance y retroceso de masas de agua particulares) las que determinan el resultado.

Así, la estrecha correlación mensual confirma la periodicidad estacional de los procesos oceanográficos descritos (Roden, 1964; Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979), que al interactuar con eventos como ENOA o "La Niña" ven magnificado su efecto sobre los niveles inferiores de la trama trófica.

4.3. Análisis Comparativo de la Variación Espacial y Temporal de la Abundancia, Actividad Alimenticia y Disposición Espacial de *Balaenoptera edeni*, en la Bahía de La Paz y Otras Areas del Golfo de California

Hasta el presente estudio, la variación espacial y temporal de la abundancia de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, se analizó con base en la comparación cruda de su tasa de avistamiento. Urbán *et al.* (1990a y 1991), señalan que la abundancia de la especie fue mayor en el verano de 1989 (cuando los clupeidos abundaron) que en el verano de 1990 y extrapolaron la diferencia a la escala anual.

El presente trabajo sustenta débilmente esos resultados ya que la abundancia de *Balaenoptera edeni* fue similar entre años (Fig. 17). Así, aunque la disponibilidad de clupeidos fue mayor en 1989 (González-Navarro *et al.*, 1993) (Figs. 11 y 12), esto influyó únicamente para que la abundancia de *Balaenoptera edeni* fuera mayor en la estación cálida de 1989 (Anexo I: Cuadros 9 y 10), indicando el inconveniente de extrapolar resultados entre diferentes escalas temporales.

Asimismo, el presente trabajo no apoya la existencia de una mayor abundancia de *Balaenoptera edeni* en la estación cálida, como lo proponen Urbán *et al.* (1991), ya que descartando el pico de abundancia de agosto 1989, la mayor abundancia de *B. edeni* tendió a asociarse a aguas templadas y productivas (Figs. 7 y 8), estacional (Figs. 18a-f y 19a-f, Anexo I: Cuadros 9 y 10) y mensualmente (Tablas X y XI), cuando los eufáusidos y clupeidos abundan en el área (Figs. 9, 11 y 12).

Así, en condiciones ambientales normales *Balaenoptera edeni* debe ser más abundante durante la estación templada. Esto no invalida los resultados de Urbán *et al.* (1991), si los mismos se restringen al período de estudio referido y muestra que la mayor o menor abundancia estacional de la especie en un solo año de observaciones, no es suficiente para definir la su presencia estacional en la Bahía de La Paz.

Adicionalmente, aunque en el presente trabajo no se constató la preferencia de *Balaenoptera edeni* por las aguas del sureste de la bahía anual o estacionalmente, la misma se confirmó a menor escala temporal y espacial, como lo indicaron Urbán *et al.* (1990c) (Tablas X y XI ; Anexo I: Cuadros 9 y 10).

Por otra parte, el cambio espacial y temporal de la abundancia de las hembras de *Balaenoptera edeni* no se había analizado en la Bahía de La Paz. El cambio del atributo entre años, estaciones y zonas ecológicas, fue similar al de los individuos indiferenciados de la especie pero difirió a microescala espacial y temporal en relación a la interacción de determinadas variables ecológicas (Tablas X y XI).

En conclusión, la presencia de *Balaenoptera edeni* y hembras de la especie en la Bahía de la Paz, varió a escalas espaciales y temporales definidas por la interacción de las condiciones ambientales de años y estaciones particulares, la mayor abundancia de la especie se presentó cuando la disponibilidad de alimento (principalmente clupeidos) coincidió en aguas templadas y someras.

Ampliando la escala espacial del análisis comparativo, en el Canal de Ballenas, B.C., donde la productividad es similar a la de las zonas de surgencia más ricas del mundo (Alvarez *et al.*, 1984), de mediados de 1983 a mediados de 1986 y bajo la influencia de ENOA 1982-1983 (Philander, 1990; Torres, 1993), la abundancia de *Balaenoptera edeni* varió anual y estacionalmente en relación directa al cambio de la temperatura del agua y de los indicadores de disponibilidad de su alimento (Tershy *et al.*, 1990 y 1991).

Lo anterior indica que en distintas regiones del Golfo de California, la conducta ecológica de *Balaenoptera edeni* es flexible y se ajusta a distintas condiciones ambientales.

El ingreso de animales al Canal de Ballenas, al aumentar la temperatura del agua (Tershy *et al.*, 1990 y 1991) y la preferencia de *Balaenoptera edeni* por aguas las templadas en la Bahía de La Paz (Tabla X y XI ; Anexo I: Cuadros 9 y 10), confirmada durante

ENOA-1993 (Valles y Vargas, 1993 com. per.²), explican el distinto comportamiento ecológico de *Balaenoptera edeni* entre ambas áreas de estudio:

El ingreso de las aguas pobres de ENOA a la Provincia del Golfo Inferior y Bahía de La Paz, provoca el desplazamiento de clupeidos hacia el norte del Golfo de California en busca de aguas productivas (Tershy *et al.*, 1991; Hamman *et al.*, 1992; Tershy *et al.*, 1993), al seguirlos y evitar el frente pobre, *Balaenoptera edeni* ingresa al Canal de Ballenas con el aumento de la temperatura del agua (Tershy *et al.*, 1991). Al ceder ENOA (p. ej. "La Niña" 1989), las áreas de distribución de clupeidos en la costa Sudoccidental del Golfo de California (p. ej. la Bahía de La Paz) retornan a sus condiciones normales de productividad y son ocupadas nuevamente por los clupeidos (González-Navarro *et al.*, 1993; Hinojosa *et al.*, 1993) y sus depredadores. Así, el ingreso de *B. edeni* al Canal de Ballenas asociado al aumento de la temperatura del agua (Tershy *et al.*, 1991), no debe interpretarse como su afinidad por aguas cálidas, sino como su inmigración obligada a la zona más productiva del Golfo de California, durante el empobrecimiento de sus aguas.

De manera análoga, puede explicarse la variación estacional en la abundancia de *Balaenoptera edeni* en el Canal de Ballenas (Tershy *et al.*, 1991). Mientras que en la Bahía de La Paz, el efecto de ENOA colapsa la productividad, obligando el éxodo de *B. edeni*. En las provincias del Canal de Ballenas y Golfo Superior su efecto acentúa el patrón de productividad estacional (Santa-María del Angel *et al.*, en prensa). Al incidir las masas de agua tropicales (estación cálida), la productividad en el Golfo Superior disminuye y *B. edeni* ingresa al Canal de Ballenas (el área más productiva del golfo), mientras que se redistribuye en el Golfo Superior y ocupa otras áreas del golfo durante los meses templados. De acuerdo a esta evidencia, el éxodo masivo de animales hacia fuera del Golfo de California durante el invierno propuesto por Vidal *et al.* (1987) y Urbán *et al.* (1990a) es poco probable.

²B.M. Rubén Valles Jiménez y B.M. Juan Carlos Vargas S. Depto. de Biología Marina U.A.B.C.S.

En línea aparte, *Balaenoptera edeni* exhibió un comportamiento alimenticio similar en el Canal de Ballenas (Tershy, 1992; Tershy *et al.*, 1991 y 1993) y en la Bahía de La Paz, donde al reducirse la disponibilidad de alimento (González-Navarro *et al.*, 1993; Hinojosa *et al.*, 1993) (Figs. 9, 11 y 12), la frecuencia de alimentación de *B. edeni* tendió a disminuir (Fig. 20; Anexo I: Cuadro 11), mientras los individuos se alejaban de la costa hacia aguas más profundas al evitar las zonas donde se habían alimentado previamente (Tabla III).

Lo anterior indica que *Balaenoptera edeni* es selectiva y competitiva para localizar y capturar sus presas, de acuerdo a su comportamiento análogo con el de otros mamíferos depredadores selectivos (Huey y Pianka, 1981; Gittleman *et al.*, 1989). La disminución del alimento en un área determina la dispersión de los individuos hacia otras zonas en busca de presas, lo que al mismo tiempo evita la competencia intraespecífica.

Ajustándose al patrón descrito, las hembras de *Balaenoptera edeni* fueron más fieles al Canal de Ballenas (Breese y Tershy, 1987) que a la Bahía de La Paz (Valles, 1993 com. per.³). Dados sus demandantes requerimientos metabólicos y reproductivos, estas encuentran ventajas al permanecer en el Canal de Ballenas y Golfo Superior, donde se encuentran las mayores concentraciones de clupeidos (especialmente durante ENOA) (Sokolov y Wong, 1973; Tershy *et al.* 1991), mientras que al visitar esporádicamente la Bahía de La Paz, amén de evitar la competencia intraespecífica al coincidir con otros individuos en el área, aprovechan un recurso que aunque menor en biomasa, es predecible espacial y temporalmente y puede presentar períodos de bonanza (González-Navarro *et al.*, 1993; Hinojosa *et al.*, 1993) (Figs. 11 y 12; Anexo I: Cuadros 4 y 5).

Así, en la Bahía de La Paz, el número de individuos avistado raramente fue superior a uno y sólo en muy contadas ocasiones, los individuos se asociaron y cooperaron durante la captura de eufáusidos (Gendron, 1992b y este trabajo), contrastando con lo encontrado en el Canal de Ballenas, donde la especie nunca formó grupos (Tershy *et al.* 1990 y 1993).

³B.M. Rubén Valles Jiménez. Depto. de Biología Marina. U.A.B.C.S.

Es arriesgado proponer que las agrupaciones de *Balaenoptera edeni* sean comunes durante la alimentación, desafiando la evidencia contundente de seis años de estudio sobre la especie en el Golfo de California, sin embargo es necesario explicarlas.

La mayoría de estudios referentes a las sociedades animales indican, que el formar grupos implica costos y beneficios (Bertram 1978). En el caso de depredadores selectivos como *Balaenoptera edeni*, el número de individuos que pueden asociarse en la captura de alimento, se asocia inversamente a la predictibilidad y beneficio metabólico de sus presas (Reynolds y Reynolds, 1965; Jarman, 1974; Tershy, 1992). Sin embargo, cuando escasea el alimento el individuo puede magnificar su tasa de consumo y reducir la varianza de la misma al integrar grupos. Para los oligofagos esta conducta es muy importante, pues mientras el consumo *per capita* exceda el requerimiento diario, el riesgo de padecer hambre será minimizado al formar parte de un grupo cuyo tamaño determine la menor varianza de consumo (Sibly, 1983; Giraldeau y Gillis, 1988).

La teoría se confirmó en la Bahía de La Paz. Los indicadores de disponibilidad de clupeidos (Anexo I: Cuadros 4 y 5), la frecuencia y proximidad entre eventos alimenticios sucesivos de *Balaenoptera edeni* (Tabla III), indican que la concentración de los peces fue predecible en los dos primeros años de estudio. Durante ese período los individuos no se agruparon para capturar más peces, ya que dada su elusividad, la asociación no maximizó el consumo *per capita*, sino que favoreció el disturbio y huida de las presas y al mismo tiempo la competencia intraespecífica. Comparativamente, en los períodos de escasos (junio 1988 - abril 1989 y mayo 1990 - julio 1991) (Hinojosa *et al.*, 1993; Anexo I: cuadros 3, 4 y 5) el alimento disponible (eufáusidos) fue menos predecible y redituable energéticamente, pero su captura mucho más sencilla. Así, los individuos de *B. edeni* que permanecieron en la Bahía de La Paz debieron encontrar ventajoso el agruparse para maximizar el consumo de esta presa.

En conclusión, en un hábitat discontinuo como la Bahía de La Paz, el explotar con eficiencia una fracción del ambiente hasta cierto punto predecible (concentraciones de clupeidos) y la adopción de tácticas alternativas, para maximizar la captura de presas menos redituables durante periodos de escases constituyen estrategias de optimización, por lo que la oligofagia y la estructura social y conducta ecológica hasta cierto punto flexible de *Balaenoptera edeni* se debieron ver favorecidas por la selección natural.

Tal flexibilidad en la conducta ecológica de la especie, debe considerarse al evaluar su estado poblacional.

Chávez y Gómez (1993) utilizando un método de marcado - recaptura, estimaron una población de 168 a 235 individuos para el Golfo de California considerando los siguientes supuestos:

- 1) La población es cerrada sin mortalidad, natalidad ni movimientos migratorios.
- 2) Toda la población se encuentra durante el muestreo (2 años).
- 3) Todas las observaciones son al azar.
- 4) La proporción de animales marcados en la muestra es la misma que en la población.
- 5) Los animales no modifican sus marcas durante el estudio.

De acuerdo a los resultados del presente, determinados supuestos enfrentan la siguiente problemática:

Primero, no existe evidencia suficiente para afirmar que en el Golfo de California exista una población cerrada de *Balaenoptera edeni*. Debe tenerse en cuenta la gran capacidad de movimiento de la especie (Flores, 1989; Tershy *et al.* 1990) y que se desconocen los límites de distribución de la población en el Golfo de California y el Pacífico Mexicano. Segundo, la residencia y abundancia de *Balaenoptera edeni* varió entre estaciones de años determinados (Anexo I: Cuadros 9 y 10). Es probable que las muestras de recaptura no

guardaran una proporción de individuos marcados equiparable a la de la población, por que los animales marcados debieron mezclarse eficientemente con el resto de la población en un año, algo difícil, ya que como se ha visto la tasa de intercambio de individuos entre diferentes áreas del golfo, depende de la variación ambiental, la distinta fidelidad al área y estrategia de distribución de los sexos, factores que no son constantes (Breese y Tershy, 1987; Flores, 1989; Tershy *et al.*, 1990).

4.4. Índice de Hábitat, Estrategia de Distribución y Estructura Social, de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz y el Golfo de California

En determinada época del año, los misticetos se pueden concentrar en áreas particulares, en las que los factores favorables para los individuos se conocen poco (Jurasz y Jurasz, 1979; Merzmoz, 1980; Jones *et al.*, 1984; Urbán y Aguayo, 1985).

La necesidad de definir y caracterizar los ambientes costeros utilizados por estos mamíferos marinos en relación a su distribución y estructura social, es importante. Estos estudios son escasos por lo difícil que es definir cuantitativamente a los ecosistemas marinos, ya que sus parámetros se encuentran cambiando constantemente (Smith y Gaskin, 1985). Así, aunque los ambientes costeros como la Bahía de La Paz pueden caracterizarse geomorfológicamente, el delimitar zonas ecológicamente estables en sus aguas en base a sus características físicas y biológicas es difícil, dada la distinta variación espacial y temporal de cada uno de los componentes ecológicos.

Aparte de los casos excepcionales, cuando *Balaenoptera edeni* se alimentó de eufáusidos, las hembras con cría constituyeron la única unidad social estable, por lo que se enfatizó la comparación entre sus requerimientos ecológicos con los de los individuos indiferenciados para determinar si existía algún tipo de segregación sexual o reproductiva, que permitiera explicar la estrategia de distribución y existencia solitaria de la especie en el Golfo de California.

El análisis discriminante para caracterizar diferentes abundancias de *Balaenoptera edeni* y hembras de la especie, en relación a valores de las variables ambientales asociadas, indicó que el cambio espacial y temporal de la abundancia de las hembras con cría, se regía por diferentes requerimientos ecológicos hasta cierto punto diferentes que la de los individuos indiferenciados.

De acuerdo a la significancia (Tablas IV y V) y poder de las funciones discriminantes (Fig. 22 y Tablas VI y VII), la frecuencia alimenticia y la distancia a la costa, se asociaron a

condiciones favorables para la abundancia de *Balaenoptera edeni* y hembras de la especie, pero su peso fue más importante para la abundancia de *B. edeni*. (Tablas VIII y IX).

El contraste fue más marcado respecto a los valores de las variables asociadas a condiciones desfavorables para la abundancia de *Balaenoptera edeni* y hembras de la especie, pues no guardaron el mismo orden de importancia. La temperatura del agua, profundidad, disponibilidad de clupeidos (indicador: *Sula* sp.) y la disponibilidad de eufáusidos (*Oceanodroma* sp.), se asociaron a condiciones desfavorables para la abundancia de *B. edeni* (Tabla VIII), mientras que la disponibilidad de eufáusidos (indicador: *Oceanodroma* sp.), la temperatura del agua y las aguas profundas se asociaron a condiciones desfavorables para la abundancia de las hembras (Tabla IX).

En general, las condiciones ambientales asociadas a la mayor abundancia de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, se caracterizaron por los menores valores de temperatura, transparencia, distancia a la costa, profundidad, intensidad de flujo de marea y diversidad de aves y distancia entre eventos alimenticios y por los valores más altos de disponibilidad de clupeidos (indicador: *Pelecanus occidentalis*), frecuencia alimenticia y diversidad de cetáceos. La relación fue menos clara respecto a la disponibilidad de eufáusidos (indicador: *Oceanodroma* sp.) y con la abundancia de uno de los indicadores de disponibilidad de clupeidos (*Sula* sp.) (Tabla X).

En el caso de las hembras de *Balaenoptera edeni*, las condiciones ambientales asociadas a su mayor abundancia se caracterizaron por los menores valores de temperatura del agua, transparencia, distancia entre eventos alimenticios, disponibilidad de eufáusidos (indicador *Oceanodroma* sp.), distancia a la costa, intensidad de flujo de mareas, profundidad y diversidad de aves y alta disponibilidad de clupeidos (indicadores: *Pelecanus occidentalis* y *Sula* sp.) (apoyando su afinidad ictiófaga) y frecuencia alimenticia (Tabla XI).

Esto sugiere que las hembras con cría difieren en cierto grado de los individuos indiferenciados, en cuanto a su selección del habitat y preferencias alimenticias, pues necesariamente, los eufáusidos debieron ser menos importantes en su dieta. La afinidad ictiófaga de las hembras de *Balaenoptera edeni*, coincide con el escaso beneficio energético que aportan los eufáusidos y a su disponibilidad impredecible, en contraste con los clupeidos (Brinton y Townsend, 1980; Tershy *et al.*, 1993; Gendron, 1992c) y con la tremenda demanda energética que implica la lactancia y recuperación (Breese y Tershy, 1987; Tershy *et al.*, 1990). Así, si la disponibilidad espacial y temporal del alimento favorecido determina la disposición espacial de las hembras de *Balaenoptera edeni* y si esta coincide al menos en parte con la de los machos, se puede explicar la estrategia de distribución y estructura social de la especie en el Golfo de California (Erlinge y Sandell, 1986).

La mayoría de referencias sobre sistemas sociales y de apareamiento en mamíferos constituyen clasificaciones (Wittenberger, 1979) y no facilitan el elaborar predicciones. En este caso el análisis se centró en el macho de la especie y las tácticas que utiliza para maximizar su éxito reproductivo, respecto a la conducta ecológica de las hembras.

Como ya se vio, las características de los clupeidos y su captura favorecen la existencia solitaria de *Balaenoptera edeni*. La presencia de individuos de la misma especie en los alrededores inmediatos a presas potenciales afecta negativamente su eficiencia de captura. Otro factor que determina la existencia solitaria de *B. edeni* es la ausencia de presiones selectivas que promuevan el cuidado paterno o el altruismo.

La existencia solitaria, determina que las hembras de *Balaenoptera edeni* sustenten por sí solas, los demandantes requerimientos metabólicos de sus críos durante un período apreciable, por lo que su éxito reproductivo se relacionará estrechamente a la cantidad y calidad de energía que obtengan y destinen a la reproducción, lo que explica sus hábitos principalmente ictiófagos.

Al ser el alimento el recurso más importante para las hembras de *Balaenoptera edeni*, estas deben seguir un comportamiento ecológico que maximice su obtención. Como ya se vio, tal comportamiento difiere según las condiciones ambientales. Las hembras pueden ser fieles al área más productiva del Golfo de California durante ENOA (Tershy *et al.*, 1991) o presentarse esporádicamente en la Bahía de La Paz (este trabajo), ajustando su ámbito de residencia de tal manera que siempre obtengan recursos. El cambio espacial y temporal en la abundancia de clupeidos en un área dada (Tabla X) determina fuertemente el ámbito de residencia de las hembras de *Balaenoptera edeni*. A tal grado, que se podrían predecir las dimensiones del área en que las mismas se distribuyen, de acuerdo con sus requerimientos metabólicos y a la biomasa del alimento disponible.

Por otra parte, la disposición espacial de los machos de *Balaenoptera edeni* depende de la disponibilidad de alimento y de hembras receptivas. El que las mismas no presenten una distribución ni estacional ni espacialmente definida para el apareamiento (Breese y Tershy, 1987; Flores, 1989; Tershy *et al.*, 1990), complica la disyuntiva que enfrentan los machos de *B. edeni*, quienes deben localizar hembras receptivas y simultáneamente solventar sus requerimientos metabólicos.

Dado que las concentraciones de clupeidos son restringidas y hasta cierto punto predecibles (Tershy, 1992 y este trabajo), se esperaría que los machos minimizaran su ámbito de alimentación. Sin embargo, la visita o concentración esporádica de las hembras en las áreas de alimentación (Breese y Tershy 1987 y el presente trabajo), obliga a los machos a ampliar su distribución, buscando con ello maximizar el encuentro con hembras y evitar la competencia entre sí. Así, estos solo pueden adoptar una estrategia, circular, alimentarse oportunamente (incluso de eufáusidos) y competir por el acceso a las hembras. Dado que su meta última es sobrevivir y aparearse el mayor número de veces, el abandonar áreas productivas, para encontrar hembras receptivas, podría verse como un grave conflicto.

Sin embargo en el Golfo de California, donde las condiciones ecológicas pueden cambiar notablemente entre años o estaciones, el permanecer en un área donde la disponibilidad de alimento puede disminuir y que puede o no ser visitada por las hembras de la especie, resultada en que una residencia transitoria aunque más costosa, potencialice el éxito reproductivo de los machos que la practican. Así, dadas las características de variación ambiental en la Bahía de La Paz y el Golfo de California, se concluye que el ámbito de distribución de *Balaenoptera edeni* nunca será estable a las escalas espaciales y temporales consideradas en el presente estudio, pues para que *B. edeni* muestre una afinidad territorial, la distribución de su alimento deberá ser homogénea y estable, de tal manera que sustente al individuo en el área aún durante periodos críticos. Sin embargo, cuando los recursos varían a diferentes escalas de tiempo y espacio como en la Bahía de La Paz, el ámbito de residencia de *B. edeni* se amplía en periodos de escases. Este ámbito magnificado, puede ser utilizado por varios animales, desarrollándose un sistema de ámbitos individuales que se traslapan, pero en los que es muy poco probable que los organismos socialicen (Erlinge y Sandell, 1986), lo que indica que la variación ambiental en la Bahía de La Paz y Golfo de California contribuyó selectivamente, en el proceso que a largo plazo definió naturaleza solitaria de *Balaenoptera edeni*.

5. CONCLUSIONES

1. Las condiciones ecológicas en la Bahía de La Paz demostraron una dinámica de cambio regida por procesos deterministas de carácter local (surgencias y corrientes) y estacional (influencia de aguas tropicales), cuyo efecto sobre los sistemas biológicos se magnifica por la expresión temporal de fenómenos de gran escala como "El Niño Oscilación Austral" y "La Niña".
2. En La Bahía de La Paz la interacción de condiciones ambientales, de años, zonas y estaciones determinados (temperatura superficial del agua, concentración de plancton, disponibilidad de eufáusidos y clupeidos) representa una gran heterogeneidad ambiental, para los amniotas marinos que la habitan y determina que el cambio en la estructura y metabolismo de sus comunidades sea muy dinámico, debido al nivel trófico inferior y al estrecho equilibrio que las poblaciones guardan, con la disponibilidad de alimento.
3. Así, la riqueza y diversidad de especies de amniotas marinos en la Bahía de La Paz se interpreta según la hipótesis de disturbio intermedio (Connell, 1978); en el caso de los cetáceos, el cambio ambiental favorece una riqueza y tasa de cambio comunitario de las más altas en el Pacífico Oriental Tropical.
4. En contraste con el Canal de Ballenas, en la Bahía de La Paz el cambio en la abundancia de *Balaenoptera edeni* no correspondió al cambio anual o estacional de la temperatura o de la disponibilidad de alimento. Los cambios en su abundancia se presentaron a menor escala espacial y temporal, como resultado de la preferencia de los individuos por ocupar aguas frías, turbias, someras y con alimento disponible.

5. La conducta ecológica y estructura social hasta cierto punto flexibles de *Balaenoptera edeni*, constituyen respuestas adaptativas para maximizar el consumo de alimento y evitar el efecto negativo de la competencia intraespecífica y de los disturbios ecológicos, en áreas donde la variabilidad ambiental es importante. Durante disturbios como ENOA la fidelidad de las hembras será acentuada en las áreas donde el alimento se concentre y sea hasta cierto punto espacial y temporalmente estable y predecible. Mientras que los machos se verán abligados a mantener una residencia transitoria, buscando potencializar el encuentro con hembras receptivas y evitar la competencia con otros machos.
6. La naturaleza, predictibilidad y beneficio metabólico de las presas de *Balaenoptera edeni*, en conjunto con la competencia intraespecífica, la ausencia de cuidado parental, los diferentes requerimientos alimenticios y reproductivos de los sexos y la variabilidad ambiental, constituyen algunas de las presiones selectivas que moldearon su existencia solitaria.
7. Es poco probable que la población de la especie cualquiera que sea número o límites de distribución, llegue a ocupar eventualmente y de manera homogénea la Bahía de La Paz o llegue a salir del Golfo durante el período invernal en búsqueda de alimento.
8. Es recomendable tener en cuenta la conducta ecológica de *Balaenoptera edeni* en el momento de aplicar metodologías para cuantificar su tamaño poblacional.

6. LITERATURA CITADA

- Acevedo G. A., Ballance T.L., Ballance, H., Croll D., Guerrero J. y Tershy B. 1986. Radiomarcado de ballenas del género *Balaenoptera* en el Golfo de California, un estudio preliminar. Resúmenes: XI Reunión Internacional sobre Mamíferos Marinos, I.T.E.S.M. Guaymas Sonora. abril 1986.
- Acevedo G. A. 1989. Uso del Area por el Tursión (*Tursiops truncatus*) En La Ensenada de La Paz, Durante El Verano De 1987. Tesis de Licenciatura. Univ. Autón. Baja California Sur. 70 pp.
- Altman J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods: Behavior (49) 227 - 265.
- Alvarez-Borrego S., y Schwartzlose R. A. 1979. Water masses of the Gulf of California. Ciencias Marinas. 6 (1 y 2): 43 - 63.
- Alvarez-Borrego S. 1983. Gulf of California. 427 - 449 In: B.H. Ketchum (ed.) Estuaries and Enclosed Seas. Elsevier, Amsterdam.
- Alvarez L.G., Badan-Dangon A. y Robles J.M. 1984. Lagrangian observations of near surface currents in Canal de Ballenas, CalCOFI rep. 25: 35 - 42.
- Amador E. y Mendoza R. 1979. Las aves marinas en la Bahía de La Paz. Bol. CIB 8: 4 - 5.
- Anderson D.W., Briggs K.T. y Dagher E. 1987. Environmental correlates of distribution of storm petrels in the Gulf of California. Abstract. Pac. Seabird Group Bull. 14 (1): 23
- Anderson D.W. 1991. The california brown pelican: food supplies fishing and conservation. Resúmenes: IIIer. Congreso de Investigadores del Mar de Cortez. A.C. Guaymas Sonora. abril 1991.
- Bekoff M. y Wells M.C. 1982. Behavioral ecology of coyotes: social organization, rearing patterns, space use and resource defense. Z. Tierpsychol. (60): 280 - 305.
- Best P.B. 1975. Status of Bryde's whales. Paper submitted to the Marine Mammal Symposium. Advisory Committee on Marine Resources Research F.A.O.

- Bertram B.C.R. 1978. Living in groups: predators and prey. 64 - 96 *In*: J.R. Krebs y N.B. Davies (eds.) Behavioral Ecology: An Evolutionary Approach, Sinauer, Sunderland, Mass.
- Breese D. y Tershy B. 1987. Residency patterns in female Bryde's (*Balaenoptera edeni*) whales in the Gulf of California Mexico. Abstracts: Seventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Miami Fla. dec. 1987.
- Brinton E., y Townsend A.W. 1980. Euphausiids in the Gulf of California - The 1957 cruises. CalCOFI Reports, 21: 211 - 236.
- Bryden M.M. 1972. Growth and development of marine mammals. 1 - 79 *In*: R.J. Harrison (ed.) Functional Anatomy of Marine Mammals. Academic Press. London.
- Cairns D.K. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. Biol. Oceanogr. 5: 261 - 271.
- Caraveo P.J. 1991. Hábitos Alimenticios de la Pierna (*Caulolatilus princeps*, Jenyns, 1842) En la Bahía de La Paz, México. Tesis de Licenciatura. Univ. Autón. Baja California Sur. 70 pp.
- Castro-Aguirre J.L., Signoret M., y Santoyo H. 1984. Aspectos ecológicos del plancton de la Bahía de La Paz, B.C.S. II: análisis de variables múltiples. *Mem. III Simposium de Biología Marina*. Univ. Autón, Baja California Sur. 164 - 184.
- Chávez S. y Gómez V.M. 1993. Método alternativo para la estimación de poblaciones. Resúmenes: XVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México. Univ. Autón. Baja California Sur. La Paz, B.C.S. mayo 1993.
- Clutton-Brock T.H., y Harvey P.H. 1978. Mammals, resources and reproductive strategies. Nature 273: 191 - 195.
- Connell J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science 199: 1302 - 1310.
- Cortéz J.H. En preparación. Productividad de Larvas de Bivalvos de Importancia Comercial en Relación a Factores Ambientales en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Univ. Autón Baja California Sur.
- Cousins S.H. 1991. Species diversity measurment: choosing the right index. Tree, (6) 6: 190 - 193.
- Cruz-Orozco R., Mendoza R., y Martínez C. 1990. Profundidades y formas de la Bahía de La Paz. Geonotas. 1. Univ. Autón. Baja California Sur.

- Dorsey E.M. 1983. Exclusive adjoining ranges in individually identified minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) in Washington State. *Can. J. Zool.* 61 (1): 174 - 181.
- Donovan G.P. 1991. A review of IWC stock boundaries. *Rept. Int. Whal. Commn.* (Special issue 13): 39 - 68.
- Dunn O.J. 1964. Multiple contrasts using rank sums. *Technometrics* (6): 241 - 252.
- Durant S.M., Caro T.M., Collins D.A., Alawi R.M. y FitzGibbon C.D. 1988. Migration patterns of Thompson's gazelle and cheetah on the Serengeti Plains. *Afr. J. Ecol.* (26): 257 - 268.
- Erlinge S. y Sandell M. 1986. Seasonal changes in the social organization of male stoats. *Mustela erminea*. An effect of shifts between two decisive resources. *Oikos* 47: 57 - 62.
- Flores S. y Fleischer L. 1987. Distribución y abundancia relativa del Rorcual de Bryde (*Balaenoptera edeni*) en el Golfo de California. Resúmenes: XII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México. Univ. Autón. Baja California Sur. La Paz, B.C.S. abril 1987.
- Flores S. y Fleischer L. 1988. Ocurrencia, distribución y abundancia relativa del Rorcual de Bryde (*Balaenoptera edeni*) en el Golfo de California, México. Resúmenes: XIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México. Univ. Autón. Baja California Sur. La Paz, B.C.S. abril 1988.
- Flores S. 1988. Un acercamiento a la ecología alimenticia del rorcual de Bryde (*Balaenoptera edeni*), en el Golfo de California. Resúmenes: Ia. Reunión de Investigadores del Mar de Cortez. Hermosillo Son. octubre 1988.
- Flores S. 1989. La Presencia Del Rorcual De Bryde (*B. edeni*, Anderson, 1878) En El Golfo De California, México. Tesis de Licenciatura. Univ. Autón. Baja California Sur. 107 pp.
- Flores S. En prensa. Presencia temporal de *Balaenoptera edeni* (Cetacea: Balaenopteridae) en la Costa Occidental del Golfo de California México. *Rev. Inv. Cient.*
- Gaskin D.E. 1978. Form and function in the digestive tract and associated organs in Cetacea, with a consideration of metabolic rates and specific energy budgets. 313 - 345 *In*: Barnes H. (Ed.). *Oceanography. Marine Biology Annual Review*. Aberdeen University Press.

- Gaskin D.E. 1983. The Ecology of Whales and Dolphins. Heinemann Editors. London 459 pp.
- Gaskin D.E. y Watson A. 1985. The harbour porpoise *Phocoena phocoena* in Fish Harbour, New Brunswick, Canada: occupancy, distribution and movements. Fish. Bull. 83 (3): 427 - 442.
- Gaxiola C.G., Córdova J.G., Holguín J.E. y Ruvalcaba M.B. 1992. Biomasa y productividad del fitoplancton en relación a la estructura física del Golfo de California. Resúmenes: IV Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Univ. Autón. Baja California, Ensenada, B.C. septiembre 1992.
- Gendron D. 1992a. Índice de avistamientos y distribución del género *Balaenoptera* en el Golfo de California, México, durante febrero, marzo y abril de 1988. Rev. Inv. Cient. 1 (No. especial SOMEMMA 1): 31 - 38.
- Gendron D. 1992 b. Cambios en la abundancia y composición específica de mamíferos marinos en la Bahía de La Paz en relación al fenómeno ENSO 1992. Resúmenes: IV Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Univ. Autón. de Baja California, Ensenada, B.C. septiembre 1992.
- Gendron D. 1992c. Population structure and surface swarms of *Nyctiphanes simplex* (Crustacea: Euphasiacea) in the Gulf of California México, Mar. Ecol. Prog. Ser. 87: 1 - 6.
- Gendron D. 1993. El cachalote (*Physeter macrocephalus*) en el Golfo de California. Avistamientos recientes: Resúmenes XVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México. Univ. Autón. de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. México. mayo, 1993.
- Giraldieu L.A. y Gillis D. 1988. Do lions hunt in group sizes that maximize hunters' daily food returns? Anim. Behav. 36: 611 - 613.
- Gittleman J.L. 1986. Carnivore brain size, behavioural ecology, and phylogeny. J. Mamm. 67: 23 - 36.
- Gittleman J.L. 1989. Carnivore group living: comparative trends. 183 - 207 In: J. L. Gittleman (Ed.) Carnivore Behavior Ecology and Evolution. Cornell University Press.
- Glynn P.W. 1993. Coral reef bleaching in the 1980's and posible correlations with global warming. TREE. (6) 6: 175 - 179.

- Gompper M.E. y Glittleman J.L. 1991. Home range scaling: intraspecific and comparative trends. *Oecologia* (87): 343 - 48.
- González L.I. 1993a. Patrones de temperatura de un año normal, año "Niño" y año "no Niño" del Océano Pacífico Templado - Tropical de 1950 a 1988. Resúmenes: V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Univ. Autón. Baja California Sur, La Paz, B.C.S. sep. 27 - oct. 1.
- González L.I. 1993b. Comparación de eventos "El Niño" entre los hemisferios norte y sur del Pacífico Oriental Tropical. Resúmenes: V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Univ. Autón. Baja California Sur, La Paz, B.C.S. sep 27 - octubre 1.
- González-Navarro E., Saldierna R.M., Hernández M.R., Vera R.A., González R.A. y Levy A.P. 1993. Análisis de la abundancia de larvas de peces en la Bahía de La Paz, B.C.S., México (1990 - 1991). V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar Univ. Autón. Baja California Sur, La Paz, B.C.S. sep. 27 - oct. 1.
- Green Y.A., Torres R.V., Valdéz M.A., Jacob M.C. y Rojas A.B. 1992. Distribución y abundancia de huevos y larvas de sardina y anchoveta en el Golfo de California Feb. 1991. Resúmenes: IV Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Univ. Autón. de Baja California, Ensenada, B.C. septiembre 1992.
- Guzmán P.J. y Amador E. 1987. Seabirds in the bay of La Paz: Their distribution and seasonal fluctuations. *Abstract. Pac. Seabird Group Bull.*, 14 (1): 29.
- Guzmán P.J., Jiménez C. y Amador E. 1986. Distribution of seabirds in the Bay of La Paz, B.C.S., México. *Pac. Seabird Group Bull.*, 13 (1): 30.
- Guzmán P.J. y Carmona R. 1991. Reproducción de petreles de tormenta (género *Oceanodroma*) en Islote La Lobera, B.C.S., México. Resúmenes: Ia. Jornada Académica del Depto. de Biología Marina. Univ. Autón. Baja California Sur, La Paz, B.C.S. octubre 1991.
- Hamman M.G., Smith P.E. y Névares M. 1992. Primeros ensayos del uso de matrices poblacionales de Leslie y Lefkovitch para la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) en el Golfo de California. Resúmenes: IV Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Univ. Autón. de Baja California, Ensenada, B.C. septiembre 1992.
- Heimlich-Boran J.R. 1988. Behavioral ecology of killer whales *Orcinus orca* In the Pacific Northwest. *Can. Jour. Zool.* 66 (3): 565 - 577.

- Hinojosa M.A., González-Navarro E. y Saldierna R.M. 1993. Variación en la abundancia de huevos y larvas de la familia Clupeidae en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Resúmenes: V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Univ. Autón. Baja California Sur, La Paz, B.C.S. sep. 27. - oct. 1 1993.
- Hobson K.A. y Welch H.E. 1992. Determination of trophic relationships within a high arctic marine food web using $\gamma^{13}\text{C}$ and $\gamma^{15}\text{N}$ analysis. Mar. Ecol. Prog. Ser (84): 9 - 18.
- Holguín O.E. 1976. Catálogo De Especies Marinas de Importancia Comercial de Baja California Sur. Est. de Inv. pesq. INP, Sub Sec. de Pesca. México 117 pp.
- Holling C.S. 1973. Resilience and stability in ecological systems. Ann. Rev. Ecol. Syst. 4: 1 - 23.
- Huato S.L. 1987. Short and long changes in length distributions of the Pacific sardine in the Gulf of California Abstracts: CalCOFI Prog. Arrowhead Calif. 3 - 5 Nov. 1987.
- Huey R.B. y Pianka F.R. 1981. Ecological consequences of foraging mode. Ecology 62: 991 - 999.
- Instituto de Geofísica UNAM. 1988 - 1991. Tablas de mareas de Bahía de La Paz y Cabo San Lucas, B.C.S.
- Ivashin M.V. 1982. To the problem on the population structure of Bryde's whales (*Balaenoptera edeni*, Anderson) inhabiting the Southern Hemisphere. VNIRO. Tech. Rept. Int. Whal. Comm.
- Jarman P.J. 1974. The social organization of the antelope in relation to their ecology. Behaviour (48): 215 - 256.
- Jiménez C.M. 1988. Hábitos Alimenticios y Requerimientos Energéticos Del Pelicano Café de la Bahía de la Paz, B.C.S., MEXICO. Tesis de Licenciatura, Univ. Autón. de Baja California Sur. 62 pp.
- Jiménez C.M., Mendoza R.A.S., Amador E., Guzmán P.J. y Alvarez-Borrego S. 1992. Productividad del pelicano café (*Pelecanus occidentalis*) y su relación con el evento del Niño en la Bahía de La Paz, B.C.S. Resúmenes: IV congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Univ. Autón. Baja California, Ensenada, B.C. Septiembre 1992.
- Jones M.L., Swartz S.L. y Leatherwood S. (eds.). 1984. Gray whale *Eschrichtius robustus*. Academic. Press. 600 pp.

- Jönsgård A. 1966. The distribution of Balaenopteridae in the North Atlantic Ocean. 114 - 124. *In*: Norris K.S. (ed.) Whales Dolphins and Porpoises. University of California Press.
- Jurasz C.M. y Jurasz V.P. 1979. Feeding modes of the humpback whale *Megaptera novaeangliae* in southeast Alaska. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.* 31: 69 - 83.
- Krebs Ch. 1985. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Third edition. Harper & Row Publishers, N.Y. 678 pp.
- Leatherwood S., Reeves R.R., Perrin W. y Evans W. 1988. Whales Dolphins And Porpoises Off The North Eastern Pacific And Adjacent Artic Waters. A Guide For Their Identification. NOAA. 245 pp.
- LeBoeuf B.J., Condit R., Reiter J. y Estes J. 1981. Report of an expedition to the Gulf of California and pacific islands west of Baja California, México. 1- 30 june 1981. Unpublished.
- Lockyer C. 1976. Growth and energy budgets of large baleen whales from the southern hemisphere. pp. 379 - 484. *In*: FAO. Mammals In The Seas. Vol. 3. F.A.O. FISH. SER. no. 5.
- Maxwell A.E. 1977. Multivariate Analysis In Behavioral Research. Chapman and Hall. London. 163 pp.
- Mermoz J.F. 1980. Preliminary report on the southern right whale in the southwestern Atlantic. *Rep. Int. Whal. Comm.* 30: 183 - 186.
- Murillo J.M. 1987. Algunas Características Paleooceanográficas y Cuerpos de Agua Inferidos a Partir Del Registro Micropaleontológico (Radiolaria) En La Bahía De La Paz, B.C.S. México. Tesis de Licenciatura, Univ. Autón. de Baja California Sur. 70 pp.
- Nieto-García E. y García-Pámanes J. 1991. Nutrientes en la Bahía de La Paz, B.C.S. México. Ia. Jornada Académica del Depto. de Biología Marina. Univ. Autón. Baja California Sur, La Paz, B.C.S. octubre 1991.
- NOAA (National Oceanic And Atmospheric Administration). 1987 - 1991. Pacific coast oceanographic analysis.
- Nishiwaki N. 1966. Distribution and migration of the larger cetaceans in the North Pacific as shown by japanese whaling results. 171 - 191. *In*: Norris K.S. (ed.) Whales, Dolphins and Porpoises. Univ. of California Press.

- Obeso M.N. 1986. Propagación De La Constituyente M2 De La Marea En La Bahía De La Paz, B.C.S. México, Mediante Un Modelo Bidiemnsional Hidrodinámico Numérico. Tesis de Maestría, CICIMAR. IPN. La Paz, B.C.S. 123 pp.
- Ohsumi S. 1979. Bryde's whales in the North Pacific. Sci. Rept. Int. Whal. Commn. Cambridge. Vol. 29 p. 265-266.
- Ohsumi S. 1982. Yearly change in abundance index of Bryde's whales in the Western North Pacific, by means of whale sightings. Tech. Rep. Far Seas Fisheries Research Laboratory. Tokyo, Japan.
- Otnes K.R. y Enochson L. 1978. Applied Time Series Analysis. John Wiley & Sons. N.Y. 450 pp.
- Paker C., Scheel D., y Pusey A.E. 1990. Why lions form groups: food is not enough. Amer. Nat. 36 (1): 1 - 19.
- Palacios E. y Guzman P. J. 1986. Breeding of the California Least Tern in Ensenada de la Paz, B.C.S. Mexico; Pac. Seabird Group Bull., 13 (1): 45.
- Pérez A.A. 1991. Hábitos alimenticios de dos especies simpátricas del género *Sula* durante su período reproductivo en Isla San Pedro Mártir, Golfo de California. Resúmenes: Ia. Jornada Académica del Depto. de Biología Marina. Univ. Autón. Baja California Sur, La Paz, B.C.S. octubre 1991.
- Philander S.G. 1990. El Niño, La Niña and The Southern Oscillation. Academic Press. 293 pp.
- Pico F. 1975. Informe preliminar del programa de estudios ecológicos de Bahía Concepción, Estero de San Lucas y Bahía de La Paz, B.C.S. CICIMAR. Rep. Inv. C113 1975: 58 - 66.
- Pielou E.C. 1977. Mathematical Ecology. Wiley - Interscience, New York. 165 pp.
- Pitmmann R.L. y Ballance T.L. 1990. Daytime feeding by Leach's storm petrels on a midwater fish in the Eastern Tropical Pacific. The Condor 92: 524 - 527.
- Platt T., Harrison W.G., Lewis M.R., Li W.K.W., Sathyendranath S., Smith R.E., Vezina A.F. 1989. Biological production of the oceans: the case for a consensus. Mar. Ecol. Prog. Ser. 52: 77 - 88.
- Reyes B.H. 1988. First report of masive loss of zooxatela by escleractinian corals in the Gulf of California. Proc. Assoc. Island Mar. Lab. Caribb. 21: 67.

- Reyes B.H. 1993. Estructura de la Comunidad, Influencia de la Depredación y Biología Poblacional de Corales Hermatípicos en el Arrecife de Cabo Pulmo, Baja California Sur. Tesis de Maestría. CICESE, Ensenada. B.C. México. 169 pp.
- Reynolds V. y Reynolds F. 1965. Chimpanzees of the Budongo forest. 368 - 424 *In*: I. Devore (ed.) Primate Behavior: Field Studies on Monkeys and Apes. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Rice D.W. 1974. Whales And Whale Research In The Eastern North Pacific. 172 - 195 *In*: W. Schevill (ed.). The Whale Problem a Status Report. Harvard Univ. Press. Cambridge, Mass.
- Robles G.M. y Rebón F.G. 1992. Situación actual del cormorán (*Phalacrocorax penicillatus*) (Aves) en la Bahía de Banderas, Boca del Golfo de California México. Resúmenes: IV Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Univ. Autón. de Baja California, Ensenada, B.C. septiembre 1992.
- Roden G.I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. Am. Assoc. Pet. Geol. Mem. 3: 90 - 121.
- Rojas L. 1984. Presencia Y Distribución Del Rorcual Común (*Balaenoptera physalus*) En El Golfo De California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 157 pp.
- Salinas M. y Bourillón L. 1988. Taxonomía Y Distribución De Los Mamíferos Marinos De Bahía De Banderas, Jal., MEXICO. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. UNAM. 211 pp.
- Santa María-Del Angel E., Alvarez-Borrego S. y Muller K.F. En prensa. The El Niño 1982 - 1984 in the Gulf of California as seen by the Coastal Zone Color Scanner Imagery. J. Geophys. Res.
- Santos J.P.M. 1992. Pesca de la sardina monterrey en el Golfo de California. Resúmenes: IV Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Univ. Autón. de Baja California, Ensenada, B.C. septiembre 1992.
- Scammon Ch. M. 1874. Marine Mammals of the North-western Coast of North America. Dover, New York. 325 pp.
- Schevill W. 1974. The Whale Problem: A Status Report. Harvard Univ. Press. Cambridge, Mass. 419 pp.
- Schaller G.B. 1972. The Serengeti Lion: A Study of Predator Prey Relations. Chicago: Univ. Chicago Press. 312 pp.

- Secretaría de Marina. 1978. Derrotero sobre las costas del Océano Pacífico de México, América Central y Colombia. Pub. S.M. No. 102. México.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1985. Carta de Climas de La Paz. Dirección de Geografía del Territorio Nacional, México.
- Sibly R.M. 1983. Optimal group size is unstable. *Anim. Behav.* 31: 947 - 948.
- Smith G.J.D. y Gaskin D.E. 1985. An environmental index for habitat utilization by female harbour porpoises with calves near Deer Island, Bay of Fundy. *Ophelia*: 22 (1): 1 - 13.
- Sokolov V.A. y Wong R.M. 1973. Informe científico de las investigaciones efectuadas sobre los peces pelágicos del Golfo de California (Sardina crinuda y Anchoqueta en 1971. Prog. Inv. y Fom. Pesq. Mex/PNUD/FAO Inst. Nac. Pesqu. Serie Información. Informe Científico No.2.
- Tershy B. 1986. Research methodology for the study of whales of the genus *Balaenoptera* in the Gulf of California. No publicado.
- Tershy B., Breese D. y Strong C. 1987a. Seasonal occurrence of (*Balaenoptera physalus*), (*B. edeni*) and other marine mammals in Canal de Ballenas México. Resúmenes: XII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México. Univ. Autón. de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. abril 1987.
- Tershy B., Breese D. y Strong C. 1987b. Behavior and ecology of (*Balaenoptera physalus*) and (*B. edeni*) in Canal de Ballenas México. Resúmenes: XII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México. Univ. Autón. de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. abril 1987.
- Tershy B., Breese D., y Strong C. 1990. Abundance, seasonal distribution and population composition of Balaenopterid whales in the Canal de Ballenas, Gulf of California México. *Int. Whal. Commn. (Special Issue 12)*: 369 - 375.
- Tershy B. y Breese D. 1990. The influence of sexual dimorphism on kleptoparasitism of the blue footed boobies by brown boobies. *Can. J. Zool.* 68 (1): 197 - 199.
- Tershy B., Breese D. y Alvarez-Borrego S. 1991. Increase in cetacean and seabird numbers in the Canal de Ballenas during an El Niño Southern Oscillation event. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 9 (3): 299 -302.
- Tershy B. 1992. Body size, diet habitat use and social behavior of *Balaenoptera* in the Gulf of California. *J. Mamm.* 73 (3): 477 -486.

- Tershy B., Acevedo G.A., Breese D. y Strong C. 1993. Diet and feeding behavior of fin and Bryde's whales in the central Gulf of California, Mexico. *Rev. Inv. Cient.* 1 (No. especial SOMMEMA 1): 31 - 38.
- Thompson P. y Cummings W.C. 1969. Sound production of the finback whale (*Balaenoptera physalus*) and Eden's whale (*Balaenoptera edeni*) in the Gulf of California. Abstract: Proc. of the Sixth Annual Conference on Biological Sonar and Diving Mammals. Menlo Park, California. oct. 17 - 18, 1969.
- Torres O.E. 1993. Análisis volumétrico de las masas de agua del Golfo de California. Tesis de Maestría CICESE, Ensenada, Baja California, México, 80 pp.
- Trujillo-Ortiz A. No publicado. Algoritmos algebraicos para el análisis de varianza no paramétrico de tres vías de Kruskal-Wallis.
- Urbán R.J. 1983. Taxonomía de los géneros *Tursiops*, *Delphinus* y *Stenella* en las aguas adyacentes a Sinaloa y Nayarit, México. (Cetacea: Delphinidae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. 86 pp.
- Urbán R.J. y Aguayo L.A. 1985. Cetáceos observados en la costa occidental de la Península de Baja California, México. Sept. 1981 - Ene. 1985. *Mem. X Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México*. Univ. Autón. de Baja California Sur. La Paz, marzo 1985.
- Urbán R.J. y Aguayo L.A. 1987. Spatial and seasonal distribution of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in the Mexican Pacific. *marine mammal Science* 3 (4): 333 - 344.
- Urbán R.J., Valles J.R., Gómez-Gallardo U.A., y Rosales V.A. 1990a. Resultados preliminares sobre la abundancia relativa y distribución espacial y temporal del rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*), en La Bahía de la Paz B.C.S. Resúmenes: XV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México. Univ. Autón. de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. abril, 1990.
- Urbán R.J., Bourillón L., Claridge D.E. y Balcomb K.C. III. 1990b. La ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en el extremo sur de la Península de Baja California durante sus temporadas de reproducción 1989 - 1990. Resúmenes: XV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México. Univ. Autón. de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. abril 1990.

- Urbán R.J., Valles J.R., García F. y Gómez-Gallardo U.A. 1990c. Ecología de los cetáceos de la Bahía de La Paz, B.C.S. resultados preliminares. Resúmenes. VIII Symposium Internacional de Biología Marina. Univ. Autónoma de Baja California, Ensenada, junio 1990.
- Urbán R.J., Valles, J.R. y Gómez-Gallardo U.A. 1991. Relative abundance, time-space distribution and some aspect of the biology of the tropical rorqual (*Balaenoptera edeni*), in La Paz Bay B.C.S., México. Abstracts. IX Bienn. Conf. on the Biol. of Mar. Mamm. Chicago, Ill. Dec. 1991.
- Urbán R.J. 1993a. Varamiento y rescate de calderones de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*) en la Bahía de La Paz, B.C.S. Rev. Inv. Cient. 1 (No. especial SOMEMMA): 59 - 67.
- Urbán R.J. 1993b. Los mamíferos marinos del Pacífico Mexicano. Resúmenes: V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Univ. Autónoma Baja California Sur. La Paz, B.C.S. sep. 27 - oct. 1.
- Urbán R.J., Enriquez-Paredes L., Auriol-Gamboa D., Jaramillo-Legorreta A., Salinas-Vargaz J.C., Valles-Jiménez R. y Croll D. 1993. Varamientos de cachalotes (*Physeter macrocephalus*) en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Resúmenes: V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Univ. Autónoma Baja California Sur. La Paz, B.C.S. sep. 27 - oct. 1.
- Valles J.R. en preparación. Diversidad de cetáceos de la Bahía de La Paz, Baja California Sur. Tesis de Licenciatura.
- Velarde E., Tordesillas M., Esquivel R. y Vieyra L. 1992. Alimentación y dieta de aves marinas ictiófagas en la región de las Grandes Islas, Golfo de California. Un análisis de 6 años. Resúmenes: IV Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Univ. Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C. septiembre 1992.
- Vidal O., Aguayo L.A., Findley L.T., Robles A., Bourillón L., Vomend Y., Turk P., Gárate K., Maroñas L. y Rosas J. 1987. Avistamientos de cetáceos durante el crucero "Guaymas I" en la región superior del Golfo de California, Primavera de 1984. Mem. X Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México. La Paz, B.C.S., marzo, 1985.
- Villamar A.C. 1965. Fauna malacológica en La Bahía de La Paz B.C.S. con notas ecológicas. En: Anales del Instituto de investigaciones Biológico - Pesqueras Vol. 1: 113 - 52. México.

- Villavicencio C.G. 1984. Abundancia Y Distribución De La Ictiofauna Demersal De Importancia Comercial En La Bahía De La Paz, B.C.S. México. Tesis de Licenciatura. Univ. Autón. de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. Mexico. 57 pp.
- Wada S. y Numachi K-I. 1991. Allozyme analyses of genetic differentiation among the populations and species of the *Balaenoptera*. Rep. Int. Whal. Commn. (Special issue 3): 125 - 156.
- Watanuki Y. 1985. Food of breeding Leach's storm petrel (*Oceanodroma leucorhoa*). Auk. 102: 884 - 886.
- Wilson E.O. 1987. Biofilia. 1a. ed. FCE. 283 pp.
- Wittenberger M.F. 1979. The evolution of mating systems of birds and mammals. 271 - 349 In: P. Marler and J.G. Vandenberg (eds.). Handbook of Behavioral Neurobiology vol. 3. Plenum press. New York.
- Zar J. H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice - Hall. Englewood Hills. 672 pp.

ANEXO I

Cuadro 1. Efecto de la interacción ambiental (año-zona-estación) en la temperatura superficial del agua en la Bahía de La Paz, B.C.S. (*= $p < 0.05$).

[illegible]

Cuadro 2. Efecto de la interacción ambiental (año-zona-estación) en la transparencia del agua en la Bahía de La Paz, B.C.S. (*= $p < 0.05$).

[illegible]

ANEXO I (Continuación)

Cuadro 3. Efecto de la interacción ambiental (año-zona-estación) en la abundancia relativa de *Oceanodroma* sp. en la Bahía de La Paz, B.C.S. (*= $p < 0.05$).

[illegible]

Cuadro 4. Efecto de la interacción ambiental (año-zona-estación) en la abundancia relativa de *Pelecanus occidentalis* en la Bahía de La Paz, B.C.S. (*= $p < 0.05$).

[illegible]

ANEXO I (Continuación)

Cuadro 5. Efecto de la interacción ambiental (año-zona-estación) en la abundancia relativa de *Sula* sp. en la Bahía de La Paz, B.C.S. (*= $p < 0.05$).

		←-----aumentando-----Abund. Rel.-----disminuyendo-----→											
Año:	Zona:	89-90	88-89	89-90	88-89	90-91	89-90	90-91	88-89	90-91	88-89	90-91	89-90
	Est.:	CSL	CSL	TRAN	TRAN	TRAN	TRAN	TRAN	CSL	CSL	TRAN	CSL	CSL
89-90	CSL T	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
88-89	CSL T	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*
89-90	TRAN T	*	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*
88-89	TRAN T	*	*	*	-	*	*	*	*	*	*	*	*
90-91	TRAN T	*	*	*	*	-	-	*	*	*	*	*	*
89-90	TRAN C	*	*	*	*	-	-	-	*	*	*	*	*
90-91	TRAN C	*	*	*	*	*	-	-	-	*	*	*	*
88-89	CSL C	*	*	*	*	*	*	-	-	-	*	*	*
90-91	CSL C	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	*
88-89	TRAN C	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	*
90-91	CSL T	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-
89-90	CSL C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-

Cuadro 6. Efecto de la interacción ambiental (año-zona-estación) en la abundancia relativa de *Delphinus delphis* en la Bahía de La Paz, B.C.S. (*= $p < 0.05$).

		←-----aumentando-----Abund. Rel.-----disminuyendo-----→											
Año:	Zona:	89-90	90-91	90-91	90-91	88-89	88-89	89-90	88-89	88-89	89-90	89-90	90-91
	Est.:	TRAN	TRAN	TRAN	CSL	CSL	CSL	TRAN	TRAN	TRAN	CSL	CSL	CSL
89-90	TRAN C	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
90-91	TRAN C	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*
90-91	TRAN T	*	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*
90-91	CSL T	*	*	*	-	-	-	-	*	*	*	*	*
88-89	CSL C	*	*	*	-	-	-	-	-	-	*	*	*
88-89	CSL T	*	*	*	-	-	-	-	-	-	*	*	*
89-90	TRAN T	*	*	*	-	-	-	-	-	-	*	*	*
88-89	TRAN C	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	*
88-89	TRAN T	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-
89-90	CSL T	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-
89-90	CSL C	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-
90-91	CSL C	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-

ANEXO I (Continuación)

Cuadro 7. Efecto de la interacción ambiental (año-zona-estación) en la diversidad de aves marinas en la Bahía de La Paz, B.C.S. (*= $p < 0.05$).

		←-----aumentando----- S -----disminuyendo-----→											
Año:	Zona:	90-91	88-89	89-90	90-91	89-90	88-89	90-91	89-90	90-91	88-89	89-90	88-89
	Est.:	TRAN	TRAN	TRAN	TRAN	TRAN	TRAN	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL
90-91	TRAN	T	C	T	C	C	T	T	T	C	C	C	T
88-89	TRAN	C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
89-90	TRAN	T	*	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*
90-91	TRAN	C	*	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*
89-90	TRAN	C	*	*	-	-	-	*	*	*	*	*	*
88-89	TRAN	T	*	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*
90-91	CSL	T	*	*	*	*	-	-	-	*	*	*	*
89-90	CSL	T	*	*	*	*	*	-	-	-	*	*	*
90-91	CSL	C	*	*	*	*	*	*	-	-	-	*	*
88-89	CSL	C	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	*
89-90	CSL	C	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-
88-89	CSL	T	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-

Cuadro 8. Efecto de la interacción ambiental (año-zona-estación) en la diversidad de cetáceos en la Bahía de La Paz, B.C.S. (*= $p < 0.05$).

		←-----aumentando----- S -----disminuyendo-----→											
Año:	Zona:	88-89	88-89	88-89	90-91	89-90	89-90	88-89	89-90	90-91	90-91	89-90	90-91
	Est.:	TRAN	CSL	TRAN	TRAN	CSL	TRAN	CSL	TRAN	CSL	TRAN	CSL	CSL
88-89	TRAN	T	C	C	T	C	C	T	T	T	C	T	C
88-89	CSL	C	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*
88-89	TRAN	C	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*
90-91	TRAN	T	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*
89-90	CSL	C	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*
89-90	TRAN	C	*	*	-	-	-	-	-	-	-	*	*
88-89	CSL	T	*	*	*	*	-	-	-	-	-	*	*
89-90	TRAN	T	*	*	*	*	-	-	-	-	-	*	*
90-91	CSL	T	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-
90-91	TRAN	C	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-
89-90	CSL	T	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-
90-91	CSL	C	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-

ANEXO I (Continuación)

Cuadro 9. Efecto de la interacción ambiental (año-zona-estación) en la abundancia relativa de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S. (*= $p < 0.05$).

[illegible]

Cuadro 10. Efecto de la interacción ambiental (año-zona-estación) en la abundancia relativa de *Balaenop-tera edeni* ♀ en la Bahía de La Paz, B.C.S. (*= $p < 0.05$).

[illegible]

Cuadro 11. Efecto de la interacción ambiental (año-zona-estación) en la frecuencia de eventos alimenticios de *Balaenoptera edeni* en la Bahía de La Paz, B.C.S. (*= $p < 0.05$).

[illegible]