

00344

8



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Distribución temporal y estructura de las agrupaciones de los rorcuales jorobados (*Megaptera novaeangliae*) en dos áreas de reproducción del Pacífico mexicano

290752

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

Maestra en Ciencias

(Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos)

P R E S E N T A

PALOMA LADRÓN DE GUEVARA PORRAS

Director de Tesis: Dr. Luis Medrano González.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mis sobrinos Jerónimo
Aarón y
Frida
por la inmensa alegría con la que han llenado mi vida

A mis padres Silvia y Gabriel
y mi hermano Leonardo
por ser mis mejores amigos

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	5
Distribución espacial y temporal	5
Abundancia	8
Estructura poblacional	8
Reproducción	9
Migración	10
Estructura de grupos y hábitos en las zonas de reproducción	11
OBJETIVOS	14
ÁREA DE ESTUDIO	15
Bahía de Banderas	15
Archipiélago de Revillagigedo	19
OCEANOGRAFÍA DEL OCÉANO PACÍFICO MEXICANO	23
Corriente de California	23
Corriente Norecuatorial	25
Contracorriente Ecuatorial	26
Corriente Costera de Costa Rica	27
Corriente del Golfo de California	28
El fenómeno El Niño-Oscilación del Sur	30
El fenómeno El Niño-Oscilación del Sur y el ecosistema marino	34
MÉTODOS Y MATERIAL	40
I) Trabajo de Campo	40
Agrupaciones sociales	43
Fotoidentificación	45
Recolecta de biopsias	45
Datos sobre la temperatura superficial del mar	46
II) Trabajo de Laboratorio	47
Agrupaciones sociales	47
Índices de abundancia relativa	48
Fórmulas para el cálculo de hembras y machos	49
Fotoidentificación	49

Identificación del sexo	50
Datos sobre la temperatura superficial del mar	51
RESULTADOS	52
Abundancia anual por región y temperatura superficial del mar	52
Frecuencia y distribución anual de las agrupaciones sociales	55
Perfil semanal de abundancia, agrupación y temperatura superficial del mar	62
Variación semanal en la ocurrencia de las agrupaciones sociales	65
Tendencias generales en la ocurrencia de las agrupaciones sociales	69
Fotoidentificación e identificación del sexo	73
Distribución semanal de hembras y machos identificados por análisis de tejidos	76
Distribución semanal de hembras y machos inferida por la ocurrencia de las agrupaciones sociales para cada región	78
DISCUSIÓN	84
Abundancia anual por región y su relación con la temperatura superficial del mar	84
Frecuencia y distribución anual de las agrupaciones sociales	87
Perfil semanal de abundancia, agrupación y temperatura superficial del mar	89
Variación semanal y tendencias generales en la ocurrencia de las agrupaciones sociales	91
Fotoidentificación e identificación del sexo	92
Distribución semanal de hembras y machos identificados por análisis de tejidos	94
Distribución semanal de hembras y machos inferida por la ocurrencia de las agrupaciones sociales para cada región	95
CONCLUSIONES	98
AGRADECIMIENTOS	100
REFERENCIAS	103
ANEXO I Formas de registro de campo	113
ANEXO II Temperatura superficial del mar	115
ANEXO III Cuadros de avistamientos, N° de animales y esfuerzo y Gráficas de distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales	119
ANEXO IV Cuadro de datos de biopsias	134
ANEXO V Pruebas estadísticas	137

RESUMEN

La estructura poblacional de los rorcuales jorobados deriva de cambios históricos en su ciclo migratorio el cual, en su fase de invierno, depende de aguas someras y tibias. Esta dependencia parece derivar de las necesidades de las hembras de parir en aguas cálidas ($\sim 25^{\circ}\text{C}$). Lo anterior sugiere que, en general, la capacidad de termorregulación y energética de las crías recién nacidas influye directamente en el ciclo anual de esta especie. Considerando que la temperatura superficial del mar es la variable más pronunciada y regular de cualquier propiedad oceánica, es de esperarse que los cambios de esta variable se relacionen con la distribución y hábitos de las ballenas durante su etapa reproductiva invernal. El principal objetivo del presente trabajo fue determinar la distribución temporal y la estructura de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado con relación a las variaciones de la temperatura superficial del mar en el Pacífico mexicano.

Durante los inviernos de 1989 a 1996 se realizaron 21 salidas a la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco y seis de 1989 a 1992 y de 1995 a 1996 a la Isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo. Se navegó en embarcaciones menores registrando los avistamientos de rorcuales jorobados, fotoidentificando individuos y recolectando biopsias de piel para identificar su sexo mediante un análisis molecular. Se recopilaron datos de la temperatura superficial del mar proporcionados por el NOAA-CIRES Climate Diagnostics Center, Boulder Colorado, colectados a través de sus sensores remotos.

El total de rorcuales jorobados observados en la Bahía de Banderas fue de 968 en 458 avistamientos (776.8 horas de navegación) y de 3,025 rorcuales en 1,233 avistamientos (1662.69 horas de navegación) en la Isla Socorro.

En la Bahía de Banderas la abundancia de rorcuales varió menos que en la Isla Socorro ($\Delta\text{IAR} = 1.7$ ind/h y $\Delta\text{IAR} = 2.1$ ind/h, respectivamente) aún cuando la temperatura superficial del mar (TSM) presentó mayor variación que en la Isla Socorro ($\Delta T = 3.4^{\circ}\text{C}$ y $\Delta T = 1.7^{\circ}\text{C}$, respectivamente). Estas diferencias parecen deberse a que hubo un mayor recambio de animales a lo largo de la extensa y continua área de la boca del Golfo de California en comparación con el área discontinua de islas del Archipiélago de Revillagigedo. El evento La Niña de 1989 influyó directamente en la distribución de los rorcuales; se observó un notable incremento de la abundancia en la Bahía de Banderas y una disminución en la Isla Socorro y la zona de Los Cabos, B.C.S. La mayor densidad de animales ocurrió cuando la TSM fue cercana a los 25°C y los cambios en la abundancia fueron más relevantes a escala anual que semanal. Las parejas de adultos fueron la agrupación con mayor frecuencia en ambas zonas de estudio. Las hembras con cría y los grupos de competencia entre machos fueron más abundantes en la Isla Socorro. Conforme avanzó la temporada reproductiva el tamaño de las agrupaciones aumentó en ambas zonas siendo más marcada esta tendencia en la Isla Socorro. Los machos fueron más abundantes que las hembras en cada una de las diferentes agrupaciones y éstos fueron los principales responsables de las fluctuaciones en la abundancia relativa durante el invierno. Los primeros rorcuales en arribar a la Bahía de Banderas fueron los machos. En la Isla Socorro los machos cortejaron a las hembras lactantes hasta el final de la temporada, incrementando, a lo largo de la temporada, la frecuencia de grupos de competencia de machos. Esto no ocurrió en la Bahía de Banderas.

ABSTRACT

The population structure of humpback whales has derived from historical changes in their migratory cycle which, during the winter phase, depends from coastal and warm waters. This dependence seems to be related with the need of pregnant females to give birth in a water temperature around 25° C. This suggests that thermal insulation and the energetics of newborns, in general, strongly influence the annual cycle of this species. Considering that sea surface temperature is the most pronounced and regular variation among ocean properties, changes in this variable may be related with the distribution and wintering habits of humpbacks during the breeding season. Thus, the main objective of this work was to determine the time distribution and the structure of social groupings of humpback whales in the Mexican Pacific in relation to sea surface temperature (SST) variation.

A total of 21 visits were made to Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco from 1989 to 1996 and six visits to Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo from 1989 to 1992 and 1995 to 1996. Small vessels were used to make observations and to photoidentify individual whales. Skin samples were collected to identify the whales sex by a molecular analysis. SST data were compiled from the NOAA-CIRES Climate Diagnostics Center, Boulder Colorado, collected by their remote sensors.

A total of 968 humpback whales were seen in 458 sightings (effort: 776.8 hours) in Bahía Banderas and 3,025 whales in 1,233 sightings (effort: 1669.69 hours) in Isla Socorro.

In Bahía de Banderas, the abundance of humpback whales varied less than in Isla Socorro ($\Delta IAR = 1.7$ ind/h and 2.1 ind/h, respectively) even when the SST showed a variation larger than that of Isla Socorro ($\Delta T = 3.4^{\circ}\text{C}$ and 1.7°C , respectively). This difference seems to be due to the greater exchange of animals in the large continuous ground on the Gulf of California Mouth as compared to the fragmented grounds of Revillagigedo Islands. La Niña event of 1989 had a direct influence on the distribution of humpbacks with a noticeable increase in the abundance of whales in Bahía de Banderas and a decrease in Isla Socorro and Los Cabos, B.C.S. The highest animals density occurred when SST was near 25°C being the annual changes in the abundance larger than the weekly ones. Whale pairs were the most frequent groupings in both breeding areas; mother and calf pairs and males competitive groups were more abundant in Isla Socorro. The mean group size increased during the breeding season in both grounds being this trend more marked in Isla Socorro. Males were more abundant than females and they were the main factor of relative abundance variation. Males also were the first whales arriving to Bahía de Banderas. In Isla Socorro, males courted lactant females until the end of the winter season increasing the males competitive groups frequency throughout the season. This did not happen in Bahía de Banderas.

INTRODUCCIÓN

Los mamíferos marinos pasan toda su vida, o gran parte de ella, inmersos en el océano y uno de los principales aspectos de su adaptación se refiere a evitar la pérdida de calor hacia el agua. Los cetáceos (ballenas, delfines y marsopas) y los pinnípedos (focas, lobos marinos y morsas) son animales que tienen una gran capacidad de termorregulación y ambos son más abundantes en aguas frías que en los trópicos. Aunque varias especies de mamíferos marinos tienen una tasa metabólica más alta que la de mamíferos terrestres del mismo peso, el aislamiento térmico variable es el principal mecanismo de regulación de la temperatura corporal (Kanwisher y Sundness, 1966; Schmidt-Nielsen, 1983). Tanto las ballenas como las focas tienen una gruesa capa de grasa que les brinda un gran aislamiento. La temperatura de la superficie de la piel es casi idéntica a la del agua y muy poco calor puede transferirse a ésta. El gradiente de temperatura se mantiene por la grasa y a una profundidad de 50 mm, desde la superficie de la piel hacia el interior del cuerpo, la temperatura es cercana a la del núcleo corporal. Cuando se incrementa la temperatura corporal, el flujo de sangre hacia las papilas dérmicas permite transportar calor hacia el agua (Schmidt-Nielsen, 1983). Este sistema de regulación térmica es muy eficiente, pero aún así, la temperatura limita la distribución de algunos mamíferos marinos (Hubbs, 1961, citado en Aurióles, 1993).

En el proceso de reproducción de los mamíferos, desde la etapa final de la preñez y hasta la lactancia, los efectos negativos de los factores ambientales pueden ser más fuertes y riesgosos para las hembras y sus crías. Por esto, los alumbramientos tienden a ocurrir en una época del año en la cual las condiciones ambientales son más propicias (Rabinovich, 1980). En el caso de las ballenas, la migración se asocia a la reproducción y en el caso particular del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*), las hembras preñadas se desplazan hacia aguas someras y cálidas, con temperaturas cercanas a los 25 °C, para parir (Dawbin, 1966). Las crías nacen con una delgada capa de grasa y el nacer en aguas cálidas aumenta la probabilidad de supervivencia. En consecuencia, el aislamiento térmico y la energética de las crías se relaciona con el ciclo migratorio anual de las ballenas (Brodie, 1977; Dawbin, 1966).

La variación estacional de la temperatura superficial del mar es la más pronunciada y regular de cualquier propiedad oceánica (Wyrski, 1965a) y es de esperarse que los cambios de

esta variable afecten la migración de las ballenas jorobadas en al menos dos aspectos: 1) En la distribución de la productividad primaria y por tanto en la disponibilidad de alimento durante el verano y 2) En la distribución de las ballenas y en sus hábitos durante la etapa reproductiva invernal de su ciclo migratorio.

La filopatría de las ballenas jorobadas ha generado una estructura poblacional jerarquizada (Baker *et al.*, 1994) y esta estructura ha derivado de una historia asociada a cambios en la distribución ocasionados por las glaciaciones (Medrano-González *et al.*, 1995; Baker y Medrano-González, en prensa). Por lo tanto, el conocer los efectos del cambio climático en la distribución y hábitos de las ballenas jorobadas permitiría explicar la historia poblacional de la especie a partir de su biología y con ello planificar algunas acciones para su conservación a largo plazo (Medrano González *et al.*, 2000).

En este trabajo se examinó la distribución temporal y espacial y los hábitos de las ballenas jorobadas con relación a la variación de la temperatura superficial del mar en el Pacífico mexicano. Los hábitos invernales de las ballenas jorobadas están, en general, bien caracterizados y son similares en todo el mundo, incluyendo México. Esto permite describir los hábitos de los rorcuales jorobados a partir de los perfiles de ocurrencia de clases estereotipadas de agrupación y actividad cuya composición de sexos y estados reproductivos se conoce (Glockner, 1983; Baker y Herman, 1984; Clapham, 1996; Clapham *et al.*, 1992; Medrano *et al.*, 1994; Ladrón de Guevara, 1995).

ANTECEDENTES

La ballena jorobada o rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) tiene un cuerpo robusto, con una longitud promedio de 15 m para las hembras y de 14 m para los machos y un peso de 30 a 40 toneladas para ambos sexos. Su coloración es negra en la región de la cabeza, dorso, costados y pedúnculo caudal, mientras que la región de la garganta, tórax y abdomen hasta la línea media ventral y al menos hasta el ano puede presentar una extensión variable de color blanco (Tomilin, 1967; Nishiwaki, 1972; Watson, 1985 y Winn y Reichley, 1985).

Las características externas más distintivas del rorcual jorobado son: 1) la presencia de unas protuberancias tegumentarias en la cabeza; 2) de 12 a 26 surcos guloventrales; 3) aletas pectorales extremadamente largas (5 m) y muy flexibles; 4) una aleta dorsal baja, menor de 30 cm; 5) una aleta caudal que generalmente presenta un borde aserrado, una muesca central profunda, y una superficie ventral con una pigmentación distintiva de blancos y negros que hacen posible usarla como una marca natural para identificar individuos (Tomilin, 1967; Nishiwaki, 1972; Katona y Whitehead, 1981; Winn y Reichley, 1985; Fig. 1).

Distribución espacial y temporal

La ballena jorobada habita en todos los océanos. En el Pacífico norte se alimenta durante el verano en el Mar de Bering, Golfo de Alaska, Mar de Chukchi y Mar de Okhotsk y hacia el sur hasta la Isla Honshu en Japón y Punta Concepción, California en Estados Unidos de Norteamérica. En el invierno, durante la época de reproducción, se concentra en tres áreas diferentes: Pacífico noroccidental (Taiwán e Islas Bonin, Ryukyu y Marianas); Pacífico central (Archipiélago de Hawai) y Pacífico nororiental (costa oeste de México y hasta Costa Rica; Rice, 1974; Johnson y Wolman, 1984; Nat. Mar. Fish. Ser., 1991; Steiger y Calambokidis, 1991).

En aguas del Pacífico mexicano se han definido tres subregiones de concentración invernal que son: la Costa Occidental de México, desde Mazatlán, Sinaloa e Isla Isabel, Islas Tres Marías, Nayarit y la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco hasta la frontera con Guatemala; el Archipiélago de Revillagigedo, que comprende las Islas Socorro, Clarión, San Benedicto y Roca Partida; y la Península de Baja California, desde Isla Cedros a lo largo de la costa oeste de la península, rodeando el extremo sur y por lo menos hacia el norte hasta Loreto en el lado este (Rice, 1974; Urbán y Aguayo, 1987; Fig. 2).

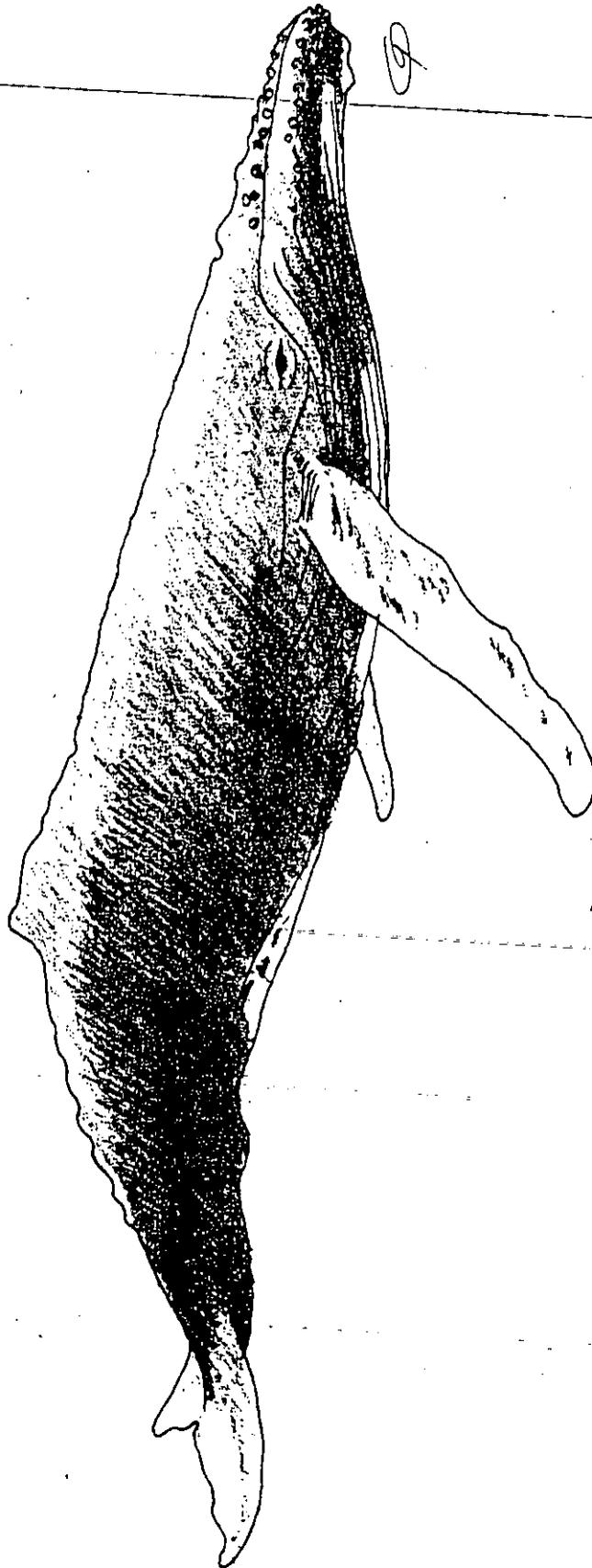


Figura 1. Morfología externa de la Ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae* (Dibujo G. Ladrón de Guevara.)

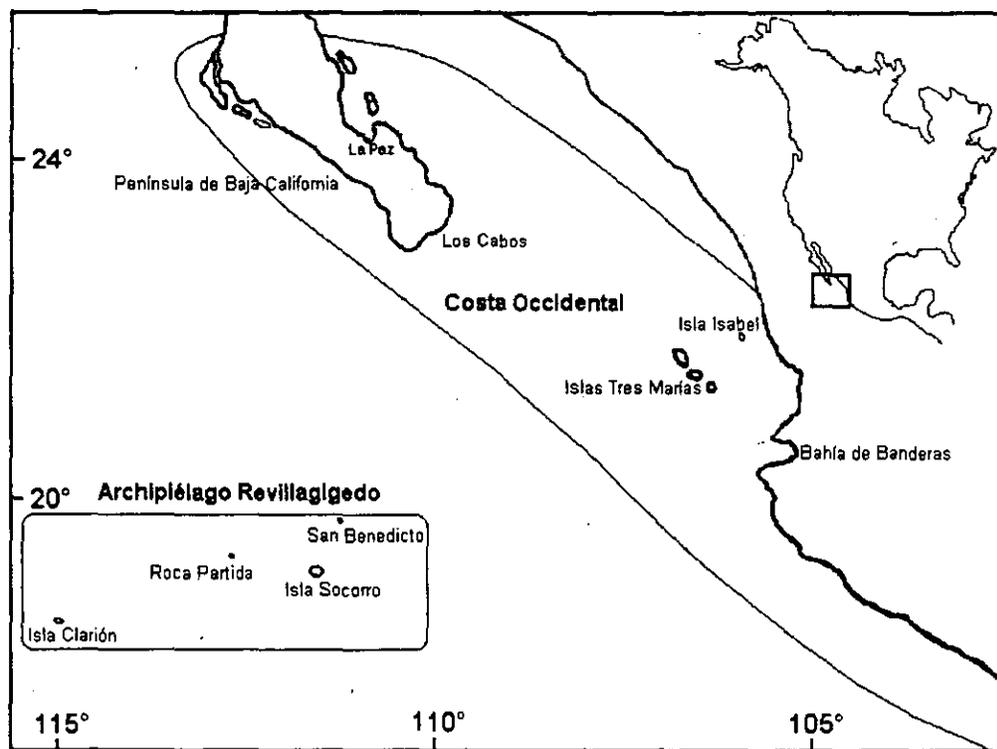


Figura 2. Distribución del rorcual jorobado en el Pacífico mexicano (Tomado de Urbán *et al.*, 1999).

En las distintas zonas de concentración invernal de ballenas jorobadas del Pacífico mexicano existen diferencias en cuanto a su distribución estacional, estando éstas presentes en la Península de Baja California de septiembre a mayo, con una mayor incidencia en los meses de febrero y marzo; en la costa continental de México de la segunda quincena de octubre a mediados de marzo; en el Archipiélago de Revillagigedo de enero (inicio de la temporada de trabajo) a mayo, con una mayor frecuencia durante marzo y la primera semana de abril. En la provincia norte del Golfo de California han sido observadas en las cuatro estaciones del año (Scammon, 1874; Urbán y Aguayo, 1987; Salinas-Zacarías *et al.*, 1993; Ladrón de Guevara, 1995; Salinas-Vargas, 2000). En la Bahía de Banderas, el número máximo de ballenas se concentra entre la primera semana de enero y la segunda semana de febrero, variando un poco año con año acorde con el desplazamiento de las masas de agua (Ladrón de Guevara, 1995).

Para las concentraciones invernales de Bahía de Banderas, Isla Isabel y Baja California, el principal destino migratorio en las zonas de alimentación es la región de California-Oregon-

Washington. Para el Archipiélago de Revillagigedo aún no se ha detectado un destino principal (Urbán *et al.*, 2000b). Parte de las ballenas de California migran incluso hasta Costa Rica (Steiger y Calambokidis, 1991; Calambokidis *et al.*, 2000).

Abundancia

Las estimaciones de abundancia para el Pacífico mexicano indican una población mínima de 2,745 individuos y de alrededor de 2,350 rorcuales si se consideran como poblaciones separadas a la del Archipiélago de Revillagigedo de aquella de la costa continental y la Península de Baja California (Urbán *et al.*, 1994). La mejor estimación para el grupo de la costa es de 1,813 individuos (95% IC: 918-2505) y de 914 individuos (95% IC: 590-1193) para el grupo de Revillagigedo (Urbán *et al.*, 1999b).

Estructura poblacional

Los estudios de genética han aportado información sobre la población de ballenas jorobadas en el Pacífico mexicano: se reconoce una subpoblación Alaska/Hawai y otra California/México con cierta mezcla en las zonas de reproducción. Entre las jorobadas de México se han distinguido 8 haplotipos organizados en dos grupos: el AE que es muy común a través de todo el Pacífico Norte y el grupo CF el cual está estrechamente relacionado a los haplotipos del hemisferio sur. En las zonas invernales de agregación del Pacífico mexicano hay un grado significativo de subdivisión geográfica; esto indica que las ballenas de Revillagigedo se diferencian de aquellas de la costa (Bahía de Banderas y Baja California; Medrano, 1993; Medrano *et al.*, 1995).

La frecuencia de los haplotipos (variaciones de los linajes mitocondriales) del DNA mitocondrial de las jorobadas que pasan el invierno en aguas mexicanas es intermedia entre la que se observa en el sureste de Alaska y California central, lo cual sugiere una tasa de intercambio migratorio más alta de lo que se observa por medio de la fotoidentificación entre las ballenas de las dos zonas norteñas de alimentación o la falta de registros de una parte de la población del Pacífico norte entre Alaska y California central. También se observa una distribución clinal de los haplotipos a lo largo de la costa del Pacífico y se ha propuesto que la distribución actual de estos linajes está asociada a cambios climáticos posteriores a la última glaciación, hace 10,000 años (Medrano, 1993; Baker *et al.*, 1994; Medrano *et al.*, 1995; Baker *et al.*, 1998).

Vale la pena destacar que, en promedio, en México hay una mayor diversidad genética ($\pi=1.11\%$) en comparación con Hawai ($\pi=0.36\%$; (Medrano *et al.*, 1995).

Los estudios de fotoidentificación y genética señalan una alta afinidad entre las agregaciones de Baja California y la costa continental y una significativa segregación entre éstas dos agregaciones y la del Archipiélago Revillagigedo (Ladrón de Guevara *et al.*, 1993; Medrano *et al.*, 1995; Urbán *et al.*, 1999b).

Reproducción

La madurez sexual se alcanza por lo general entre los 4 y 6 años de edad cuando las ballenas han alcanzado una longitud aproximada de 11 a 12.4 m. Las hembras dan a luz durante el invierno después de 11.5 meses de gestación. Las crías nacen en aguas tropicales y subtropicales, miden al nacer de 4 a 4.5 m y pesan de 1300 a 1400 kg. La lactancia dura de 6 a 11 meses y la cría mide de 8 a 9 m al destete. En general, las hembras tienen una cría cada dos años pero pueden parir dos veces cada tres años. Sin embargo, si la hembra queda preñada poco después del parto, la preñez y la lactancia (de la cría concebida el año anterior) pueden existir simultáneamente (Tomilin, 1967; Leatherwood *et al.*, 1983; Glockner y Ferrari, 1984; Watson, 1985; Winn y Reichley, 1985; Nat. Mar. Fish. Ser., 1991). Salas (1993) reporta para la Isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo, un intervalo de reproducción promedio de 2.1 años pero con un gran número de intervalos de reproducción de un año. Ello indica que la ovulación postparto con concepción ocurre con una frecuencia considerable.

El sistema de apareamiento de la ballena jorobada puede ser descrito como una poliginia por dominancia entre machos (*sensu* Emlen y Oring, 1977) y se sugiere que hay un continuo conductual durante la migración entre las zonas de alimentación y las de reproducción (Brown y Corkeron, 1995). En este sistema de apareamiento ocurre competencia directa entre machos que da como resultado relaciones de dominancia y éxito reproductivo diferencial entre los machos de la población y es el que algunos investigadores (v.g., Mobley y Herman, 1985; Brown y Corkeron, 1995) identifican para la ballena jorobada.

Por otra parte, Clapham (1996) considera que el sistema de apareamiento del rorcual jorobado es similar tanto a un sistema de lek como a una poliginia por dominancia entre machos ya que no hay monopolización de recursos ni de múltiples hembras, tampoco se presenta cuidado parental y sí hay despliegues conductuales de los machos (canto) y competencia directa entre

ellos por el acceso a las hembras en estro. Sin embargo, no se presenta la estructura espacial rígida característica que define a un lek clásico por lo que propone el nombre de "lek flotante".

Migración

Las ballenas jorobadas requieren de condiciones costeras y tropicales, con aguas de temperatura cercana a los 25°C para la reproducción, pero no para otras fases de la migración (Dawbin, 1966).

Durante gran parte de su ciclo migratorio, las jorobadas no se alimentan por lo que tampoco hay una correlación consistente con la distribución del plancton o con alguna propiedad química o física de las masas de agua que atraviesan en su ruta migratoria (Dawbin, 1966).

En el transcurso de la migración hay una segregación temporal entre los animales. El inicio de la migración de las hembras maduras está más estrechamente relacionado a su estado reproductivo que a su edad o tamaño. En el hemisferio sur las primeras en migrar hacia latitudes bajas y tropicales son las hembras que se encuentran al final de la lactancia, acompañadas por su cría recién destetada. Estas son seguidas por animales inmaduros, después por machos maduros con hembras en descanso (anestro) y finalmente por hembras con preñez avanzada. En su retorno hacia el sur las primeras en regresar son las hembras recién preñadas, seguidas por animales inmaduros, después por hembras en descanso y machos maduros y finalmente hembras al inicio de la lactancia (Dawbin, 1966).

En la subsecuente migración hacia el norte estas hembras inician la migración acompañadas de la cría destetada. Así, las hembras lactantes y sus crías pasan cerca de 4.5 meses en las aguas frías de las zonas de alimentación mientras que las hembras preñadas pasan 6.5 meses en aguas antárticas. La reducción en el tiempo de estancia de las hembras con cría en aguas frías reduce el tiempo que las crías están expuestas a las temperaturas bajas. En vista de la gran pérdida de calor debida a la mayor relación área volumen de las crías, este grado de protección de las bajas temperaturas es una ventaja considerable (Dawbin, 1966).

De acuerdo con Dawbin (1966), la tasa de cambio de la temperatura del mar en el Antártico, durante la época de alimentación en el verano, es muy pequeña como para representar el estímulo que inicia los diferentes tiempos de la migración de las hembras lactantes y preñadas y propone que un mecanismo más probable es la marcada disminución de la duración del día. Las hembras lactantes dejan la zona de alimentación cuando la duración promedio del día es de 8.5 horas (a los 60°S) y las preñadas cuando es de 6.5 horas. No obstante, Day (1992) menciona que

una baja en la temperatura del agua es la señal para que las jorobadas dejen las aguas polares y migren hacia aguas ecuatoriales. De esta forma, el tiempo de inicio de la migración depende del tamaño corporal. Las ballenas más grandes tienen una menor superficie corporal en relación con su volumen y por lo tanto pierden calor más lentamente y son menos sensibles a la disminución de la temperatura que indica el término del verano. Esto podría explicar por qué las ballenas más jóvenes, acompañadas de sus madres, son las primeras en abandonar las zonas norteñas de alimentación y las hembras preñadas (que son las ballenas más grandes) parten al final.

Estructura de grupos y hábitos en las zonas de reproducción

En lo referente a las características de los grupos de ballenas durante la migración, Brown y Corkeron (1995) reportan que para la costa este de Australia la mayoría de las jorobadas se desplazan hacia las zonas norteñas de reproducción en grupos de uno o dos individuos y que los organismos solitarios no se observan en la migración hacia el sur. El grupo observado con mayor frecuencia fue el de las parejas de macho-hembra (25.4%), seguido por el de machos solitarios (20.6%) y parejas macho-macho (14.3%). El 38.6% de los grupos de más de un animal consistió exclusivamente de machos y sólo en cinco ocasiones se registraron grupos con más de una hembra.

El hecho de que el grupo más observado fue el de la pareja macho-hembra, sugiere que ocurren apareamientos durante la migración y/o una conducta de guardar o asegurar la cópula. La relación social entre la mayoría de los machos de jorobada estuvo caracterizada por interacciones no agresivas y ocasionalmente por cooperación y quizás formen lazos estables durante la migración.

Durante la estación de crianza ocurren varios tipos de comportamiento que pueden estar involucrados con el cortejo y el apareamiento. Se han reportado saltos y golpes con la aleta caudal y las aletas pectorales en la superficie del agua, así como despliegues agresivos y contacto físico entre machos que compiten por el acceso a una hembra. Los grupos de ballenas son más activos que los solitarios y a menudo los grupos con gran actividad en superficie están conformados por una hembra (con o sin cría) que navega al frente del grupo (animal nuclear) seguida por tres ó más machos (escolta principal, escolta secundaria y competidores) que compiten por el acceso a la hembra. Es más común observar animales solitarios, parejas o tríos que grupos grandes (Herman y Antinoya, 1977; Darling, 1983; Glockner y Venus, 1983; Tyack y Whitehead, 1983;

Whitehead, 1985; Mobley y Herman, 1985; Winn y Reichley, 1985). La mayoría de las escoltas, tanto principales como secundarias, son machos. Los grupos de machos quizá representen jerarquías de conespecíficos-no-emparentados. Las hembras pueden repeler de manera agresiva el acceso de los machos no deseados (Clapham *et al.*, 1992).

Las agrupaciones con cría más frecuentes son la de una hembra con su cría y la de una cría acompañada por su madre y un tercer animal adulto denominado como escolta. En los grupos con cría es más común ver que se integran nuevos animales o que dejen el grupo, y esto puede estar relacionado con la conducta de búsqueda, por parte de los machos maduros, de hembras en estro (Herman y Antinoya, 1977; Mobley y Herman, 1985; Salas, 1993; Ladrón de Guevara, 1995; Falcone, 1999; Salinas-Vargas, 2000).

Craig y Herman (1997) reportan que es mayor el número de machos que de hembras reavistados en el Archipiélago de Hawai (de 1976 a 1991) y también son los que más se han observado en años consecutivos. Proponen que no todas las hembras realizan o completan cada año la migración hacia las zonas invernales de reproducción, sino que algunas probablemente pasen el invierno en latitudes altas mientras que otras pueden quedar preñadas en la ruta migratoria hacia las áreas de reproducción y regresen a las zonas de alimentación antes de arribar a las zonas invernales.

En la Bahía de Banderas a finales de enero se registra un pico en la actividad competitiva de las jorobadas, lo que tal vez señale la llegada de los machos maduros e inmaduros antes de la llegada de las hembras maduras. A finales de febrero se presenta un segundo pico de actividad competitiva que quizá indique el regreso a las zonas de alimentación de las hembras maduras no parturientas antes que los machos maduros, los animales inmaduros de ambos sexos y las hembras con cría inicien su retorno al norte. El cambio de la proporción de sexos a lo largo de la temporada en las zonas de reproducción puede deberse a los grupos de machos que compiten por el acceso al cada vez menor número de hembras (Medrano *et al.*, 1994).

En la zona de Los Cabos en Baja California Sur, la composición de las agrupaciones sociales cambia de una temporada a otra, respondiendo a cambios ambientales, que puede influir en la condición de crianza de los animales. En 1993 se observó un aumento en el número de grupos con cría, que se relacionó con un aumento en la temperatura superficial del mar. En 1989-90 hubo una disminución de estos grupos en la zona de Baja California Sur mientras que en la Bahía de Banderas hubo un aumento. En general, en años fríos las ballenas se distribuyen más al sur como en la Bahía de Banderas (Ladrón de Guevara, 1995; Salinas-Vargas *et al.*, 1997; Salinas-Vargas, 2000).

Una característica peculiar de las jorobadas es que producen "cantos", los cuales son sonidos arreglados en secuencias complejas (temas, frases y unidades que se repiten por periodos de 6 a 20 minutos) emitidos por machos solitarios en las zonas de reproducción (Payne y McVay, 1971; Winn y Reichley, 1985).

El canto se ha descrito como un despliegue de cortejo. Después de interrumpir su canto se ha observado a los machos unirse a otras ballenas y a pesar de que los cantores no son estrictamente territoriales, parecen evadirse unos a otros (Tyack, 1981). En algunas ocasiones las escoltas que están dentro de grupos de tres o cuatro animales abandonan el grupo y comienzan a cantar y otras veces los cantores dejan de cantar y se unen a estos grupos (Tyack y Whitehead, 1983). A lo largo de la temporada aumenta la duración de la canción y se considera que esto está relacionado con la disminución del número de hembras reproductivamente activas ya que durante el pico de la presencia de hembras receptivas las canciones son más cortas (Tyack, 1981).

En la Isla Socorro tres cantores fueron grabados e identificados como machos a través del análisis molecular de biopsias de piel. En dos ocasiones, los cantores interrumpieron su canto y se unieron a otras ballenas sin mostrar conductas agresivas. En una oportunidad las ballenas que se unieron al cantor fueron una cría y un adulto identificado como hembra después del análisis molecular. La segunda ocasión dos animales se aproximaron al cantor y el que se unió al cantor también era una hembra (Medrano *et al.*, 1994).

En el caso de las zonas de reproducción del Pacífico mexicano, los cambios en las frecuencias de las agrupaciones sociales y sus relaciones con la proporción de sexos de la población y los cambios en el ambiente se han analizado de manera fragmentaria, en cuanto a espacio y tiempo. Estos aspectos son de suma importancia para tratar de entender mejor si las variaciones en la frecuencia de observación de los rorcuales se deben a la estructura intrínseca de la población, a las fluctuaciones ambientales o a otras causas, como podrían ser las actividades humanas en las zonas de reproducción del rorcual jorobado.

El conocer cada vez con más detalle el efecto de las variaciones climáticas en la distribución y hábitos de los rorcuales jorobados proporcionará información valiosa para el diseño de planes de manejo y conservación. Es importante estudiar esto tanto en áreas donde los rorcuales interactúan con los humanos como en áreas de reproducción de esta especie donde las actividades humanas son mínimas.

OBJETIVO GENERAL

- Conocer la distribución temporal y la estructura de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado con relación a las variaciones de la temperatura superficial del mar en el Pacífico mexicano.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar el efecto de la temperatura superficial del mar en la abundancia y la distribución espacio-temporal de los rorcuales jorobados en la costa continental del Pacífico mexicano y la Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo.
- Determinar la distribución espacial, temporal y con respecto a la temperatura superficial del mar, de distintas clases de sexo y estado reproductivo de rorcuales jorobados a lo largo de la temporada reproductiva en la Bahía de Banderas y la Isla Socorro.
- Definir el patrón de ocurrencia y composición de sexos de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado en la Bahía de Banderas y la Isla Socorro dentro de una misma temporada.

ÁREA DE ESTUDIO

Bahía de Banderas

La Bahía de Banderas se ubica entre los 20° 15' y 20° 47' N y los 105° 15' y 105° 42' W. Sus límites son Punta de Mita, Nayarit al norte, Cabo Corrientes, Jalisco, al sur, la línea costera de Puerto Vallarta, Jalisco, al este, y una línea imaginaria de 43.4 km que une a Punta de Mita con Cabo Corrientes al oeste. Tiene un ancho medio norte-sur de 29 km, un ancho máximo de 31.5 km y una longitud este-oeste de 38.9 km. El área total calculada para la bahía es de 987 km² (Salinas y Bourillón, 1988). La Bahía de Banderas pertenece a la provincia oceanográfica de entrada del Golfo de California (Cano y Tovilla, 1991; Fig. 2).

En la parte norte de la entrada de la bahía se encuentra el Archipiélago de las Islas Marietas. La isla más alta (59 metros sobre el nivel del mar o msnm), ubicada más hacia el este, es la Isla Redonda (20° 42' N y 105° 35' W) con una longitud máxima de 1 km y un ancho máximo de 600 m. Al oeste de ésta isla y separada por un canal de aproximadamente un kilómetro de ancho, se encuentra la Isla Larga (20° 41' N y 105° 36' W). Esta isla es más baja (43 msnm) y aplanada, mide un poco más de 1 km de longitud y en su porción occidental alcanza un ancho de 700 m (Gaviño de la T. y Uribe, 1980). Aproximadamente a unos 800 m al suroeste de la Isla Larga, se localizan un par de islotes conocidos por los pescadores como Los Morros Cuates. Por último, se encuentra el islote El Morro a unos 14.8 km, siguiendo por el suroeste (228°) de Punta Mita. Este islote tiene una altura de 13 msnm y una extensión de 50 a 60 m más o menos a la misma latitud de las Islas Marietas. Por afuera de la bahía se encuentra la roca La Corbeteña (20° 43.6' N y 105° 51.2' W) la cual tiene 8 msnm, cerca de 54 m de largo y se localiza a 31.4 km al oeste de Punta de Mita (Aguayo *et al.*, 1988; Anónimo, 1979 y Salinas y Bourillón, 1988; Fig. 3).

Las aguas de la porción norte de la Bahía de Banderas, incluyendo las adyacentes a las Islas Marietas, son someras de tipo costero encontrándose casi totalmente sobre la plataforma continental (Salinas y Bourillón, 1988), la cual es extensa. A un kilómetro mar adentro de la ribera norte de la bahía se registra una profundidad de 10 m y a los dos kilómetros, de 20 m. A unos 10 km existe una profundidad de 100 m. Esto contrasta con la ribera sur de la bahía donde el cambio en la profundidad es abrupto, pudiéndose encontrar a los dos kilómetros mar adentro una profundidad aproximada de 100 m y a los cuatro kilómetros se llega a 500 m (Aguayo *et al.*, 1988). La profundidad máxima es de 1436 m en una fosa localizada frente a las costas de Jalisco entre Quimixto y Yelapa (Anónimo, 1983; Fig. 3).

El que la Bahía de Banderas pertenezca a la provincia oceanográfica de entrada del Golfo de California implica que en ella confluyen diferentes corrientes marinas y masas de agua. En esta provincia del golfo se registra la presencia de tres masas de agua superficiales: 1) agua fría de la Corriente de California (15° - 20° C), de baja salinidad (33.6-34.0 ups) cuyo flujo es hacia el sureste; 2) agua del Pacífico Oriental Tropical con una temperatura $> 26^{\circ}$ C y salinidades intermedias (34.65-34.85 ups), la cual fluye hacia el noroeste, y 3) agua del Golfo de California con una temperatura $\geq 18^{\circ}$ C y alta salinidad (35.0 ups) cuyo desplazamiento es hacia el sur (Álvarez y Schwartzlose, 1979; Álvarez *et al.*, 1978; Roden y Emilsson, 1980; Cano y Tovilla, 1991).

El patrón de circulación de las corrientes está relacionado primordialmente con el sistema de vientos locales, los cuales tienen una dirección norte a sur durante el invierno, y son principalmente fríos y secos, mientras que en verano van de sur a norte, conjuntamente con masas de aire húmedo que se introducen al golfo para originar lluvias. El régimen de vientos y la topografía juegan un papel importante en la circulación y afloramiento de las aguas del fondo (Cano y Tovilla, 1991).

Durante enero y febrero la Corriente de California llega a tocar la entrada del Golfo de California por su margen occidental, mientras la Corriente del Golfo de California muestra un flujo incipiente hacia el exterior, mezclándose con la primera. En marzo se hace evidente la corriente del golfo con gran fuerza, llegando incluso a tener influencia hasta el Golfo de Tehuantepec por el empuje del viento. En abril descende el flujo y en la entrada no hay ingreso de otras masas de agua (Fig. 4; Cano y Tovilla, 1991).

En mayo se empieza a producir un gran cambio: un flujo escaso originario del sur del Pacífico que corresponde a la Corriente Costera de Costa Rica, penetra al Golfo de California, al mismo tiempo que por el lado oriental existe salida de agua. Durante todo el mes de junio esta situación permanece sin detectarse la presencia de la Corriente de California, mientras que la Corriente Costera de Costa Rica se introduce cada vez más y alcanza en julio su mayor influencia en el golfo. También en julio cambia de dirección el patrón de vientos locales, lo que provoca un empuje de tal magnitud, que arrastra a las masas de agua de la Corriente Norecuatorial y éstas a su vez desplazan a la Corriente Costera de Costa Rica, la cual va disminuyendo en fuerza hasta desaparecer en agosto (Tovilla, 1991).

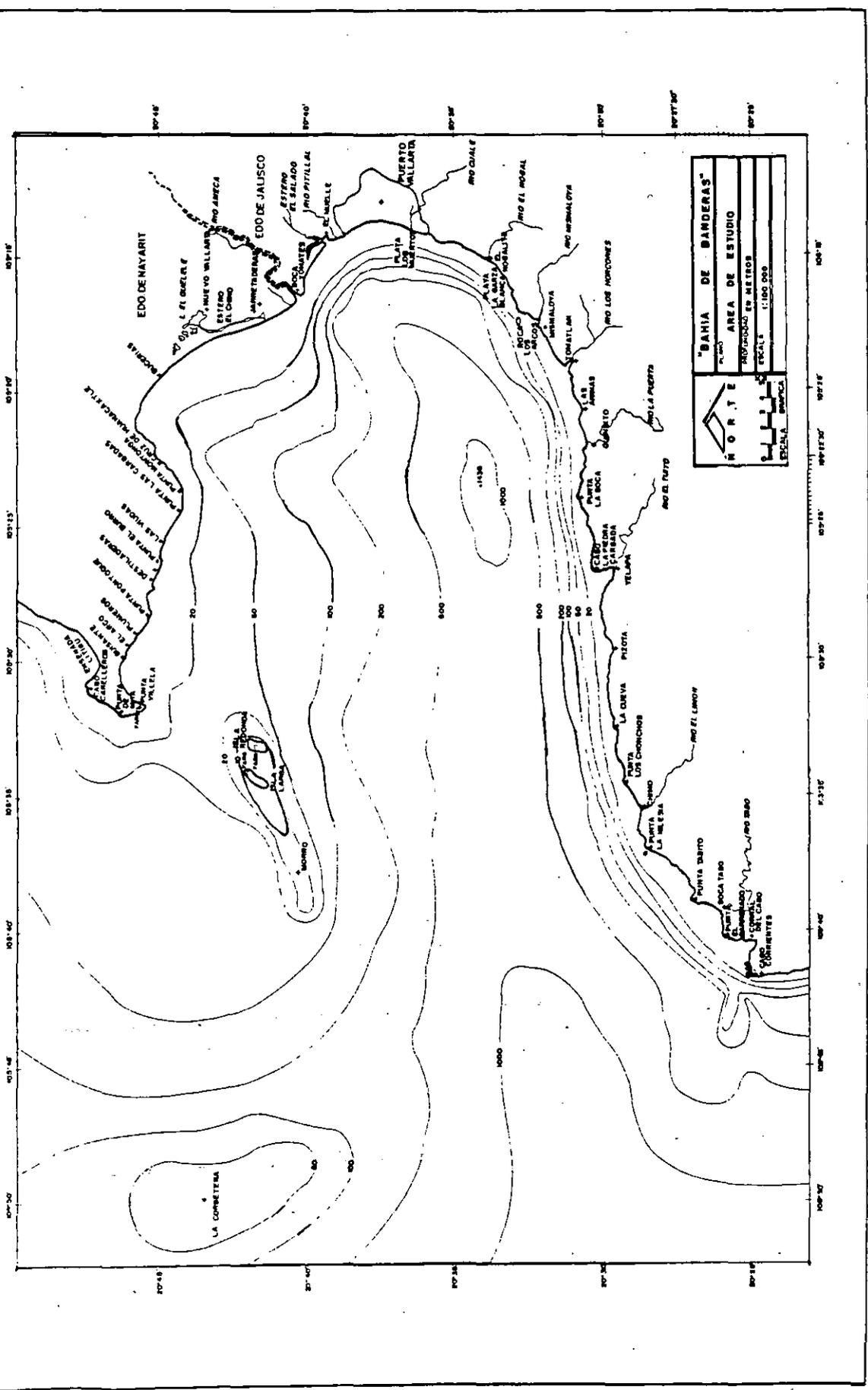


Figura 3. Batimetría de la Bahía de Banderas (Tomado de Ladrón de Guevara, 1995).

Durante la temporada de máximo efecto de huracanes (agosto-septiembre) la Corriente Norecuatorial se dirige hacia el norte, internándose en el golfo; esto puede ocurrir hasta octubre pero con poca intensidad. Durante el mes de octubre se registra un estado de calma en el patrón superficial de las corrientes involucradas. En noviembre ocurren grandes cambios y nuevamente la Corriente del Golfo de California empieza a intensificarse en la parte norte y a fluir hacia el Pacífico, incluso hasta diciembre, presentándose indicios de entrada de la Corriente de California (Fig. 4; Tovilla, 1991).

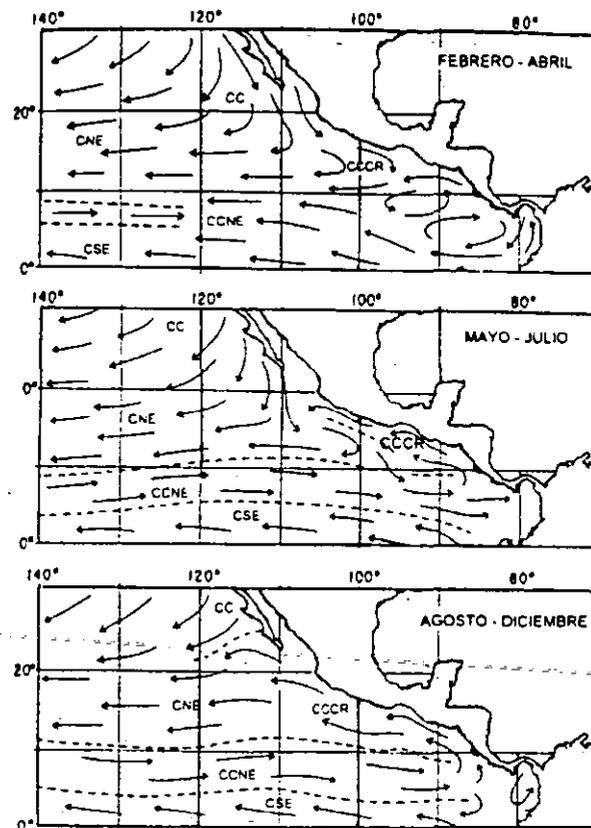


Figura 4. Circulación en el Pacífico Oriental Tropical en diferentes meses (Tomado de Wyrski, 1966 en Badan, 1997). CC = Corriente de California; CNE = Corriente Norecuatorial; CCNE = Contracorriente Ecuatorial; CSE = Corriente Surecuatorial; CCCR = Corriente Costera de Costa Rica.

La influencia de las corrientes del Pacífico Oriental Tropical en la Bahía de Banderas se manifiesta a lo largo del año con la variación de la temperatura superficial del mar. De acuerdo con Salinas y Bourillón (1988), durante el invierno la temperatura superficial promedio del agua es de 23.7°C ; durante la primavera de 26.7°C ; durante el verano de 27.5°C y durante el otoño de

26.9° C. Estos mismos autores al agregar a sus datos (1984-1988) la temperatura registrada por la Secretaria de Marina de 1901 a 1974 obtuvieron los siguientes promedios: 26.6° C para el invierno; 26.6° C para la primavera; 28.5° C para el verano y 26.8° C para el otoño.

Archipiélago de Revillagigedo

El Archipiélago de Revillagigedo se ubica entre los 18° 20' y 19° 20' N y los 110° 45' y 114° 50' W (Medina, 1978), a 350-650 km al sur y suroeste del extremo austral de la Península de Baja California (Brattstrom, 1990) y a unos 580 km al oeste de Colima (Llinas-Gutiérrez *et al.*, 1993). El archipiélago está conformado por cuatro islas de origen volcánico que de mayor a menor superficie son; Socorro, Clarión, San Benedicto y Roca Partida (Fig. 5; Castellanos y Ortega-Rubio, 1994).

En junio de 1994 se decretó al Archipiélago de Revillagigedo como Reserva de la Biosfera (Diario Oficial de la Federación, 6 de junio de 1994) por lo que su administración y el manejo de sus recursos naturales corren a cargo de la SEMARNAT y su vigilancia y cuidado son responsabilidad de la Secretaria de Marina.

La Isla Socorro se localiza a los 18° 43' N y 110° 57' W (Medina, 1978), a unos 480 km al sur de la Península de Baja California y a 716 km de Manzanillo, Colima (Adem, 1960). Tiene una forma irregularmente rómbica con poco mas de 16 km de norte a sur y 11 km de oriente a poniente en sus medidas máximas (Medina, 1978; Fig.6). Su altitud es de 1,050 m en la cima del monte Evermann (Ortega y Sánchez, 1985). Constituye la parte superior de un volcán que se eleva cerca de 4,000 m desde el fondo del océano (Troyo-Diéguéz y Pedrín, 1994). Su topografía es muy accidentada y en la línea costera de la isla predominan los acantilados y las playas rocosas (Castellanos y Ortega-Rubio, 1994).

Dado el origen volcánico de la Isla Socorro, su plataforma continental es muy estrecha. Alrededor de la isla se alcanzan los 100 m de profundidad a una distancia promedio de la costa de 1.8 km y de 200 m a 3.7 km (Anónimo, 1983).

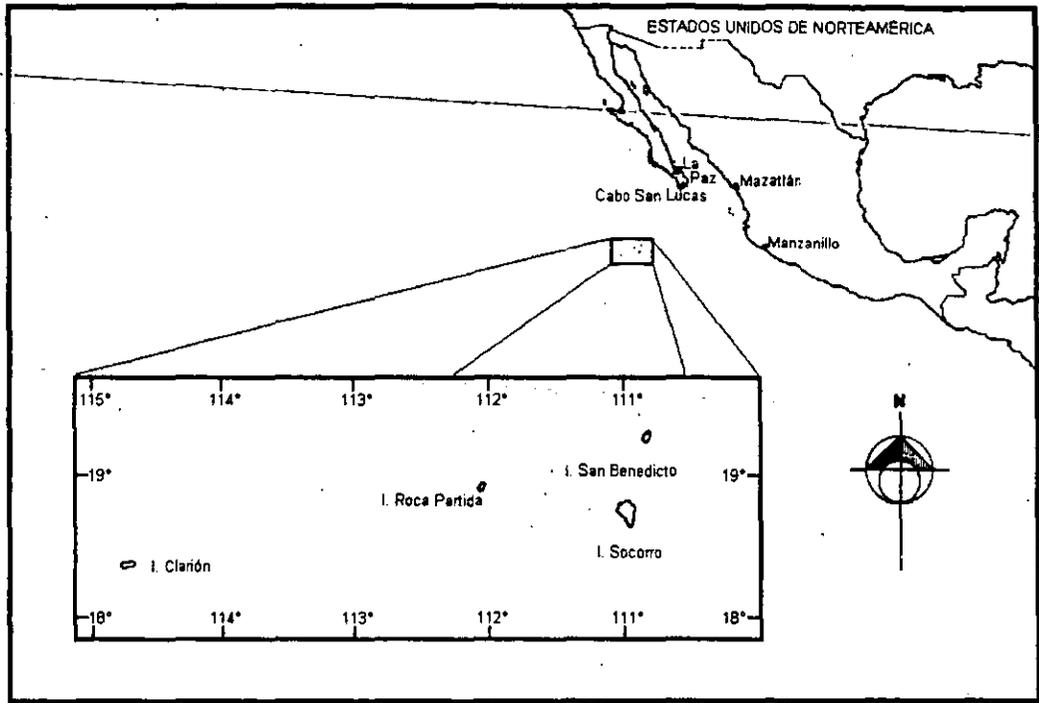


Figura 5. Localización del Archipiélago Revillagigedo (Tomado de Castellanos y Ortega-Rubio, 1994).

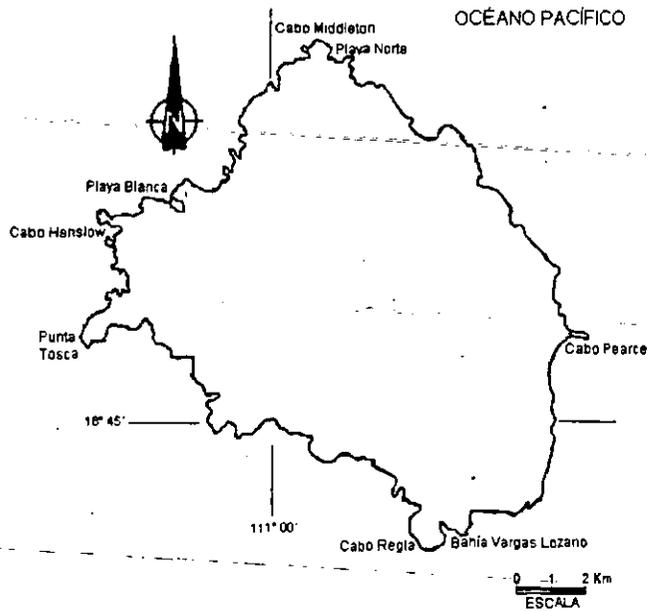


Figura 6. Isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo (Modificado de León de la Luz, et al., 1994).

Por su ubicación cercana a los 19° N, la Isla Socorro puede considerarse como tropical de acuerdo con Troyo-Diéguez y Pedrín (1994). Pacheco (1991) considera como Pacífico tropical mexicano al área comprendida a lo largo de las costa desde Cabo Corrientes, Jalisco hasta Guatemala, por lo que el Archipiélago Revillagigedo queda ubicado en la zona tropical del Pacífico mexicano. De acuerdo con Llinas-G. *et al.* (1993) el Archipiélago de Revillagigedo se puede caracterizar como una zona tropical (en cuanto a su patrón estacional) con variaciones interanuales importantes, que en términos ecológicos la definen como un área de transición (Fig. 7).

Para Lluch-Cota *et al.* (1994), la Isla Socorro se localiza en la frontera de dos sistemas de corrientes; por un lado el del Pacífico nororiental (Corriente de California y Corriente Norecuatorial), y por otro el del Pacífico tropical oriental (Contracorriente Ecuatorial). Esto le confiere a la zona una

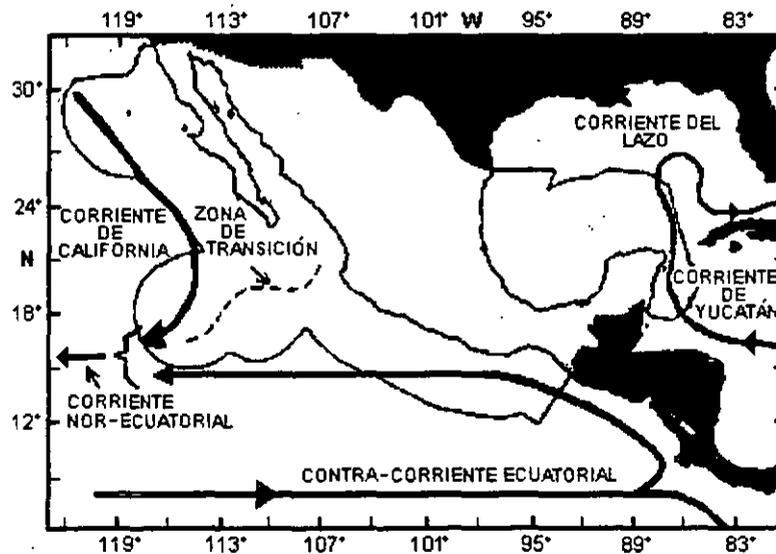


Figura 7. Posición promedio del eje de las corrientes oceánicas que tiene influencia en los mares mexicanos (Tomado de Fernández *et al.*, 1993).

alta variabilidad, en cuanto a características oceanográficas, en comparación con otras localidades netamente tropicales. Los patrones de interacción de las corrientes y masas de agua propias de estos sistemas así como las variaciones en los parámetros físico-químicos asociados, sugieren que Revillagigedo se encuentra la mayor parte del año inmerso en la zona de transición oceanográfica del Pacífico norte.

En el presente trabajo se sigue lo propuesto por Lluch-Cota *et al.* (1994) de considerar a la Isla Socorro, desde el punto de vista oceanográfico, en la zona de transición del Pacífico norte.

Con datos disponibles de 1900 a 1988 (aunque la mayor parte de la información es posterior a 1940) Lluch-Cota *et al.* (1994) analizaron las características oceanográficas para el Pacífico mexicano e inmediaciones de Isla Socorro. El patrón mensual de temperatura superficial del mar muestra los menores valores en los meses de febrero-abril ($23.5^{\circ} < T < 24.5^{\circ}\text{C}$) y los máximos en agosto-octubre ($27.5^{\circ} < T < 28.5^{\circ}\text{C}$). La diferencia entre las temperaturas de las profundidades de 80, 60, 40 y 20 m con la temperatura en superficie es mayor en septiembre-diciembre. A partir del mes de marzo se presenta la masa de agua proveniente de la Corriente de California, superpuesta al agua del Pacífico tropical oriental, quedando conformado un perfil de salinidad que presenta valores superficiales máximos. Para el mes de mayo la temperatura y la salinidad superficiales se han incrementado ligeramente, posiblemente debido a la mayor insolación conforme avanza el ciclo estacional. En septiembre la salinidad disminuye en varias décimas y la temperatura aumenta de 24° a 28° C. la configuración del perfil en octubre es netamente tropical debido a la homogeneización de las capas de agua y a la influencia marcada de agua del Pacífico tropical oriental. Esta condición continua hasta diciembre, con pequeños cambios de temperatura y salinidad debidos a la intensificación y posterior retirada de la influencia del agua tropical. Durante esta parte del año posiblemente interactuen en la zona agua del Pacífico subtropical y agua del Golfo de California. El ciclo se cierra durante diciembre y enero, periodo en el que la Corriente de California empieza a influir de nuevo. En general, las variaciones estacionales en las aguas adyacentes a la Isla Socorro parecen estar determinadas por la influencia alternada de la Corriente de California (durante el invierno, con aguas menos salinas y más frías), y la Corriente Norecuatorial (durante el verano, con la condición contraria). El resto del año correspondería a una transición entre ambos estados. Estos mismos autores señalan que la variación interanual del fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur no parece tener un marcado efecto en las inmediaciones de Isla Socorro.

OCEANOGRAFÍA DEL OCÉANO PACÍFICO MEXICANO

Corriente de California

Esta corriente fluye hacia el sur y es notoria la mayor parte del año en las aguas adyacentes a California. Presenta cambios estacionales sobre todo cerca de la costa (150 km). De agosto a diciembre no alcanza los 20° N (Jalisco), en enero y febrero su flujo tiene componentes del sur hasta los 18° N (Michoacán) y de marzo a junio el flujo al sur de Cabo San Lucas es divergente, y la mayor parte de agua gira hacia el oeste aunque otra parte continúa moviéndose hacia el sureste dentro del Pacífico Oriental Tropical (Wyrcki, 1965b). A partir de julio y hasta agosto, la corriente cambia progresivamente, se separa de la costa y disminuye su velocidad. Entre agosto y diciembre el flujo es ya muy débil, con dirección poco definida y velocidades muy bajas por lo que su influencia hacia el sur disminuye marcadamente (Luch-Cota *et al.*, 1994). De febrero a junio la corriente es fuerte con una velocidad promedio de 0.2 nudos (10.3 cm/seg) y paralela a la costa con un ligero componente de alta mar (Wyrcki, 1965b).

La Corriente de California se forma en zonas de deshielo del norte por lo que se caracteriza por sus bajas temperaturas y salinidades. Sin embargo, el agua llega a la zona de transición templado-tropical mostrando un incremento importante en estas propiedades debido al flujo lento de la corriente en su desplazamiento hacia el sur. (Fig. 8; Reid *et al.*, 1958, citado en Luch-Cota *et al.*, 1994). La temperatura superficial del agua que fluye hacia el sur a través de los 30° N es de 15° a 20°C y la salinidad es cercana a 33.5 ups. La temperatura y salinidad aumentan rápidamente entre los 30° N y 20° N y la isoterma de 25°C puede considerarse como la frontera entre el agua de la Corriente de California y el agua superficial tropical. En cuanto a la salinidad, después de aumentar hacia el sur, decrece nuevamente en el Pacífico oriental tropical. La frontera entre el agua de la Corriente de California y el agua superficial tropical se indica sólo por un leve máximo de salinidad en la superficie que conecta el agua de alta salinidad del Golfo de California con el agua superficial subtropical hacia el oeste, en ésta área la salinidad es de 34.0 a 34.5 ups (Wyrcki, 1967).

El sistema de la Corriente de California limita al norte con la Corriente Subártica y al sur con la Corriente Norecuatorial. La transición de uno a otro sistema se hace en regiones de mezcla de características muy complejas. En la frontera sur de la Corriente de California esta transición es particularmente compleja, ya que a la influencia de la Corriente de California y Norecuatorial se

suma la de la Corriente del Golfo de California que inyecta aguas más calientes y densas a las aguas de la zona de transición (Fig. 7; Parés *et al.*, 1997).

La Corriente de California se divide en tres zonas: 1) zona del dominio de la masa de agua subártica, de San Francisco a Cabo Mendocino, con un promedio anual de temperatura de 12.5°C y de salinidad de 33.13 ‰; 2) zona de transición, frente al sur de California y la región norte de Baja California, con un promedio anual de temperatura y salinidad de 16.47°C y 33.51 ups, respectivamente; y 3) zona de dominio de masa de agua ecuatorial, desde Punta Eugenia a Cabo San Lucas, Baja California Sur, con promedio anual de temperatura de 20.3°C y de 34.24 ups de salinidad (Gómez-Valdés y Vélez-Muñoz, 1982).

La presencia de la costa imprime un efecto local y la combinación viento local-costa hace posible un apilamiento de agua en la costa que genera una contracorriente conocida como la Contracorriente de California la cual presenta cambios en su posición e intensidad en escalas estacionales (Parés *et al.*, 1997).

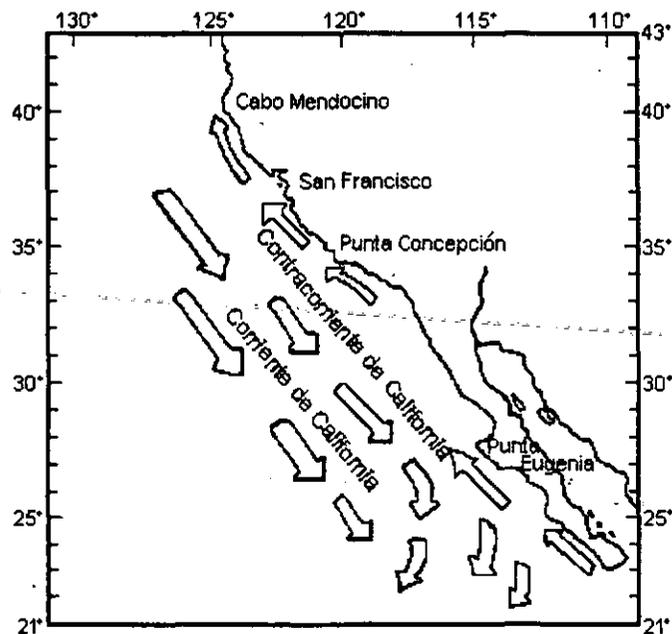


Figura 8. Corriente de California (Tomado de Zárate, 1991).

La velocidad promedio de la Corriente de California es por lo general menor de 25 cm/seg y puede variar de 12.5 a 25 cm/seg (Reid y Schwartzlose, 1962) mientras que la contracorriente puede alcanzar hasta 50 cm/seg en sus zonas y tiempos de máxima magnitud (Parés *et al.*, 1997). La Corriente de California se ubica hasta los 1,000 km de la costa y entre la superficie y los 300 m

de profundidad (Wyrcki, 1965b). De acuerdo con Lynn y Simpson (1987) el núcleo de la Corriente de California se localiza entre 300 y 400 km de la costa en el centro y sur de California y a los 200 km de la costa a la altura de Baja California. La Contracorriente de California es una corriente angosta que fluye al norte y está confinada a la plataforma continental y talud (Christensen y Rodríguez, 1979, citado en Torres y Zárate, 1991). El flujo de la Contracorriente de California es más fuerte en otoño e invierno. En enero se manifiesta su mayor intensidad y a la altura de los 36° N presenta un ancho de aproximadamente 93 km y velocidades de 0.2 a 0.5 nudos (10.3 a 26 cm/seg; Reid y Schwartzlose, 1962). Durante abril sólo se distinguen vestigios de esta contracorriente al sur de California y al norte de Punta Concepción (Lynn y Simpson, 1987). La profundidad de la contracorriente no rebasa los 200 m (Sverdrup *et al.*, 1970).

A lo largo de la costa occidental de la Península de Baja California y en relación con la Corriente y Contracorriente de California, se presenta el fenómeno de las surgencias. De acuerdo con Buenrostro y Figueroa (1997) una surgencia puede definirse como el ascenso de aguas subsuperficiales, más frías y con mayor cantidad de nutrientes, que reemplazan las aguas superficiales en zonas restringidas del océano. Las surgencias son especialmente intensas y frecuentes en las regiones ecuatoriales y en ciertas zonas a lo largo de las costas occidentales de los continentes. Las surgencias costeras de mayor importancia se ubican a lo largo de las costas de Perú, Ecuador y del Pacífico Nororiental incluyendo la costa occidental de Baja California. En México, las surgencias más intensas ocurren en las costas de Baja California de marzo a junio (Parés *et al.*, 1997) así como en el Golfo de California.

En las zonas donde se presentan intensas surgencias la temperatura superficial del mar es más baja en primavera que en invierno y la salinidad también es más baja en primavera con respecto al promedio anual (Gómez-Valdés y Vélez-Muñoz, 1982; Sverdrup *et al.*, 1970).

Corriente Norecuatorial

La Corriente Norecuatorial fluye de este a oeste y en su parte oriental recibe agua de la Corriente de California, de la Contracorriente Ecuatorial y del Pacífico Oriental Tropical. Está conformada casi exclusivamente por la Corriente de California de marzo a julio, la cual se desplaza hacia el sur antes de girar hacia el oeste. La contribución del agua del Pacífico Oriental Tropical es más relevante durante el resto del año y coincide con el periodo en que la Contracorriente Ecuatorial se desarrolla con más fuerza. En enero, cuando la contracorriente empieza a desintegrarse, el flujo de la Corriente Norecuatorial presenta una banda de velocidades altas (Figs. 4 y 7; Wyrcki, 1965b).

La Corriente Norecuatorial comienza a ponerse de manifiesto en noviembre; su máximo desarrollo lo alcanza en enero y concluye en mayo, aunque hay evidencia de una débil Corriente Norecuatorial en agosto. Al este de los 110° W, el eje de esta corriente varía de 11.5° N en noviembre a 10° N en marzo y a 10.5° N en mayo. Al oeste de los 110° W, la corriente tiene por lo general un componente del norte (Cromwell y Bennett, 1959 citado en Pacheco, 1991). Al oeste de los 120° W, una vez que las aguas de la Corriente de California y del Pacífico Oriental tropical se han unido, la Corriente Norecuatorial queda bien establecida y alcanza una velocidad de 3 nudos (154.2 cm/seg) que se mantiene casi constante durante todo el año (Wyrki, 1965b). La corriente transporta agua caliente (26° C; Cano y Tovilla, 1991).

Contracorriente Ecuatorial

Esta contracorriente fluye cerca del ecuador con dirección oeste-este. Al alcanzar las costas americanas esta corriente se divide; una parte se desvía al norte y al oeste alimentando, en su componente más oceánico, a la Corriente Norecuatorial y otra parte toma rumbo hacia el sur y el oeste penetrando en la Corriente Ecuatorial del Sur (Fig. 7). La formación e intensificación de la Contracorriente Ecuatorial se da durante el periodo de debilitamiento (agosto-diciembre) de la Corriente de California (Wyrki, 1965b y 1967). Al este de los 140° W la contracorriente fluye hacia el este entre los 4° N y 11° N, pero su posición y anchura (de 300 a 700 km) cambian durante el año. De mayo a diciembre la contracorriente se desarrolla claramente entre los 140° W y 100° W y su límite meridional se mantiene entre los 4° N y 6° N y el septentrional fluctúa entre los 8° N y 12° N (Fig. 4). El ancho de la contracorriente varía de los 3° de latitud norte, en mayo, hasta más allá de los 5° N en agosto, septiembre y octubre, para disminuir en diciembre a menos de 4° N. La velocidad entre los 130° W y 110° W es aproximadamente de 0.75 nudos (38.55 cm/seg) y en septiembre se registran valores más altos. En enero la Contracorriente Ecuatorial comienza a dividirse y existe sólo en secciones separadas y sus límites norte y sur son interrumpidos. En febrero y marzo la contracorriente sólo llega hasta los 120° W, en abril esta condición se acentúa y la contracorriente está totalmente ausente. En mayo se forma de nuevo al este de los 140° W. La mayor parte de su flujo se concentra en los primeros 200 m desde la superficie (Fig. 4; Wyrki, 1965b y 1967).

El agua de la Contracorriente Ecuatorial se caracteriza por su alta temperatura y baja salinidad (menor a 34 ups). En los 150° W la contracorriente transporta principalmente agua

caliente ($> 25^{\circ} \text{C}$) con salinidad menor a los 35 ups, y conforme se dirige hacia el este la salinidad decrece debido al aumento de la precipitación con respecto a la evaporación (Wyrki, 1965b y 1967).

Corriente Costera de Costa Rica

La Corriente Costera de Costa Rica constituye un ramal de recirculación del Pacífico Oriental Tropical que conecta a la Contracorriente Ecuatorial con la Corriente Norecuatorial (Fig. 9; Badan, 1997).

La corriente se inicia en la cuenca de Panamá, sigue hacia el norte a lo largo de las costas de Centroamérica y México hasta alcanzar la zona de transición del Pacífico Norte, frente al extremo de la Península de Baja California. Allí confluye con la Corriente de California y junto con ella gira para realimentar al sistema ecuatorial (Douglas *et al.*, 1993). En junio y julio la corriente sigue la costa de Centroamérica y México, hasta Cabo Corrientes. En agosto se aleja de la costa, después de pasar el Golfo de Tehuantepec, y prevalece así hasta diciembre, pasando el agua de la Corriente Costera de Costa Rica a la Corriente Norecuatorial. De enero a marzo la corriente se desplaza directamente al oeste (entre los 9°N y 12°N), después de abandonar la costa de Costa Rica, y no se introduce al Golfo de Tehuantepec. En abril y mayo, la rama de la Corriente Costera de Costa Rica, al penetrar en el Golfo de Tehuantepec, se desarrolla nuevamente mientras se debilita la rama que se mueve hacia el oeste (Figs. 4 y 9; Wyrki, 1965b).

La intensidad de la Corriente Costera de Costa Rica, al igual que la latitud a la cual confluye con la Corriente de California, varían estacionalmente. La mayor intensidad de la Corriente Costera de Costa Rica y del sistema ecuatorial se presenta de julio a diciembre ya que durante esos meses hay una retracción correspondiente de la Corriente de California. En esta época, la confluencia se realiza frente a Cabo San Lázaro, Baja California Sur. La Corriente Costera de Costa Rica y el sistema ecuatorial aumentan su intensidad cuando la Corriente de California alcanza su máxima extensión de marzo a mayo. La confluencia se desplaza entonces más al sur de Cabo Corrientes, Jalisco (Fig. 4; Badan, 1997).

La Corriente Costera de Costa Rica se extiende desde aproximadamente 5° hasta 23° de latitud norte (poco más de 4,000 km de longitud), su anchura va de 100 a 500 km y se infiere su profundidad frente a Costa Rica desde la superficie hasta aproximadamente 600 m. En ésta corriente el 40 % del flujo se lleva a cabo en los primeros 200 m mientras que el transporte en la

Contracorriente Ecuatorial esta casi completamente concentrado en los primeros 200 m desde la superficie (Wyrcki, 1967). Ésta corriente se mueve a velocidades altas hacia el noroeste y el oeste y la velocidad en el centro de la corriente por lo general excede los 0.5 nudos (> 26 cm/seg; Wyrcki, 1965b). El principal constituyente superficial de la Corriente Costera de Costa Rica es agua tropical superficial ($> 25^{\circ}$ C y < 34 ups) que transporta hacia el este la Contracorriente Ecuatorial y al oeste la Corriente Norecuatorial (Badan, 1997). De esta manera, la Corriente Costera de Costa Rica acarrea hasta la boca del Golfo de California agua tropical de superficie de la región ecuatorial, así como agua subtropical subsuperficial ($15-20^{\circ}$ C y $34.7-35.55$ ups) que se origina de la mezcla de masas de agua de origen diverso y una parte del agua subtropical subsuperficial alimenta la Contracorriente de California (Badan, 1997).

Corriente del Golfo de California

La circulación en el interior del golfo es compleja. Desde la superficie, la circulación es impulsada por el esfuerzo del viento y, desde el fondo, por la topografía accidentada del fondo. En el extremo sur, la circulación también es impulsada por las mareas y por la circulación oceánica. En la región del norte y en el Canal de Ballenas predomina el flujo de mareas. En la parte sur los remolinos son muy notorios (Roden y Emilsson, 1980). La circulación superficial en el golfo tiene un fuerte ciclo estacional, con flujo entrante en verano y saliente en invierno (Lavín *et al.*, 1997).

En el Golfo de California agua de alta salinidad se forma debido al exceso de evaporación sobre el de lluvia por lo que puede ser clasificada como agua subtropical. La salinidad dentro del golfo es por arriba de 35 ups, y ocasionalmente en algunos lugares puede alcanzar 36 ups. La temperatura varía considerablemente de 15° a 30° C (Fig. 10). Esta agua de alta salinidad deja el golfo en el sur y se dispersa de acuerdo con su temperatura ya sea en la superficie o como el máximo de salinidad subsuperficial. La cantidad de esta agua de alta salinidad producida en el golfo no es muy grande y no ejerce mucha influencia afuera del golfo. A la altura de Cabo San Lucas se encuentra con agua de la Corriente de California de baja salinidad y temperatura y cerca de Cabo Corrientes se encuentra con agua superficial tropical de temperatura alta y baja salinidad pero su extensión hacia el mar varía considerablemente con la estación (Roden y Groves, 1959 y Wyrcki, 1967).

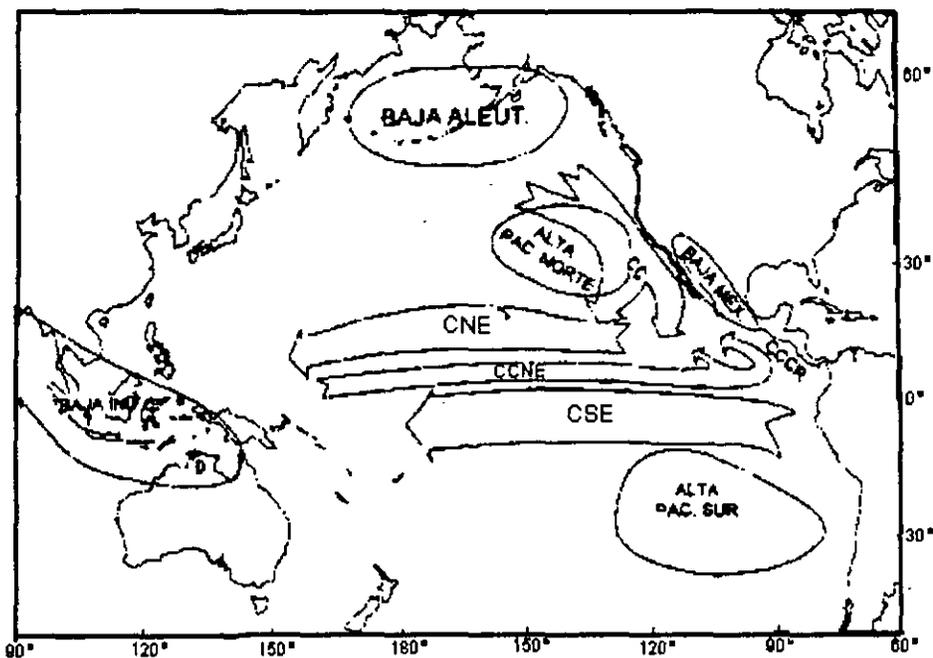


Figura 9. Centros atmosféricos y corrientes superficiales que determinan la Corriente Costera de Costa Rica (Tomado de Baumgartner y Christensen, 1985 en Badan, 1997).

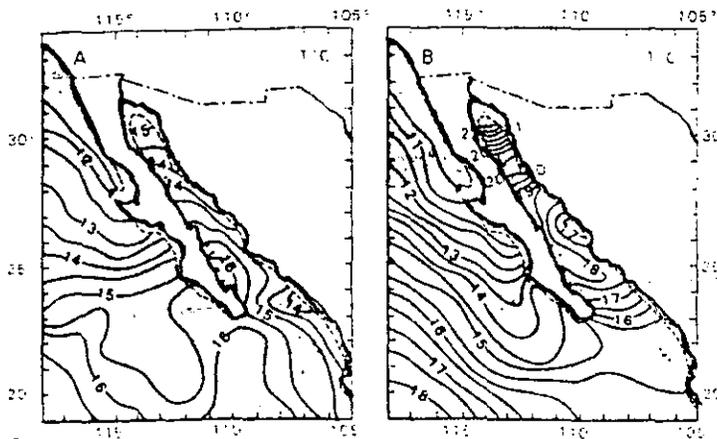


Figura 10. Temperatura promedio del mar a 92 m de profundidad en invierno (a) y en verano (b) en el Golfo de California y aguas adyacentes (Tomado de Fernández *et al.*, 1992).

El fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur

Se emplea el término ENOS (El Niño, Oscilación-del-Sur) o ENSO en inglés (El Niño, Southern Oscillation) para referirse al sistema general que comprende los dos extremos de la temperatura superficial del mar durante la Oscilación del Sur: el evento caliente (la fase El Niño) y el frío (episodio llamado La Niña; Arntz y Fahrbach, 1996; Sánchez, 1999). La medida del estado de la Oscilación del Sur se define como el Índice de la Oscilación del Sur y es la diferencia en la presión barométrica entre Puerto Darwin, Australia (sistema de baja presión) y Tahití en el Pacífico Sur (sistema de alta presión). Este índice es el elemento que se emplea para determinar la ocurrencia de una u otra fase; cuando ocurre un evento El Niño el Índice de Oscilación del Sur es menor de cero (presión en Tahití < Puerto Darwin) mientras que durante los eventos La Niña es mayor de cero (presión en Tahití > Puerto Darwin; Enfield, 1989; Sánchez, 1999).

Cada evento ENSO puede diferir notoriamente de un patrón promedio y de acuerdo a su intensidad Quinn (1978, citado en Sánchez, 1999) los clasifica en: fuertes, con un valor numérico de 4, que involucran anomalías positivas en la temperatura superficial del océano que excede los 3°C; moderados con valor de 3 y anomalías de entre 2° y 3.5°C; débiles con valor de 2 y anomalías entre 1° y 2.5°C; y muy débiles con valor de 1 y anomalías menores de 1°C.

Una clasificación diferente se basa en la extensión geográfica de la anomalía térmica que se registra en la temperatura superficial del agua y comprende cuatro regiones: 1) Niño 1+2: de 0° a 10° S y de 90° W a 80° W; 2) Niño 3: de 5° N a 5° S y de 150° W a 90° W; 3) Niño 3 a 4: de 5° N a 5° S y de 170° W a 120° W; y 4) Niño 4: de 5° N a 5° S y de 160° E a 150° W (Fig. 11). Ambas clasificaciones se complementan entre sí (Sánchez, 1999).

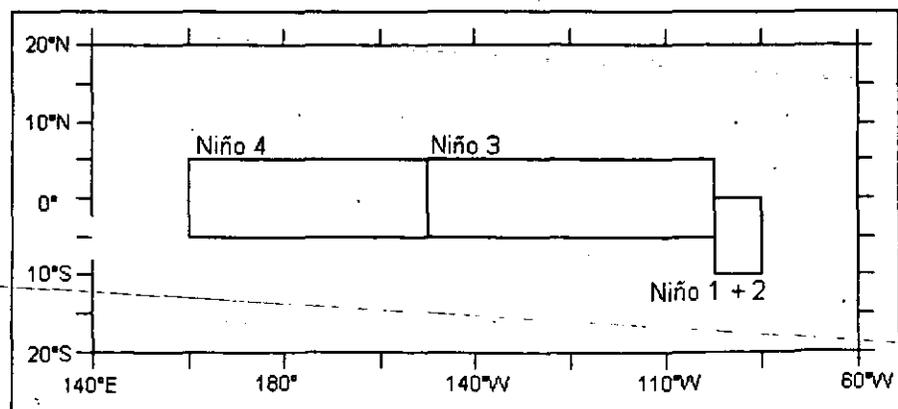


Figura 11. Clasificación de El Niño con base en la extensión geográfica de la anomalía térmica registrada en el mar (Tomado de <http://www.pmel.noaa.gov/toga-tao/el-nino>).

El fenómeno El Niño se refiere a un calentamiento anómalo del agua superficial del Pacífico ecuatorial. Se produce a intervalos irregulares (2 a 7 años, en promedio puede presentarse uno cada 3.5 años) y dura entre 12 y 18 meses (Ramage, 1986; Massons y Camps, 1998).

Para comprender la manifestación de un evento El Niño es necesario mencionar el sistema de vientos del Pacífico tropical. Los Vientos Alisios soplan hacia el Ecuador y el agua superficial del océano se desplaza hacia el oeste por las Corrientes Ecuatoriales Norte y Sur. Durante su recorrido el agua es calentada progresivamente por la radiación solar, lo que implica que la temperatura del agua superficial aumenta de este a oeste. El transporte de agua hacia el oeste produce en la región de Australia e Indonesia una elevación del nivel del mar de cerca de 50 cm más alto que en las costas de Sudamérica. Normalmente existen surgencias eólicas y el desplazamiento de agua superficial en las costas de Sudamérica (Perú y Ecuador) es compensado con un afloramiento de aguas profundas frías y ricas en nutrientes (Fig. 12; Enfield, 1989; Arntz y Fahrbach, 1996).

En el otro extremo, cerca de Indonesia, los Vientos Alisios convergen con los Vientos del Oeste y ascienden debido al calor que ganaron conforme se desplazaron sobre la superficie del mar. Al ascender, el aire pierde su humedad a través de lluvias. En las capas altas de la tropósfera, el aire se regresa hacia el este y desciende por encima de las aguas frías del Pacífico central y oriental, donde el tiempo es seco (Bjerknes, 1969 citado en Rasmusson, 1984; Mann y Lazier, 1991; Arntz y Fahrbach, 1996).

Durante El Niño o la fase caliente del ciclo ENSO el primer indicio de que el patrón normal ha cambiado es el decremento en la intensidad de los Vientos Alisios en el Pacífico central y occidental debido a que la presión atmosférica en Indonesia, normalmente baja, empieza a ascender (Mann y Lazier, 1991). El gradiente de la temperatura superficial del mar también decrece. El agua caliente acumulada en el Pacífico occidental ya no es retenida por los vientos y fluye de regreso hacia el este a través de la Contracorriente Ecuatorial, incrementando el nivel del mar y deprimiendo la termoclina en las costas de América del Sur (Fig. 12; Bjerknes, 1969 citado en Rasmusson, 1984; Enfield, 1989).

Cuando se presenta un evento El Niño todas las corrientes tropicales, junto con la Corriente de California y la Corriente de Humboldt (Perú), experimentan cambios en su posición y fuerza. Las Corrientes de California y de Humboldt viran normalmente al oeste y se debilitan cuando se inicia El Niño, en su lugar surge una contracorriente débil (Quinn, 1974 citado en Ayala y Pacheco, 1991; Miller, 1984). Conforme se desarrolla un fenómeno de El Niño la Contracorriente

Ecuatorial tiende a ser más extensa latitudinalmente y tiene un núcleo central de mayor velocidad, lo que favorece un aporte inusitado de agua hacia el este. En contraste las Corrientes Norecuatorial y Surecuatorial se debilitan (Wyrski, 1973, 1975, citado en Ayala y Pacheco, 1991; Miller, 1984).

Numerosos trabajos se han realizado con el propósito de predecir y describir el fenómeno (Rasmusson y Carpenter, 1982; Zebiak y Cane, 1987; Barnett *et al.*, 1988; Enfield, 1986, 1989; entre otros) pero hasta ahora sólo se ha podido detectar con unos meses de anticipación ya que el fenómeno difiere marcadamente de un patrón promedio y al sistema océano-atmósfera se le considera como caótico ya que diferencias muy pequeñas en las condiciones iniciales pueden llevar, después de cierto tiempo, a situaciones completamente diferentes del sistema. Así, periodos de predicción de más de un año son difíciles de esperar (Arntz y Fahrback, 1996) pues para poder realizar predicciones acertadas se requiere conocer con gran precisión las condiciones iniciales del sistema océano-atmósfera lo cual es prácticamente imposible pues implica una cantidad infinita de información (Miramontes, 1998).

La Niña o la fase caliente del ciclo ENSO es la contraparte de El Niño que corresponde a anomalías negativas en la temperatura superficial del Pacífico tropical centro-este. Al parecer, este fenómeno provoca eventos climáticos contrarios a lo experimentado durante El Niño. Durante La Niña hay periodos con temperatura superficial del mar anormalmente fría asociado a una inusual baja presión atmosférica hacia el oeste de la línea internacional del tiempo, y una alta presión atmosférica al este de esta línea (Magaña *et al.*, 1998). Esto provoca que los Vientos Alisios sean más fuertes de lo normal y desplacen agua superficial caliente hacia el oeste (Indonesia) mientras que aflora agua fría en el este (Sudamérica). Esto resulta en una anomalía del patrón del nivel del mar cuyos niveles son altos en el Pacífico occidental (termoclina relativamente profunda en Indonesia) y bajos en el Pacífico oriental (termoclina somera en Sudamérica; Leetmaa, 1989). Sin embargo, no es completamente claro si los efectos en el clima en otras regiones del planeta son simétricos durante El Niño La Niña. Incluso, aunque el clima durante años de El Niño tiende a ser anómalo en cierta dirección (más lluvias, huracanes, etc.) hay grandes variantes en las respuestas climáticas regionales de un año Niño a otro, por lo que se habla de la no-linealidad del sistema océano-atmósfera. Por otra parte, a un evento El Niño, no siempre sigue uno de La Niña, mostrando la no-periodicidad del sistema climático (Magaña *et al.*, 1998; Massons y Camps, 1998).

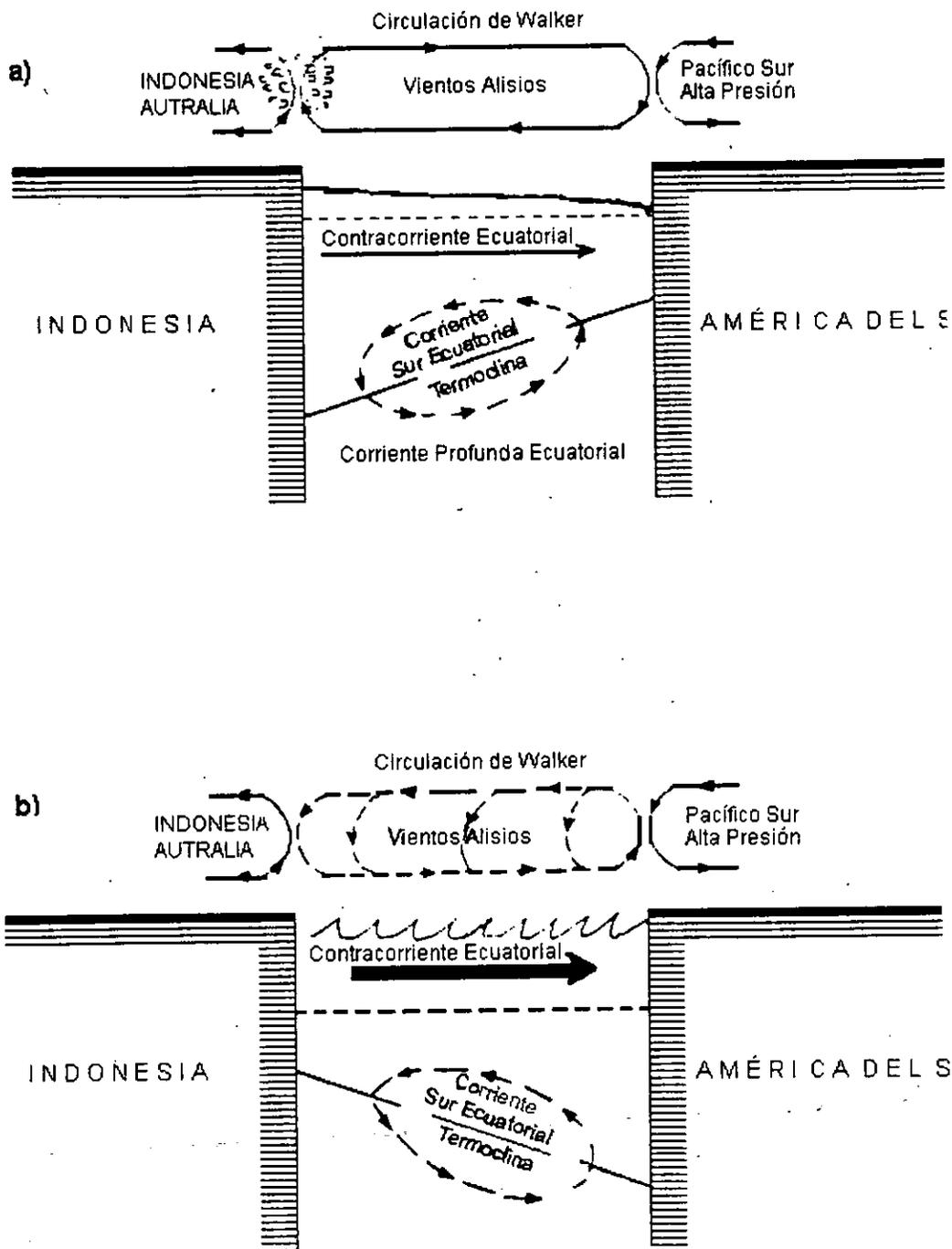


Figura 12. Esquema de las condiciones en la atmósfera y el océano Pacífico Tropical; a) normal, y b) durante años de El Niño (Tomado de De la Lanza, 1992).

El fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur y el ecosistema marino

Desde el punto de vista biológico, las consecuencias de El Niño son evidentes en los diferentes niveles tróficos superiores. El ejemplo más conocido es el de la disminución drástica de la captura de anchoveta en Perú, mientras que en otras regiones se capturan especies que no corresponden a sus climas (Leyva, 1984).

Durante un evento de El Niño el sistema pelágico experimenta cambios radicales. Así, en la región de surgencias peruano-chilena hay una disminución de la biomasa y de la producción del fitoplancton con cambios notables en la composición de especies y "tropicalización" a través del transporte de formas ecuatoriales en dirección al polo y especies oceánicas en dirección a la costa (Arntz y Fahrbach, 1996). En esta misma región, el zooplancton y los peces pelágicos se ven afectados por el efecto de las temperaturas elevadas del agua. En febrero de 1983, frente a la costa central de Perú, la biomasa del zooplancton disminuyó de 25.5 ml m^{-2} a 6.5 ml m^{-2} , es decir, cerca de un cuarto del valor de años normales. Las especies del zooplancton, además de haber sido afectadas por las elevadas temperaturas y el escaso alimento durante El Niño, se vieron afectadas por la mayor frecuencia de depredadores, la mayoría de origen subtropical (Arntz y Fahrbach, 1996). En la región centro y norte del Golfo de California, en el Pacífico mexicano, no se ha observado durante eventos ENSO una disminución significativa de la biomasa del plancton y de la productividad primaria. Esto se debe a la fuerte dinámica local, principalmente surgencias y flujos de mareas, que mantienen concentraciones suficientemente altas de nutrientes (Tershy *et al.*, 1991; Farfán y Álvarez-Borrego, 1992).

En la base de la cadena trófica pelágica se encuentran algunos mamíferos marinos. De éstos, las ballenas son consumidoras principalmente de plancton, de peces y de calamares. Durante El Niño 1982-83 en las aguas adyacentes de Perú (norte) se observó un desplazamiento al sur de la concentración de ballenas hacia aguas menos calientes y cambios similares se registraron en los lobos marinos de las Islas Galápagos (Arntz y Fahrbach, 1996). Ramírez (1986) realizó el análisis de ballenas de Bryde o rorcuales tropicales (*Balaenoptera edeni*) en la planta ballenera de Pita, Perú durante la temporada de caza 1981-1982 (condiciones térmicas normales y gran disponibilidad de alimento) y la temporada 1982-1983 (condiciones térmicas anormales El Niño, poco alimento y mayor variedad de organismos). Encontró en la forma oceánica del rorcual tropical un 38.6% de estómagos vacíos de los rorcuales frente a Perú durante El Niño, en comparación con un 7.5% durante la temporada 1981-1982. Para la forma nerítica los porcentajes fueron de 50% de estómagos vacíos durante El Niño y de 5.9% durante 1981-1982. Esto sugiere

que los consumidores de plancton, peces y calamares sufrieron igualmente la escasez de alimento. En el hemisferio norte también parece haber ocurrido un desplazamiento de las ballenas en dirección al polo ya que frente a Columbia Británica, en la costa oeste de Canadá, se capturaron tres veces más ballenas de aleta (*Balaenoptera physalus*) durante El Niño que en los seis años anteriores. Frente a Perú y en la región de la Islas Galápagos los delfines también buscan aguas más frías durante El Niño donde encuentran condiciones alimenticias más favorables (Arntz y Fahrbach, 1996).

El Canal de Ballenas, Golfo de California, durante un evento ENSO, sirve como refugio con una alta productividad y abundancia de presas para las aves marinas y los mamíferos marinos del Golfo de California. En este canal la productividad primaria depende principalmente de los flujos de mareas y El Niño parece tener poca influencia en esta zona del golfo (Tershy *et al.*, 1991).

Para el rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, Flores *et al.* (1997) mencionan la ausencia de cambios significativos, estacionales y anuales, en la frecuencia de avistamientos de este rorcual con relación a los cambios de la temperatura superficial del mar asociados a eventos El Niño y La Niña. Sin embargo, durante períodos muy cálidos el rorcual tropical se desplazó de la Bahía de La Paz hacia el norte del Golfo de California (Loreto y Canal de Ballenas). Esto mostró que el rorcual evitó los frentes tropicales oligotróficos (de baja productividad primaria) que abarcaron paulatinamente el sur del golfo y se agrupó en áreas con mayor disponibilidad de alimento.

Para la comunidad de cetáceos de la Bahía de La Paz, Flores *et al.* (1996) reportaron que los cambios significativos en ésta comunidad ocurren desfasados con respecto a los cambios oceanográficos estacionales y anuales mediados por El Niño y La Niña y que la comunidad es más compleja en las etapas transitorias de tales cambios.

En la Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Urbán *et al.* (1999a; 2000a) informan para la temporada 1998 un menor número de hembras de ballena gris con cría, una alta mortalidad y menor talla de las crías en la laguna con respecto a 1996 y 1997. Con respecto a la Niña 1998-99, registraron cambios en la distribución de la ballenas hacia latitudes más sureñas, lo opuesto a lo observado durante la fase el Niño. Aunque reportan un número similar de crías muertas en temporadas anteriores, observaron una proporción mayor (60%) de ballenas adultas muertas en 1999. Las hembras con cría fue el grupo más afectado y son las que parecen preferir cierta temperatura del agua para parir y criar a sus crías.

Respecto a la ballena jorobada en el Pacífico mexicano, Nolasco (en proceso) analizó muestras de dermis de ballena jorobada de la Isla Socorro en los años 1998 y 1999 y encontró diferencias en la concentración de ácidos grasos entre estas temporadas. El porcentaje promedio de ácidos grasos fue mucho menor en las muestras de 1999 (1.948) comparadas con las de 1998 (38.46) cosa que puede deberse a los efectos de El Niño 1997-1998 en la alimentación de las jorobadas ese verano. Entre estos años igualmente se observan diferencias cualitativas en la composición de ácidos grasos, indicando que las ballenas cambiaron de dieta. Los machos también presentaron una mayor variación en la composición de ácidos grasos y a diferencia de las crías y hembras con cría, su contenido calórico no mostró un patrón ascendente o descendente a lo largo de la temporada.

La intensidad de cada ciclo ENSO es diferente y hay diferencias entre estudios en cuanto a los años en los que se detectan las fases cálida y fría. En el cuadro 1 se presenta un listado de los años en los que se ha presentado El Niño y La Niña de acuerdo con Massons y Camps (1998). En el cuadro 2 se enlista la intensidad de los episodios fríos (La Niña) y cálidos (El Niño) compilados por el Climate Prediction Center de la NOAA que proporcionan, estación por estación, las condiciones en el Pacífico tropical a lo largo del ecuador (150° W a la línea del tiempo; tomado de <http://www.cpc.noaa.gov>). En la figura 13 se compara la intensidad de los siete eventos El Niño (a) y la Niña (b) más fuertes, desde mediados de siglo hasta el 2000, de acuerdo con el Climate Diagnostics Center, NOAA-CIRES.

Los eventos de El Niño 1957/58, 65/66, y 72/73 (Fig. 13a) presentaron como característica distintiva un calentamiento temprano en el Pacífico oriental y alcanzaron su máximo antes del término del primer año. Los eventos más recientes de El Niño (1982/83, 86/87, y 91/92) tardaron más tiempo en madurar, alcanzando sus máximos en la primavera del segundo año. A principios de 1983 se observó el máximo de El Niño más fuerte del siglo, mientras que el de 1997/98 se caracterizó por dos máximos (por debajo del valor de El Niño 1982-83), uno en julio-agosto de 1997 y otro en febrero-marzo de 1998 (Fig. 13a). El lo referente a La Niña, la de 1998-99 se manifestó de una manera muy intensa y rápida en comparación a los eventos fuertes previos, los cuales declinaron en una etapa temprana. Durante las últimas dos décadas sólo La Niña 1988/89 ha mostrado niveles bajos del índice estandarizado de intensidad (Fig. 13b).

Cuadro 1. Años en los que se han presentado las fases cálida (El Niño) y fría (La Niña) del ciclo ENSO (Tomado de Massons y Camps, 1998).

Años El Niño	Años La Niña
1900-1901	1903-1904
1902-1903	1906-1907
1905-1906	1908-1909
1911-1912	1916-1917
1914-1915	1920-1921
1918-1919	1924-1925
1923-1924	1928-1929
1925-1926	1931-1932
1930-1931	1938-1939
1932-1933	1942-1943
1939-1940	1949-1950
1940-1941	1954-1955
1941-1942	1964-1965
1946-1947	1970-1971
1951-1952	1973-1974
1953-1954	1975-1976
1957-1958	1988-1989
1963-1964	
1965-1966	
1969-1970	
1972-1973	
1976-1977	
1977-1978	
1982-1983	
1986-1987	
1991-1992	
1993-1994	
1995-1996	
1997-1998	

Cuadro 2. Episodios fríos (F) y cálidos (C) por estación del año. Periodos débiles F- o C-, moderados F o C y fuertes F+ o C+ (Tomado de <http://www.cpc.noaa.gov>).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1950		F			F			F			F	
1951		F									C-	
1952												
1953					C-			C-				
1954								F-			F	
1955		F			F-			F-			F+	
1956		F			F			F			F-	
1957					C-			C-			C	
1958		C+			C			C-			C-	
1959		C+										
1960												
1961												
1962												
1963								C-			C	
1964								F-			F	
1965		F-						C			C+	
1966		C			C-			C-				
1967												
1968											C-	
1969		C			C-			C-			C-	
1970		C-									F	
1971		F			F-			F-			F-	
1972					C-			C			C+	
1973		C						F-			F+	
1974		F+			F			F-			F-	
1975		F-			F-			F			F+	
1976		F									C-	
1977											C-	
1978		C-										
1979												
1980		C-										
1981												
1982					C-			C			C+	
1983		C+			C						F-	
1984		F-			F-						F-	
1985		F-			F-							
1986								C-			C	
1987		C			C			C+			C	
1988		C-						F-			F+	
1989		F+			F-							
1990								C-			C-	
1991		C-			C-			C			C	
1992		C+			C+			C-			C-	
1993		C-			C			C			C-	
1994								C			C	
1995		C									F-	
1996		F-										
1997					C			C+			C+	
1998		C+			C			F-			F	
1999		F+			F			F-				

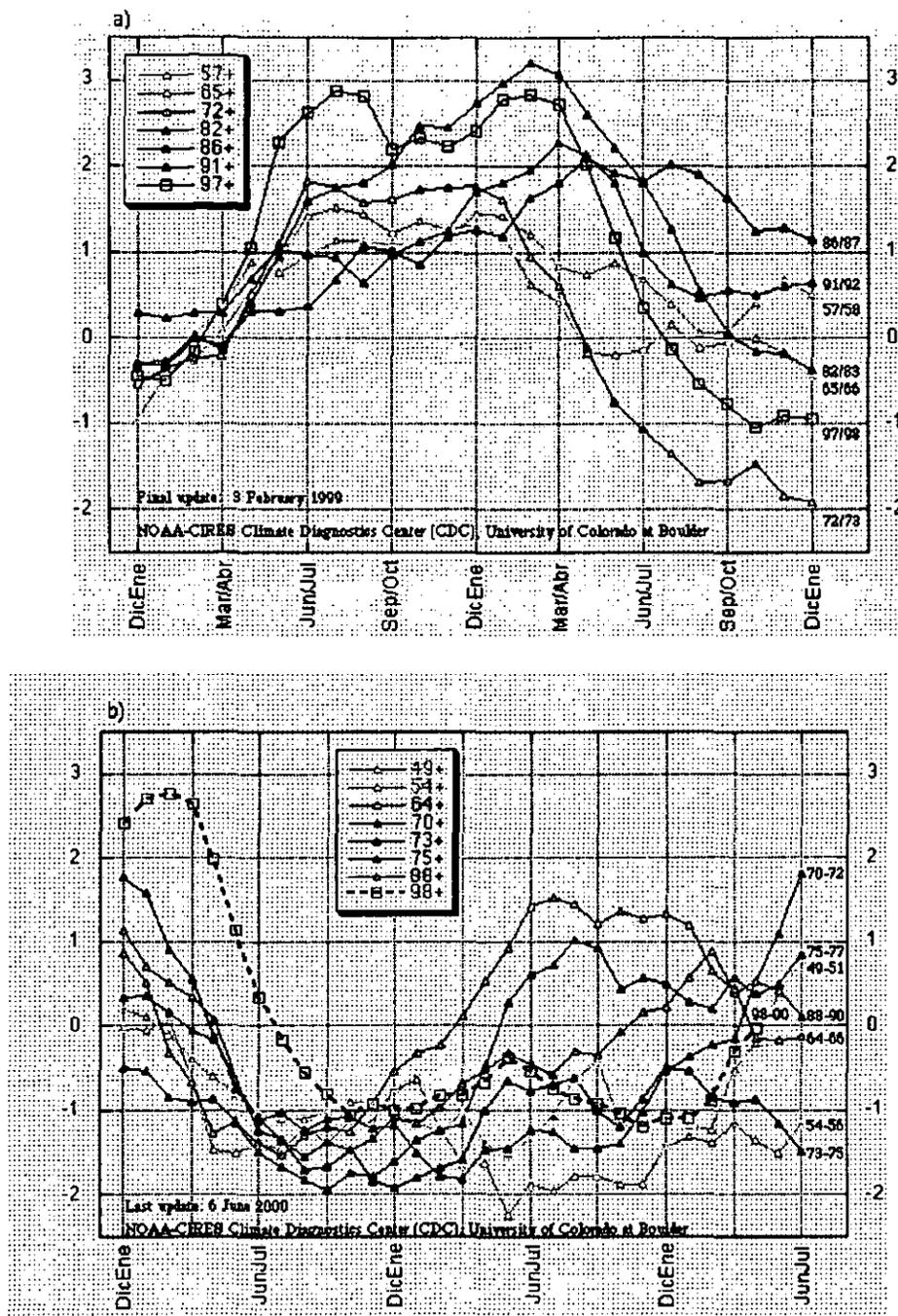


Figura 13. Índice estandarizado de la intensidad de a) los siete eventos más intensos de El Niño desde 1950 a 1997-1998 y b) los siete eventos más intensos de La Niña desde 1949 a 2000 (Tomado de <http://cdc.noaa.gov>).

MÉTODOS Y MATERIAL

1) Trabajo de Campo

El trabajo de campo se realizó durante las temporadas invernales de 1989 a 1996 para la Bahía de Banderas y de 1989 a 1992 y de 1995 a 1996 para la Isla Socorro en Revillagigedo. La duración de las salidas varió año con año (Cuadros 3 y 4).

Las observaciones se llevaron a cabo durante salidas de investigación realizadas por el personal del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM. En la Bahía de Banderas también se realizaron salidas coordinadas de investigación-docencia de la materia optativa Seminario "D" "Mamíferos Marinos" y "Adaptaciones de los mamíferos a la vida acuática", de la Biología de Campo de "Fotoidentificación de Cetáceos" (temporada 1989) y de la materia de Posgrado "Alimentación y ciclo reproductivo de los mamíferos marinos" (temporada 1989) de la Facultad de Ciencias de la UNAM, en conjunto con los profesores que también forman parte del equipo de trabajo del Laboratorio de Mamíferos Marinos.

En la Isla Socorro las observaciones de las temporadas 1989, 1991, 1995 y 1996 se desarrollaron en conjunto con el M. en C. Jeff Jacobsen y su grupo de trabajo.

La autora participó en las temporadas 1989-1996 en la Bahía de Banderas y en 1989, 1991 y 1992 en la Isla Socorro.

Durante las salidas al campo se realizaron navegaciones utilizando lanchas de fibra de vidrio (pangas) de 7 m de eslora en promedio, con motor fuera de borda de 40 y 50 HP, y lanchas inflables tipo zodiac de 4.6 m de eslora con motor fuera de borda de 25 HP. Las navegaciones se realizaron solamente durante las horas luz y tuvieron en promedio 6 horas de duración. En algunas ocasiones fue posible realizar dos navegaciones simultáneas en una zona. Con base en la información generada en trabajos anteriores sobre la distribución espacial de los rorcuales jorobados (Urbán y Aguayo, 1987; Aguayo *et al.*, 1988; Salinas y Bourillón, 1988; Campos, 1989; Salas, 1993; Ladrón de Guevara *et al.*, 1991; Salinas-Zacarías *et al.*, 1993; Ladrón de Guevara, 1995), los recorridos en lancha se realizaron sin un rumbo predeterminado hacia los sitios de mayor concentración de las diferentes agrupaciones de rorcuales jorobados.

Cuadro 3. Fechas de trabajo y periodos de observación en cada temporada para cada región.

Región	Temporada	Periodo de observación
Bahía de Baderas	1989	25-Ene-89 12 Feb 89 - 16 Feb 89 26 Feb 89 - 03 Mar 89
	1990	27 Nov 89 - 30 Nov 89 18 Dic - 24 Dic 89 07 Ene 90 - 04 Mar 90 08 Mar 90 - 17 Mar 90
	1991	29 Nov 90 - 02 Dic 90 04 Dic 90 - 11 Dic 90 21 Ene 91 - 28 Ene 91 16 Feb 91 - 26 Feb 91
	1992	28 Dic 91 - 01 Ene 92 30 Ene 92 - 05 Mar 92
	1993	29 Dic 92 - 31 Dic 92 18 Ene 93 - 22 Ene 93 03 Mar 93 - 07 Mar 93
	1994	07 Ene 94 - 11 Ene 94
	1995	28 Ene 95 - 30 Ene 95
	1996	07 Ene 96 - 27 Ene 96 20 Feb 96 - 25 Feb 96 26 Mar 96 - 28 Mar 96
Isla Socorro	1989	20 Ene 89 - 07 Mar 89
	1990	04 Feb 90 - 16 Mar 90
	1991	23 Ene 91 - 22 Abr 91
	1992	19 Feb 92 - 07 Mar 92
	1995	05 Mar 95 - 04 Abr 95
	1996	21 Ene 96 - 03 Abr 96

Cuadro 4. Esfuerzo de muestreo en semanas, para cada temporada y región.

Bahía de Banderas		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Temporada																									
1989																									
1990																									
1991																									
1992																									
1993																									
1994																									
1995																									
1996																									
Isla Socorro																									
1989																									
1990																									
1991																									
1992																									
1993																									
1994																									
1995																									
1996																									
Fechas semanas		13-19 nov	20-26 nov	27 nov - 03 dic	04-13 dic	11-17 dic	18-24 dic	25-31 dic	01-07 ene	08-14 ene	15-21 ene	22-28 ene	29 ene - 04 feb	05-11 feb	12-18 feb	19-25 feb	26 feb - 04 mar	05-11 mar	12-18 mar	19-25 mar	26 mar - 01 abr	02-08 abr	09-15 abr	16-22 abr	

En cada observación de ballenas se anotó la fecha, hora del avistamiento, número de avistamiento, ubicación de los animales con respecto a la costa más cercana (tomando como referencia lugares conocidos de la costa o de las islas, realizando triangulaciones para posteriormente marcarlas en un mapa. En otras ocasiones se obtuvieron las coordenadas geográficas con la ayuda de un geoposicionador por satélite; GPS), número de animales y características, desplazamiento y comportamiento de los grupos de animales, la temperatura superficial del mar y las condiciones del tiempo (estado del mar, viento, nubosidad, etc.).

Los animales se localizaron a simple vista y con la ayuda de binoculares de 7 X 50 y 10 X 50 utilizando para ello manifestaciones de su presencia como el soplo, el dorso, la aleta caudal, la aleta pectoral o saltos y golpes en la superficie del mar. Una vez localizados los animales, se alteraba el rumbo de la embarcación para acercarse a ellos con el fin de corroborar la identificación hecha previamente a distancia. Una vez realizado esto se procedía a tomar fotografías de los animales para su identificación individual (ver sección fotoidentificación) y posteriormente se tomaba una biopsia de piel (ver sección colecta de biopsias). Desde el inicio de cada avistamiento se registraba la dirección y cambios en el desplazamiento del grupo, así como la unión y separación de los diferentes animales que intervenían en la conformación de cada agrupación.

Agrupaciones sociales

En el siguiente cuadro se muestran las categorías en las que se diferenciaron las agrupaciones de rorcuales jorobados.

Cuadro 5. Agrupaciones sociales de rorcuales jorobados.

Solitarios (S)	Hembras o machos jóvenes (10-11 m) y/o adultos (13-15 m), que navegan solos o permanecen en un área determinada sin emitir cantos.
Parejas (P)	Formadas por dos animales adultos (13-15 m), dos jóvenes (10 a 11 m) o un adulto y un joven que nadan juntos de manera coordinada y pueden llegar a realizar actividades en relativa sincronía (por ej. inmersiones o saltos). Las parejas pueden estar formadas por dos hembras, dos machos o una hembra y un macho.

Cuadro 5. Continuación.

Tríos (T)	Grupo de tres animales jóvenes o adultos asociados que viajan juntos y en algunas ocasiones muestran despliegues agonísticos o conducta competitiva.
Cuartetos (Cu)	Grupo de cuatro animales jóvenes o adultos que viajan juntos y que con frecuencia muestran despliegues agonísticos y/o conducta competitiva.
Grupos de Competencia (GC)	Grupos de más de cuatro animales caracterizados por una gran actividad en superficie durante periodos prolongados. Por lo general se observan despliegues agonísticos, cambios rápidos y frecuentes de dirección, gargantas infladas, tren de burbujas, saltos, golpes con las aletas caudales y pectorales (tanto a la superficie del mar como a otros animales), y diversas formas de contacto físico entre los individuos que conforman el grupo. No necesariamente cada grupo exhibe todas estas conductas. Los grupos son muy dinámicos y el número de participantes varía a través del tiempo al igual que la intensidad de las interacciones, a periodos de gran actividad siguen periodos de relativa calma o navegación. El término de competencia se refiere a que en la mayoría de las veces los machos (escolta principal, secundaria, competidor) compiten por el acceso al animal nuclear del grupo considerado como hembra en estro y que navega al frente del grupo.
Cantores (Ca)	Animales solos que se mantienen por periodos prolongados emitiendo sonidos (canción) debajo del agua.
Hembra con cría (H-c)	Estas agrupaciones se definen por la presencia de un animal adulto (13 a 15 m) que se presume hembra y un animal pequeño (4 a 6 m) que muestra una estrecha relación con el animal adulto.
Hembra con cría y escolta (H-c-e)	Hembras con cría acompañadas por un tercer animal adulto, el cual en ocasiones presenta conducta de protección a la hembra con su cría, considerado generalmente como macho y denominado como escolta. Las escoltas a menudo realizan inmersiones más prolongadas que la madre y su cría.
Hembra con cría en un grupo de competencia (H-c-g)	Parejas de hembras con cría acompañadas por dos o más animales adultos que por lo general presentan una gran actividad en superficie y conductas relacionadas al cortejo, como la competencia por el acceso a la hembra en estro.

Fotoidentificación

Se empleó la técnica de fotoidentificación para individualizar a los rorcuales jorobados y hacer seguimientos de los mismos durante la temporada reproductiva y a través de los años.

Esta técnica consiste en la obtención de una fotografía de alguna región del cuerpo del animal que presente características particulares que permita diferenciar un individuo de otro. En el caso del rorcual jorobado esta región corresponde a la cara ventral de la aleta caudal la cual presenta un patrón de coloración que varía desde completamente blanco hasta completamente negro. Puede tener cicatrices, rayas, manchas y muescas que en conjunto con el borde posterior de la aleta y la forma y tamaño de la muesca central le proporcionan características distintivas. La forma y cicatrices de la aleta dorsal también pueden proporcionar información sobre la identidad de una ballena (Katona *et al.*, 1979; Katona y Whitehead, 1981).

Después de obtener al menos una fotografía de la aleta caudal se procuró obtener una fotografía de ambos lados de la aleta dorsal. En el caso de los grupos de hembras con cría se tomó siempre una foto de la aleta dorsal ya que es muy raro que muestren la aleta caudal antes de sumergirse.

Al obtenerse la fotografía de una o más ballenas se anotaba el nombre del fotógrafo, el número de rollo de película utilizado, el número de fotografías realizadas durante el avistamiento, la región del cuerpo que se fotografió en cada ocasión y se dibujaban las características distintivas de cada animal (Campos, 1989). Esta información se pasaba posteriormente de la libreta de campo a las formas de registro diseñadas para esta especie (Anexo I).

Las fotografías se obtuvieron con cámaras reflex de 35 mm con lentes zoom de 80-200 y 70-300 mm. En la mayoría de las veces se utilizó película blanco y negro Kodak Tri x-pan 400 ISO, T-max 400 ISO e Ilford HP5 400 ISO. En algunas ocasiones también se utilizó película Ektachrome y Fujichrome 100 y 200 ISO. La velocidad de obturación fue generalmente de 1/250, 1/500 y 1/1000 de segundo.

Recolecta de biopsias

La recolecta de biopsias se realizó a partir de la temporada 1990 para la Bahía de Banderas y de 1991 para la Isla Socorro. Durante las primeras temporadas (1990-1992) se aplicó mayor esfuerzo de colecta en los grupos de tres o más animales ya que se aumentaba la probabilidad de obtener fotografías de animales diferentes. En temporadas posteriores se trató de muestrear un mínimo de

tres agrupaciones completas de cada tipo en cada zona de estudio y se procuró obtener una muestra de piel de cada uno de los individuos que conformaban cada agrupación.

La obtención de biopsias de piel se llevó a cabo con la ayuda de una ballesta de 23 a 69 kg de empuje y una flecha con una punta que penetra 1 cm en la piel y retiene el fragmento en su interior luego de rebotar en el cuerpo del animal. Un flotador de color brillante permite recuperar la flecha en la superficie del mar. El disparo debe realizarse a una distancia de 6 a 15 m y por encima de la línea media del cuerpo y en la región baja y posterior a la aleta dorsal. Las muestras se guardaron en etanol al 70% y se transportaron en frío (Medrano, 1993). También se colectaron muestras de piel que se encontraron en la superficie del mar después de la realización de un salto o golpe con algunas de las aletas por parte de los rorcuales. Sólo cuando se tuvo la certeza de a qué animal pertenecían los pedazos de piel estos se recolectaron y conservaron de la misma forma que las biopsias.

Cada muestra de piel era etiquetada con un número serial y clave referente al lugar y año de colecta y las iniciales del nombre científico. Así, la etiqueta MnBB96-26 indica que es la muestra del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) número 26 de Bahía de Banderas de la temporada 1996. Para el Archipiélago Revillagigedo se empleó la abreviación IS (Isla Socorro). También se registró el número de rollo y foto del rorcual al que correspondía la muestra de piel. Al igual que en la fotoidentificación, los datos de colecta se pasaban posteriormente de la libreta de campo a las formas de registro diseñadas para esta especie (Anexo I).

Datos sobre la temperatura superficial del mar

Datos *in situ*

La temperatura superficial del mar se registró *in situ* con la ayuda de un termómetro de laboratorio (y digital para la Bahía de Banderas durante 1990). Durante las navegaciones se tomó la temperatura en cada avistamiento (por lo menos una vez) y en general durante el transcurso del recorrido. Para la Bahía de Banderas se cuenta con datos *in situ* fragmentados para las temporadas de 1989 a 1996, a excepción de las temporadas 1990 y 1991, durante las cuales se tomó la temperatura durante la mayoría de las semanas de trabajo. Para la Isla Socorro se cuenta sólo con datos de 1991 (Cuadro II.1 del Anexo II). Dado lo fraccionario de los datos no fue posible comparar la temperatura entre las diferentes temporadas.

Los cuadros con numeración romana corresponden a la numeración de los anexos.

Datos del Servicio Mareográfico del Instituto de Geofísica de la UNAM

También se cuenta con los promedios mensuales de la temperatura superficial del mar obtenidos por el Servicio Mareográfico del Instituto de Geofísica de la UNAM (Grivel y Grivel, 1991) para Puerto Vallarta, Jalisco de los años de 1981 a 1991 (Cuadro II.2). Para la Isla Socorro no se contó con esta información ya que el mareógrafo no estuvo funcionando durante los años que abarcó el presente trabajo.

Datos del Climate Diagnostics Center

Para ambas zonas de estudio se recopiló la información sobre la temperatura superficial del mar "Reynolds SST" proporcionada por el NOAA-CIRES Climate Diagnostics Center, Boulder Colorado a través de los servicios de internet (<http://www.cdc.noaa.gov/>). Esta información consiste de promedios semanales, de datos *in situ* proporcionados por barcos y boyas y de datos registrados vía satélite (Reynolds, 1988; Barber y Richard, 1992; Badenas *et al.*, 1997; Emery y Yu, 1997). La información proporcionada por los satélites se refiere a la temperatura de la "piel" del océano, es decir, a la capa superficial menor a un milímetro, mientras que las observaciones *in situ* de barcos y boyas hace referencia a los primeros metros de profundidad (Reynolds, 1988).

En el Anexo II (Cuadros II.3, II.4 y II.5; Fig. II.1) se muestran los promedios semanales para cada temporada y región de noviembre de 1988 a febrero del 2000.

II) Trabajo de laboratorio

Agrupaciones sociales

Todos los avistamientos se catalogaron de acuerdo a las diferentes agrupaciones sociales de rorcuales jorobados que se aprecian en el cuadro 5 y se ordenaron cronológicamente para ambas zonas de estudio en una base de datos de enero de 1989 a abril de 1996.

Se elaboraron cuadros para cada temporada y zona en los que se anotó, por semana, el número de avistamientos y el número de animales presentes en cada agrupación social (Cuadros

III.1 a III.4). Sólo se consideraron avistamientos en los que se aplicó esfuerzo de fotoidentificación ya que de esta manera se tuvo la certeza del número de animales y tipo de agrupación observada. En los cuadros 6 y 7 se agregó, después de la columna de IndH-c-g/Hr, una columna que indica el tamaño promedio de las agrupaciones de Hembra con cría dentro de un grupo de competencia (H-c-g) ya que fue variable el número de animales que acompañaron a las Hembras con cría y se requiere de ésta información para los cálculos de abundancia relativa de hembras y machos a lo largo de la temporada.

Índices de Abundancia Relativa (IAR)

El esfuerzo de observación fue diferente en cada temporada y área de estudio (Cuadros 3 y 4) por lo que, para estandarizar los datos, se empleó el número de animales observados durante el tiempo de navegación (individuos/hora de navegación) para obtener un índice de abundancia relativa y poder comparar los datos de la Bahía de Banderas con los de la Isla Socorro.

Los índices de abundancia relativa (IAR) para cada agrupación se calcularon dividiendo el total de animales de cada grupo entre el esfuerzo de navegación para cada una de las semanas y temporadas (Cuadros 6 y 7). No se consideraron los datos de las temporadas 1993, 1994 y 1995 de la Bahía de Banderas debido al poco esfuerzo de navegación (Cuadro III.5) y bajo número de avistamientos.

También se organizó por semanas el tamaño promedio de los Grupos de Competencia y de las Hembras con cría dentro de un grupo (Cuadros III.7 y III.8) y el número total de hembras y machos para cada región (Cuadro 8).

De acuerdo con Medrano *et al.* (1994) y Robles (en proceso) de los animales solitarios el 73% corresponde a machos y el 27% a hembras, en las parejas el 78% a machos y el 22% a hembras, en los cantores 100% a machos y 0% a hembras y en los grupos el 87% corresponde a machos. Considerando lo anterior y que en los grupos de Hembra con cría y escolta uno de los animales adultos es hembra y el otro macho, se aplicaron las siguientes fórmulas para el cálculo de la abundancia relativa de los machos y hembras durante las semanas de cada temporada (Cuadros III.9 y III.10).

Fórmulas para el cálculo del IAR de Machos y Hembras

Machos = $(IAR \text{ de solitarios} \times 0.73) + (IAR \text{ de cantores} \times 1) + (IAR \text{ parejas} \times 0.78) + ((IAR \text{ tríos} + IAR \text{ cuartetos} + IAR \text{ grupos}) \times 0.87) + (IAR \text{ H-c-e}/3) + ((IAR \text{ H-c-g} - IAR \text{ Tamaño prom. gpo.})$

Hembras sin cría = $(IAR \text{ solitarios} \times 0.27) + (IAR \text{ parejas} \times 0.22) + ((IAR \text{ tríos} + IAR \text{ cuartetos} + IAR \text{ grupos}) \times 0.13)$

Hembras con cría = $(IAR \text{ H-c}/2) + (IAR \text{ H-c-e}/3) + ((IAR \text{ H-c-g} - \text{Tamaño prom. gpo.})$

Total hembras = $IAR \text{ hembras s/cría} + IAR \text{ hembras c/cría}$

Nótese que el IAR indica el número de individuos por tiempo de navegación y que las crías se consideraron en la contabilización.

Finalmente se graficó el IAR para cada clase de sexo y estado reproductivo con respecto a la TSM (Figura III.1).

Fotoidentificación

Los rollos de película blanco y negro fueron procesados en la Ciudad de México una vez que el trabajo de campo concluyó, a excepción de los rollos de la temporada 1990 que se procesaron en la Bahía de Banderas. Posteriormente, en el Laboratorio de Microcine de la Facultad de Ciencias de la UNAM se imprimieron las hojas de contactos fotográficos de cada rollo de película para seleccionar las mejores fotografías de cada individuo e imprimirlas. Se compararon todas las aletas caudales y se seleccionaron todas aquellas que por presentar la misma morfología y patrón de coloración eran consideradas como un mismo individuo. Del grupo de fotografías presentes de cada rorcual se escogió la mejor para ser incluida en el catálogo fotográfico. Se siguió el criterio de Glockner y Venus (1983) para los patrones de coloración asignando el valor de 1 a 5, en una escala del blanco al negro, con base en la proporción de blanco y negro presente en la región ventral de la aleta caudal (Fig. 13).

Se compararon las fotografías obtenidas de 1989 a 1996 para ambas zonas con el propósito de conocer la recurrencia de las ballenas a través de los años. Se consideró como captura a la primer fotografía tomada de cada individuo y como recaptura(s) a la(s) obtenida(s) en años subsecuentes.

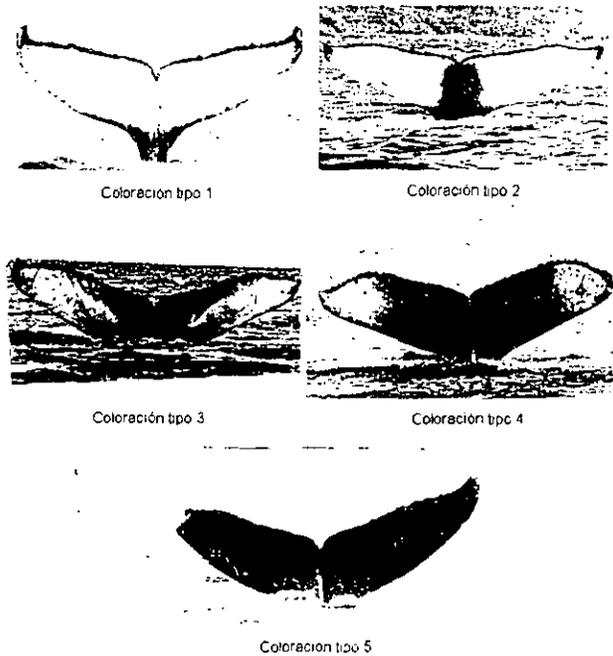


Figura 14. Patrones de coloración de la superficie ventral de la aleta caudal de la ballena jorobada.

Identificación del sexo

Se empleó el método de Palsbøll *et al.* (1992) el cual consiste en amplificar por PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) un fragmento entre los primers ZFY1204 y ZFY0097 que es homólogo en los cromosomas X e Y y tiene una extensión aproximada de 1,100 pares de bases. El producto de PCR se digiere luego con la enzima Taq I y los fragmentos se identifican por electroforesis en geles de agarosa. En las hembras aparece una banda de cerca de 550 pares de bases que corresponde al cromosoma X mientras que en los machos se observan dos bandas, una cercana a 550 pares de bases y otra como de 700 pares de bases que corresponde al amplificado del cromosoma Y (Fig. 14). Este trabajo se llevó a cabo en el Kewalo Marine Laboratory de la Universidad de Hawai, EE.UU. y en la School of Biological Sciences de la Universidad de Auckland, Nueva Zelanda (Medrano *et al.*, 1994; Robles en proceso).

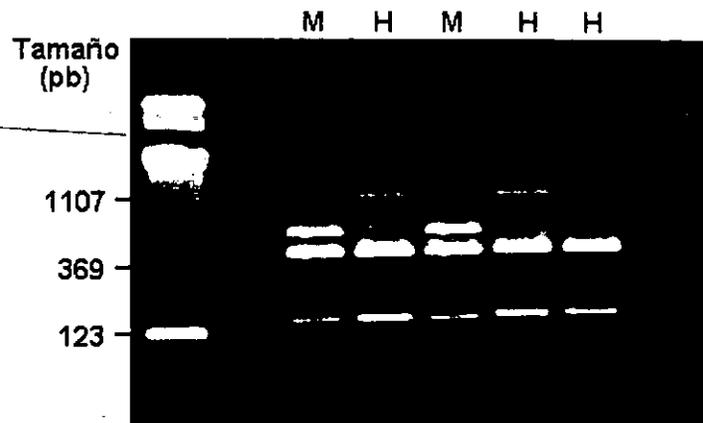


Figura 15. Corrimiento electroforético de la digestión con Taq I del producto de PCR ZFX-ZFY (H = hembra; M = macho y pb = pares de bases; Foto: L. Medrtano).

Con la ayuda de la fotoidentificación se pudo individualizar a los rorcuales de los cuales se obtuvo una biopsia, aunque no en todos los casos la fotografía de la aleta caudal y/o dorsal de los animales fue de buena calidad. Cuando se recolectó más de una biopsia de un mismo animal este dato no se contabilizó para en el número y frecuencia relativa de hembras y machos (Cuadro 9). Cuando hubo duda sobre la identidad de un rorcual, por la carencia de una fotografía de buena calidad, se revisó la información con los resultados del DNA mitocondrial. Las hembras con cría se fotoidentificaron principalmente mediante la aleta dorsal.

Datos sobre la temperatura superficial del mar

Los datos sobre la temperatura superficial del mar empleados fueron los proporcionados por el Climate Diagnostics Center de la NOAA (Cuadros II.3 a II.5).

Dado que durante los diferentes años de trabajo no se contó con un diseño contundente y esfuerzo homogéneo no se pudo detectar una distribución específica por lo que se realizaron pruebas de estadística no paramétrica (distribución libre), Kruskal - Wallis ($\alpha = 0.10$), para distinguir si las diferencias de los índices de abundancia (IAR) y los cambios en la temperatura superficial del mar (TSM), entre años, eran estadísticamente significativas (Anexo V).

Se empleó el Coeficiente de Correlación de Spearman (R_s) para conocer la relación entre la TSM y el índice de abundancia relativa y entre la TSM y el grado de agregación de los rorcuales jorobados. Este último análisis se realizó para las temporadas más completas de cada región, 1990 y 1992 para la Bahía de Banderas y 1991 y 1996 para la Isla Socorro (Anexo V).

RESULTADOS

Abundancia anual por región y temperatura superficial del mar

El total de animales observados en la Bahía de Banderas fue de 968 en 458 avistamientos y 776.78 horas de navegación durante las temporadas 1989 a 1992 y 1996 (Cuadros III.1, III.3 y III.5). Para la Isla Socorro el número de animales fue de 3,025 en 1,233 avistamientos y 1662.69 horas de navegación durante las temporadas 1989 a 1992 y 1995 a 1996 (Cuadros III.2, III.4 y III.6). El Índice de Abundancia Relativa (IAR) promedio fue de 1.34 para la Bahía de Banderas y de 1.73 para la Isla Socorro.

El mayor Índice de Abundancia Relativa en la Bahía de Banderas fue de 2.70 para la temporada 1989 y el menor de 0.97 durante la temporada 1991. En la Isla Socorro el mayor fue de 2.13 en 1991 y el menor de 1.22 en 1990. Comparando éstos valores con los proporcionados por Salinas-Vargas y Urbán (1993) para la región de Los Cabos se tiene que el valor más alto para la Bahía de Banderas (1989) coincide con el más bajo para Los Cabos. De 1990 a 1991 se registró un incremento notorio tanto en Los Cabos como en la Isla Socorro. Si se consideran los valores observados en éstas mismas regiones de 1997 a 1999 (Medrano *et al.*, 2000) resalta un IAR muy bajo durante 1997 para la Bahía de Banderas y en 1998 para la Isla Socorro y Los Cabos. De manera contraria, el valor más alto de IAR en la Bahía de Banderas se registró durante 1998 y en 1997 para la Isla Socorro y Los Cabos. En las tres regiones el año más atípico fue 1989 (Cuadro 6).

Las tendencias del IAR en la Bahía de Banderas y Los Cabos fueron contrarias y es interesante notar que el IAR de la Isla Socorro siguió un patrón similar al de Los Cabos aunque mostró valores más altos de abundancia con menor variación (Fig. 16a). Al graficar el índice de abundancia relativa con respecto a la temperatura superficial del mar (promedio de las semanas de trabajo en cada región y año), se observa que la temperatura en Los Cabos fue más baja y presentó un intervalo de temperatura mayor que en las otras dos regiones y el IAR mostró valores más bajos que en la Isla Socorro y similares a los de la Bahía de Banderas. Los valores más altos de IAR en Los Cabos se presentaron cuando la temperatura osciló entre los 22° y 23 °C pero hubo una gran fluctuación por lo que no se puede generalizar. En la Isla Socorro la variación de la temperatura fue menor y en general hubo un mayor número de registros entre los 24° y 25 °C, con los valores más altos de IAR cuando la temperatura fue cercana a los 25 °C. En la Bahía de

Banderas los valores de IAR fueron más bajos que en la Isla Socorro pero también se observó un mayor número de datos alrededor de los 25 °C (Fig. 16b).

Cuadro 6. Índice de abundancia relativa de rorcuales jorobados (IAR; individuos/hora) en la Bahía de Banderas, la Isla Socorro y Los Cabos de 1989 a 1999. Se indica la temperatura superficial del mar (TSM; °C) promedio de las semanas de trabajo en cada región y año durante el invierno (inv).

Año	Bahía de Banderas		Isla Socorro		Los Cabos	
	IAR (ind/h)	TSM Inv BB	IAR (ind/h)	TSM inv	IAR (ind/h)	TSM inv
1989	2.700	22.61	1.260	23.72	0.300*	20.24*
1990	1.080	24.96	1.220	24.32	0.900*	21.96*
1991	0.970	25.42	2.130	24.94	1.500*	22.23*
1992	1.090	25.07	1.740	24.65	1.400*	23.19*
1993	1.030	24.96	—	—	1.000*	22.69*
1994	1.020	26.04	—	—		
1995	1.470	25.21	1.990	24.97		
1996	1.150	24.23	2.020	25.24		
1997	0.680	24.03	1.644	24.20	1.026**	21.27**
1998	1.113	25.27	0.627	25.36	0.510**	22.64**
1999	1.031	23.38	1.557	24.04	0.714**	22.87**

*Tomado de Salinas-Vargas y Urbán, 1993; ** Tomado de Medrano *et al.*, 2000.

Si no se considera el año atípico de 1989 la Bahía de Banderas fue la región que presentó un menor intervalo en los valores de IAR y uno mayor de valores de temperatura, mientras que la Isla Socorro mostró una amplitud similar de intervalo de los valores de IAR y temperatura. En Los Cabos se observó una posición intermedia entre la Bahía de Banderas y la Isla Socorro (Fig. 16b).

En general, en Los Cabos la temperatura fue más baja y variable al igual que el IAR. En la Bahía de Banderas la temperatura varió más que en la Isla Socorro y el IAR fluctuó menos y en la Isla Socorro la temperatura varió poco y el IAR fluctuó más que en la Bahía de Banderas y Los Cabos (Fig. 16b). El incremento de abundancia en Los Cabos fue paralelo al de la Isla Socorro e inverso al de la Bahía de Banderas (Fig. 16c).

El IAR mostró diferencias significativas entre las distintas temporadas en la Bahía de Banderas ($H_{(4, n=36)} = 7.873439$, $p=0.0964$; Cuadro V.1., Fig. V.1) y en la Isla Socorro ($H_{(5, n=49)} = 12.34071$, $p = .0304$, Cuadro V.2, Fig. V.2.). Estas diferencias se encuentran cerca del límite de significancia, lo cual se puede deber al bajo número de datos en 1989 y 1992 en la Bahía de Banderas y la Isla Socorro, respectivamente.

La TSM también mostró diferencias significativas entre temporadas para la Bahía de Banderas ($H_{(4, n=36)} = 14.43945$, $p=0.0060$; Cuadro V.3., Fig. V.3.) y para la Isla Socorro ($H_{(5, n=49)} = 38.99074$, $p=0.0000$; Cuadro V.4., Fig. V.4.).

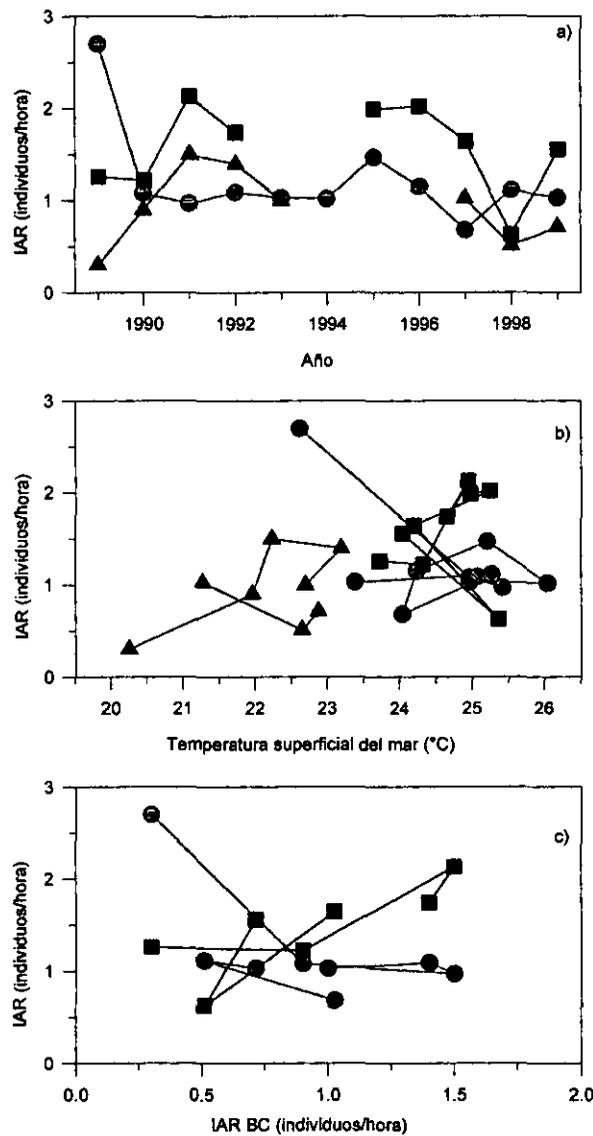
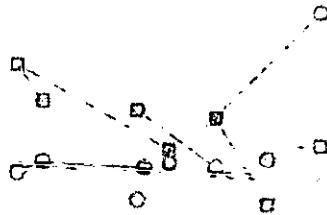
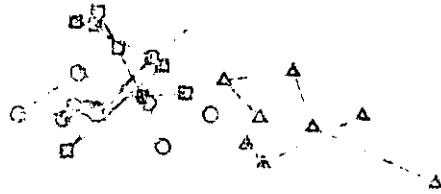
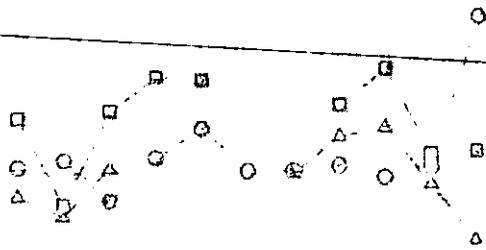


Figura 16. a) Índice de Abundancia Relativa Total (IART) para el Pacífico mexicano, 1989-1999.
 b) IART con respecto a la Temperatura Superficial del Mar durante las semanas de trabajo.
 c) Abundancia de la Bahía de Banderas ● y la Isla Socorro ■ con respecto a la abundancia en Los Cabos ▲, Baja California Sur.



Los Cueros de los cerros de la zona de San Juan de los Rios
 y de la zona de San Juan de los Baños, en el departamento de
 Cundinamarca, Colombia.

Los Cueros de los cerros de la zona de San Juan de los Rios
 y de la zona de San Juan de los Baños, en el departamento de
 Cundinamarca, Colombia.

Los Cueros de los cerros de la zona de San Juan de los Rios
 y de la zona de San Juan de los Baños, en el departamento de
 Cundinamarca, Colombia.

De acuerdo al Coeficiente de Correlación de Spearman, hay correlación entre la TSM y el IAR en la Bahía de Banderas para las temporadas 1989-1992 y 1996 ($R_s = -0.4022588$; $p = 0.014$, $n = 36$; Cuadro V.5.), y para la Isla Socorro durante las temporadas 1989-1992, 1995-1996 ($R_s = 0.39244157$; $p = 0.005$, $n = 49$; Cuadro V.6).

Al comparar la TSM con el IAR de cada clase de sexo y estado reproductivo la curva de las hembras con cría para la Bahía de Banderas es menos dispersa, lo cual implica que se desplazaron en menor grado, mientras que la curva de los machos y hembras sin cría siguió un patrón similar, con mayores desplazamientos. Para la Isla Socorro las hembras sin cría se desplazaron menos y el patrón de distribución fue muy similar entre los machos y las hembras con cría. La desviación estándar es mayor alrededor de los 25 °C y se distinguen dos picos del IAR, uno alrededor de los 23 °C y otro entre los 25 ° y 26°C, el de los 23 °C se relaciona con el evento La Niña de 1989 (Fig.17).

La asociación más estrecha entre la TSM y el IAR se observó en temperaturas bajas (20°-23 °C) y esta asociación fue menos evidente cuando la temperatura fue más cálida (24°-26 °C; Cuadro 6, Figs. V.1 a V.4).

La mayor variación semanal de la temperatura superficial del mar en invierno se dio en Los Cabos y la mínima en la Isla Socorro. Cuando la temperatura del mar fue cálida fue más caliente en la Bahía de Banderas que en la Isla Socorro y cuando fue fría presentó valores más bajos también en la Bahía de Banderas que en la Isla Socorro. El punto donde se cruzan la variación de la temperatura superficial del mar de la Bahía de Banderas y la Isla Socorro es entre los 24° y 25 °C (Fig. II.2).

Frecuencia y distribución anual de las agrupaciones sociales

Las agrupaciones observadas con mayor frecuencia en la Bahía de Banderas fueron las parejas (34.72%) y los solitarios (26.85%), seguidas por los tríos (11.13%; Cuadro III.1). En la Isla Socorro predominaron las parejas (27.09%) seguidas por los cantores (14.68%), las hembras con cría y escolta (11.76%) y los solitarios (11.43%; Cuadro III.2).

En la Bahía de Banderas predominaron los cuartetos (5.68%) sobre los grupos de competencia (4.58%) mientras que en la Isla Socorro ocurre a la inversa con 4.30% de cuartetos y 7.22% de grupos de competencia (Cuadros III.1 y III.2).

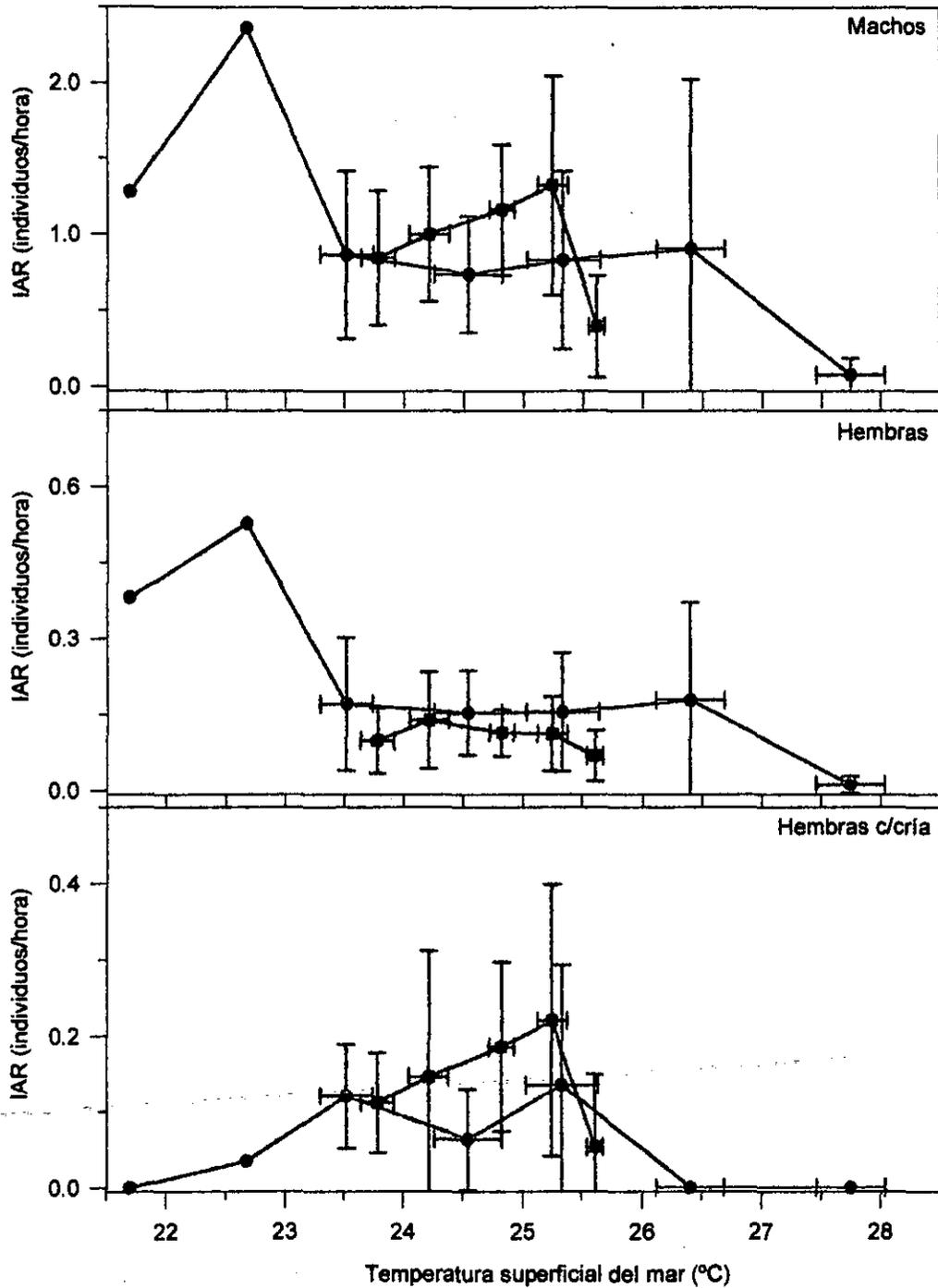
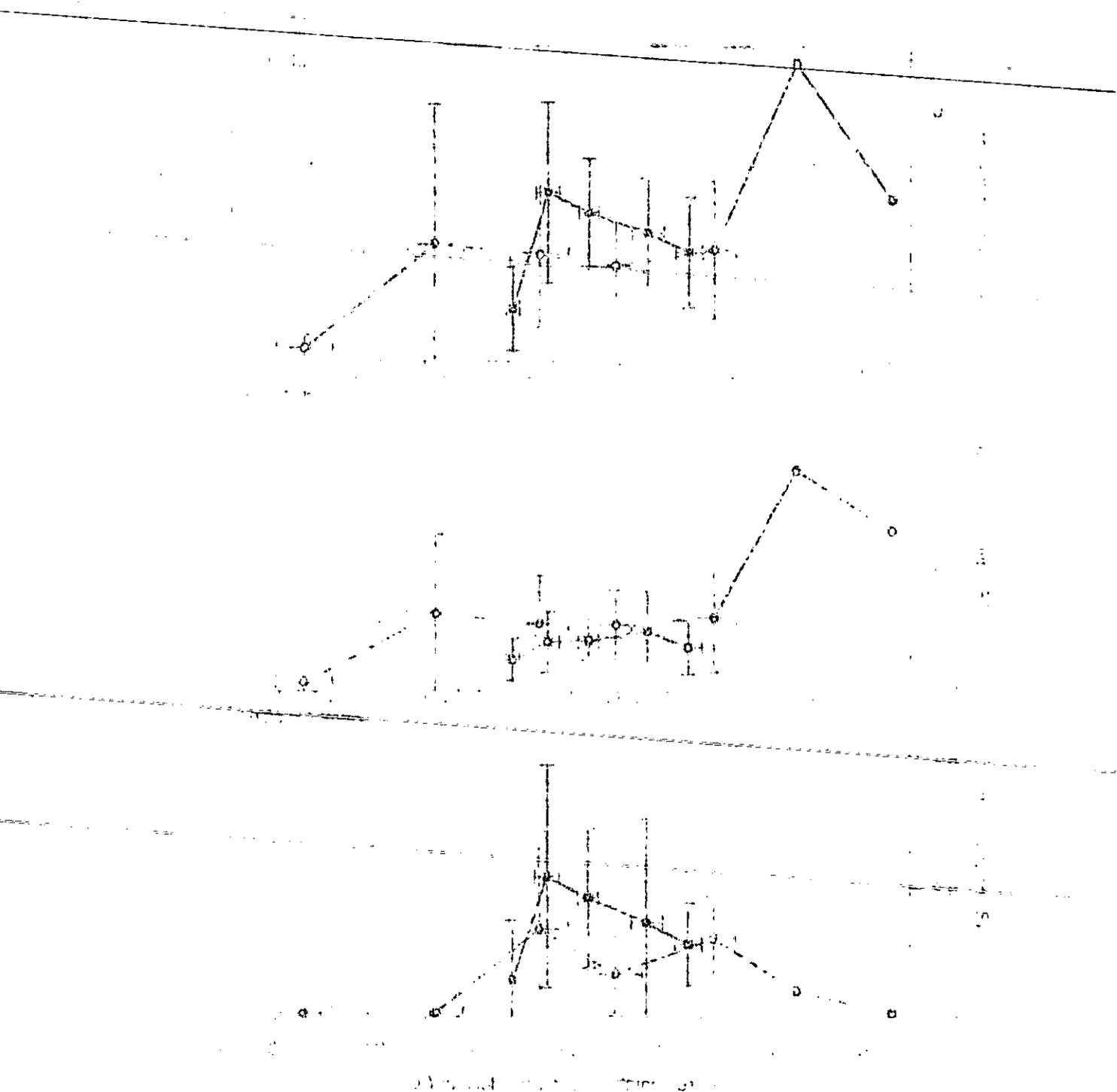


Figura 17. Distribución de la abundancia (individuos/hora) de rorcuales jorobados de diferentes clases de sexo y estado reproductivo de acuerdo a la temperatura superficial del mar 1989-1999. (BB = Bahía de Banderas ●; IS = Isla Socorro ■).



117
 118
 119
 120
 121
 122
 123
 124
 125
 126
 127
 128
 129
 130
 131
 132
 133
 134
 135
 136
 137
 138
 139
 140
 141
 142
 143
 144
 145
 146
 147
 148
 149
 150
 151
 152
 153
 154
 155
 156
 157
 158
 159
 160
 161
 162
 163
 164
 165
 166
 167
 168
 169
 170
 171
 172
 173
 174
 175
 176
 177
 178
 179
 180
 181
 182
 183
 184
 185
 186
 187
 188
 189
 190
 191
 192
 193
 194
 195
 196
 197
 198
 199
 200

En ambas regiones, las agrupaciones de hembra con cría dentro de un grupo de competencia fueron las menos frecuentes, 0.66% para la Bahía de Banderas y 3.65% para la Isla Socorro (Cuadros III.1 y III.2).

El tamaño promedio de los grupos de cortejo fue similar para ambas regiones, 6 animales en la Isla Socorro y 5.8 en la Bahía de Banderas, sin embargo, en la Isla Socorro fue más común observar grupos de 9 a 14 animales (Cuadros III.7 y III.8).

Durante todas las temporadas en ambas regiones predominaron las parejas sobre las demás agrupaciones y en la mayoría de las temporadas los cantores y las hembras con cría dentro de un grupo de competencia fueron las menos frecuentes, a excepción de la temporada 90 en la Bahía de Banderas y 95 en la Isla Socorro donde fueron menos frecuentes las hembras con cría y escolta y las hembras con cría, respectivamente.

Con respecto a los cantores cabe aclarar que sólo durante las temporadas 1990 y 1992 para la Bahía de Banderas y de 1989 a 1991 y de 1995 a 1996 para la Isla Socorro se registraron con la ayuda de un hidrófono. Los registros durante las otras temporadas se debieron a encuentros accidentales con los cantores.

El IAR de las agrupaciones sociales varió de diferente manera en las distintas temporadas y regiones y no se evidencia un patrón temporal (Cuadros 7 y 8; Fig. 18). Nuevamente resalta el año 1989 en la Bahía de Banderas y un aumento de los grupos de competencia y de las hembras con cría y escolta en la Isla Socorro de 1989 a 1996.

Cuadro 7. Índices de abundancia relativa (individuos/hora de navegación) en la Bahía de Banderas, 1989-1996.

(Ind=individuos, S=Solitarios, P=parejas, T=trios, Cu=cuartetos, GC=Grupo de competencia, Ca=Cantores, H-c=Hembras c/cría, H-c-e=Hembra c/cría y escolta, H-c-g=Hembra c/cría dentro de un grupo, Tamprom=Tamaño promedio).

Año	Semana	Ind S/Hr	Ind P/Hr	Ind T/Hr	Ind C/Hr	Ind GC/Hr	Ind Ca/Hr	Ind H-c/Hr	Ind H-c-e/Hr	Ind H-c-g/Hr	TampromHcg/Hr	Totalind/Hr	
1989	10	0.33	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.66	
	13	0.28	1.31	0.62	0.00	0.65	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	12.96	
	15	0.41	1.29	0.45	0.09	0.00	0.02	0.13	0.13	0.09	0.06	12.60	
	TOTAL	0.36	1.30	0.50	0.05	0.24	0.01	0.08	0.11	0.05	0.04	12.70	
1990	2	0.08	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.40	
	5	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.30	
	7	0.29	0.57	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.71	
	8	0.21	0.42	0.08	0.21	0.00	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00	11.09	
	9	0.08	0.00	0.25	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50	
	10	0.04	0.26	0.51	0.34	0.21	0.13	0.09	0.00	0.00	0.00	11.59	
	11	0.22	0.32	0.32	0.22	0.00	0.11	0.00	0.16	0.00	0.00	11.35	
	12	0.24	0.42	0.18	0.48	0.54	0.06	0.12	0.00	0.00	0.00	12.03	
	13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	10.25	
	14	0.06	0.45	0.00	0.00	0.00	0.06	0.22	0.00	0.00	0.00	10.79	
	15	0.04	0.17	0.12	0.00	0.00	0.08	0.08	0.00	0.21	0.17	10.70	
	TOTAL	0.13	0.31	0.17	0.17	0.11	0.08	0.07	0.01	0.02	0.02	11.08	
	1991	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
		3	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.18
4		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	
9		0.49	0.58	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.36	
10		0.15	0.34	0.22	0.29	0.27	0.05	0.10	0.15	0.00	0.00	11.57	
13		0.24	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.40	
14		0.12	0.35	0.17	0.00	0.00	0.00	0.23	0.17	0.00	0.00	11.04	
15		0.50	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	13.00	
TOTAL		0.15	0.27	0.18	0.10	0.09	0.02	0.07	0.10	0.00	0.00	10.97	
1992	6	0.27	0.80	0.40	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	
	7	0.34	0.00	0.00	0.00	1.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.06	
	11	0.00	0.45	0.00	0.30	0.00	0.22	0.00	0.22	0.00	0.00	11.19	
	12	0.24	0.34	0.21	0.00	0.00	0.14	0.21	0.00	0.00	0.00	11.13	
	13	0.13	0.19	0.00	0.00	0.44	0.03	0.06	0.00	0.00	0.00	10.85	
	14	0.07	0.27	0.10	0.14	0.09	0.05	0.10	0.05	0.09	0.07	10.95	
	15	0.14	0.28	0.28	0.19	0.28	0.05	0.09	0.00	0.00	0.00	11.33	
	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	10.57	
	TOTAL	0.12	0.30	0.12	0.12	0.18	0.07	0.11	0.04	0.03	0.02	11.09	
1996	7	0.00	0.00	0.42	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.41	
	8	0.26	0.51	0.29	0.38	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.82	
	9	0.23	0.72	0.10	0.13	0.36	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	11.57	
	10	0.08	0.22	0.09	0.12	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	10.54	
	14	0.15	0.30	0.09	0.12	0.30	0.00	0.12	0.44	0.00	0.00	11.51	
	19	0.12	0.19	0.37	0.12	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	10.90	
TOTAL	0.15	0.34	0.18	0.16	0.20	0.01	0.03	0.09	0.00	0.00	11.15		

Cuadro 8. Índices de abundancia relativa (individuos/hora de navegación) en la Isla Socorro, 1989-1996.

(Ind=individuos, S=Solitarios, P=parejas, T=trios, Cu=cuartetos, GC=Grupo de competencia, Ca=Cantores, H-c=Hembras c/cría, H-c-e=Hembra c/cría y escolta, H-c-g=Hembra c/cría dentro de un grupo, Tamprom=Tamaño promedio).

Año	Semana	Ind S/Hr	Ind P/Hr	Ind T/Hr	Ind C/Hr	Ind GC/Hr	Ind Ca/Hr	Ind H-c/Hr	Ind H-c-e/Hr	Ind H-c-g/Hr	TampromHcg/Hr	TotalInd/Hr
1989	9	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
	10	0.05	0.10	0.22	0.10	0.12	0.12	0.15	0.07	0.00	0.00	0.94
	11	0.07	0.20	0.30	0.13	0.17	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93
	12	0.10	0.37	0.05	0.14	0.09	0.10	0.07	0.20	0.09	0.07	1.21
	13	0.06	0.35	0.00	0.00	0.00	0.12	0.06	0.18	0.00	0.00	0.76
	14	0.09	0.78	0.36	0.00	0.00	0.03	0.12	0.09	0.00	0.00	1.47
	15	0.27	0.74	0.30	0.20	0.15	0.02	0.20	0.22	0.00	0.00	2.10
	16	0.00	0.33	0.25	0.33	0.82	0.00	0.16	0.25	0.00	0.00	2.14
TOTAL	0.10	0.41	0.19	0.11	0.12	0.08	0.10	0.14	0.02	0.02	0.02	1.28
1990	11	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83
	12	0.00	0.26	0.39	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04
	13	0.02	0.59	0.20	0.13	0.10	0.08	0.13	0.00	0.00	0.00	1.25
	14	0.08	0.50	0.17	0.00	0.14	0.06	0.11	0.17	0.00	0.00	1.21
	15	0.07	0.51	0.28	0.00	0.26	0.12	0.05	0.00	0.00	0.00	1.29
	16	0.05	0.42	0.00	0.00	0.00	0.14	0.19	0.28	0.09	0.07	1.17
	17	0.07	0.07	0.31	0.41	0.17	0.10	0.07	0.10	0.00	0.00	1.30
	TOTAL	0.05	0.43	0.21	0.09	0.14	0.09	0.10	0.09	0.02	0.01	0.01
1991	10	0.04	0.27	0.13	0.18	0.00	0.09	0.18	0.13	0.00	0.00	1.02
	11	0.10	1.00	0.29	0.10	0.00	0.14	0.19	0.07	0.00	0.00	1.89
	12	0.04	0.51	0.41	0.23	0.00	0.06	0.04	0.06	0.00	0.00	1.35
	13	0.09	0.67	0.18	0.06	0.00	0.09	0.03	0.09	0.00	0.00	1.20
	14	0.04	0.55	0.28	0.21	0.30	0.08	0.15	0.19	0.04	0.03	1.85
	15	0.07	0.69	0.47	0.28	0.43	0.07	0.24	0.21	0.16	0.06	2.62
	16	0.09	0.38	0.21	0.09	0.12	0.07	0.05	0.42	0.33	0.09	1.76
	17	0.08	0.16	0.30	0.07	0.43	0.11	0.46	0.44	0.38	0.06	2.43
	18	0.14	0.29	0.26	0.23	0.00	0.23	0.23	0.60	0.40	0.10	2.37
	19	0.03	0.30	0.09	0.12	0.66	0.33	0.36	0.36	0.12	0.09	2.37
	20	0.15	0.11	0.22	0.07	1.07	0.15	0.11	0.61	0.86	0.08	3.35
	21	0.05	0.05	0.00	0.11	0.89	0.19	0.38	0.98	0.70	0.11	3.36
	22	0.06	0.06	0.18	0.00	0.30	0.24	0.18	0.18	1.14	0.11	2.33
TOTAL	0.08	0.42	0.25	0.14	0.33	0.13	0.19	0.31	0.28	0.01	0.01	2.13
1992	14	0.15	0.58	0.29	0.29	0.48	0.00	0.05	0.22	0.10	0.07	2.15
	15	0.12	0.06	0.09	0.12	0.44	0.03	0.06	0.35	0.00	0.00	1.26
	16	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36
	TOTAL	0.14	0.34	0.19	0.21	0.45	0.03	0.05	0.27	0.05	0.04	1.74
1995	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39
	16	0.14	0.78	0.00	0.42	0.35	0.14	0.00	0.42	0.14	0.11	2.40
	17	0.05	0.05	0.16	0.00	1.31	0.22	0.11	0.25	0.11	0.08	2.27
	18	0.07	0.30	0.44	0.15	0.30	0.15	0.00	0.67	0.00	0.00	2.08
	19	0.12	0.44	0.07	0.20	0.12	0.22	0.00	0.29	0.22	0.09	1.68
	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.31	0.46	0.00	0.00	0.92
	TOTAL	0.09	0.35	0.15	0.17	0.50	0.19	0.04	0.38	0.12	0.02	1.99
1996	9	0.15	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08
	10	0.16	0.48	0.00	0.00	0.20	0.12	0.08	0.12	0.00	0.00	1.16
	11	0.08	0.34	0.17	0.00	0.14	0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.88
	12	0.13	0.00	0.39	0.52	0.22	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30
	13	0.06	0.51	0.29	0.00	0.32	0.03	0.13	0.48	0.00	0.00	1.82
	14	0.14	0.32	0.24	0.22	0.62	0.03	0.38	0.08	0.00	0.00	2.03
	15	0.10	0.46	0.15	0.21	0.46	0.10	0.41	0.23	0.00	0.00	2.13
	16	0.03	0.39	0.19	0.00	0.36	0.19	0.45	0.19	0.00	0.00	1.82
	17	0.20	0.40	0.00	0.00	0.25	0.15	0.10	0.75	0.00	0.00	1.85
	18	0.03	0.33	0.39	0.00	1.77	0.10	0.33	0.69	0.00	0.00	3.65
	19	0.11	0.29	0.34	0.23	1.21	0.09	0.11	0.78	0.11	0.09	3.27
20	0.00	0.24	0.36	0.00	0.95	0.24	0.00	0.71	0.00	0.00	2.50	
TOTAL	0.10	0.37	0.22	0.11	0.58	0.09	0.21	0.33	0.01	0.01	2.02	

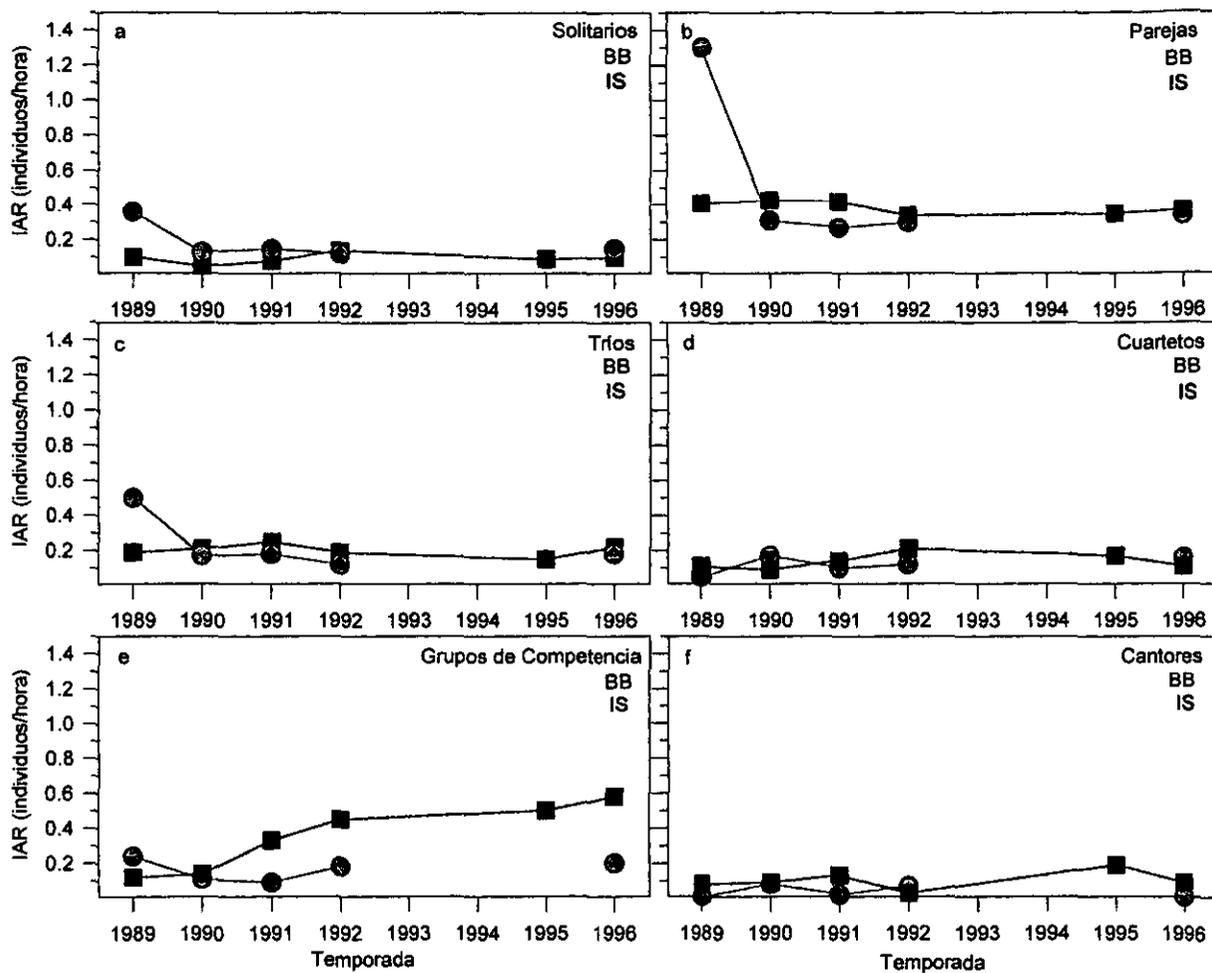


Figura 18. Índice de Abundancia Relativa de las agrupaciones de rorcuales jorobados (datos globales) para ambas regiones, 1989-1996. (BB = Bahía de Banderas ●; IS = Isla Socorro ■).

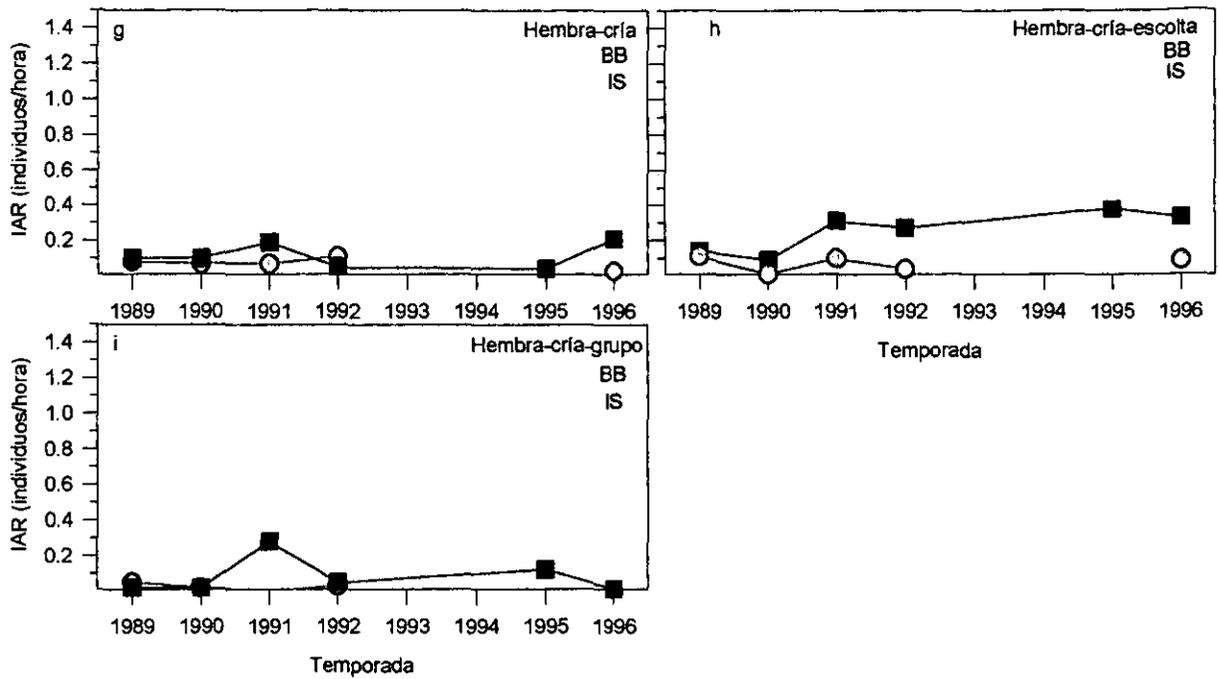


Figura 18. Continuación.
 (BB = Bahía de Banderas ○; IS = Isla Socorro ■).

Perfil semanal de abundancia, agrupación y temperatura superficial del mar

Para este análisis se tomaron en cuenta las dos temporadas más completas de cada región, 1990 y 1992 para la Bahía de Banderas y 1996 y 1991 para la Isla Socorro. Durante 1990 y 1996 no se presentaron los fenómenos El Niño-La Niña, a diferencia de 1991-1992 cuando estuvo presente un evento El Niño.

Las variaciones en la TSM, el IAR y el grado de agrupación de las ballenas fueron paralelas cuando la TSM fue menor a los 25° C, aunque en ocasiones hubo desfases como de una semana (Figs. 19 y 20).

En la Bahía de Banderas en 1990 y en la Isla Socorro en 1996 la TSM al inicio de la temporada superó los 25° C y en esas condiciones, se observó una relación inversa de la TSM con el IAR y el grado de agrupación (Fig. 20). Algunos desfases entre la TSM y el grado de agrupación también parecen asociarse a temperaturas mayores a los 25° C. Estos resultados pueden derivar de los efectos de la TSM en la abundancia y de ésta en la agrupación (Figs. 19 y 20).

En las temporadas 1992 de la Bahía de Banderas y 1991 de la Isla Socorro la relación inversa entre la TSM y el IAR, así como su influencia en el grado de agrupación, fue más marcada al final de la temporada que al inicio como sucedió en 1990 y 1996 para la Bahía de Banderas y la Isla Socorro, respectivamente (Figs. 19 y 20).

El Coeficiente de Correlación de Spearman no mostró correlación entre la TSM y el IAR, ni entre la TSM y el grado de agrupación, excepto para la temporada 1991 en la Isla Socorro (Cuadros V.7. y V.8.). Esto se puede deber a que la relación entre estas variables no fue directa ya que las variaciones de la TSM se reflejaron unas semanas después en el IAR y el grado de agrupación (Figs. 19 y 20).

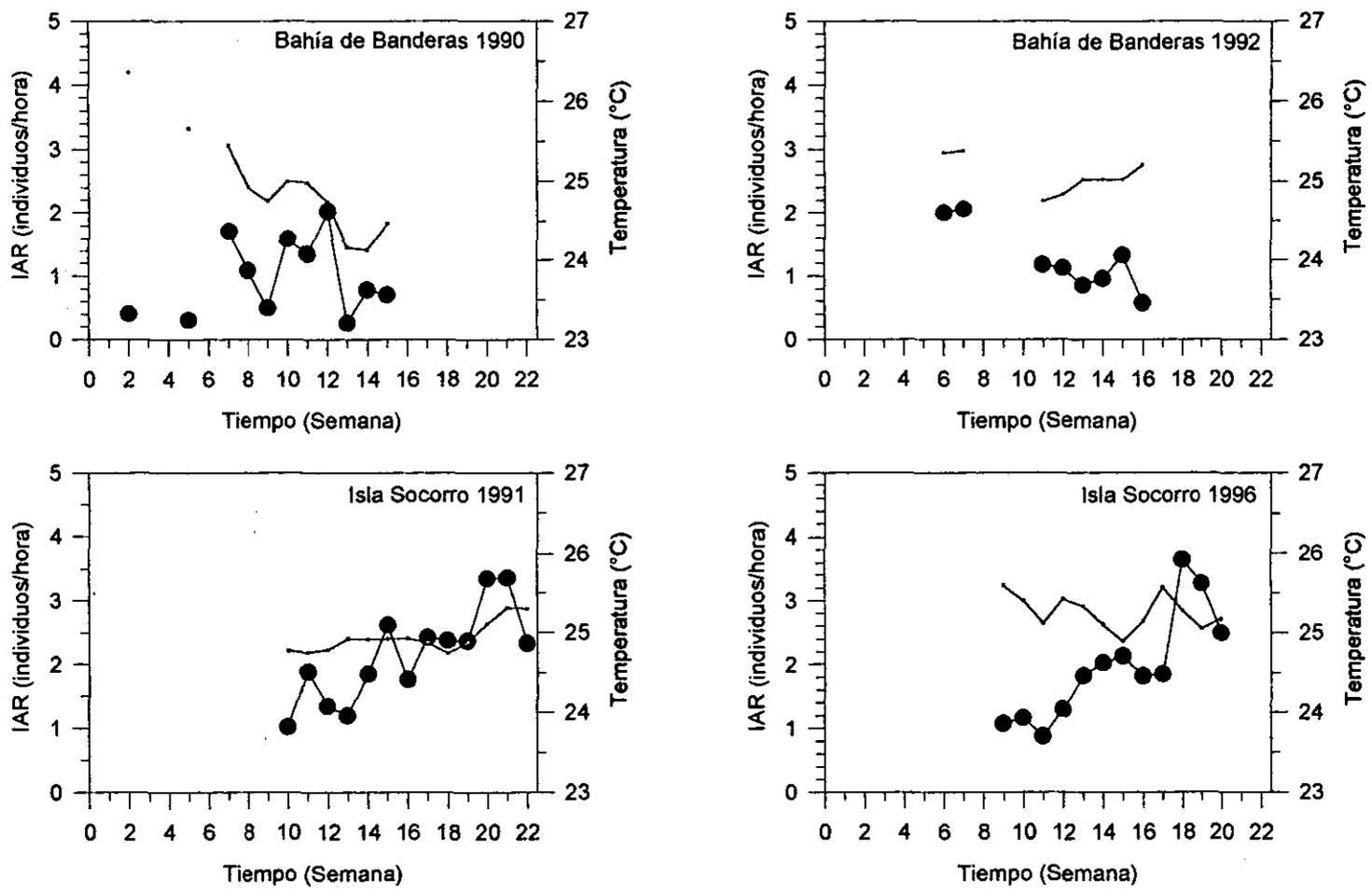


Figura 19. Índice de Abundancia Relativa (individuos/hora) de los rorcuales jorobados con respecto a la temperatura superficial del mar para ambas regiones del Pacífico mexicano.

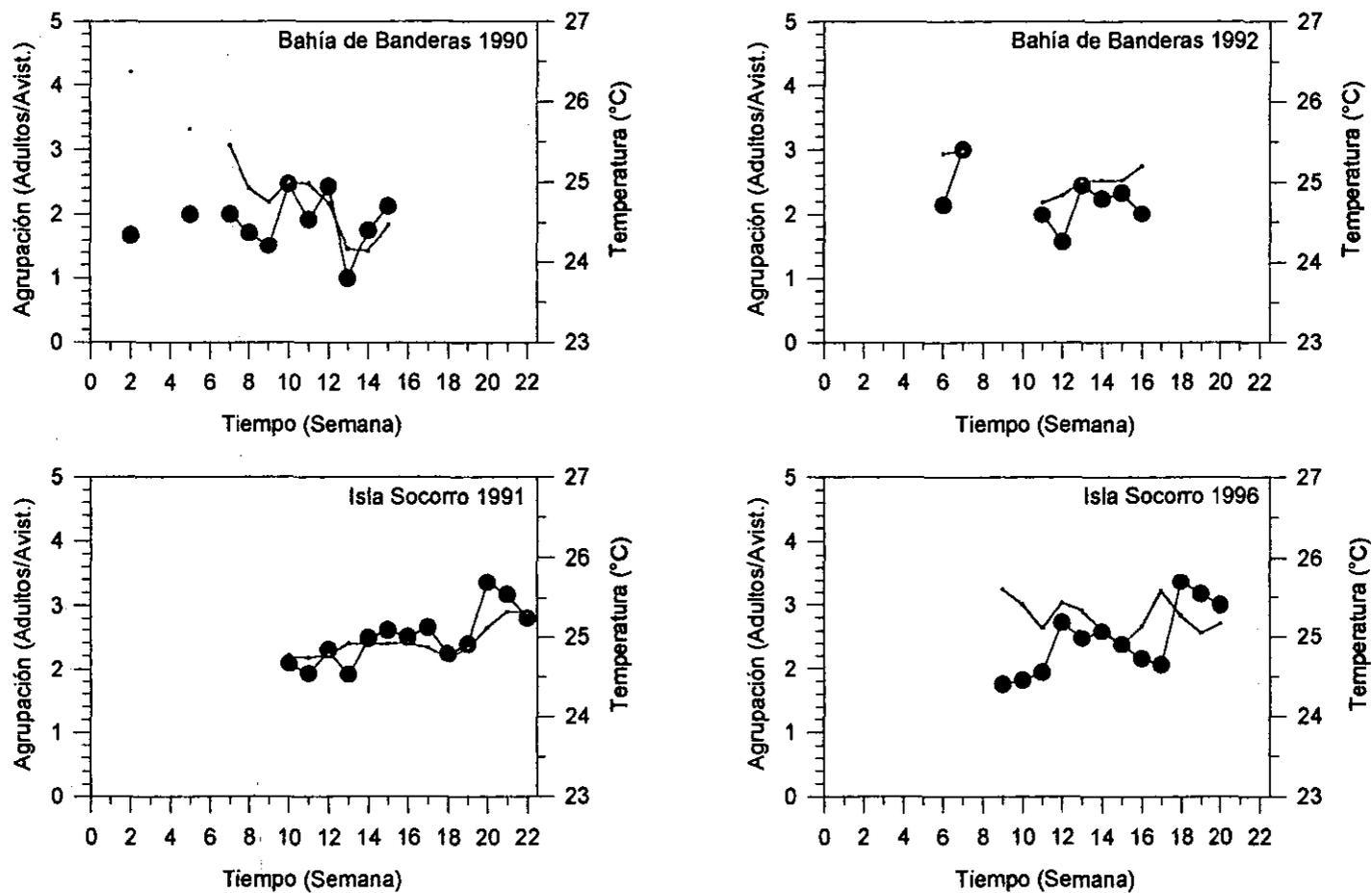


Figura 20. Tamaño promedio de las agrupaciones (Adultos/Avistamiento) de los rorcuales jorobados con respecto a la temperatura superficial del mar para ambas regiones del Pacífico mexicano.

Variación semanal en la ocurrencia de las agrupaciones sociales

Bahía de Banderas

En la Bahía de Banderas la temporada en la que se abarcó un mayor número de semanas fue en la de 1990 y en la Isla Socorro en las de 1991 y 1996. Considerando que durante 1990 y 1996 se presentaron condiciones oceanográficas "normales", es decir, no se presentaron los fenómenos El Niño-La Niña, se tomaron en cuenta éstas temporadas para ejemplificar el perfil temporal habitual de las agrupaciones sociales en cada una de las regiones de estudio.

Para 1990 en la Bahía de Banderas se pudo observar que los solitarios al inicio y finales de enero y principios de febrero incrementaron para descender notoriamente al término de la temporada. Las parejas mostraron sus máximos valores también en enero y aunque después disminuyó su abundancia, durante toda la temporada tuvieron una presencia importante. Los tríos también fueron más numerosos a inicios del mes de enero pero a diferencia de los solitarios y las parejas, disminuyeron drásticamente a mediados de enero y aumentaron a finales de éste mismo mes que es cuando disminuyeron los solitarios y las parejas. Al término de enero y principios de febrero los tríos descendieron y así continuaron hasta el término de la temporada (Fig. 21)

Los cuartetos presentaron una tendencia diferente a los tres grupos anteriores, aumentando desde inicios de enero hasta principios de febrero. Los grupos de competencia mostraron una tendencia similar a los cuartetos con su valor máximo a inicios de febrero (Fig. 21).

Los cantores fueron más numerosos durante enero pero en general estuvieron presentes la mayor parte de la temporada con un leve incremento a principios de febrero (Fig. 21).

De las agrupaciones en las cuales estuvo presente una cría, las parejas de hembra con cría fueron las más numerosas y la tendencia fue a aumentar desde principios de enero hasta alcanzar su mayor abundancia a mediados de febrero, para posteriormente descender a finales de febrero e inicios de marzo. Las hembras con cría acompañadas por una escolta sólo se presentaron al término de enero y principios de febrero y en esta misma fecha no hubo registros de hembras con cría. Las hembras con cría dentro de un grupo de competencia también estuvieron presentes durante una semana pero un mes después que las hembras con cría y escolta, es decir a finales de febrero y principios de marzo, que es la fecha en que disminuyeron las hembras con cría (Fig. 21).

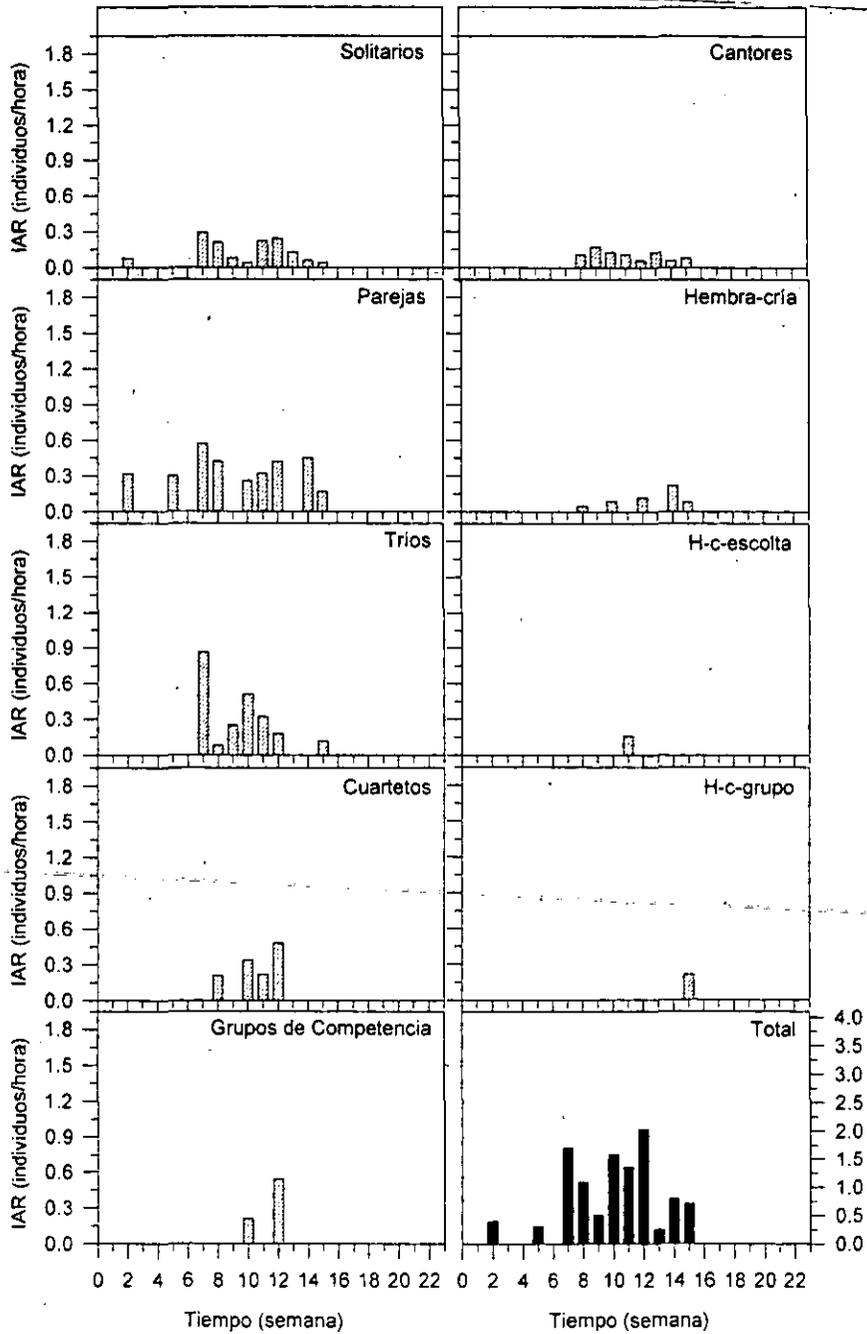


Figura 21. Distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado en la Bahía de Banderas durante la temporada 1990. Las barras grises localizadas arriba de cada columna de las gráficas indican las semanas en las que se aplicó esfuerzo de navegación.

Considerando el conjunto de agrupaciones sociales durante 1990 (Fig. 21), podemos advertir que la presencia de los rorcuales jorobados a finales de noviembre y mediados de diciembre fue poco conspicua y se incrementó de manera considerable al inicio de enero. A partir de este momento el IAR descendió en dos ocasiones; la primera a mediados de enero y la segunda de mediados de febrero a principios de marzo. Un aumento notorio se observó de finales de enero a mediados de febrero. Aunque a partir de principios de febrero la tendencia general fue a disminuir, los valores de abundancia no fueron tan bajos como a finales de noviembre y diciembre. La gráfica muestra animales que se presentaron de manera intermitente en la Bahía de Banderas en diferentes tiempos y que aún durante marzo fue probable encontrarlos en la bahía. Esto último se corroboró con los datos de las temporadas 1992 (Fig. III.3) y 1996 (Fig. III.4) cuando se observaron rorcuales jorobados a principios y finales de marzo.

Isla Socorro

A diferencia de lo que ocurrió en la Bahía de Banderas, en la Isla Socorro fue evidente una tendencia general ascendente desde finales de enero hasta finales de marzo y aun cuando a partir de ésta fecha la presencia de los rorcuales en las inmediaciones de la isla comenzó a descender; los valores durante la última parte de marzo y principios de abril fueron más elevados que los reportados para el inicio de la temporada en enero. Esto podría indicar que los rorcuales jorobados permanecieron en número importante por lo menos hasta principios de mayo (Fig. 22).

Considerando por separado cada una de las agrupaciones sociales para la Isla Socorro durante 1996 se pudo observar que los solitarios fueron uno de los grupos que con menor frecuencia se presentaron en las inmediaciones de la isla y en general aumentaron y disminuyeron cada tercer semana, siendo más abundantes a mediados de marzo. Por el contrario, las parejas mostraron su máxima abundancia al inicio de la temporada durante la primera mitad de enero y a partir de esa fecha disminuyeron para mantenerse más o menos en número constante el resto de la temporada. Los tríos fueron menos abundantes que las parejas pero más que los solitarios y tuvieron una presencia similar tanto a principios de febrero como a finales de marzo e inicios de abril (Fig. 22).

Los cuartetos fueron una de las dos agrupaciones que no estuvieron presentes durante más de cinco semanas diferentes. Su máxima abundancia fue a principios de febrero y el resto de la temporada se mantuvieron en niveles constantes. Los grupos de competencia en cambio tuvieron una presencia muy manifiesta principalmente al término de la temporada. Desde finales

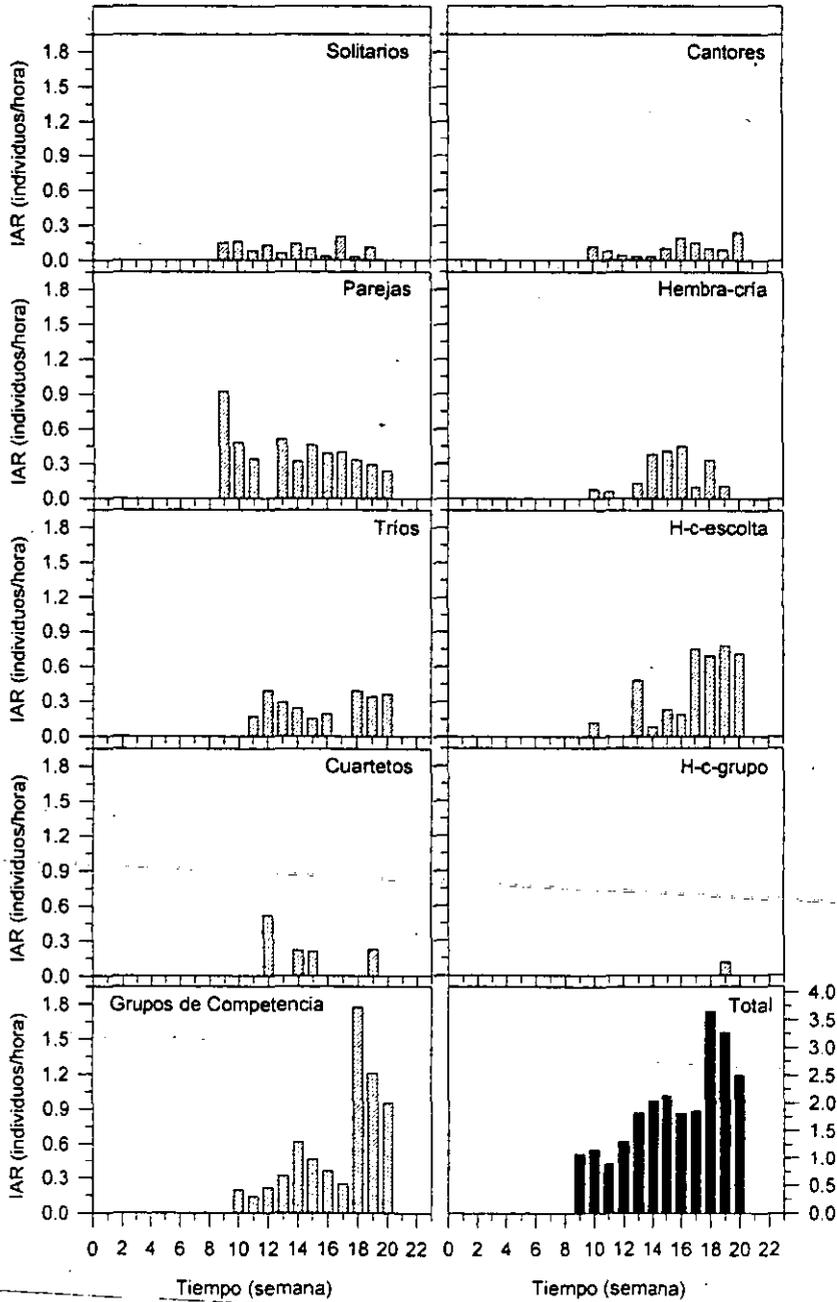


Figura 22. Distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado en la Isla Socorro durante la temporada 1996. Las barras grises localizadas arriba de cada columna de las gráficas indican las semanas en las que se aplicó esfuerzo de navegación.

de enero y hasta la parte final de febrero la abundancia de éste grupo tendió a aumentar para después decaer un poco y nuevamente aumentar notoriamente desde fines de marzo hasta inicios de abril (Fig. 22).

Los cantores estuvieron presentes toda la temporada pero al inicio en niveles muy bajos, los cuales aumentaron conforme avanzó la temporada hasta alcanzar un primer pico la primera mitad de marzo y uno segundo, y más pronunciado, a principios de abril (Fig. 22).

Las hembras con cría fueron más numerosas de la segunda mitad de febrero a la primera quincena de marzo, fecha a partir de la cual disminuyeron para aumentar nuevamente a finales de marzo. Al inicio de la temporada su presencia fue esporádica. Las hembras con cría y escolta fueron la agrupación con cría más numerosa presentando un incremento importante desde finales de enero hasta mediados de febrero. Su abundancia descendió en la misma fecha que aumentaron las hembras con cría pero después alcanzaron sus valores más altos desde la segunda mitad marzo hasta principios de abril, manteniendo durante éstas semanas valores altos y muy similares entre sí. Muy contraria a la situación anterior, las hembras con cría dentro de un grupo de competencia sólo estuvieron presentes durante la semana de finales de marzo y principios de abril y con valores bajos (Fig. 22).

Si se compara la distribución semanal del total de las agrupaciones sociales de la Bahía de Banderas 1990 y la Isla Socorro 1996 con el resto de las temporadas, se observa que corresponden a fragmentos del perfil semanal descrito para 1990 y 1996 y que en cada temporada hubo algunas variaciones que implican el desfase de las semanas donde se presentaron los valores máximos y mínimos del IAR (Figs. III.1 a III.9). Dentro de estas variaciones cabe destacar que en la Bahía de Banderas 1989 la abundancia de rorcuales fue en general mayor que en 1990 y que en la semana 13 (12-18 feb) los valores de IAR fueron completamente contrarios presentándose el valor más alto de IAR de 1989 en ésta semana y el más bajo de 1990.

Tendencias generales en la ocurrencia de las agrupaciones sociales

En ambas regiones hubo variaciones anuales que no se pueden describir fácilmente por la falta de homogeneidad en el esfuerzo de observación por lo que se describen las tendencias generales a partir de la distribución promedio semanal de las agrupaciones sociales. Para visualizar mejor los valores pequeños de IAR se transformaron a escala logarítmica. Aunque para ambas regiones en

la mayor parte de los casos las agrupaciones presentaron un comportamiento errático, fue posible distinguir las siguientes tendencias generales (Fig. 23).

Solitarios

Los solitarios en la Bahía de Banderas presentaron un IAR alto tanto al inicio como al término de la temporada, mientras que en la Isla Socorro aumentó a partir del inicio de la temporada hasta alcanzar su máximo a la mitad para después descender al término de ésta (Fig. 23).

Parejas

En la Bahía de Banderas las parejas presentaron las fluctuaciones más grandes al inicio de la temporada y después permanecieron el resto de las semanas con valores similares de abundancia al igual de como ocurrió en la Isla Socorro en los dos primeros tercios de la temporada. En el último tercio de la temporada en la Isla Socorro se observó un decremento notable de parejas. Estas tendencias fueron contrarias a la presentada por los grupos de competencia, y las agrupaciones con cría y en el caso de la Isla Socorro también a la tendencia de los cantores (Fig. 23).

Tríos

Los tríos mostraron los valores más altos de IAR al inicio y término de la temporada en la Bahía de Banderas mientras que en la Isla Socorro las fluctuaciones fueron mayores y en general fueron más abundantes (Fig. 23).

Cuartetos

Los cuartetos fue una de las agrupaciones que no estuvieron presente en todas las semanas en la Bahía de Banderas a diferencia de lo que ocurrió en la Isla Socorro en donde además, su presencia fue constante en la parte media de la temporada (Fig. 23).

Grupos de Competencia

Los grupos de competencia tampoco estuvieron presentes durante toda la temporada en la Bahía de Banderas y mostraron una tendencia contraria a la de la Isla Socorro. Así, mientras que en la Bahía de Banderas descendieron desde el inicio de la temporada en la Isla Socorro aumentaron, aunque en las dos regiones los valores más altos de IAR se observaron en las últimas semanas de la temporada y el descenso en la Bahía de Banderas se dio en dos momentos diferentes a partir de un valor alto de IAR. La tendencia de esta agrupación en la Isla Socorro fue similar a la presentada por las hembras con cría y las hembras con cría y escolta (Fig. 23).

Cantores

En la Bahía de Banderas los cantores aumentaron a partir del inicio de la temporada, alcanzando su máximo valor de IAR a la mitad y descendiendo a su valor más bajo al término de la temporada. En la Isla Socorro fueron más abundantes y mostraron una tendencia ascendente, sobre todo en la segunda mitad de la temporada (Fig. 23).

Hembras con cría

Las hembras con cría en ambas regiones tendieron a aumentar del inicio al término de la temporada aunque en la Bahía de Banderas los valores de IAR fluctuaron mucho y en la Isla Socorro hubo un descenso importante en la primera parte de la temporada (Fig. 23).

Hembras con cría y escolta

Para las hembras con cría y escolta en la Isla Socorro se observó una tendencia semejante a la de las hembras con cría para esta misma región pero su abundancia fue mayor. En la Bahía de Banderas su presencia fue intermitente y fluctuó mucho de una semana a otra (Fig. 23).

Hembras con cría dentro de un grupo de competencia

Las hembras con cría dentro de un grupo de competencia estuvieron pobremente representadas en la Bahía de Banderas mientras que en la Isla Socorro su presencia fue constante y siempre ascendente desde el inicio hasta el término de la temporada, momento en el cual alcanzaron sus valores máximos de IAR (Fig. 23).

Abundancia global

En general, y de manera similar a la distribución entre temporadas, en la distribución semanal promedio de las agrupaciones sociales se observó una mayor variación en la Bahía de Banderas que en la Isla Socorro. En la primer semana de la temporada (20-26 nov) en la Bahía de Banderas la abundancia de las agrupaciones fue notoria y bajó drásticamente a la siguiente semana para ascender de nuevo cada semana hasta alcanzar un valor similar de IAR al de la primera semana de registros en la sexta semana (25-31 dic) de la temporada. La abundancia de rorcuales en la Bahía de Banderas aumentó de manera exponencial en las primeras seis semanas y después se mantuvo en niveles similares el resto de las semanas. En la Isla Socorro hubo una tendencia ascendente desde el inicio hasta la penúltima semana de la temporada y los rorcuales arribaron de una manera más paulatina y constante con oleadas de animales de tamaño similar (Fig. 23).

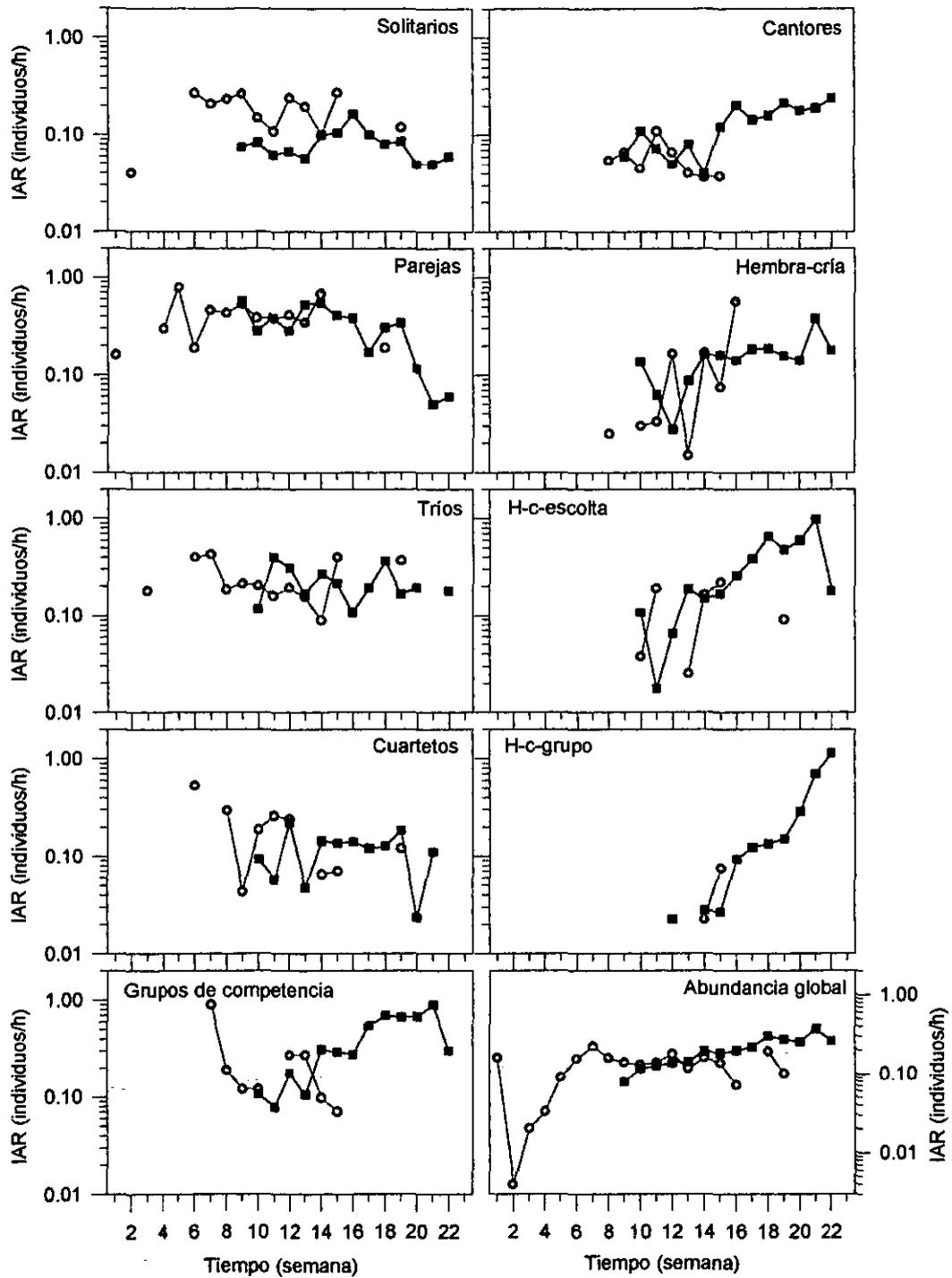


Figura 23. Distribución semanal promedio de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado en ambas regiones, 1989-1996. (Bahía de Banderas ○ e Isla Socorro ■).

Fotoidentificación e Identificación del sexo

Para la Bahía de Banderas se obtuvieron en total 91 muestras de piel (21 de 1990 a 1992; 23 en 1993 y 47 en 1996). De éstas, 64 corresponden a biopsias obtenidas con ballesta y el resto a pedazos de piel descamada recolectada después de conductas como saltos o golpes en el agua realizadas por los rorcuales. Para la Isla Socorro se tiene un total de 91 muestras de piel (26 de 1991 a 1992; 48 en 1995 y 17 en 1996). De este total 59 son biopsias obtenidas con ballesta y el resto pedazos de piel descamada (Anexo IV).

Se obtuvo la identificación del sexo de 62 individuos para la Bahía de Banderas (25 hembras y 37 machos) y de 83 para la Isla Socorro (22 hembras y 61 machos; Cuadro 9).

Cuadro 9. Número total y frecuencia relativa acumulada de hembras y machos por semana para ambas regiones, 1989-1996 (Medrano *et al.*, 1994; Robles, en proceso).

Semana	Bahía de Banderas								Isla Socorro							
	♀	♂	Total	Suma ac.	Suma ac.	f ac.	f ac.	♀	♂	Total	Suma ac.	Suma ac.	f ac.	f ac.		
				♀	♂	♀	♂				♀	♂	♀	♂		
0																
1																
2																
3																
4																
5					0		0.00									
6		2	2		2		0.05									
7		3	3	0	5	0.00	0.14									
8	5	9	14	5	14	0.20	0.38									
9	5	7	12	10	21	0.40	0.57				0	0	0.00	0.00		
10	7	8	15	17	29	0.68	0.78	1	2	3	1	2	0.05	0.03		
11	2		2	19	29	0.76	0.78	1		1	2	2	0.09	0.03		
12	3	2	5	22	31	0.88	0.84	1	3	4	3	5	0.14	0.08		
13	1	1	2	23	32	0.92	0.86		3	3	3	8	0.14	0.13		
14	1	1	2	24	33	0.96	0.89	4	10	14	7	18	0.32	0.30		
15	1	2	3	25	35	1.00	0.95	3	5	8	10	23	0.45	0.38		
16		2	2		37		1.00	3	11	14	13	34	0.59	0.56		
17								1	11	12	14	45	0.64	0.74		
18								2	7	9	16	52	0.73	0.85		
19								6	9	15	22	61	1.00	1.00		
20																
21																
22																
Total	25	37	62					22	61	83						

En el cuadro 10 se presenta la identificación del sexo de 163 individuos que conformaron 120 diferentes agrupaciones sociales para ambas zonas de estudio. Sólo en algunas ocasiones fue posible identificar el sexo de todos los integrantes que conformaban la agrupación. Del total de 17 solitarios, 11 corresponden a machos y el resto a hembras. En siete parejas se identificó el sexo de ambos animales, cinco parejas estuvieron formadas sólo por machos y dos por hembras. En el caso de los tríos dos estuvieron conformados enteramente por machos y en una ocasión por una hembra y dos machos (Cuadro 10).

Ningún cuarteto se pudo muestrear completamente pero hay una predominancia notable de machos ya que 11 individuos, de 14 identificados, corresponden a machos. Los seis animales que integraban un grupo de competencia se identificaron como machos, y al igual que en el caso de los cuartetos, en el resto de los grupos de competencia predominó la presencia de los machos (Cuadro 10).

En el caso de los cantores todos correspondieron a machos al igual que las tres escoltas identificadas que acompañaban a hembras con cría. Se identificó el sexo de 10 crías de las cuales siete corresponden a machos y tres a hembras. En el resto de las agrupaciones sólo se identificó el sexo de algunos de los animales que las conformaban (Cuadro 10).

De las ballenas fotoidentificadas en 1996 en la Bahía de Banderas, y de las cuales se recolectó una biopsia, tres corresponden a animales recapturados. Dos de estos animales se fotografiaron por primera vez en Baja California Sur y uno en la Bahía de Banderas, el cual también se fotografió en la Isla Isabel en 1990 y en la Bahía de Banderas en 1999. En general, los individuos identificados como machos estuvieron presentes en grupos de competencia en las diferentes temporadas y regiones (Cuadro 11).

Cuadro 10. Composición de sexos de agrupaciones sociales de rorcuales jorobados en el Pacífico mexicano, 1990-1996. (- = sin identificación; Medrano *et al.*, 1994; Robles, en proceso).

	Agrupación					Ca	H-c	H-c-e	Total Gpos.
	S	P	T	Cu	GC				
BB 1990		♀ - ♂ -					♀ ♂		3
BB 1991	♂		♂ -- ♂ --		♂ -----			♀ -- -- ♂	6
BB 1992		♀ -	♂ --	♂ ♂ --	♂ ♂ ----		♀ - ♀ - ♀ -	♀ --	9
BB 1993	♂	♂ ♂ ♂ - ♂ - ♂ ♂ ♂ - ♂ -	♀ ♂ - ♀ -- ♂ ♂ ♂	♂ ♂ -- ♂ ♂ -- ♀ ♂ --	♂ ♂ ----		- ♂	- ♂ -	14
BB 1996	♂ ♂ ♂ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ - ♂ - ♂ ♂ ♀ - ♀ -	♀ ♀ ♂ ♂ ♀ - ♀ ♀ ♂ - ♂ ♂ ♂ - ♂ ♂ ♀ - ♀ -	♂ ♂ - ♀ -- ♂ ♂ ♂	♀ ♂ --	♀ ♂ ♂ ♂ - ♂ ♂ ♂ ----		♀ ♀ - ♂		25
IS.1991		♂ - ♀ -				♂ ♂ ♂ ♂	♀ -	- ♀ -	8
IS 1992	♂	♂ -			♂ ---- ♂ ♂ ♂ ---- ♂ ♂ ---- ♀ ♂ ♂ -- ♂ ----			♀ -- ♀ -- - ♂ -	10
IS 1995	♂ ♂ ♂ - ♂	♂ - ♂ - ♂ - ♂ - ♂ - ♀ -	♀ ♂ - ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ -- ♂ -- ♀ --	♂ ---- ♂ ♂ --	♂ ---- ♂ ---- ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ----		- ♂	♀ -- ♂ ♀ ♀ ♀ ♂ ♀ -- -- ♂	29
IS 1996	♀ ♀ ♀ ♂	♂ -	♀ -- ♀ -- ♂ --		♂ ---- ♂ ---- ♂ ---- ♀ ---- ♂ ----	♂		- ♂ - ♀	16
No. Grupos	17	30	16	7	19	5	10	16	120
No. Animales	17	37	25	13	36	5	12	18	163

Cuadro 11. Rorcuales jorobados fotoidentificados en dos regiones y temporadas diferentes de los cuales se identificó el sexo (BB = Bahía de Banderas; SJC = San José del Cabo; II = Isla Isabel; P = Pareja; GC = Gpo. de Competencia entre paréntesis se indica el No. de animales del grupo).

Biopsia	Ballena	Fecha 1as. fotos	Lugar	Gpo.	Fecha recaptura	Lugar	Gpo.	Sexo
MnBB96-05	24-BB96	14 feb 1988	BB	GC	25 feb 1990 12 ene 96	II BB	P GC (7) T	♂
MnBB96-16	2-BB96	28 ene 1995	SJC	GC (5)	12 ene 96	BB	GC (7)	♂
MnBB96-32	46-BB96	19 feb 1994	SJC	GC (5)	22 ene 96	BB	P	♂

Distribución semanal de hembras y machos identificados por análisis de tejido

Puesto que en las primeras temporadas se colectó un número pequeño de biopsias, se decidió graficar el valor acumulado para cada sexo en cada una de las regiones de estudio. De esta forma se pudo observar (Fig. 24) que en la Bahía de Banderas los machos arribaron a partir de la semana 5 (18-24 dic) y las hembras de la semana 7 (1-7 ene). En la Isla Socorro desde la semana 9 (15-21 ene) estuvieron presentes ambos sexos.

En la Bahía de Banderas tanto hembras como machos presentaron una tendencia similar a aumentar desde las semanas en que aparecen por primera vez hasta la última en que se registraron. Una diferencia importante es que los machos predominaron de las semanas 5 a 10 (18 dic-28 ene) y sobrepasaron ligeramente a las hembras en la semana 11 (29 ene-4 feb) mientras que las hembras predominaron de la semana 12 a 15 (5 feb-4 mar). Durante la última semana de registros sólo se identificó la presencia de machos (Fig. 24).

En la Isla Socorro las hembras predominaron en las semanas 11-12 (29 ene-11 feb), y 15-16 (26 feb-11 mar) mientras que los machos predominaron en las semanas 17-18 (12-25 mar). Durante las semanas 9-10 (15-28 ene), 13 (12-18 feb) y 19 (26 mar-1 abr) ambos sexos estuvieron presentes con valores similares (Fig. 24).

Al igual que se describió en la figura 23 en la Bahía de Banderas la presencia de los rorcuales, tanto hembras como machos, ocurrió de manera más súbita que en la Isla Socorro durante la primera mitad de la temporada y los primeros animales que se registraron en la Bahía de Banderas correspondió principalmente a machos.

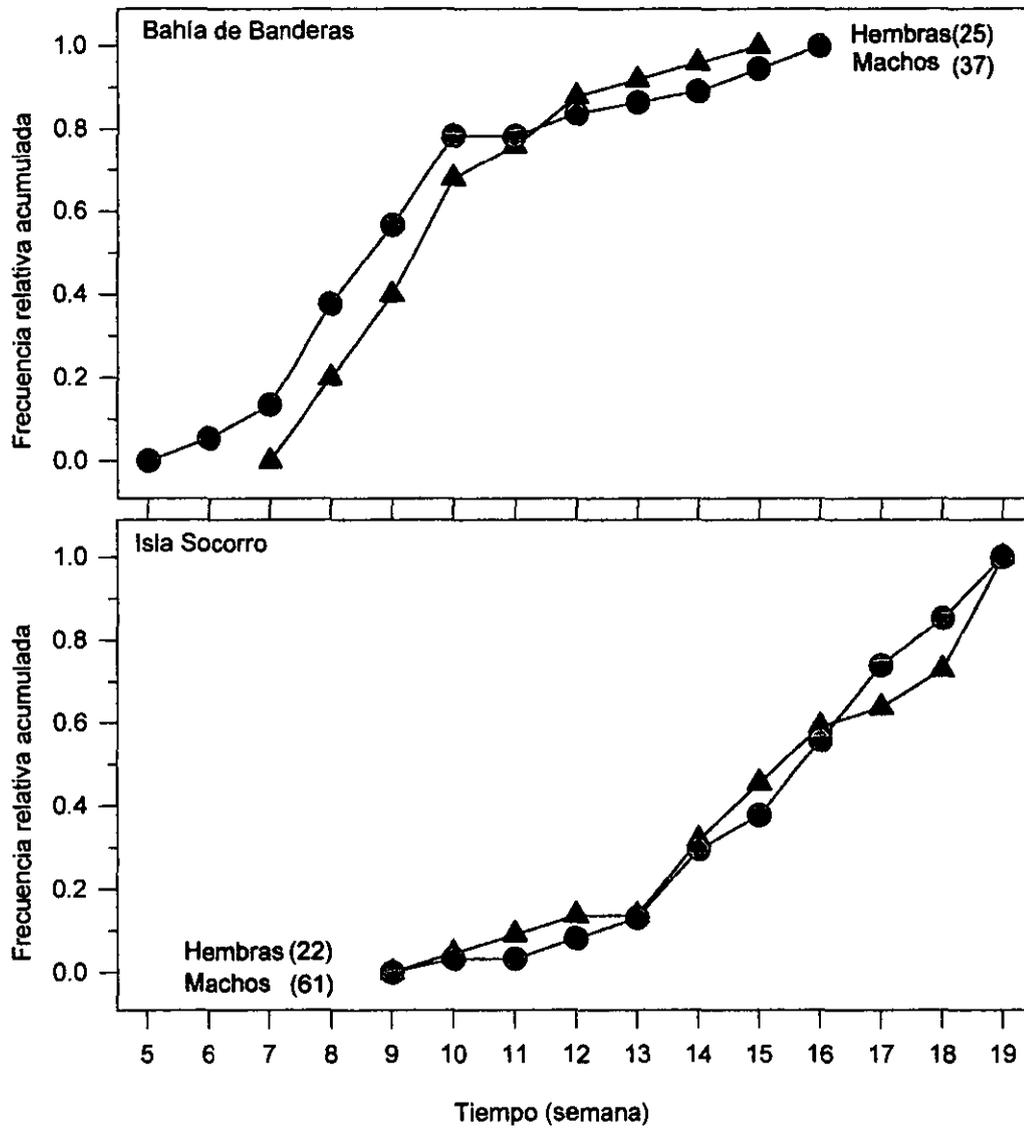


Figura 24. Frecuencia relativa acumulada de hembras (▲) y machos (●) por semana en ambas regiones del Pacífico mexicano (1990-1993, 1996 Bahía de Banderas; 1991-1992, 1995-1996 Isla Socorro)

Distribución semanal de hembras y machos inferida por la ocurrencia de las agrupaciones sociales para cada región

Si se analiza la distribución semanal del IAR de cada sexo para ambas regiones, promediando entre años, se observa que la distribución de las hembras fluctuó menos que la de los machos y presentó valores menores de IAR (Cuadros III.9 y III.10, Figs. 25 a y b).

Total de Hembras

En la Bahía de Banderas el total de hembras estuvo presente desde la segunda semana (27 nov-30 dic) y mostró tres picos de abundancia, uno en la sexta semana (25-31 dic), a partir de la cual aumentó para mantenerse en valores similares hasta la semana 15 (26 feb-4 mar) que correspondió al tercer pico y después de ésta semana descendió a valores parecidos a los del inicio de la temporada. Durante la semana 12 (5-11 feb) se observó el segundo pico y en la semana 19 (26 mar-1 abr) se observó un leve aumento de la abundancia relativa (Fig. 25a).

En la Isla Socorro el total de hembras mostró una tendencia ascendente desde que se manifestó su presencia en la novena semana (15-21 ene) y hasta la semana 22 (16 abr-22 abr). También puede considerarse que hubo tres picos de abundancia, el primero muy tenue se presentó en las semanas 14-15 (19 feb-4 mar), el segundo en la semana 18 (19-25 feb) y el tercero, y más pronunciado, en la semana 21 (9-15 abr). En la última semana (22; 16-22 abr) su tendencia fue a disminuir (Fig. 25b).

Hembras con cría

En la Bahía de Banderas se presentaron en menor abundancia que las Hembras sin cría y sus máximos valores se dieron en las semanas 14 (19-25 feb) y 16 (5-11 mar). Si bien es cierto que su tendencia fue a aumentar de la semana 9 a la 16 (15 ene-11 mar), en las semanas 13 (12-18 feb) y 15 (26 feb-4 mar) hubo un descenso y a partir de la semana 17 (12-18 mar) bajó la abundancia a niveles similares a los del inicio de la temporada (Fig. 25a).

En la Isla Socorro las Hembras con cría presentaron un patrón semejante al del total de hembras y la principal discrepancia se dio entre las semanas 11 y 12 (29 ene-11 feb) durante las cuales hubo valores más bajos con respecto al total de hembras. Por lo anterior puede decirse que las hembras con cría fueron las que contribuyeron en mayor medida a generar el patrón observado en el total de hembras (Fig. 25b).

Hembras sin cría

A diferencia de lo que ocurre en la Isla Socorro las hembras sin cría en la Bahía de Banderas fueron las que de manera más importante generaron el patrón total de hembras. El

patrón que mostraron las hembras sin cría incluso se sobrepuso al del total de hembras durante las semanas 2 a 9 (27 nov-21 ene) y la diferencia más notoria correspondió a la semana 13 (12-18 feb)-durante la cual aumentó la abundancia de las hembras sin cría y disminuyó el total de hembras, que correspondió en esa misma semana a una disminución de las hembras con cría. En el transcurso de las últimas semanas de la temporada los valores de las hembras sin cría y el del total de hembras se sobrepusieron nuevamente (semanas 17 a 19; 12 mar-1 abr; Fig. 25a).

En las hembras sin cría de la Isla Socorro se advierten pequeñas fluctuaciones en el transcurso de la temporada y una tendencia contraria a la de las hembras con cría. Lo anterior significa que son las que más se alejaron del patrón del total de las hembras (Fig. 25b).

Machos

Como ya se mencionó anteriormente, en ambas regiones predominó la abundancia de los machos sobre la de las hembras y los picos de abundancia fueron más conspicuos que en las hembras.

En la Bahía de Banderas estuvieron presentes desde la segunda semana (27 nov-3 dic), disminuyendo un poco en la cuarta (11-17 dic) y aumentando de manera importante en la sexta y séptima semana (25 dec-7 ene). A partir de ésta fecha se registraron otros tres aumentos en la abundancia, el primero de éstos ocurrió en las semanas 12-13 (5-18 feb), el segundo en la semana 15 (26 feb-4 mar), y el tercero en la semana 19 (26 mar-1 abr). Aunque su abundancia descendió en las semanas 10 (22-28 ene) y 14 (19-25 feb) ésta disminución no fue tan drástica como la registrada en las semanas 17-18 (12-25 mar; Fig. 25a).

En lo que respecta a la Isla Socorro, los machos manifestaron una tendencia muy marcada a aumentar desde el inicio de la temporada en la semana 9 (15-21 ene). Al igual que en la Bahía de Banderas hubo cuatro aumentos importantes en la abundancia de los machos en el transcurso de la temporada. El primero ocurrió en la semana 12 (5-11 feb), el segundo en las semanas 14-15 (19 feb-4 mar), el tercero en la semana 18 (19-25 mar) y el cuarto durante las semanas 20-21 (2-15 abr). Destaca el hecho de que cada aumento en la abundancia superó el valor del anterior hasta alcanzar el máximo en la parte final de la temporada para descender en la última semana (Fig. 25b).

Si ahora se comparan la figura 25 (a y b) con la 24 para el caso de la Bahía de Banderas se observa que la presencia de los machos fue más numerosa de lo que se reportó en la gráfica de frecuencia relativa y se distinguen mejor los aumentos de los machos en la segunda mitad de la temporada. En la Isla Socorro se percibe mejor que conforme avanzó la temporada fue más alta la abundancia de machos.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

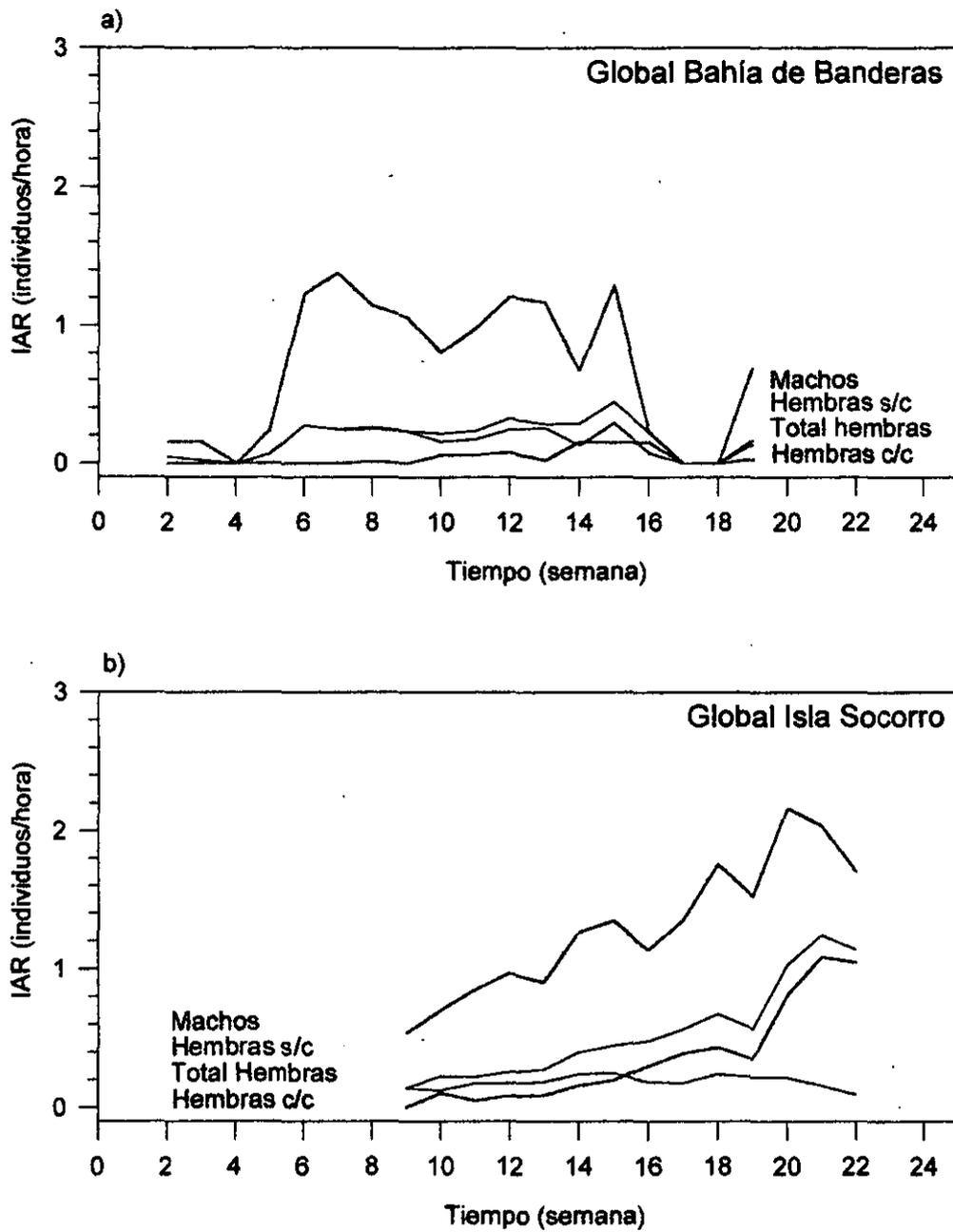


Figura 25. Abundancia Relativa global de hembras y machos para la Bahía de Banderas y la Isla Socorro.

En las figuras 26 y 27 se presenta la abundancia relativa semanal de cada sexo para cada temporada y región y se puede observar que en general la tendencia de hembras y machos se ajusta a la mostrada en la figura 25 (a y b) donde se presentan los valores globales de IAR para todas las temporadas. Las diferencias más importantes corresponden a desfases en una o más semanas de los picos de abundancia de cada uno de los sexos.

Para comparar las diferencias entre temporadas, se tomó nuevamente como referencia la temporada 1990 para la Bahía de Banderas y la 1996 para la Isla Socorro, ya que como se mencionó en una sección anterior pueden considerarse como representativas de cada región al presentarse durante esos años condiciones oceanográficas "normales".

En la Bahía de Banderas la diferencia más notoria se dio en la semana 10 de 1992 durante la cual disminuyeron las hembras, con y sin cría, en comparación al resto de las temporadas (Cuadro III.9, Fig. 26).

En la Isla Socorro la diferencia más marcada también se dio entre las hembras pero en este caso es durante la semana 19 de la temporada 1991 en la que disminuyó el total de hembras (Cuadro III.10, Fig. 27).

Si bien es cierto que la distribución general de hembras y machos se ajusta a la mostrada en la figura 25, en las figuras 26 y 27 se observa que cada año es diferente e irrepetible.

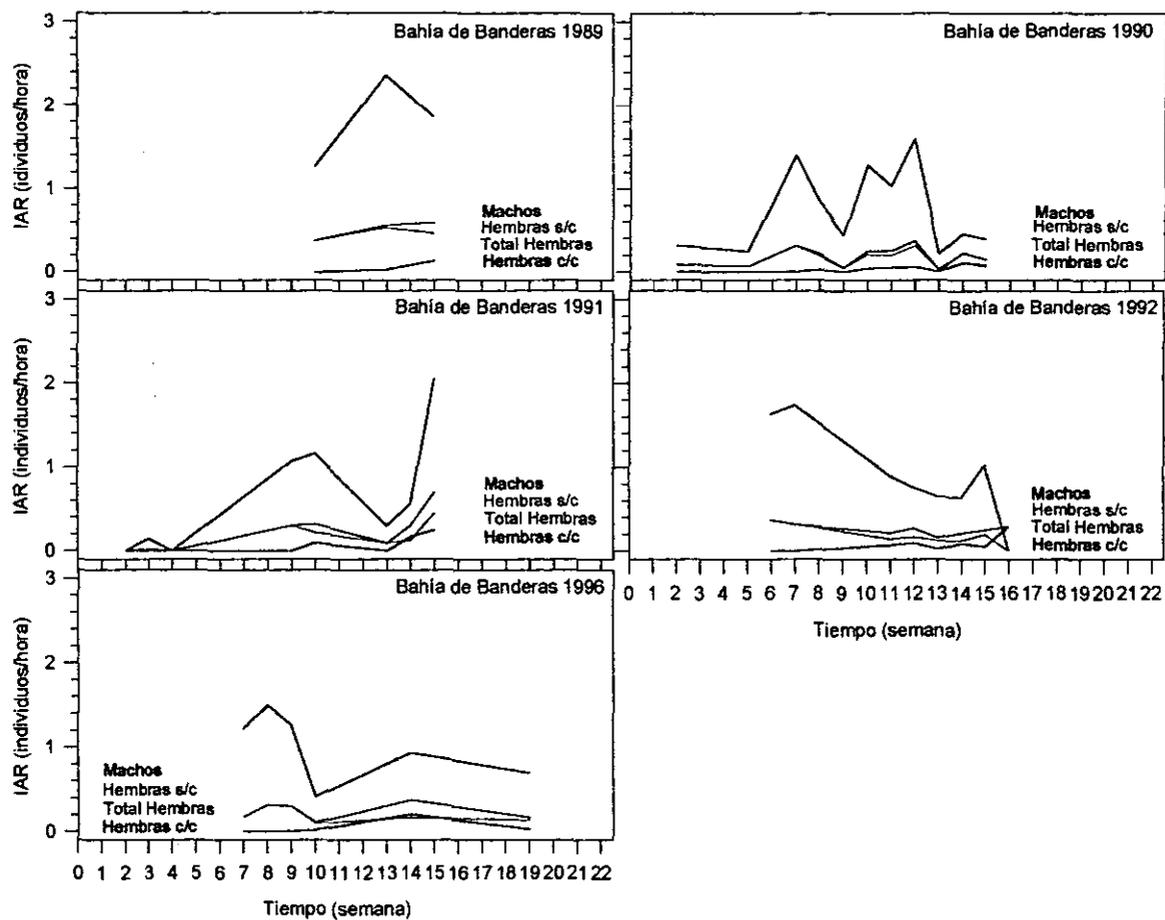


Figura 26. Abundancia relativa de hembras y machos para cada temporada en la Bahía de Banderas.

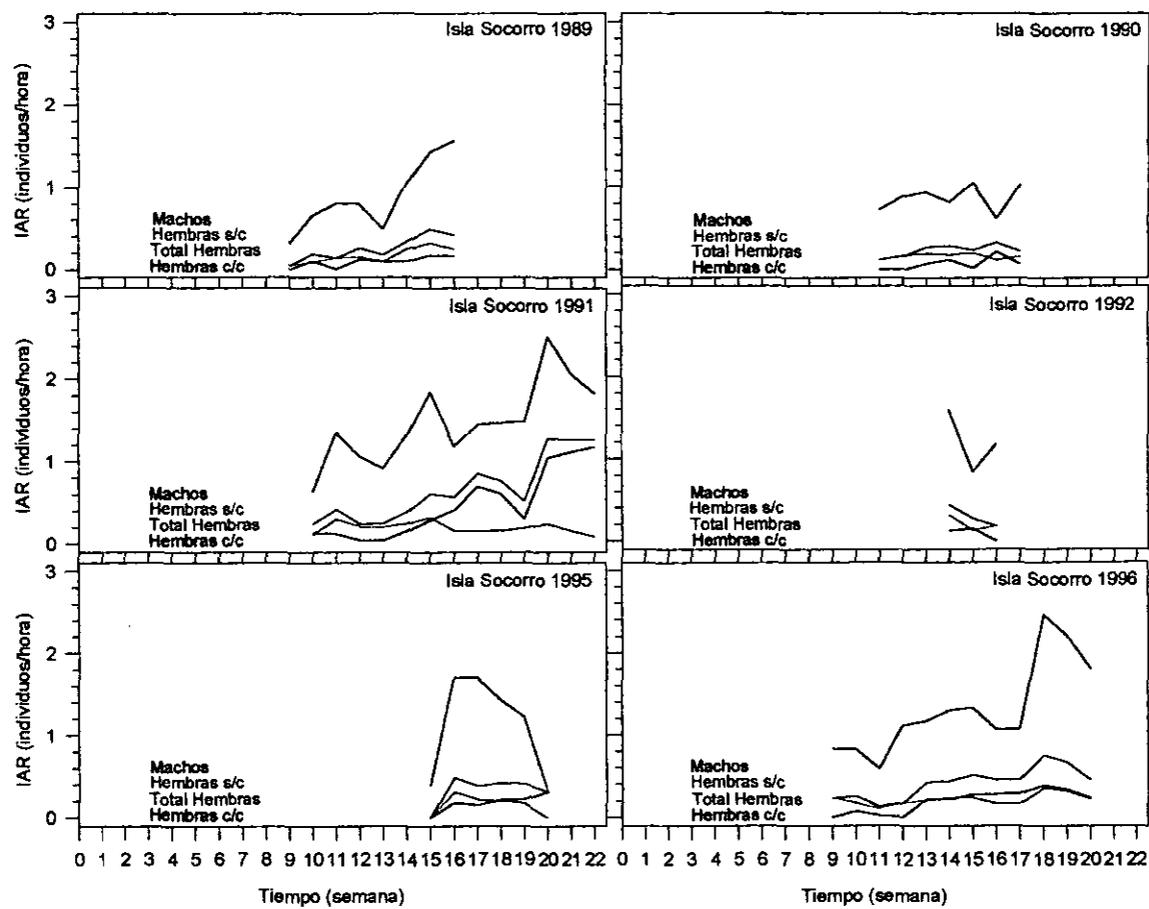


Figura 27. Abundancia relativa de hembras y machos para cada temporada en la Isla Socorro.

DISCUSIÓN

Abundancia anual por región y su relación con la temperatura superficial del mar

En general hubo una mayor abundancia relativa de rorcuales para la Isla Socorro (IAR = 1.73 individuos/hora) que para la Bahía de Banderas (IAR = 1.34 individuos/hora; Cuadros 7 y 8). El IAR mostró cambios asociados a las variaciones en la temperatura superficial del mar (TSM) y estos cambios fueron más notorios para la Bahía de Banderas que para la Isla Socorro. El mayor IAR para la Bahía de Banderas correspondió al evento La Niña de 1989 y el más bajo a un período cálido débil (ene-feb-mar) en 1991 (Cuadro 2).

Ladrón de Guevara (1995) reportó un notable aumento de rorcuales jorobados en la Bahía de Banderas durante 1989, mismo año en que se registró un decremento importante en Los Cabos (Urbán *et al.*, 1990; Salinas-Vargas y Urbán, 1993). El hecho de que durante la temporada 1989 (TSM = 22.5°C; Cuadro 6) se haya registrado el IAR más alto para la Bahía de Banderas, indica que los rorcuales que se distribuyeron en las aguas adyacentes a la zona de Los Cabos se desplazaron más al sur en respuesta a una menor temperatura en esa región (TSM = 20.24° C; Ladrón de Guevara, 1995; Salinas-Vargas, 2000).

En la Isla Socorro el mayor IAR se registró durante 1991 cuando la temperatura fue cercana de 25°C, al igual que en 1995 y 1996, cuando el valor de IAR fue cercano a 2 (Cuadro 6). Sin embargo, en 1998 (temporada en la que hubo un evento El Niño) se registró el valor más bajo de IAR cuando la temperatura rebasó ligeramente los 25° C.

Si se considera la TSM = 25° C como el valor donde el IAR es más elevado, se observa que los rorcuales jorobados fueron más sensibles a TSM > 25° C y que toleran mejor TSM < 25°C (Figs. 16 y 17).

En la Bahía de Banderas aun cuando hubo una mayor variación de la TSM el IAR se mantuvo en valores similares. Esto se puede deber al desplazamiento de rorcuales de la zona de Los Cabos hacia la Bahía de Banderas e incluso desde otras zonas como la Isla Isabel en Nayarit pues hay una especie de corredor a través del cual las ballenas se desplazan desde Los Cabos hasta la Bahía de Banderas e incluso más al sur, principalmente en aguas restringidas a la plataforma continental. Las variaciones contrarias del IAR entre la Bahía de Banderas y Los Cabos corrobora esta idea y esto fue muy notorio durante el evento La Niña de 1989. Si bien es cierto

que Los Cabos es un área de reproducción y crianza importante (Salinas-Vargas, 2000), también es una zona de tránsito (Ladrón de Guevara, 1995; Urbán *et al.*, 2000a) en la cual hay un gran movimiento de rorcuales que, desde sus zonas de alimentación en California Central, pasan y/o permanecen en Los Cabos hacia la Bahía de Banderas e incluso hasta Costa Rica (Calambokidis *et al.*, 2000; Urbán *et al.*, 2000a). Las características genéticas de los rorcuales jorobados de esta región apoyan lo anterior, ya que hay una falta de heterocigotos, lo que implica la existencia de poblaciones diferentes (Baker *et al.*, 1998).

Con base en los datos de fotoidentificación de 16 ballenas jorobadas en dos áreas de reproducción diferentes en una misma temporada reproductiva Ladrón de Guevara *et al.* (1996) proponen que esta especie migra de norte a sur alejada de la costa, y arriba primero a la Bahía de Banderas para después retornar al norte desplazándose a lo largo de aguas costeras y someras. Esto contribuiría con una continua presencia de animales en la Bahía de Banderas con tiempos de estancia variables.

En la Isla Socorro los rorcuales jorobados parecieron ser más sensibles a pequeños cambios en la TSM pues como se ha indicado en la sección de resultados, cuando la TSM fue menor a los 24.5° C ó mayor a los 25.3° C el IAR disminuyó considerablemente (Fig. 16). Esta agregación invernal mantiene un intercambio menor con la Bahía de Banderas y Los Cabos de lo que sucede entre la Bahía de Banderas y Los Cabos (Ladrón de Guevara *et al.*, 1993; Ladrón de Guevara, 1995; Medrano *et al.*, 1995; Urbán *et al.*, 1999a) y aunque hay un desplazamiento importante de rorcuales entre la Isla Socorro y la Isla Clarión (Salinas-Zacarías *et al.*, 1993; Falcone, 1999; Jacobsen *et al.*, 2000), la mayoría de los rorcuales parecen permanecer gran parte de la temporada en las aguas adyacentes a una de las dos islas. Considerando que la plataforma continental del Archipiélago de Revillagigedo es muy estrecha, dado su origen volcánico y que los rorcuales jorobados se asocian a aguas someras sobre la plataforma continental, es de esperarse una mayor densidad de animales en la Isla Socorro (IAR = 1.73) que en la zona de la Bahía de Banderas (IAR = 1.34) y Los Cabos donde la plataforma es más amplia. Los animales que preferentemente se distribuyen en la Isla Socorro están expuestos a cambios menos bruscos de la TSM, a diferencia de los que experimentan los rorcuales de la Bahía de Banderas y Los Cabos, y probablemente por eso sean más sensibles a estos cambios. El que los rorcuales se muevan menos entre las islas del Archipiélago Revillagigedo que a lo largo de la costa occidental de México también puede estar en relación con el hecho de que disminuye la probabilidad de encontrar otros individuos de la misma especie entre una isla y otra, lo que no ocurre si se desplazan a lo largo del corredor de distribución entre la Bahía de Banderas y Los Cabos. En

términos de balance de uso de energía y posibilidades de apareamiento, es de esperarse que las ballenas se mantengan por periodos más prolongados alrededor de la Isla Socorro en lugar de moverse a las otras islas del archipiélago ya que la probabilidad de formar parejas o grupos con individuos de su especie es menor en comparación con los animales que se mueven entre la Bahía de Banderas y Los Cabos (Salinas-Zacarias *et al.*, 1993; Ladrón de Guevara, 1995).

De acuerdo con los datos de la TSM y el IAR de cada clase de sexo y estado reproductivo (Fig. 17) para la Bahía de Banderas, los animales que mayores desplazamientos realizaron fueron los machos y las hembras sin cría, mientras que para la Isla Socorro los machos y las hembras con cría se movieron más y esto pudo estar relacionado con la competencia entre machos por el acceso a las hembras que entran en estro postparto.

El movimiento de las ballenas hacia el sur o la permanencia en aguas norteñas de acuerdo a la manifestación de eventos El Niño-La Niña en el área invernal mexicana de su distribución ha sido también reportada para la ballena gris. En enero y febrero de 1989 se registró la presencia inusual de ballenas grises en la Bahía de Banderas y se consideró que esto ocurrió en respuesta a las bajas temperaturas registradas esa temporada (19° C) en comparación a las registradas en otros inviernos (23° - 24° C) en la bahía (Álvarez *et al.*, 1989). Por su parte, Urbán y Balcomb (1989) y Urbán *et al.* (1990) también informaron que la distribución de la ballena gris fue anómala en 1989 ya que se presentó un desplazamiento más al sur de lo registrado en años anteriores lo cual trajo como consecuencia un mayor número de éstas ballenas en las aguas adyacentes a San José del Cabo, B.C.S., lo que pudo haber afectado la distribución de las ballenas jorobadas que fueron relativamente escasas en el área de Los Cabos. Para la costa occidental de la Península de Baja California, Urbán, *et al.* (1999a, 2000a) mencionan que durante La Niña 1998-1999 las ballenas grises se observaron con más frecuencia hacia latitudes más sureñas y lo opuesto ocurrió durante El Niño 1997-1998.

En resumen, durante años fríos, y particularmente cuando se manifiesta un evento La Niña, la Corriente de California se desplaza más al sur de lo que comúnmente ocurre y esto influye de manera directa en la distribución de los misticetos. En la Isla Socorro la menor variación de la TSM contribuye a que un menor número de individuos se muevan hacia otras zonas. La influencia de la Corriente Costera de Costa Rica y la Corriente de California en la Bahía de Banderas contribuye a la variación de la TSM, así como la forma y tamaño de la bahía. En Los Cabos la Corriente de California es la que mayor influencia ejerce en la región, como lo constatan las bajas temperaturas registradas durante el invierno. En la Isla Socorro la influencia de estas corrientes es más discreta. Lluch-Cota *et al.* (1994) señalan que fenómenos como El Niño-Oscilación del Sur no parecen tener

un efecto marcado en las inmediaciones de la Isla Socorro. Sin embargo, durante el evento El Niño de 1998, Jacobsen *et al.* (2000) reportaron un menor número de avistamientos de rorcuales jorobados, así como una disminución en sus tiempos de permanencia en las inmediaciones de la Isla Socorro con respecto a los años de 1996 y 1997.

Durante el periodo 1991 a 1995 se estableció un periodo de El Niño, que no fue tan intenso como el de 1982-83 (Magaña, 1999). Los efectos de El Niño fueron evidentes en la Corriente de California a finales de 1991 y principios de 1992 durante el cual se elevó la temperatura superficial del mar. El evento de 1991-1992 fue corto e inició y terminó abruptamente. Sin embargo, la TSM permaneció anormalmente alta en gran parte de la Corriente de California durante 1992. Las condiciones de El Niño se presentaron nuevamente en la Corriente de California a finales de 1992 y principios de 1993 (Hayward, 1993). Durante 1992 y 1993 la zona costera este del Pacífico norte experimentó un calentamiento del agua (1° - 2° C) por periodos amplios (Lynn *et al.*, 1995).

Estos hechos pueden explicar la presencia de aguas cálidas y la similitud de valores del IAR y de la TSM para esos años en el Pacífico mexicano, principalmente para la Bahía de Banderas (Cuadro 6).

Frecuencia y distribución anual de las agrupaciones sociales

En ambas regiones predominaron las parejas sobre el resto de las agrupaciones (Cuadros III.1 y III.2). Esto se relaciona con el hecho de que esta agrupación es una de las más estables (Falcone, 1999) y dada la gran dinámica entre la formación y desintegración de las agrupaciones la probabilidad de formar una pareja es muy alta. Salinas-Vargas y Urbán (1993) también reportan a las parejas como la clase de grupo observada con más frecuencia en Los Cabos.

En la Isla Socorro los grupos de competencia fueron más grandes que en la Bahía de Banderas (Cuadros III.7 y III.8) por lo que la competencia por el acceso a las hembras en estro fue más intensa.

El que haya habido un gran movimiento de animales entre la Bahía de Banderas y Los Cabos puede contribuir a disminuir el número de animales entre las agrupaciones y por lo tanto a aliviar la competencia entre machos, mientras que en la Isla Socorro el aumento de la densidad de rorcuales se reflejó en el incremento del tamaño de los grupos, lo cual fue más notorio conforme avanzó la temporada.

Dado lo irregular del esfuerzo en el registro de los cantores entre las diferentes temporadas en la Bahía de Banderas la comparación con la Isla Socorro se hará a nivel semanal en una sección más adelante.

La mayor parte de las variaciones anuales en la ocurrencia de las agrupaciones no mostró ningún patrón temporal y en general fueron pequeñas. Llama la atención lo siguiente: 1) Una frecuencia alta de parejas en la Bahía de Banderas en 1989 a la cual puede atribuirse la alta abundancia observada en esta zona y año (Cuadros 7 y 8, Fig. 18); 2) En la Isla Socorro hay un aumento consistente de los grupos de competencia de las hembras con cría y escolta. Esto puede indicar un incremento en la actividad de competencia que por el momento no puede explicarse; 3) En la Bahía de Banderas durante 1989 las hembras con cría y escolta fueron las más abundantes en 1989 seguidas de la temporada 1991. A diferencia de 1989 en 1991 la temperatura del mar fue cálida y el hecho de que en 1989 haya habido un valor similar al de 1991 nuevamente indica que las hembras parturientas de otras zonas arribaron a la Bahía de Banderas a parir (Fig. 18).

Algo interesante es que en la Isla Socorro hubo un mayor número de avistamientos de hembras con cría que en Los Cabos y la Bahía de Banderas, pero estos valores variaron cada temporada y pudieron reflejar ciclos en el nacimiento de las crías. Para la Isla Socorro Jacobsen *et al.* (2000) identificaron durante la temporada invernal 2000 el triple de hembras con cría que las identificadas durante El Niño de 1998 y el doble que durante La Niña de 1999. La explicación que proponen a estas diferencias es que durante 1998 hubo una baja tasa de preñez como consecuencia de la deficiente condición nutricional de las hembras debida a El Niño. Durante La Niña de 1999 la tasa de concepción aumentó lo cual se reflejó en el incremento de la tasa de nacimientos durante el 2000.

Las diferencias entre el número de avistamientos de hembras con cría en las diferentes regiones del Pacífico mexicano también pudieron ser un reflejo de la baja perturbación humana en Revillagigedo, en contraste con las regiones de Los Cabos y la Bahía de Banderas donde hay grandes desarrollos turísticos y gran actividad pesquera que continúan en aumento (Villaseñor y Heredia, 1993). Además, en los últimos años se ha incrementado considerablemente, y de forma muy desorganizada, la observación de ballenas por turistas (whale watching), sobre todo en la Bahía de Banderas, (Ávila, 1998; Ávila y Saad, 1998) lo que probablemente ha modificado en parte los hábitos y distribución invernales de los rorcuales.

Villavicencio (2000) menciona que la perturbación antropogénica en la Bahía de Banderas afecta a las ballenas jorobadas en dependencia de las actividades que éstas realizan. Al comparar la conducta y el patrón de ventilación de los rorcuales de la Bahía de Banderas y de la Isla

Socorro, encontró que los cantores y las hembras con cría fueron más sensibles a las actividades humanas y que las hembras con cría de la Bahía de Banderas tienen una tasa ventilatoria considerablemente menor que puede ser, al menos, un signo de estrés continuo. Para la zona de Los Cabos, Ramírez (1995) reporta que las embarcaciones afectan más el comportamiento de las agrupaciones pequeñas que el de las conformadas por un mayor número de animales y que las alteraciones más evidentes son en la conducta respiratoria (disminución de los tiempos de buceo).

Perfil semanal de abundancia, agrupación y temperatura superficial del mar

Conforme avanzó la temporada de estancia invernal de los rorcuales el tamaño promedio de las agrupaciones aumentó en correspondencia con los incrementos en el IAR y la TSM. Cuando la TSM fue mayor a los 25° C, al inicio de la temporada, el IAR disminuyó y en consecuencia también el grado de agregación. Algunos desfasamientos entre la TSM y el IAR y agregación también se observaron cuando la temperatura fue mayor a los 25° C. Por otra parte, cuando la TSM fue menor de 25° C los perfiles del IAR y agregación variaron en forma paralela al de la TSM (Figs. 18 y 20).

Teniendo en cuenta que los aumentos más notorios en el grado de agrupación se dieron cuando la TSM fue de 25° a 25.5° C (Fig. 20), puede considerarse que los grupos de hembra con cría jugaron un papel importante, y no tanto porque aumentaron súbitamente, sino porque alrededor de esas hembras con cría hubo un grupo de machos que compitieron por el acceso a las hembras una vez que entraron en estro postparto. Esto incrementó el tamaño de los grupos al disminuir la probabilidad de encontrar una hembra no parturienta al final de la temporada ya que las últimas en partir a las zonas de alimentación fueron precisamente las hembras con cría. Salas (1993) también reporta, tanto para la Bahía de Banderas como para la Isla Socorro, que conforme avanza la temporada los grupos de competencia sin cría disminuyen mientras que los grupos de competencia con ballenatos aumentan a lo largo del tiempo y esto lo atribuye a que los grupos de competencia primero fijan su atención a las hembras que no parieron ese año y después a las que si lo hicieron.

El hecho de que aún con la TSM cercana a los 25° C haya habido descensos en el grado de agrupación y de que, en general, no haya correlación entre la TSM y el IAR (Cuadros V.7 y V.8) implica que la TSM fue sólo uno de los factores que afectaron la abundancia y el tamaño de los grupos y que esto probablemente obedeció también a una dinámica de interacción de los animales

de diferente sexo y estado reproductivo (Medrano *et al.*, 2000), así como a otros factores que influyen en el ciclo migratorio de los rorcuales como puede ser el estado nutricional de las ballenas.

En diversos trabajos se ha indicado que la TSM de 25° C es la preferida para el nacimiento de las crías de ballena jorobada (Dawbin, 1966; Lockyer y Brown, 1981). Tanto en la Bahía de Banderas como en la Isla Socorro se registró una mayor densidad de rorcuales cuando la TSM fue cercana a los 25° C. Para Los Cabos, Salinas-Vargas (2000) encontró que el número de avistamientos de hembras con cría aumentó significativamente de 1989 a 1993 conforme la TSM en esta región también aumentó de 20.6° C en 1989 a 23.4° C en 1996.

Los rorcuales jorobados se alimentan esporádicamente en las zonas invernales de reproducción lo que sugiere que los cambios de TSM e IAR no están estrechamente vinculados a cambios en la disposición del alimento en las latitudes bajas. A diferencia de cómo se ha reportado para otras especies, como por ejemplo el cachalote en Las Galápagos donde se ha observado que las hembras presentan tasas bajas de concepción después de periodos prolongados con temperatura del mar elevada probablemente como una respuesta a la disminución del forrajeo durante las condiciones de El Niño (Whitehead, 1996). Para la ballena franca se ha encontrado que la temperatura superficial del mar y la batimetría juegan un papel importante en los patrones de distribución de la ballena en las zonas de alimentación del Atlántico norte (Brown y Winn, 1989; Moses, 1995). También la ballena minke presenta cambios en su distribución e índices de abundancia asociados a cambios en las condiciones oceanográficas y temperatura del mar en las áreas de alimentación del Mar de Wedell y Mar de Ross, en la Antártica (Naganobu, *et al.*, 1996; Kasamatsu y Kimura, 1998). Por otra parte, durante el fenómeno El Niño de 1982-1983 Ramírez (1986) reportó, para la zona norte de Perú, cambios importantes en la dieta del rorcual tropical y un 50% de animales con estómagos vacíos en comparación con el año de 1981 cuando el porcentaje fue de sólo 7.4.

Los cambios en la TSM afectan la migración de los rorcuales jorobados, ya sea por sus efectos en la distribución y disponibilidad del alimento durante el verano o por sus efectos en la distribución de los rorcuales durante la época de reproducción. Este último aspecto es el que se observó durante el invierno en el Pacífico mexicano, sobre todo a una escala anual más que semanal. El aislamiento térmico y energética de las crías ejerce una influencia importante en el ciclo migratorio de las ballenas (Brodie, 1977; Dawbin, 1966) al desplazarse las hembras preñadas hacia aguas someras y cálidas para parir. Estas hembras a su vez influyen en la distribución del resto de las agrupaciones sociales y principalmente de los machos maduros sexualmente.

Variación semanal y tendencias generales en la ocurrencia de las agrupaciones sociales

En general, para ambas regiones se observa que los animales tuvieron una participación activa en las distintas agrupaciones sociales y que la formación y desintegración de las diferentes agrupaciones fue muy dinámica (Figs. 21 y 22)

En lo referente a los cantores, su presencia en la primera mitad de la temporada pudo estar relacionada con el hecho de atraer la atención de las hembras receptivas no parturientas. El que en la Isla Socorro haya habido un incremento de cantores en la segunda mitad de la temporada posiblemente tuvo que ver con que en esta zona hubo más hembras en estro postparto en comparación con la Bahía de Banderas (Juárez, en proceso; Figs. 21 y 22).

En la Isla Socorro, la temporada o terminó de manera súbita a finales de abril o los rorcuales abandonaron la isla paulatinamente abarcando hasta mayo. La última propuesta es la más probable ya que durante la temporada 1991 (Fig. III.7) se observó una disminución importante en el valor de IAR, entre el 16 y 22 de abril (semana 22), además de que hay reportes de avistamientos de rorcuales en la primera quincena de mayo (Urbán, 1999b), aunque no de manera abundante. Es probable que si el período de observación en la Isla Socorro abarcara de diciembre a mayo las tendencias de distribución fueran un poco más parecidas a las de la Bahía de Banderas.

Una diferencia notable de la Isla Socorro con la Bahía de Banderas es la conspicua presencia de los grupos de competencia, sobre todo al final de la temporada (finales de marzo y principios de abril). Esto también corrobora lo señalado en las secciones anteriores de que la mayor densidad de animales conlleva a una competencia más intensa entre los machos por el acceso a las hembras en estro (Figs. 21 a 23).

Los grupos con cría fueron marcadamente más abundantes en la Isla Socorro que en la Bahía de Banderas y la gran frecuencia de hembras con cría y escolta señala que los machos participaron más activamente en cortejar a hembras que probablemente entrarían en estro postparto. Una diferencia importante es que al participar como escolta de las hembras con cría, en lugar de cortejar a las que están dentro de un grupo de competencia, eliminan la competencia con otros machos y aumentan la probabilidad de tener éxito en el apareamiento al no tener competidores cerca (Figs. 21 y 22).

La abundancia global semanal señala que en la Bahía de Banderas llegó una primera oleada de rorcuales jorobados que después se desplazaron a otras regiones o que regresó unas

semanas más tarde a la bahía. En el transcurso de la temporada la abundancia de rorcuales se mantuvo en niveles similares y esto podría indicar que durante este tiempo los rorcuales permanecieron la mayor parte del tiempo en la Bahía de Banderas o que hubo un recambio constante de animales. En el caso de la Isla Socorro los rorcuales arribaron de manera más paulatina y constante en oleadas de animales de tamaño similar y desde su arribo hasta su partida a las zonas de alimentación los rorcuales jorobados permanecieron la mayor parte de la temporada de reproducción en la inmediaciones de la Isla Socorro (Fig. 23).

En diferentes trabajos (Salas, 1993; Salinas-Zacarias *et al.*, 1993; Ladrón de Guevara, 1995; Falcone, 1999; Jacobsen *et al.*, 2000) se ha reportado que el tiempo de estancia (promedio y máximo) de las ballenas jorobadas es mayor en la Isla Socorro que en la Bahía de Banderas lo que apoyaría la idea del recambio permanente entre la Bahía de Banderas y Baja California y la permanencia en la Isla Socorro durante gran parte de la temporada.

Fotoidentificación e identificación del sexo

Se observó un mayor número de machos que de hembras. Durante los primeros años de trabajo se realizó un mayor esfuerzo de fotoidentificación hacia los grupos de competencia para obtener más animales individualizados por unidad de esfuerzo y puesto que estos grupos están conformados en su mayoría por machos que compiten por el acceso a la hembra, y que muy rara vez hay más de dos hembras en estos grupos (Herman y Antinoya, 1977; Darling, 1983; Glockner y Venus, 1983; Tyack y Whitehead, 1983; Winn y Reichley, 1985; Clapham *et al.*, 1992; Brown y Corkeron, 1995), hubo un sesgo hacia la recolecta de biopsias de machos (Medrano *et al.*, 1994). En las últimas temporadas se procuró muestrear un número similar de las diferentes agrupaciones sociales y se intentó obtener una biopsia de todos, o de la mayoría, de los animales que las conformaban los distintos grupos para disminuir el sesgo hacia los machos. Esto fue particularmente llevado a cabo en la temporada 1996, aunque fue muy difícil obtener biopsias de cada uno de los animales que conformaban las agrupaciones, sobre todo cuando los grupos eran mayores de tres animales (Cuadros 9 y 10).

Para disminuir este sesgo, la composición por sexos de las distintas agrupaciones se combinó con la ocurrencia de éstas para determinar la proporción de sexos en las dos regiones de reproducción. Aunque este procedimiento puede aún contener sesgos, se observa aún una mayor frecuencia de machos que de hembras (Cuadro III.9 y III.10; Medrano *et al.*, 2000).

La composición de sexos de la agrupaciones sociales evidencia nuevamente una mayor presencia de machos que de hembras. Cabe destacar que en dos ocasiones se registró una pareja formada por hembras (Cuadro 10), una de las cuales se observó cerca de dos horas (9 ene 96, Avist.4, Cuadro IV.1) realizando saltos y golpes con la aleta pectoral sobre la superficie del mar. Estos resultados coinciden con lo reportado en la literatura sobre la baja frecuencia con la que ocurren las parejas de hembras, la rara presencia de más de una hembra dentro de un grupo y que no todos los grupos de competencia contienen una hembra (Clapham *et al.*, 1992, Brown y Corkeron, 1995; Falcone, 1999). El que los machos pasen gran parte de la temporada en grupos de competencia reduce la frecuencia en la formación de parejas hembra-macho (Falcone, 1999).

El mayor número de machos solitarios puede estar relacionado con la conducta del canto (Brown y Corkeron, 1995) ya que por otro lado todos los cantores fueron identificados como machos, al igual que como se ha reportado en otros trabajos (Tyack, 1981; Glockner, 1983; Medrano *et al.*, 1994). Todas las escoltas también corresponden a machos como ha sido el caso en otras zonas de reproducción (Glockner, 1983; Cuadro 10; Clapham *et al.* 1992).

Las agrupaciones compuestas sólo por machos no necesariamente implican comportamientos agresivos sino que puede haber cooperación entre ellos, formación de alianzas o coaliciones (Clapham *et al.*, 1992; Brown y Corkeron, 1995; Falcone, 1999; Falcone y Jacobsen, 2000). Las agrupaciones de machos también pueden representar jerarquías de conespecíficos no emparentados (Clapham *et al.*, 1992).

Los tres rorcuales reavistados en 1996 en la Bahía de Banderas fueron machos que se encontraban dentro de grupos de competencia o parejas y uno de ellos (ballena 24-BB96; Cuadro 11) se fotoidentificó por primera vez en la Bahía de Banderas en 1988 dentro de un grupo de competencia y la última en 1999 en la Bahía de Banderas formando parte de un trío, por lo que muy probablemente se trate de un machos maduros sexualmente.

Todo lo anterior apoya la idea del sistema de apareamiento poligínico por dominancia entre machos descrito por otros autores (Mobley y Herman, 1985; Brown y Corkeron, 1995; Clapham, 1996).

El que haya un mayor número de machos que de hembras parece deberse a que no todas las hembras realizan o completan la migración hasta las zonas invernales de reproducción. Esto ha sido observado para el Archipiélago de Hawai por Craig y Herman (1997), quienes mencionan que algunas hembras probablemente pasan el invierno en latitudes altas y que otras pueden quedar preñadas en la ruta migratoria hacia las zonas de reproducción y por lo tanto regresar a las zonas de alimentación antes de arribar a las zonas invernales. Estos mismos autores proponen

que una hembra probablemente incremente su probabilidad de éxito reproductivo al pasar más tiempo en las zonas de alimentación, sobre todo si su condición nutricional es baja al término de la lactancia, y de esta forma entre más rápido quede preñada y regrese a las áreas de alimentación, mayor oportunidad tendrá de tener éxito reproductivo.

Para la costa este de Australia, Brown *et al.* (1995) también sugieren que algunas hembras permanecen en las zonas de alimentación durante el invierno lo que en parte podría explicar el sesgo hacia los machos, quienes superan a las hembras 2.4:1. El permanecer en latitudes altas durante el verano representa una ventaja para las hembras dado el alto costo energético de la reproducción y la migración.

Distribución semanal de hembras y machos identificados por análisis de tejido

Tomando en cuenta el valor acumulado para cada sexo en cada una de las regiones de estudio (Fig. 24), se pudo observar que en la Bahía de Banderas arribaron primero los machos y fueron los últimos que iniciaron la migración hacia el norte. En contraste, en la Isla Socorro arribaron individuos de ambos sexos desde el inicio de la temporada y también partieron a las zonas de alimentación de manera simultánea. Cabe señalar que si el esfuerzo de observación en la Isla Socorro hubiera comenzado desde diciembre y terminado en mayo tal vez se hubiera podido distinguir una diferencia en la llegada y partida de la isla de uno de los dos sexos (Fig.24).

Esto sugiere que los machos de la Isla Socorro cortejaron a las hembras hasta el final de la temporada mientras que los machos de la Bahía de Banderas permanecieron en la bahía aun cuando las hembras ya habían partido al norte y probablemente formaron coaliciones o jerarquías, al igual que al inicio de la temporada, para después desplazarse a la zona de la Isla Isabel y Los Cabos en busca de hembras receptivas pues se sabe que las ballenas de estas últimas zonas inician su viaje al norte unas semanas después que las de la Bahía de Banderas (Urbán *et al.*, 1990; Salinas-Vargas y Urbán 1993; Ladrón de Guevara, 1995; Salinas-Vargas, 2000). El arribo temprano de los machos a las zonas de reproducción puede ser una estrategia para competir por el acceso a las hembras en estro cuando aún no hay grandes concentraciones de animales y por lo tanto la intensidad y número de contactos agresivos con otros individuos es menor. El que otros grupos de machos arriben en el transcurso de la temporada implica que pasaron más tiempo en las zonas de alimentación y por lo tanto acumularon mayor energía que les permitirá competir eficazmente por las hembras en estro.

El predominio de los machos en la Isla Socorro correspondió con el aumento de los grupos de competencia, cantores, hembras con cría y escolta y hembras con cría dentro de un grupo de competencia en las últimas tres a cuatro semanas de la temporada (Figs. 23 y 24).

En la Isla Socorro la presencia de las hembras en la penúltima semana de abril (semana 22) pudo referirse a las últimas hembras que parieron y que entraron en estro postparto antes de iniciar su migración a las zonas de alimentación y por las cuales los machos compitieron. Por otro lado, en la Bahía de Banderas los últimos machos en partir a las zonas de alimentación parece que correspondió a animales solitarios o que conformaban parejas, tríos y cuartetos. En el caso de las hembras las últimas en partir de la bahía podría considerarse que fueron, al igual que en Isla Socorro, las últimas hembras que parieron. Nuevamente se vio un incremento súbito de rorcuales en la Bahía de Banderas al inicio de la temporada con respecto a la Isla Socorro donde el incremento fue más gradual.

Distribución semanal de hembras y machos inferida por la ocurrencia de las agrupaciones sociales para cada región

Tanto en la Bahía de Banderas como en la Isla Socorro el IAR de las hembras presentaron menos fluctuaciones temporales que en el caso de los machos. Esto conlleva a pensar que las hembras se desplazaron menos que los machos hacia las diferentes regiones de reproducción del Pacífico mexicano. Dentro del grupo de las hembras las que estuvieron acompañadas por su cría son las agrupaciones más estables. Los machos fueron los que realizaron los mayores desplazamientos dentro de una misma temporada en las diferentes áreas invernales de agregación o en áreas aledañas a éstas (Fig. 25).

Si se compara la gráfica 25 con la 21, de la distribución semanal total de las agrupaciones sociales en la Bahía de Banderas en 1990 (Cuadro III.9, Fig. 21), se puede advertir que los aumentos en la abundancia estuvieron dados por las oleadas de machos que se presentaron a lo largo de la temporada (Fig. 25a) y también correspondió a los aumentos en la abundancia en la Isla Socorro (Cuadro III.9, Fig. 22). Por lo que fueron principalmente los machos y no las hembras los responsables de los cambios significativos en el IAR.

A diferencia de lo mostrado en la figura 24, en la figura 25 se evidencia que tanto hembras como machos estuvieron presentes a lo largo de toda la temporada en ambas regiones y que el arribo intermitente o en oleadas estuvo dado sobre todo por los machos.

En las poblaciones de mamíferos por lo general son los machos los que se desplazan más que las hembras, contribuyendo de esta forma a disminuir la diferenciación genética entre subpoblaciones (Greenwood, 1980). En el caso del rorcual jorobado, aunque se considera que es fiel a sus zonas de reproducción y alimentación (como lo indican las altas tasa de animales individualizados reavistados), se han identificado machos moviéndose grandes distancias entre diferentes zonas de reproducción (Hawai-Japón; Salden *et al.*, 1999).

Tradicionalmente se ha considerado que las hembras son pasivas en la elección de los machos lo cual esta en relación directa con la estrategia reproductiva de cada sexo y el cuidado parental. Los machos típicamente no intervienen mucho en el cuidado parental de las crías y esto les permite aparearse con varias hembras. Las hembras, por su parte, gestan, amamantan y cuidan a sus crías. Estas diferencias biológicas las lleva a ser más selectivas en la elección de su pareja y padre de sus crías (Small, 1992).

Desde hace varios años se ha puesto más atención a la conducta reproductiva de las hembras y se ha observado que éstas juegan un papel más activo en la selección de pareja del que se les atribuía. Esto ha planteado nuevas incógnitas sobre los sistemas de apareamiento (Small, 1992; Reynolds, 1996). Los estudios genéticos han mostrado que ambos sexos a menudo copulan con más de una pareja y esto incluye a hembras de aves, mamíferos, peces e insectos (Reynolds, 1996; Wrangham, 1997).

En lo que respecta a las hembras del rorcual jorobado Ladrón de Guevara *et al.* (2000) registraron el movimiento de 14 hembras entre la Bahía de Banderas y la Isla Socorro en diferentes temporadas lo que sugiere que las hembras de esta especie tienen una conducta de exogamia semejante a la que clásicamente se ha descrito para los machos de varias especies de mamíferos.

También se confirma que las hembras con cría son menos abundantes en la Bahía de Banderas que en la Isla Socorro lo que le confiere al Archipiélago de Revillagigedo una gran importancia desde el punto de vista de la crianza de rorcuales jorobados, sobre todo considerando que es la región donde menos perturbación antropogénica se presenta, si se compara con la Bahía de Banderas y Los Cabos. Además, teniendo en cuenta el aislamiento genético y geográfico de los rorcuales de éste archipiélago con respecto a los de la costa continental de México (Ladrón de Guevara *et al.*, 1993; Medrano *et al.*, 1995; Urbán *et al.*, 1999b), la condición de Reserva de la Biosfera del Archipiélago de Revillagigedo (Diario Oficial de la Federación, 6 de junio de 1994) y su ubicación distante del resto del país (350 km de la costa más cercana) esta zona de agregación invernal de rorcuales presenta mayores facilidades para su conservación y manejo.

Considerando el total de la información referente a las agrupaciones sociales y el sexo de los animales se puede distinguir que en el Pacífico mexicano el arribo de los rorcuales jorobados a las zonas de agregación invernal es de la siguiente manera:

- 1) Los primeros en arribar a la Bahía de Banderas son los machos, tanto juveniles como adultos maduros sexualmente. En la Isla Socorro arriban tanto machos como hembras, juveniles y adultos maduros sexualmente.
- 2) Una segunda oleada de animales está compuesta por hembras no receptivas y animales jóvenes de ambos sexos.
- 3) Las últimas en arribar son las hembras con preñez avanzada acompañadas por una última oleada de machos.

En su retorno hacia las zonas de alimentación las primeras en partir son las hembras recién preñadas, seguidas por animales juveniles de ambos sexos, después por hembras no receptivas y machos maduros.

Los últimos animales en abandonar las zonas de reproducción son, para la Bahía de Banderas, las hembras y sus crías y para la Isla Socorro los machos maduros y las hembras con su cría. Esto último se puede deber en parte a que en la Isla Socorro no se ha realizado esfuerzo de observación después de abril, fecha en la cual aún hay un número importante de animales en las inmediaciones de la isla y que pueden mostrar un patrón similar de arribo y partida al de la Bahía de Banderas si se amplía el periodo de observación, por lo que se requiere de aumentar el esfuerzo de muestreo al inicio y término de la temporada en la Isla Socorro.

El esquema anterior coincide en general con el planteado por Dawbin (1966) con la principal diferencia de que, tanto en la Bahía de Banderas como en la Isla Socorro, desde el inicio de la temporada arriban machos adultos maduros y al término de la temporada en la Isla Socorro retornan hacia latitudes altas tanto hembras con cría como machos maduros. La presencia de los machos desde el inicio de la temporada, principalmente en la Bahía de Banderas, puede relacionarse con el establecimiento de jerarquías de individuos no emparentados (Clapham *et al.*, 1992) o con la formación de coaliciones entre los individuos (Clapham *et al.*, 1992; Brown y Corkeron, 1995; Falcone, 1999).

CONCLUSIONES

- La abundancia relativa anual de los rorcuales jorobados mostró cambios asociados a las variaciones de la temperatura superficial del mar. A escala semanal estos cambios obedecieron más a la dinámica e interacción social de los rorcuales en la que las hembras fueron un recurso importante. La preferencia de las hembras por aguas con temperaturas cercanas a 25° C para parir repercutió en la distribución de otras clases de sexo y estado reproductivo. En la Bahía de Banderas la abundancia relativa anual de los rorcuales se mantuvo en niveles similares, aun cuando la variación de la temperatura superficial del mar fue mayor comparada a la variación en la Isla Socorro. Esto pudo deberse al gran recambio de animales que hubo entre las costas de Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Baja California Sur. En la Isla Socorro la temperatura superficial del mar varió poco y la abundancia relativa fluctuó menos que en la Bahía de Banderas, los rorcuales fueron más sensibles a los cambios en la temperatura del mar y permanecieron la mayor parte de la temporada reproductiva en las aguas adyacentes a la Isla Socorro, es decir, hubo un recambio menor de animales entre las islas del Archipiélago de Revillagigedo.
- El desplazamiento al sur de la Corriente de California durante la manifestación de eventos La Niña influyó de manera directa en la distribución de los rorcuales jorobados, los cuales se desplazaron de Los Cabos hacia la Bahía de Banderas. Esto fue particularmente evidente durante el evento La Niña de 1989 cuando hubo un considerable aumento de rorcuales jorobados en la Bahía de Banderas y un decremento en Los Cabos.
- La mayor densidad de rorcuales jorobados ocurrió cuando la temperatura del mar fue cercana a los 25° C y los animales fueron menos tolerantes a variaciones mayores a 25° C.
- Hubo una mayor densidad de animales en la Isla Socorro que en la Bahía de Banderas y dentro de las agrupaciones sociales las parejas fueron la agrupación más estable y abundante en ambas regiones. Las agrupaciones con cría y los grupos de competencia fueron más abundantes en la Isla Socorro que en la Bahía de Banderas generándose una mayor competencia entre los machos de la isla por el acceso a las hembras en estro. Conforme avanzó la temporada reproductiva el tamaño de las agrupaciones sociales aumentó en correspondencia con los incrementos en la abundancia relativa.

- El recambio de animales en la Bahía de Banderas no permitió distinguir un perfil temporal semanal de las agrupaciones sociales, mientras que en la Isla Socorro el mayor tiempo de estancia de los rorcuales permitió diferenciar un predominio de parejas, tríos, cuartetos y hembras con cría, en la primera mitad de la temporada invernal y un dominio de los grupos de competencia, cantores, hembras con cría y escolta y hembras con cría dentro de un grupo de competencia en la segunda mitad de la temporada.
- El arribo de los rorcuales a la Bahía de Banderas fue en oleadas intermitentes de animales, principalmente machos, que se presentaron en la bahía en diferentes tiempos. A la Bahía de Banderas llegó una primera oleada de animales que después se desplazó a otras regiones o regresó unas semanas más tarde a la bahía. En la Isla Socorro el arribo de los animales mostró una tendencia general ascendente desde finales de enero hasta finales de marzo. Los rorcuales arribaron de manera más paulatina y constante en oleadas de animales de tamaño similar, también compuestas principalmente por machos.
- Hubo un predominio de machos sobre el número de hembras y en ambas regiones los machos fueron los principales responsables de las variaciones en la abundancia relativa durante una misma temporada reproductiva. Los primeros rorcuales en arribar a la Bahía de Banderas fueron machos.
- En la Isla Socorro los machos cortejaron a las hembras lactantes hasta el final de la temporada y para ambas regiones las hembras se desplazaron menos hacia otras regiones durante una misma temporada que los machos.

AGRADECIMIENTOS

Mis estudios de posgrado y la realización del presente trabajo hubieran sido muy difíciles de llevar a cabo de no haber contado con la beca de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM durante el período 1995-1997. Agradezco sinceramente a la DGAPA la ayuda otorgada.

El presente trabajo se realizó como parte tres proyectos de investigación de la Facultad de Ciencias de la UNAM: "Mamíferos Marinos del Pacífico Mexicano; "Fotoidentificación del Rorcual Jorobado, *Megaptera novaeangliae*, en las Aguas del Pacífico Mexicano"; y "Estudio Comparativo de dos Áreas de Reproducción del Rorcual Jorobado, *Megaptera novaeangliae*, en el Pacífico Mexicano". Estos proyectos estuvieron dirigidos y coordinados en diferentes momentos y etapas por el Dr. Anelio Aguayo, el M. en C. Mario Salinas y el Dr. Luis Medrano. A todos ellos les doy las gracias por considerarme en el desarrollo de estos proyectos y brindarme su apoyo.

Deseo agradecer a la Dra. Guadalupe de la Lanza, al Dr. Luis Medrano y al Dr. Héctor Arita quienes, como parte de mi Comité Tutoral, siempre me brindaron atinados comentarios y sugerencias para el mejoramiento de mi investigación.

Mi agradecimiento también a los sinodales revisores de la tesis: Dr. Luis Medrano, Dra. Guadalupe de la Lanza, Dr. Héctor Arita, M. en C. Jorge Urbán, M. en C. Margarito Álvarez, Dr. Miguel Angel Cisneros y M. en C. Armando Jaramillo, por el valioso tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, por sus observaciones, correcciones y sugerencias que enriquecieron y mejoraron la presente tesis.

En las diferentes etapas de este trabajo participaron, de 1989 a 1996, numerosas personas e instituciones por lo que deseo expresar mi agradecimiento a todas ellas. Agradezco...

A los colegas del Laboratorio de Tortugas y Mamíferos Marinos, Facultad de Ciencias, UNAM, especialmente a Anelio Aguayo, Mario Salinas, Maricarmen García, Lourdes Flores, Laura Sarti, Carlos Olivera, Nemesio Vargas, Isabel Salas, Tangaxoan Argueta, Margarita Sánchez, Paola Acuña, Gloria Panecatí, Karla Villavicencio, Ricardo Juárez, Luis Medrano, Ricardo Gómez, Mauricio Cortez, Ma. de Jesús Vázquez, Alejandro Carrera, Sergio Santoyo, Elsa Jiménez y Guadalupe Gómez su valiosa participación en el trabajo de campo y el procesamiento del material fotográfico.

A los profesores (Anelio Aguayo, Mario Salinas, Isabel Fuentes, Carlos Esquivel y Carlos Alvarez) y estudiantes de los cursos de Licenciatura y Posgrado de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias, UNAM, su entusiasta colaboración en el registro de los datos de campo y en particular a los estudiantes del semestre 96-1 por su apreciada participación durante la temporada ballenera de 1996 de Bahía de Banderas.

A mis cuataches y colegas Jorge Urbán, Armando Jaramillo y Samuel Chávez, de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, Ken Balcomb y Dianne Claridge del Center for Whale Research, Tom Norris y a los voluntarios de Earthwatch quienes, junto con el equipo de la Facultad de Ciencias de la UNAM, contribuyeron a que la temporada 1990 en la Bahía de Banderas fuera excelente y agradablemente divertida.

A mi amiguito Juan Carlos Salinas de la Universidad Autónoma de Baja California Sur por la información y datos de la zona de Los Cabo, Baja California Sur.

A mi amigo y colega Jeff Jacobsen por su relevante participación en las temporadas de trabajo en la Isla Socorro, por su aporte de información y fotografías y su interés en el adecuado desarrollo del presente trabajo. Así como a Eileen C., Mathew Canava, John Attaway, Francois Gohier, Hiroya-Minakuchi, Ito Chihiro, Salvatore Cerchio, Kathy Turco, Andrea Falcone y Danielle Cholewiak por su entusiasta participación en las temporadas balleneras de Isla Socorro.

A los profesores, estudiantes y personal administrativo del Cet-Mar, No.6 de la Cruz de Huanacastle, Nayarit, y en especial al Ing. Luis Carlos Tapia, al Ing. Rodolfo y el C.P. Pedro Robles por su ayuda, hospitalidad e interés en que el trabajo, tanto en tierra como mar, siempre se desarrollara de la mejor manera, así como a Javier Monsalbo, Erik N. Tapia, Mao, Manuel y Martín Estrada por su excelente ayuda durante las navegaciones y las estancias de trabajo en la Bahía de Banderas.

Al Biól. Ignacio Peña, Sherman Hernández, Aurelio Solís y Roberto Moncada de la Estación de Biología Marina y Pesquera "Dr. E. Beltrán", INP-SEMARNAP, ahora CRIP-Bahía de Banderas, por su colaboración y valioso apoyo en los recorridos en el mar y durante nuestra permanencia en la Bahía de Banderas.

A los pescadores de Punta de Mita y El Anclote, Nayarit, y con especial aprecio para Ismael Casillas[†] y su familia, Marcial, Don Chente y Justino Niebla y su familia por su amable trato y sus valiosos conocimientos sobre el mar y las ballenas.

A la Armada de México - Secretaría de Marina, y en especial al Sector Naval de Isla Socorro y la Zona Naval Manzanillo y al Gobierno del Estado de Nayarit por su apoyo logístico en la diferentes etapas del trabajo de campo.

A Luis Medrano, Rosalba Robles y Ma. de Jesús Vázquez quienes generaron los datos de identidad de sexo durante el desarrollo del proyecto "Hábitos reproductivos e historia poblacional reciente de las ballenas jorobadas, *Megaptera novaeangliae*, en el Pacífico mexicano" (3725P-N9608, 1997) financiado por el Conacyt y a Stephen R. Palumbi y Anjanette Perry del Kewalo Marine Laboratory de la Universidad de Hawai, EE.UU y a C. Scott Baker del School of Biological Sciences de la Universidad de Auckland, Nueva Zelanda, por su invaluable ayuda técnica y económica en los análisis de biología molecular.

Al Dr. Martín Merino, Coordinador del Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, a la Dra. Cecilia Vanegas, Coordinadora Académica por la Facultad de Ciencias al Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, y a la Srta. Norma Suazo del Departamento de Posgrado en Ciencias del Mar por su grandiosa ayuda durante las gestiones administrativas.

A la Coordinación de Posgrado en Ciencias del Mar por el apoyo financiero otorgado para la asistencia a la XXV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos realizada en La Paz, B.C.S en mayo del 2000 donde se presentaron parte de los resultados de la presente tesis.

Al personal académico y administrativo de la Facultad de Ciencias de la UNAM, Dr. Rafael Pérez Pascual, Lic. Antonio Graham, la Dra. Matilde Moreno y Lic. Carmen Caballero por todas sus gestiones y ayuda durante 1992 para la adecuada realización del proyecto del Conacyt "Estudio Comparativo de dos Áreas de Reproducción del Rorcual Jorobado, *Megaptera novaeangliae*, en el Pacífico Mexicano" (0037-N9106).

A Alejandro Martínez Mena, Anabel, Bieler Antolín y Alfredo Gamboa del Laboratorio de Microcine de la Facultad de Ciencias, UNAM por las facilidades otorgadas en el procesamiento del material fotográfico.

Al Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, el Conacyt (Proyectos 0037-N9106 y 3725P-N9608), la Tienda UNAM, Amy Camacho de Africam Zafari, Bill Rositer de la Cetacean Society International y EARTHWATCH por su decisivo apoyo económico y/o en especie durante las diferentes temporadas de trabajo.

A la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM por la gestión de los permisos de investigación y a la Dirección General de Administración de Pesquerías e INE, SEMARNAP (ahora SEMARNAT) por los permisos otorgados para la realización del trabajo de investigación en el Pacífico mexicano.

A Gloria Panecatí y Alvaro Curiel por su grandiosa ayuda en la digitalización y edición de los mapas.

A Paola Acuña, Karla Villavicencio, Gloria Panecatí, Ricardo Juárez, Ricardo Gómez, Janet Nolasco por su ayuda e interés en el desarrollo de este, y de otros trabajos balleneros, pero sobre todo por su cariño y amistad.

A lo largo del desarrollo del presente trabajo tuve la fortuna de compartir con muchas personas diferentes momentos gratos y desafortunados, alegres y tristes, exitosos y poco exitosos, angustiantes y emocionantes, temporadas balleneras de escasez y de abundancia, de sustos y disgustos, de diversión, y de mil circunstancias más. Todas estas situaciones forjaron amistades entrañables que hasta la fecha perduran y que contribuyeron a generar un increíble ambiente de trabajo, y de manera especial, durante la temporada 1990 de Bahía de Banderas y 1989 y 1991 de Isla Socorro donde se conjuntó un excelente equipo de trabajo con colegas y amigos nacionales y extranjeros. Por lo que quiero agradecer de manera particular a Mario Salinas, Maricarmen García, Lourdes Flores, Laura Sartí y Jeff Jacobsen los gratos momentos que compartimos en Isla Socorro cuando al sentarnos a comer con nuestros amigos del Sector Naval era como estar en la mesa de Alicia en el país de la Maravillas. De igual forma a Jorge Urbán, Mario Salinas, Armando Jaramillo, Ken Balcomb y Diane Claridge por los emocionantes y divertidos momentos y partidos de voleibol playero en la Bahía de Banderas y a mi queridísimo amigo Anelio Aguayo por su constante apoyo y motivación y por ser en gran parte responsable del desarrollo de la presente tesis, de la amistad generada entre el grupo de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM y de la investigación sobre mastozoología marina llevada a cabo en México.

Y para cerrar con broche de oro agradezco a mi familia, en especial a mis padres Silvia y Gabriel y a mi hermano Leonardo y su marida Tania, por que junto con la abuela Carlota[†], el abuelo Juan Manuel, mis tíos Jania, Nora, Alberto, Claudio, mis primos Toño, Violeta, Nora y mis sobrinos Jerónimo, Aarón y Frida, hemos formado una divertida y pachanguera familia que siempre se ayuda en las buenas y en las malas y cuyo apoyo siempre me ha brindado. Muchas gracias de todo corazón.

REFERENCIAS

- Aguayo L., A., C. Esquivel M., M. Castrejón R., J. A. Espinosa S., C. Fernández A., E. Gutiérrez M., M. Huerta R., P. Ladrón de Guevara P., H. Lara G., T. León G., M. Ortega G., E. Peters R., L. E. Rizo D-B., P. Sánchez E., A. Trejo Z. Y M. J. Vázquez C. 1988. Identificación, distribución y variación estacional de los cetáceos en la Bahía de Banderas, México. *Biología de Campo*. VI. Facultad de Ciencias, UNAM. 141 pp.
- Álvarez B., S y R. A. Schwartzlose. 1979. Masa de agua del Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 6(1-2): 43-63.
- Álvarez F., C. 1987. Fotoidentificación del rorcual jorobado, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781), en las aguas adyacentes a Isla Isabel, Nayarit. (Cetacea: Balaenopteridae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 107 pp.
- Álvarez F., C. G. Sosa B., A. Aguayo L., M. Aguilar P., P. Amieva O., B. Bazán P., Y. Bernal C., N. Cervantes R., R. Cueva del Castillo M., P. Dondé E., F. Escalante V., G. Heckel D., J. Hernández M., L. Miranda V., V. Ochoa R., E. Padilla G., C. Reséndiz M., A. Rivas P., E. Rivera G., E. Sánchez G., E. Sosa P., J. Vega L., E. Vratny Z., A. Yañez J. y P. Solano V. 1989. Fotoidentificación de cetáceos en Bahía de Banderas, México. *Biología de Campo*, Zoología. Facultad de Ciencias, UNAM. 121 pp.
- Álvarez S., L. G., M. R. Stevenson y B. Wyatt. 1978. Circulación y masas de agua en la región de la Boca del Golfo de California en la primavera de 1970. *Ciencias Marinas* 5(1): 57-69.
- Álvarez S., L. G., B. Wyatt y M. R. Stevenson. 1978. Corrientes en la región de la Boca del Golfo de California en la primavera de 1970. *Ciencias Marinas* 5(1): 105-111.
- Anónimo. 1979. Derrotero de las costas sobre el Océano Pacífico de México, América Central y Colombia. Dirección General de Oceanografía. Secretaría de Marina. Pub. S.M. No. 12. México, D.F. 349 pp.
- Anónimo. 1983. Carta batimétrica. "Islas Revillagigedo". CB-006. Escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- Arntz, W. E. y E. Fahrbach. 1996. El Niño: Experimento climático de la naturaleza. F.C.E. México. 312 pp.
- Aurioles G., D. 1993. Biodiversidad y estado actual de los mamíferos marinos en México. Vol. Esp. (XLIV) *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 397-412.
- Ávila F., S. 1998. Propuesta de lineamientos y estrategias para la observación turística de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNNAM. 58 pp.
- Ávila F., S. y L. Saad A. 1998. Valuación de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) y la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en México. pp. 123-143. En: H. Benítez D. (ed.) Aspectos económicos sobre la biodiversidad de México. CONABIO - Instituto de Ecología, SEMARNAP. México. 203 pp.
- Ayala T., O. M. y P. Pacheco S. 1991. Oceanografía física. Pacífico tropical mexicano. Caco Corrientes a la frontera con Guatemala. Pp.151-176. En: G. de la Lanza E. (Compiladora). *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT Editor. México.
- Badan, A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. pp. 99-112. En: M. F. Lavín (ed.). *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*. Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana. 272 pp.
- Badenas, C. M. J. Estrela, M. Marchuet y V. Caselles. 1997. Some improvements on the processes to obtain accurate maps of sea surface temperatures from AVHRR raw data transmitted in real time. Part 2: APT images. *International Journal of Remote Sensing*, 18(8): 1769-1794.
- Baker, C. S. y C. M. Herman. 1984. Aggressive behaviour between Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) wintering in Hawaiian waters. *Canadian Journal of Zoology*, 62(10): 1922-1937.

- Clapham, P. J., P. J. Palsbøll, D. K. Mattila, y O. Vasquez. 1992. Composition and dynamics of humpback whale competitive groups in the west Indies. *Behaviour*, 122(3-4): 182-194.
- Craig, A. S. y L. M. Herman. 1997. Sex differences in site fidelity and migration of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to the Hawaiian Islands. *Canadian Journal of Zoology*, 75: 1923-1933.
- Darling, J. D. 1983. Migrations, abundance and behavior of Hawaiian Humpback whales, *Megaptera novaeangliae* (Borowski). Tesis de Doctorado. University of California, Santa Cruz. 147 pp.
- Dawbin, W. H. 1966. The seasonal migratory cycle of Humpback whales. pp 145-170. En: K. S. Norris (de). Whales, dolphins, and porpoises. University of California Press. Berkeley and Los Angeles.
- Day, S. 1992. Migration. *Inside Science*. NewScientist No. 56. 12 September. pp. 1-4
- De la Lanza, G. E. 1992. Variación climática de corto plazo y su trascendencia en la zona costera. *Ciencia*, número especial: Cambio global, 43: 103-110.
- Diario Oficial de la Federación. 1994. Tomo CDLXXIX, No. 4. pp. 45-51, 6 de junio de 1994. México, D.F.
- Douglas, M. W., R. A. Maddox, K. Howard y S. Reyes. 1993. The Mexican monsoon. *Journal of Climate*, 6: 1665-1677.
- Emery, W. J. e Y. Yu. 1997 Satellite sea surface temperature patterns. *International Journal of Remote Sensing*, 18(2): 323-334.
- Emlen, S. T. y L. W. Oring. 1977. Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science*, 197 (4300): 215-223.
- Enfield D. B. 1986. Zonal and seasonal variation of the near-surface heat balance of the Equatorial Pacific Ocean. *Journal of Physical Oceanography*, 16(6): 1038-1054.
- Enfield, D. B. 1989. El Niño, past and present. *Reviews of Geophysics*, 27: 159-187.
- Falcone, E. A. 1999. Associations among individuals in a breeding population of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). Senior Thesis. Humboldt State University. 23 pp.
- Falcone, E. A. y J. K. Jacobsen. 2000. Los rorcuales jorobados (*Megaptera novaeangliae*) Del Archipiélago de Revillagigedo 1996-2000: diferencias entre sexos y evidencia de coaliciones macho-macho. p. 11. En: Programa y Resúmenes XXVI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo, 2000. La Paz, B.C.S., México.
- Farfán, C. y A. Álvarez-Borrego. 1992. Biomasa del zooplancton del alto Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 18(3): 17-36.
- Fernández E., A., A. Gallegos G. y J. Zavala H. 1992. Carta oceanografía física 2, aspectos regionales. IV.9.2. Serie Naturaleza. Atlas Nacional de México. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.
- Fernández E., A., A. Gallegos G. y J. Zavala H. 1993. Oceanografía física de México. Zona económica exclusiva. *Ciencia y Desarrollo*, enero-febrero: 25-35.
- Flores R., S., J. Urbán R., G. Villareal Ch. Y R. Valles J. 1996. Cambios espaciales y temporales de la estructura comunitaria de los cetáceos en Bahía de La Paz, B.C.S., México (1988-1991). *Ciencias Marinas*, 22(2): 151-173.
- Flores R., S., J. Urbán R., O. Delgado G. y J. Vargas S. 1997. Avistamientos del rorcual tropical, *Balaenoptera edeni*, (Cetacea: Balaenopteridae) y temperatura del agua, en Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical* 45(3): 1209-1214.
- Gaviño de la T. y Z. Uribe P. 1980. Distribución, población y época de la reproducción de la aves de las Islas Tres Marietas, Jalisco, México. *Anales Instituto de Biología, Univ. Nal. Autón. de Méx.* 51, Serie Zoología, (1): 505-524.
- Glockner, D. A. 1983. Determining the sex of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in their natural environment. pp. 447-464. En: R. Payne (de). *Communication and Behavior of Whales*. AAAS. Selected Symposia Series, No. 76, Westview Press, Colorado. 643 pp.

- Ladrón de Guevara P., P., J. Urbán R., M. Salinas Z., J. Jacobsen, K. C. Balcomb, A. Jaramillo L., D. Claridge y A. Aguayo L. 1993. Relaciones entre las agregaciones invernales de rorcuales jorobados, *Megaptera novaeangliae*, en el Pacífico mexicano. p 26. En: Programa y Resúmenes XVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo, 1993. La Paz, B.C.S., México.
- Ladrón de Guevara P., P., J. Urbán R., P., M. Salinas Z., A. Jaramillo L. y A. Aguayo L. 1996. Movimientos del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) entre diferentes áreas de agregación invernal del Pacífico mexicano en una misma temporada reproductiva (1983-1993). p. 72. En: Programa y Resúmenes 7ª Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur. 1er Congreso de la Sociedad Latinoamericana de especialistas en Mamíferos Acuáticos. Octubre, 1996. Viña del Mar, Chile.
- Ladrón de Guevara P., P., M. Salinas Z., R. Juárez S., L. Medrano G. y J. Urbán R. 2000. Movimientos de las hembras de rorcuales jorobados (*Megaptera novaeangliae*) entre las agregaciones invernales del continente y el Archipiélago de Revillagigedo, México. p. 68. En: Programa y Resúmenes XXVI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo, 2000. La Paz, B.C.S., México.
- Lavín M., F., E. Beier y A. Badan. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: escalas estacional e interanual. pp. 141-171. En: M. F. Lavín (ed.). Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana.
- Leatherwood, S., R. R. Reeves y L. Foster. 1983. The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins. Sierra Club Handbooks. San Francisco. 302 pp.
- Leetmaa, A. 1989. The interplay of El Niño and La Niña. *Oceanus* 32: 30-34.
- León de la Luz, J. L., A. Breceda S-C., R. Coria B. y J. Cancino H. 1994. Asociaciones Vegetales. pp. 115-141. En: La Isla Socorro, reserva de la biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México. A. Ortega-Rubio y A. Castellanos V. (eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, B.C.S.
- Leyva, J. A. 1984. El Niño malo en Baja California. *Información Científica y Tecnológica*, 6(97): 23-25.
- Llinas-Gutiérrez, J., D. Lluch-Cota, A. Castellanos y A. Ortega-Rubio. 1993. La Isla Socorro, Revillagigedo. pp. 520-534. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.). En: Biodiversidad Marina y Costera de México. Com. Nal. para el conocimiento y aprovechamiento de la Biodiversidad y CIQRO. México.
- Lluch-Cota, S. E., D. B. Lluch-Cota, D. Lluch-Belda y J. Bautista-Romero. 1994. Oceanografía. pp. 77-111. En: La Isla Socorro, reserva de la biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México. A. Ortega-Rubio y A. Castellanos V. (eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, B.C.S.
- Lockyer, C. H. y S. G. Brown. 1981. The migration of whales. pp. 105-137. En: D. J. Aidley (ed.). Animal migration. Society for Experimental Biology Seminar Series 13. Cambridge University Press. Cambridge.
- Lynn, R. J. y J. J. Simpson. 1987. The California Current system: the seasonal variability of its physical characteristics. *Journal of Geophysical Research*, 92: 12,942-12,966.
- Lynn, R. J., F. B. Schwing y T. L. Hayward. 1995. The Effect of the 1991-1993 ENSO on the California Current System. *CalCOFI Report*, 36: 57.
- Magaña, V. O. (editor). 1999. Los impactos de El Niño en México. UNAM-Secretaría de Gobernación. México, D.F. 228 pp.
- Magaña, V., J. L. Pérez y C. Conde 1998. El fenómeno de El Niño y la Oscilación del Sur. Sus impactos en México. *Ciencias. Revista de Difusión. Facultad de Ciencias, UNAM*, No. 51: 14-18.
- Mamm, K. H. y J. R. N. Lazier. 1991. Dynamics of marine ecosystems. Biological. Physical interactions in the oceans. Blackwell Scientific Publications. Boston. 466 pp.

- Parés S., A., M. López y E. G. Pavía. 1997. Oceanografía física del Océano Pacífico Nororiental. pp 1-24. En: M. F. Lavín (ed.). Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No.3, Unión Geofísica Mexicana.
- Payne, R. S. y S. McVay. 1971. Songs of Humpback whales. *Science*, 173(39997): 585-597.
- Rabinovich J. E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones. C.E.C.S.A. México. 313 pp.
- Ramage, C. S. 1986. El Niño. *Investigación y Ciencia*, No. 119: 40-48.
- Ramírez A., P. 1986. Distribución y alimentación de la ballena de bryde durante el fenómeno "El Niño" 1982-1983. CPPS, Boletín ERFEN No. 17: 20-27.
- Ramírez S., S. 1995. Efecto de las embarcaciones sobre el comportamiento del rorcual jorobado, en Baja California Sur, México. Tesis Profesional. Depto. Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar, Depto. de Biología Marina. UABCS. 63pp.
- Rasmusson, E. M. 1984. El Niño: The ocean/atmosphere connection. *Oceanus*, 27: 5-11.
- Rasmusson, E. M. y T. H. Carpenter. 1982. Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Niño. *Monthly Weather Review*, 110: 354-384.
- Reid, J. L., Jr. y R. A. Schwartzlose. 1962. Direct measurements of the Davison Current off Central California. *Journal of Geophysical Research*, 67(6): 2491-2497.
- Reynolds, J. D. 1996. Animal breeding systems. *Trends in Ecology and Evolution*, 11(2): 68-72.
- Reynolds, R. W. 1988. A Real-Time Sea surface temperature analysis. *Journal of Climate*, 1: 75-86.
- Rice, D. W. 1974. Whales and whale research in the eastern North Pacific. pp. 170-195. En: W. E. Schevil (ed.). *The whale problem*. Harvard University Press.
- Rice, D. W. 1978. The Humpback whale in the eastern North Pacific: Distribution, exploitation and numbers. pp. 29-44. En: K. S. Norris y R. Reeves (eds). *Report on a workshop on problems related to humpback whales (Megaptera novaeangliae)*. Report to US Marine Mammal Commission. Washington.
- Robles S., M. R. En proceso. Variación genética de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano. Tesis de maestría. IPN.
- Roden, G. I. 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. *Pacific Science*, 12(1) 21-45
- Roden, G. I. y G. W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *Journal of Marine Research*, 18: 10-35.
- Roden, G. I. y I. Emilsson. 1980. Oceanografía física del Golfo de California. Manuscrito no publicado, 4° Simposio El Golfo de California en conmemoración del Cincuentenario de la autonomía de la Universidad Nacional Autónoma de México. Mazatlán, Sinaloa. 67 pp.
- Salas R., I. V. 1993. Intervalos de reproducción y tasas de nacimiento de las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) identificadas, en dos áreas de reproducción del Pacífico mexicano, 1986-1991. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 83 pp.
- Salden, D. R., L. M. Herman, M. Yamaguchi y F. Fimuko S. 1999. Multiple visits of individual humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) between the Hawaiian and Japanese winter ground. *Canadian Journal of Zoology*, 77: 504-508.
- Salinas-Vargas., J. C. 2000. Distribución espacio-temporal y abundancia relativa del Rorcual jorobado, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781), en las aguas adyacentes a Los Cabos, B.C.S., México 1989-1993. Tesis de Licenciatura. Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar, Depto. de Biología Marina, UABCS.
- Salinas-Vargas., J. C. y J. Urbán R. 1993. Abundancia y distribución espacio-temporal del Rorcual jorobado, *Megaptera novaeangliae* en el extremo sur de la Península de Baja California, 1989-1993. p. 17. En: Programa y Resúmenes XVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo, 1993. La Paz, B.C.S., México.

- Urbán R., J., y K. Balcomb III. 1989. Las ballenas jorobadas *Megaptera novaeangliae*, de Baja California Sur 1987-1989. (Cetacea: Balaenopteridae). Resumen 71. En: Programa y Resúmenes X Congreso Nacional de Zoología, octubre, 1989. México, D.F.
- Urbán R., J., K. Balcomb, A. Jaramillo L., S. Chávez R. y D. E. Claridge. 1990. El Rorcual jorobado, *Megaptera novaeangliae*, durante su temporada de reproducción en el área circundante a San José del Cabo, B.C.S. 1988-1990. En: Resúmenes XV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Abril, 1990. La Paz, B.C.S., México.
- Urbán R., J., A. Jaramillo L., M. Salinas Z., J. K. Jacobsen, K. Balcomb, P. Ladrón de Guevara P., y A. Aguayo L. 1994. Estimación de la abundancia de los rorcuales jorobados que habitan en el Pacífico mexicano durante el periodo invernal. p. 40 En: Programa y Resúmenes XIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo, 1994. La Paz, B.C.S., México.
- Urbán R., J., A. Gómez-Gallardo U., V. Flores S. M. Palmeros R. y S. Ludwig. 1999a. Changes in the abundance and distribution of gray whales at Laguna San Ignacio, México during the 1997-98 El Niño and the 1998-99 La Niña. SC/51/. Trabajo presentado en la Comisión Ballenera Internacional 1999. Granada. 8 pp.
- Urbán R., J., C. Álvarez F., M. Salinas Z., J. Jacobsen, K. C. Balcomb III, A. Jaramillo L., P. Ladrón de Guevara P. y A. Aguayo L. 1999b. Population size of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in the Mexican Pacific. Fishery Bulletin, 97: 1017-1024.
- Urbán R., J., A. Gómez-Gallardo U., V. Flores S. M. Palmeros R. y S. Ludwig. 2000a. Cambios en la abundancia, distribución y mortalidad en las ballenas grises en la Laguna San Ignacio, B.C.S., durante El Niño 1997-98 y la Niña 1998-99. p. 24. En: Programa y Resúmenes XXV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo, 2000. La Paz, México.
- Urbán R., J., A. Jaramillo L., A. Aguayo L. P. Ladrón de Guevara P., M. Salinas Z., C. Álvarez F., L. Medrano G., J. K. Jacobsen, K. C. Balcomb, D. E. Claridge, J. Calambokidis, G. Steiger, J. M. Straley, O. vonZiegesar, J. M. Waite, S. Mizroch, M. Dahlheim, J. D. Darling C. S. Baker. 2000b. Migratory destination of humpback whales wintering in Mexican Pacific. Journal of Cetacean Research Management, 2(2): 101-110.
- Villaseñor P., B. A. y E. Heredia Q. 1993. ¿Turismo versus desarrollo urbano? Vivienda, 4 (2-3): 20-27.
- Villavicencio LI., K. 2000. Patrones de ventilación y hábitos del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) durante su estancia invernal en el Pacífico mexicano. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. 111 pp.
- Watson, L. 1985. Sea Guide of the whales of the world. E. P. Dutton, New York. 302 pp.
- Whitehead, H. 1985. Por que saltan las ballenas. Investigación y Ciencia, 104: 58-63. (Edición en español de Scientific American).
- Whitehead, H. 1996. Sea surface temperature and the abundance of sperm whale calves off Galapagos Islands: implications for the effects of global warming. SC/48/O 30. Trabajo presentado en la Comisión Ballenera Internacional, 1996. 7 pp.
- Winn, H. E. y N. E. Reichley. 1985. Humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781). pp. 241-273. En: S. H. Riddgway R. Harrison (eds.). Handbook of Marine Mammals. Vol. 3 The Sirenians and Baleen Whales. Academic Press. London.
- Wrangham, R. W. 1997. Subtle, secret female chimpanzees, Science, 277: 774-775.
- Wyrki, K. 1965a. The annual and semiannual variation of sea surface temperature in the North Pacific ocean. Limnology and Oceanography 10(3): 307-313.
- Wyrki, K. 1965b. Surface currents of the eastern tropical Pacific ocean. Inter. American Tropical Tuna Commission Bulletin, 9(5): 270-304.
- Wyrki, K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific ocean. International Journal of Oceanology and Limnology, 1(2): 117-147.

ANEXO I. Formas de Registro de Campo.

Facultad de Ciencias
U.N.A.M.

AVISTAMIENTOS DE BALLENA JOROBADA
CARACTERISTICAS DE LOS GRUPOS

ZONA: Bahía de Banderas ___; Isla Socorro ___; Isla Clarión ___; Isla Isabel ___; Otra: _____

FECHA	Nº AVISTA- MIENTO.	POSICION	HORA INICIO	TERMINO	Nº ANIMALES Y EDAD	TIPO DE GRUPO	RUMBO	FOTOGRAFO Y Nº ROLLO	OBSERVACIONES (DE CONDUCTA, CLIMA, etc.). Nubosidad, viento,beauf.

CLAVES; EDAD: Ad = Adulto(13 a 15 m), Jv = Juvenil(9 a 12m), Cr = Cría(4 a 6 m), Añ = Añero(7 o 8 m)

TIPO DE GRUPO: H-c ♂ ♀-c = Hembra con cría, H-c/E = Hembra con cría y Escolta, M-Cantor= Macho Cantor, Pj=Parejas (especificar si es pareja de Ad, Jv, o ambos), S=Animales Solitarios (no cantor) y GC= Grupo de Cortejo (indicar el Nº de animales que constituyen el grupo, su edad aprox. y la formación en que están).

Facultad de Ciencias
U.N.A.M.

FOTOIDENTIFICACION DE BALLENA JOROBADA

ZONA: Bahía de Banderas ___; Isla Socorro ___; Isla Clarión ___; Isla Isabel ___; Otra _____

FECHA	Nº AVISTA- MIENTO.	FOTOGRAFO	Nº ROLLO	EXPOSICIONES de ___ a ___	Nº DE FOTO- IDENTIFICADOS	DESCRIPCION (Dibujo) de los diferentes individuos del avistamiento.
						

REGISTRO PARA MUESTRAS DE PIEL DE CETÁCEOS

Fecha: _____ Esfuerzo de navegación del día: _____

Lugar y localidad: _____

Esfuerzo en el grupo: _____ Hora de recolecta y temperatura superficial

del mar: _____ Recolectores: _____

Especie: _____ Fotografías: _____

Número de avistamiento: _____ Tipo de coloración caudal: _____

Dibujos de aletas caudal y dorsal.

Clave de la muestra: _____ Sexo posible: _____

Beaufort: _____ Distancia disparo: _____ Incidencia disparo: _____

Respuesta: _____

Equipo utilizado: _____

Disparos fallados: _____

Conducta y agrupación social del individuo: _____

Otras observaciones:

ANEXO II. Temperatura superficial del mar.

Los datos obtenidos del Climate Diagnostics Center de la NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration), a través de su página de internet (<http://www.cdc.noaa.gov>), corresponden a promedios semanales para ambas regiones en todas las temporadas, e incluso de enero de 1997 a febrero del 2000. Adicionalmente se integraron los datos de la región de Los Cabos, Baja California Sur, como una referencia adicional de comparación con los de la BB e IS. Estos fueron los datos empleados en las comparaciones entre regiones y temporadas y se relacionaron con los cambios de abundancia de las agrupaciones sociales.

La menor oscilación de la temperatura del mar se da en la IS seguida por la BB y la región de BC presenta los cambios más marcados (Cuadros II.3, II.4 y II.5 Figs. II.1 y II.2).

Cuadro II.1. Temperatura superficial del mar *in situ* en la Bahía de Banderas (1989-1996) y en la Isla Socorro (1991).

**Bahía de Banderas
1989**

Semana	T °C
15	25

1990

Semana	T °C
2	25.00
5	25.56
7	23.50
8	24.33
9	23.75
10	23.88
11	23.36
12	23.60
13	24.00
14	22.68
15	23.00
Promedio	23.88
Chacala	
16	26.17
17	25.30
Promedio	25.73

1991

Semana	T °C
2	27.57
3	27.33
4	27.00
9	24.25
10	23.20
13	25.08
14	24.00
15	
Promedio	25.49

**Bahía de Banderas
1992**

Semana	T °C
6	
7	
11	
12	24.28
13	26.00
14	25.25
15	25.00
16	25.00
Promedio	25.11

1993

SEMANA	T °C
9	21.5

1994

Semana	T °C
7	25.50
8	25.82
Promedio	25.66

1995

Semana	T °C
10	21.62
11	21.86
Promedio	21.74

1996

Semana	T °C
7	23.16
8	23.43
9	24.17
10	24.6
14	24.84
19	23.88
Promedio	24.01

**Isla Socorro
1991**

Semana	T °C
10	24.5
11	25.0
12	25.0
15	25.0
Promedio	24.88

Cuadro II.2. Medias mensuales de temperatura del agua del mar °C: Servicio Mareográfico. Puerto Vallarta, Jal. (Tomado de Grivel y Grivel, 1991).

Lat. 20°37'N

Long. 105°14'W

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1980												
1981							30.1	30.8	26.3			
1982												
1983									30.5	30.7	28.8	24.4
1984	25.9	24.7	24.8	25.5	26.7	29.9		30.7	30.3	28.8	26.3	25.8
1985	23.0	22.4	23.3	23.8	25.4	29.7	30.4	31.6	31.4	30.5	27.5	23.3
1986	24.2	25.0	23.1	26.0	26.6	27.6	29.7	31.0	31.0		29.2	28.0
1987	24.6	24.4	25.0	25.0	26.3	29.2	30.9	31.2	31.1	30.1	29.0	25.8
1988	24.5	23.7	23.7	23.8	24.8	27.7	28.4	28.8	29.0	28.8	25.7	23.0
1989	22.3	23.8	24.7	26.2	27.6	29.5	28.6	29.6	30.0	29.8	27.3	24.5
1990	25.4	24.3	25.0	26.9	28.3	30.8	30.7			30.9		27.8
1991	25.4	25.6	25.2									

Cuadro II.3. Temperatura superficial del mar (semanal) en la Bahía de Banderas (105.6°W; 20.75°N) de 1989 a 2000.
(El recuadro azul indica la semana más fría y el rojo la más cálida de cada temporada).

Semana	Temporada											
	1988-1989	1989-1990	1990-1991	1991-1992	1992-1993	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000
0 (nov)	26.29	27.85	28.40	27.22	28.32	27.79	28.64	27.83	27.52	28.89	27.51	27.63
1	25.52	26.97	28.15	26.75	27.68	27.50	28.43	27.87	27.12	28.51	26.93	26.97
2	24.77	26.36	27.95	26.33	27.15	26.96	28.16	27.18	26.68	28.12	26.05	26.55
3 (dic)	24.39	25.96	27.54	26.17	26.41	26.72	27.69	27.13	26.13	28.04	25.00	25.74
4	24.04	25.80	26.81	25.89	25.73	26.90	27.29	26.80	25.47	27.80	24.58	24.92
5	23.50	25.66	26.12	25.49	25.80	26.69	27.00	25.23	24.96	27.53	24.49	23.73
6	23.03	25.47	25.77	25.35	26.17	26.36	26.69	24.84	24.92	27.20	24.19	22.95
7 (ene)	22.65	25.45	25.20	25.38	26.25	26.26	26.53	23.81	24.62	26.71	24.00	23.19
8	22.21	24.92	24.87	25.58	25.80	25.82	26.13	23.84	23.05	26.18	23.91	23.71
9	21.73	24.75	24.58	25.42	25.23	25.39	25.81	24.38	24.91	25.98	23.61	24.70
10	21.69	25.00	24.68	24.97	25.07	25.10	25.38	24.26	23.86	25.67	23.47	24.82
11	21.86	24.98	24.71	24.76	24.83	24.50	25.04	24.21	23.95	25.12	23.40	24.02
12 (feb)	22.04	24.74	24.51	24.84	24.48	24.38	24.90	24.50	23.43	24.77	23.15	24.24
13	22.67	24.16	24.34	25.02	24.31	24.36	24.90	24.52	22.56	24.57	23.26	24.41
14	23.38	24.13	23.92	25.02	24.07	24.16	24.97	24.94	22.30	25.55	23.30	24.01
15	23.48	24.47	23.54	25.02	24.09	24.50	24.89	24.28	22.90	24.35	23.30	23.71
16 (mar)	23.23	23.87	23.39	25.20	24.23	24.41	24.72	23.86	23.90	24.33	23.50	23.14
17	23.44	24.14	23.29	25.50	24.41	24.05	24.14	24.16	24.38	24.61	23.54	22.80
18	23.87	24.48	22.93	25.87	24.33	23.89	23.75	24.36	24.45	24.81	23.47	23.11
19	24.20	24.99	22.81	25.49	24.17	23.46	23.68	24.34	24.20	24.70	23.19	23.88
20 (abr)	24.47	25.65	23.24	25.20	24.27	23.46	23.38	24.32	24.13	24.47	22.99	24.05
21	24.72	26.46	23.82	25.29	24.38	24.28	23.19	24.31	24.13	24.54	23.17	23.81
22	24.93	26.86	24.40	25.68	24.98	25.03	23.41	24.98	24.18	24.85	23.79	24.34
PROMEDIO	23.67	25.35	24.99	25.83	26.31	26.30	26.60	25.02	24.61	26.97	24.08	24.37

Cuadro II.4. Temperatura superficial del mar (semana) en la isla Socorro (111.0°W; 16.7°N) de 1989 a 2000.

Semana	Temporada											
	1988-1989	1989-1990	1990-1991	1991-1992	1992-1993	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000
0 (nov)	26.43	27.19	27.56	26.45	27.92	27.05	27.44	27.94	27.41	27.81	26.60	26.85
1	25.99	26.81	27.42	26.11	27.83	26.77	27.22	28.02	26.73	27.67	26.37	26.53
2	25.66	26.57	27.37	26.12	27.68	26.84	27.09	27.60	26.38	27.27	25.99	26.25
3 (dic)	25.60	26.22	27.17	26.25	26.99	26.91	26.84	27.44	26.22	26.90	25.34	25.61
4	25.34	25.97	26.82	26.19	26.29	26.62	26.58	27.02	25.72	26.25	25.07	25.17
5	24.77	25.63	26.22	26.01	26.26	26.25	26.06	26.23	25.38	25.92	25.08	24.81
6	24.49	25.28	25.98	25.76	26.30	26.28	25.61	26.12	25.29	26.00	24.86	24.40
7 (ene)	24.31	24.92	25.60	25.61	26.14	26.34	25.66	25.84	25.05	25.81	24.77	24.48
8	24.07	24.43	25.30	25.30	25.66	26.05	25.42	25.55	24.58	25.51	24.80	24.71
9	23.89	24.37	25.02	24.58	25.21	25.79	25.23	25.59	24.32	25.59	24.67	25.02
10	23.71	24.53	24.77	24.24	25.28	25.58	25.01	25.40	24.14	25.61	24.62	24.78
11	23.63	24.47	24.75	24.15	25.25	25.18	24.85	25.11	24.17	25.51	24.31	24.45
12 (feb)	23.53	24.31	24.78	24.10	25.17	25.13	25.09	25.42	24.00	25.68	23.99	24.79
13	23.64	23.99	24.92	24.54	25.33	25.06	25.17	25.33	23.66	25.73	24.05	24.82
14	23.82	24.41	24.91	24.81	25.36	24.90	25.11	25.10	23.73	25.86	24.13	24.83
15	23.81	24.61	24.92	24.87	25.43	25.12	25.21	24.89	24.01	25.36	24.13	24.71
16 (mar)	23.75	24.04	24.82	24.47	25.50	25.03	25.18	25.14	24.48	25.26	24.20	24.55
17	23.99	24.44	24.87	24.51	25.81	24.91	24.95	25.57	24.85	25.55	24.16	24.49
18	24.33	25.03	24.74	24.43	25.81	24.89	24.86	25.27	24.79	25.48	23.99	24.65
19	24.45	24.76	24.87	24.33	25.89	24.74	24.90	25.05	24.39	24.99	23.79	25.24
20 (abr)	24.58	25.35	25.11	24.47	26.07	24.86	24.72	25.17	24.23	24.65	23.77	25.20
21	24.72	25.45	25.31	24.87	25.91	25.13	24.36	25.04	24.11	24.72	24.04	24.83
22	24.51	24.80	25.30	25.36	25.80	25.13	24.28	25.22	24.02	25.06	24.25	24.78
PROMEDIO	24.48	25.11	25.68	25.10	26.04	26.68	26.61	26.68	24.85	26.82	24.66	25.06

Cuadro II.5. Temperatura superficial del mar (semana) Los Cabos (109.5°W; 22.95°N) de 1989 a 2000.

Semana	Temporada											
	1988-1989	1989-1990	1990-1991	1991-1992	1992-1993	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000
0 (nov)	24.47	27.00	26.90	26.41	26.76	26.83	26.92	26.91	26.63	27.57	26.67	26.65
1	23.92	26.17	26.15	25.57	26.07	26.26	26.57	27.09	25.87	27.26	26.00	26.18
2	23.31	25.55	25.61	24.68	25.58	25.74	26.26	26.38	25.40	26.81	25.01	25.54
3 (dic)	22.77	25.03	25.15	24.42	24.69	25.61	25.74	25.69	25.16	26.47	24.23	24.71
4	22.12	24.54	24.38	24.12	23.81	25.49	24.87	24.76	24.32	26.00	23.95	24.16
5	21.42	23.89	23.68	23.52	23.59	24.88	23.97	23.87	23.64	25.79	23.71	23.19
6	20.91	23.40	23.72	23.36	23.59	24.53	23.51	23.32	23.48	25.74	23.47	22.17
7 (ene)	20.46	22.73	23.25	23.40	23.77	24.29	23.43	22.59	23.05	25.43	23.24	21.99
8	20.04	21.89	22.78	23.41	23.68	23.74	22.97	22.75	22.58	24.95	23.12	22.16
9	19.79	21.96	22.47	23.02	23.11	23.31	22.69	22.99	22.34	24.73	22.87	22.66
10	19.86	21.99	22.42	22.67	22.91	22.84	22.56	22.80	22.12	24.41	22.44	22.47
11	19.98	21.93	22.56	22.69	22.75	22.48	22.48	22.68	22.09	24.06	21.96	21.85
12 (feb)	19.80	21.77	22.48	22.83	22.49	22.43	22.65	22.99	21.75	23.85	21.55	22.13
13	20.20	21.56	22.38	23.12	22.50	22.27	22.73	23.06	21.28	23.47	21.62	22.15
14	20.55	22.14	22.28	23.26	22.31	21.99	22.79	22.58	21.27	23.29	21.63	21.91
15	20.48	22.24	22.25	23.21	22.32	22.48	22.93	22.43	21.68	23.16	21.48	21.60
16 (mar)	20.21	21.60	22.17	23.02	22.70	22.65	22.97	22.55	22.34	23.10	21.59	21.37
17	20.33	21.84	21.92	23.29	23.16	22.52	22.68	22.83	22.79	23.44	21.38	21.21
18	20.70	22.08	21.65	23.52	23.07	22.47	22.33	22.64	22.53	23.47	21.04	21.45
19	20.99	21.89	21.68	23.24	22.98	22.29	22.13	22.54	21.99	23.00	20.90	22.13
20 (abr)	21.13	22.73	21.87	23.20	23.04	22.34	21.92	22.69	21.85	22.84	21.08	22.35
21	21.40	23.14	22.15	23.50	22.95	22.38	21.74	22.72	21.90	22.78	21.73	22.06
22	21.63	23.04	22.39	23.95	23.29	22.30	21.79	23.13	21.94	23.31	22.16	22.10
PROMEDIO	21.18	23.05	23.15	23.83	23.83	23.67	23.42	23.66	22.96	24.65	22.73	22.81

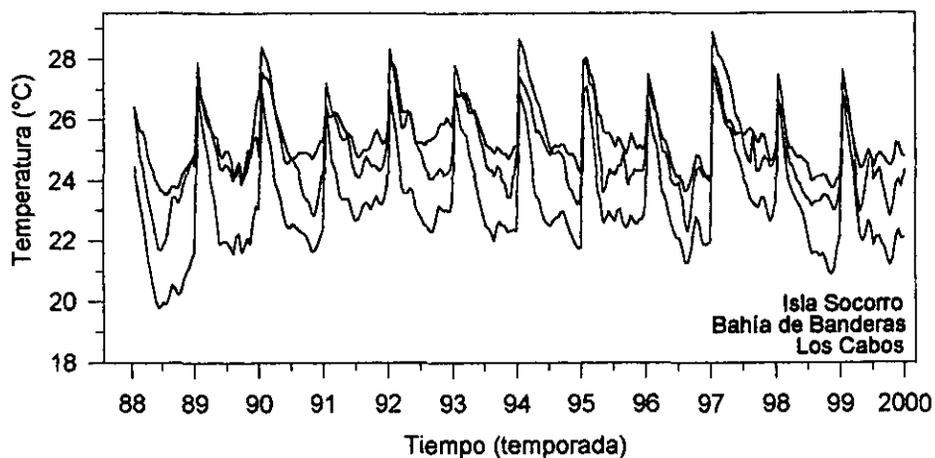


Figura II.1. Temperatura superficial del mar (semanal) en el Pacífico mexicano, 1989-2000.

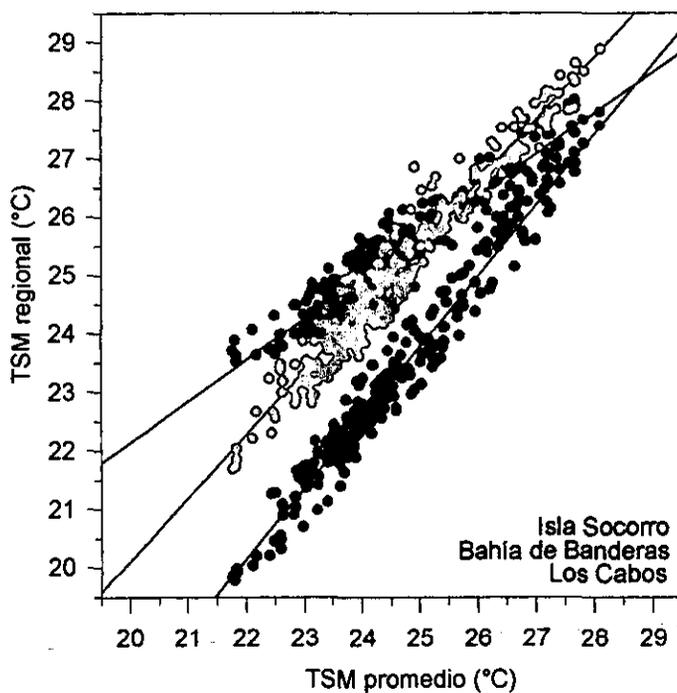


Figura II.2. Variación semanal de la temperatura superficial del mar invernal (TSM; 13 de noviembre a 22 de abril) en tres regiones del Pacífico mexicano, 1989-2000.

ANEXO III. Cuadros de Avistamientos, N° de animales y esfuerzo.

Gráficas de la distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales en la Bahía de Banderas y la Isla Socorro.

Cuadro III.1. Total de avistamientos de cada agrupación social del rorcual jorobado en la que se aplicó esfuerzo de fotoidentificación en la Bahía de Banderas, 1989-1996.

1989										
Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	No. de Avist.
10	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
13	8	19	6	0	3	0	0	1	0	37
15	19	30	7	1	0	1	3	2	1	64
TOTAL	28	51	13	1	3	1	3	3	1	104

1990										
Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	No. de Avist.
2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
8	8	8	1	2	0	4	1	0	0	24
9	1	0	1	0	0	2	0	0	0	4
10	1	3	4	2	1	3	1	0	0	15
11	4	3	2	1	0	2	0	1	0	13
12	8	7	2	4	3	2	2	0	0	28
13	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
14	1	4	0	0	0	1	2	0	0	8
15	1	2	1	0	0	2	1	0	1	8
TOTAL	27	33	12	9	4	17	7	1	1	111

1991										
Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	No. de Avist.
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	5	3	1	0	0	0	0	0	0	9
10	6	7	3	3	2	2	2	2	0	27
13	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4
14	2	3	1	0	0	0	2	1	0	9
15	2	2	1	0	0	0	0	1	0	6
TOTAL	18	16	7	3	2	2	4	4	0	56

1992										
Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	No. de Avist.
6	2	3	1	1	0	0	0	0	0	7
7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
11	0	3	0	1	0	3	0	1	0	8
12	7	5	2	0	0	4	3	0	0	21
13	4	3	0	0	2	1	1	0	0	11
14	4	8	2	2	1	3	3	1	1	25
15	3	3	2	1	1	1	1	0	0	12
16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
TOTAL	21	25	7	5	5	12	9	2	1	87

1996										
Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	No. de Avist.
7	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
8	8	8	3	3	2	0	0	0	0	24
9	7	11	1	1	2	1	0	0	0	23
10	5	7	2	2	0	0	1	0	0	17
14	5	5	1	1	2	0	2	5	0	21
19	4	3	4	1	0	0	0	1	0	13
TOTAL	29	34	12	8	7	1	3	6	0	100

Total	123	159	51	26	21	33	26	16	6	458
Porcentaje	26.85%	34.72%	11.13%	5.68%	4.58%	7.20%	5.67%	3.49%	0.65%	99.97%

Cuadro III.2. Total de avistamientos de cada agrupación social del rorcual jorobado en la que se aplicó esfuerzo de fotoidentificación en la Isla Socorro 1989-1996.

1989

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpo. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	No. de Avist.
9	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
10	2	2	3	1	1	5	3	1	0	18
11	2	3	3	1	1	2	0	0	0	12
12	6	11	1	2	1	6	2	4	1	34
13	2	6	0	0	0	4	1	2	0	15
14	3	13	4	0	0	1	2	1	0	24
15	11	15	4	2	1	1	4	3	0	41
16	0	2	1	1	2	0	1	1	0	8
TOTAL	26	53	16	7	6	20	13	12	1	154

1990

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	No. de Avist.
11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12	0	2	2	0	1	0	0	0	0	5
13	1	18	4	2	1	5	4	0	0	35
14	3	9	2	0	1	2	2	2	0	21
15	3	11	4	0	2	5	1	0	0	26
16	2	9	0	0	0	6	4	4	1	26
17	2	1	3	3	1	3	1	1	0	15
TOTAL	11	50	16	5	6	21	12	7	1	129

1991

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	No. de Avist.
10	1	3	1	1	0	2	2	1	0	11
11	4	21	4	1	0	6	4	1	0	41
12	2	13	7	3	0	3	1	1	0	30
13	6	23	4	1	0	6	1	2	0	43
14	4	26	9	5	5	8	7	6	1	71
15	4	20	9	4	4	4	7	4	2	58
16	4	8	3	1	1	3	1	6	3	30
17	5	5	6	1	4	7	14	9	5	56
18	5	5	3	2	0	8	4	7	3	37
19	1	5	1	1	3	11	6	4	1	33
20	8	3	4	1	7	8	3	11	9	54
21	2	1	0	1	4	7	7	12	5	39
22	2	1	2	0	2	8	3	2	8	28
TOTAL	48	134	53	22	30	81	60	66	37	531

1992

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	No. de Avist.
14	6	12	4	3	3	0	1	3	1	33
15	4	1	1	1	3	1	1	4	0	16
16	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
TOTAL	11	13	5	4	6	2	2	7	1	51

1995

Semana	Solitario	Pareja	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantor	H-cría	H-c-e	H-c-g	No. de Avist.
15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
16	4	11	0	3	1	4	0	4	1	28
17	2	1	2	0	8	8	2	3	1	27
18	2	4	4	1	1	4	0	6	0	22
19	5	9	1	2	1	9	0	4	2	33
20	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
TOTAL	13	25	7	6	11	27	3	18	4	114

1996

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	No. de Avist.
9	1	3	0	0	0	0	0	0	0	4
10	4	6	0	0	1	3	1	1	0	16
11	3	6	2	0	1	3	1	0	0	16
12	3	0	3	3	1	1	0	0	0	11
13	2	8	3	0	2	1	2	5	0	23
14	5	6	3	2	4	1	7	1	0	29
15	4	9	2	2	3	4	8	3	0	35
16	1	6	2	0	2	6	7	2	0	26
17	4	4	0	0	1	3	1	5	0	18
18	1	5	4	0	8	3	5	7	0	33
19	4	5	4	2	6	3	2	9	1	36
20	0	1	1	0	1	2	0	2	0	7
TOTAL	32	59	24	9	30	30	34	35	1	254

Total	141	334	121	53	89	181	124	145	45	1233
Porcentaje	11.43%	27.09%	9.81	4.30%	7.22%	14.66%	10.06%	11.76%	3.65%	100%

Cuadro III.3. Total de animales de cada agrupación social del rorcual jorobado en la que se aplicó esfuerzo de fotoidentificación en la Bahía de Banderas, 1989-1996.

1989

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	Total Anim.
10	1	4	0	0	0	0	0	0	0	5
13	8	38	18	0	19	0	0	3	0	86
15	19	60	21	4	0	1	6	6	4	121
Total	28	102	39	4	19	1	6	9	4	212

1990

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	Total Anim.
2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	5
5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6
7	1	2	3	0	0	0	0	0	0	6
8	8	16	3	8	0	4	2	0	0	41
9	1	0	3	0	0	2	0	0	0	6
10	1	8	12	8	5	3	2	0	0	37
11	4	6	6	4	0	2	0	3	0	25
12	8	14	6	16	18	2	4	0	0	68
13	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
14	1	8	0	0	0	1	4	0	0	14
15	1	4	3	0	0	2	2	0	5	17
TOTAL	27	66	36	36	23	17	14	3	5	227

1991

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	Total Ind/Hr
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	5	6	3	0	0	0	0	0	0	14
10	6	14	9	12	11	2	4	6	0	64
13	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5
14	2	6	3	0	0	0	4	3	0	18
15	2	4	3	0	0	0	0	3	0	12
TOTAL	18	32	21	12	11	2	8	12	0	116

1992

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	Total Anim.
6	2	6	3	4	0	0	0	0	0	15
7	1	0	0	0	5	0	0	0	0	6
11	0	6	0	4	0	3	0	3	0	16
12	7	10	6	0	0	4	6	0	0	33
13	4	6	0	0	14	1	2	0	0	27
14	4	16	6	8	5	3	6	3	5	56
15	3	6	6	4	6	1	2	0	0	28
16	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Total	21	50	21	20	30	12	18	6	5	183

1996

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cría	H-c-e	H-c-g	Total Anim.
7	0	0	3	0	7	0	0	0	0	10
8	8	16	9	12	12	0	0	0	0	57
9	7	22	3	4	11	1	0	0	0	48
10	5	14	6	8	0	0	2	0	0	35
14	5	10	3	4	10	0	4	15	0	51
19	4	6	12	4	0	0	0	3	0	29
TOTAL	29	68	36	32	40	1	6	18	0	230

Cuadro III.4. Total de animales de cada agrupación social del torcuales jorobado en la que se aplicó esfuerzo de fotoidentificación en la Isla Socorro, 1989-1996.

1989

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpo. Cortejo	Cantores	H-cria	H-c-e	H-c-g	Total Anim.
9	0	2	0	0	0	1	0	0	0	3
10	2	4	9	4	5	5	6	3	0	38
11	2	6	9	4	5	2	0	0	0	28
12	6	22	3	8	5	6	4	12	5	71
13	2	12	0	0	0	4	2	6	0	26
14	3	26	12	0	0	1	4	3	0	49
15	11	30	12	8	6	1	8	9	0	85
16	0	4	3	4	10	0	2	3	0	26
TOTAL	26	106	48	28	31	20	26	36	5	326

1990

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cria	H-c-e	H-c-g	Total Anim.
11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
12	0	4	6	0	6	0	0	0	0	16
13	1	36	12	8	6	5	8	0	0	76
14	3	18	6	0	5	2	4	6	0	44
15	3	22	12	0	11	5	2	0	0	55
16	2	18	0	0	0	6	8	12	4	50
17	2	2	9	12	5	3	2	3	0	38
TOTAL	11	100	48	20	33	21	24	21	4	282

1991

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cria	H-c-e	H-c-g	Total Anim.
10	1	6	3	4	0	2	4	3	0	23
11	4	42	12	4	0	6	8	3	0	79
12	2	26	21	12	0	3	2	3	0	69
13	6	46	12	4	0	6	2	6	0	82
14	4	52	27	20	29	8	14	18	4	176
15	4	40	27	16	25	4	14	12	9	151
16	4	16	9	4	5	3	2	18	14	75
17	5	10	18	4	26	7	28	27	23	148
18	5	10	9	8	0	8	8	21	14	83
19	1	10	3	4	22	11	12	12	4	79
20	8	6	12	4	58	8	6	33	47	182
21	2	2	0	4	33	7	14	36	26	124
22	2	2	6	0	10	8	6	6	38	78
TOTAL	48	268	159	88	208	81	120	198	179	1349

1992

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cria	H-c-e	H-c-g	Total Anim.
14	6	24	12	12	20	0	2	9	4	69
15	4	2	3	4	15	1	2	12	0	43
16	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
TOTAL	11	26	15	16	35	2	4	21	4	134

1995

Semana	Solitario	Pareja	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantor	H-cria	H-c-e	H-c-g	Total Anim.
15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
16	4	22	0	12	10	4	0	12	4	68
17	2	2	6	0	48	8	4	9	4	83
18	2	8	12	4	8	4	0	18	0	56
19	5	18	3	8	5	9	0	12	9	69
20	0	0	0	0	0	1	2	3	0	6
TOTAL	13	50	21	24	71	27	6	54	17	283

1996

Semana	Solitarios	Parejas	Tríos	Cuartetos	Gpos. Cortejo	Cantores	H-cria	H-c-e	H-c-g	Total Anim.
9	1	6	0	0	0	0	0	0	0	7
10	4	12	0	0	5	3	2	3	0	29
11	3	12	6	0	5	3	2	0	0	31
12	3	0	9	12	5	1	0	0	0	30
13	2	16	9	0	10	1	4	15	0	57
14	5	12	9	8	23	1	14	3	0	75
15	4	18	6	8	18	4	16	9	0	83
16	1	12	6	0	11	6	14	6	0	56
17	4	8	0	0	5	3	2	15	0	37
18	1	10	12	0	54	3	10	21	0	111
19	4	10	12	8	42	3	4	27	4	114
20	0	2	3	0	8	2	0	6	0	21
TOTAL	32	118	72	36	186	30	68	105	4	651

Cuadro III.5. Esfuerzo de navegación en la Bahía de Banderas, 1989-1996.

1989

Semana	Total hrs.
10	3.02
13	29.05
15	46.57
TOTAL	78.63

1990

Semana	Total hrs.
2	12.43
5	19.78
7	3.50
8	37.67
9	12.12
10	23.33
11	18.55
12	33.53
13	7.85
14	17.80
15	24.15
TOTAL	210.72

1991

Semana	Total hrs.
2	12.63
3	17.00
4	5.33
9	10.27
10	40.68
13	12.58
14	17.33
15	4.00
TOTAL	119.83

1992

Semana	Total hrs.
6	7.50
7	2.92
11	13.45
12	29.08
13	31.80
14	58.77
15	21.08
16	3.50
Total	168.10

1993

Semana	Total hrs.
6	7.15
9	17.17
10	3.50
15	3.00
16	9.80
TOTAL	40.62

1994

Semana	Total hrs.
7	5.07
8	18.55
TOTAL	23.62

1995

Semana	Total hrs.
10	7.13
11	11.90
TOTAL	19.03

1996

Semana	Total hrs.
7	7.12
8	31.25
9	30.57
10	64.43
14	33.75
19	32.38
TOTAL	199.50

Cuadro III.6. Esfuerzo de navegación en la Isla Socorro; 1989-1996.

1989

Semana	Total hrs.
9	8.35
10	40.35
11	30.02
12	58.78
13	34.23
14	33.38
15	40.47
16	12.15
TOTAL	257.73

1990

Semana	Total hrs.
11	3.62
12	15.35
13	60.63
14	36.30
15	42.80
16	42.75
17	29.15
TOTAL	230.60

1991

Semana	Total hrs.
10	22.52
11	41.90
12	51.28
13	68.55
14	95.12
15	57.68
16	42.57
17	61.00
18	34.97
19	33.38
20	54.38
21	36.90
22	33.47
TOTAL	633.72

1992

Semana	Total hrs.
14	41.35
15	34.25
16	1.47
TOTAL	77.07

1995

Semana	Total hrs.
15	2.58
16	28.37
17	36.52
18	26.97
19	40.97
20	6.55
TOTAL	141.95

1996

Semana	Total hrs.
9	6.50
10	24.90
11	35.38
12	23.08
13	31.23
14	37.00
15	38.97
16	30.82
17	20.03
18	30.45
19	34.83
20	8.42
TOTAL	321.62

Cuadro III.7. Tamaño de los grupos de cortejo y de las agrupaciones de H-c-g para la Bahía de Banderas, 1989-1996.
(H-g-c = Hembra con cría dentro de un grupo de competencia).

1989

Semana	Avist Gpos.	Tamaño Gpo	Tam prom	AvistH-c-g	Tamaño H-c-g	Tamaño promedio
10	0	0	0	0	0	0
13	3	5,8,6	6,33	0	0	0
15	0	0	0	1	4	4
TOTAL	3	19	6,33	1	4	4

1990

Semana	Avist Gpos.	Tamaño Gpo	Tam prom	Avist H-c-g	Tamaño H-c-g	Tamaño promedio
2	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	1	5	5	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	3	5,7,6	6	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	1	5	5
TOTAL	4	23	5,75	1	5	5

1991

Semana	Avist Gpos.	Tamaño Gpo	Tam prom	Avist H-c-g	Tamaño H-c-g	Tamaño promedio
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	2	5,6	5,5	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2	11	5,5	0	0	0

1992

Semana	Avist Gpos.	Tamaño Gpo	Tam prom	Avist H-c-g	Tamaño H-c-g	Tamaño promedio
6	0	0	0	0	0	0
7	1	5	5	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	2	8,6	7	0	0	0
14	1	5	5	1	5	5
15	1	6	6	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
TOTAL	5	30	6	1	5	5

1996

Semana	Avist Gpos.	Tamaño Gpo	Tam prom	Avist H-c-g	Tamaño H-c-g	Tamaño promedio
7	1	7	7	0	0	0
8	2	5,7	6	0	0	0
9	2	5,6	5,5	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
14	2	5,5	5	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
TOTAL	7	40	5,71	0	0	0

Cuadro III.8. Tamaño de los grupos de cortejo y de las agrupaciones de H-c-g para la Isla Socorro, 1989-1996.
(H-c-g = Hembra con cría dentro de un grupo de competencia).

1989

Semana	Avist Gpo.	Tamaño Gpo	Tam prom	Avist H-c-g	Tamaño H-c-g	Tamaño promedio
9	0	0	0	0	0	0
10	1	5	5	0	0	0
11	1	5	5	0	0	0
12	1	5	5	1	5	5
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	1	6	6	0	0	0
16	2	5,5	5	0	0	0
TOTAL	6	31	5.17	1	5	5

1990

Semana	Avist Gpos.	Tamaño Gpo	Tam prom	Avist H-c-g	Tamaño H-c-g	Tamaño promedio
11	0	0	0	0	0	0
12	1	6	6	0	0	0
13	1	6	6	0	0	0
14	1	5	5	0	0	0
15	2	6,5	5,5	0	0	0
16	0	0	0	1	4	4
17	1	5	5	0	0	0
TOTAL	6	33	5.5	1	4	4

1991

Semana	Avist Gpos.	Tamaño Gpo	Tam prom	Avist H-c-g	Tamaño H-c-g	Tamaño promedio
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	5	5,6,5,6,7	5.8	1	4	4
15	4	6,7,7,5	6.25	2	4,5	4,5
16	1	5	5	3	5,5,4	4,67
17	4	6,5,5,10	6.5	5	4,6,4,4,5	4,6
18	0	0	0	3	4,4,6	4,67
19	3	6,11,5	7.33	1	4	4
20	7	6,5,6,10,14,6,11	8.29	9	4,6,6,4,6,4,6,4,7	5.22
21	4	5,5,13,10	8.25	5	7,6,4,4,5	5.2
22	2	5,5	5	8	9,4,4,4,4,4,5,4	4.75
TOTAL	30	208	6.93	37	179	4.84

1992

Semana	Avist Gpos.	Tamaño Gpo	Tam prom	Avist Hcg	Tamaño H-c-g	Tamaño promedio
14	3	5+8+7	6.67	1	4	4
15	3	5+5+5	5	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
TOTAL	6	35	5.83	1	4	4

1995

Semana	Avist Gpos.	Tamaño Gpo	Tam prom	Avist Hcg	Tamaño H-c-g	Tamaño promedio
15	0	0	0	0	0	0
16	1	10	10	1	4	4
17	8	5,5,5,6,7,8,6,6	6	1	4	4
18	1	8	8	0	0	0
19	1	5	5	2	4,5	4,5
20	0	0	0	0	0	0
TOTAL	11	71	6.45	4	17	4.25

1996

Semana	Avist Gpos.	Tamaño Gpo	Tam prom	Avist H-c-g	Tamaño H-c-g	Tamaño promedio
9	0	0	0	0	0	0
10	1	5	5	0	0	0
11	1	5	5	0	0	0
12	1	5	5	0	0	0
13	2	5,5	5	0	0	0
14	4	5,5,8,5	5.75	0	0	0
15	3	6,6,6	6	0	0	0
16	2	5,6	5.5	0	0	0
17	1	5	5	0	0	0
18	8	8,7,8,9,7,5,4,5	6.63	0	0	0
19	6	8,10,8,5,5,5	6.83	1	4	4
20	1	8	8	0	0	0
TOTAL	30	184	6.13	1	4	4

Cuadro III.9. Índice de abundancia relativa semanal de machos y hembras con respecto a la frecuencia de agrupaciones sociales en la Bahía de Banderas, 1989-1996.

1989

Semana	Machos	Hembras s/c	Hembras c/c	Total hembras
10	1.28	0.38	0.00	0.38
13	2.36	0.53	0.03	0.56
15	1.86	0.46	0.13	0.59
TOTAL	2.02	0.48	0.09	0.57

1990

Semana	Machos	Hembras s/c	Hembras c/c	Total hembras
2	0.31	0.09	0.00	0.09
5	0.24	0.07	0.00	0.07
7	1.40	0.31	0.00	0.31
8	0.85	0.19	0.03	0.22
9	0.44	0.05	0.00	0.05
10	1.29	0.21	0.04	0.25
11	1.04	0.20	0.05	0.25
12	1.60	0.31	0.06	0.37
13	0.22	0.03	0.00	0.03
14	0.45	0.11	0.11	0.23
15	0.39	0.06	0.08	0.15
TOTAL	0.82	0.16	0.04	0.20

1991

Semana	Machos	Hembras s/c	Hembras c/c	Total hembras
2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.15	0.02	0.00	0.02
4	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.07	0.30	0.00	0.30
10	1.16	0.22	0.10	0.32
13	0.30	0.10	0.00	0.10
14	0.56	0.13	0.17	0.30
15	2.05	0.45	0.25	0.70
TOTAL	0.69	0.15	0.07	0.21

1992

Semana	Machos	Hembras s/c	Hembras c/c	Total hembras
6	1.63	0.37	0.00	0.37
7	1.74	0.32	0.00	0.32
11	0.90	0.14	0.07	0.21
12	0.76	0.17	0.10	0.27
13	0.65	0.13	0.03	0.16
14	0.63	0.12	0.09	0.21
15	1.03	0.20	0.05	0.25
16	0.00	0.00	0.29	0.29
TOTAL	0.78	0.15	0.07	0.23

1996

Semana	Machos	Hembras s/c	Hembras c/c	Total hembras
7	1.22	0.18	0.00	0.18
8	1.50	0.32	0.00	0.32
9	1.27	0.30	0.00	0.30
10	0.42	0.10	0.02	0.11
14	0.93	0.17	0.21	0.38
19	0.70	0.14	0.03	0.17
TOTAL	0.88	0.18	0.05	0.23

Cuadro III.10. Índice de abundancia relativa semanal de machos y hembras con respecto a la frecuencia de agrupaciones sociales en la Isla Socorro, 1989-1996.

1989				
Semana	Machos	Hembras s/c	Hembras c/c	Total hembras
9	0.31	0.05	0.00	0.05
10	0.65	0.09	0.10	0.19
11	0.79	0.14	0.00	0.14
12	0.79	0.15	0.12	0.26
13	0.49	0.09	0.09	0.18
14	1.05	0.24	0.09	0.33
15	1.43	0.32	0.17	0.49
16	1.56	0.25	0.16	0.42
TOTAL	0.88	0.17	0.10	0.27
1990				
Semana	Machos	Hembras s/c	Hembras c/c	Total hembras
11	0.72	0.11	0.00	0.11
12	0.88	0.16	0.00	0.16
13	0.93	0.19	0.07	0.26
14	0.82	0.17	0.11	0.28
15	1.04	0.20	0.02	0.23
16	0.62	0.11	0.21	0.32
17	1.02	0.15	0.07	0.22
TOTAL	0.88	0.17	0.09	0.25
1991				
Semana	Machos	Hembras s/c	Hembras c/c	Total hembras
10	0.64	0.11	0.13	0.24
11	1.35	0.30	0.12	0.42
12	1.06	0.21	0.04	0.24
13	0.91	0.20	0.04	0.25
14	1.31	0.24	0.15	0.38
15	1.85	0.32	0.29	0.61
16	1.18	0.16	0.41	0.57
17	1.45	0.16	0.70	0.86
18	1.47	0.16	0.61	0.77
19	1.49	0.19	0.33	0.52
20	2.51	0.24	1.04	1.28
21	2.06	0.16	1.11	1.26
22	1.83	0.09	1.17	1.26
TOTAL	1.52	0.21	0.48	0.68
1992				
Semana	Machos	Hembras s/c	Hembras c/c	Total hembras
14	1.58	0.31	0.12	0.43
15	0.84	0.13	0.15	0.27
16	1.18	0.18	0.00	0.18
TOTAL	1.24	0.22	0.13	0.35
1995				
Semana	Machos	Hembras s/c	Hembras c/c	Total hembras
15	0.39	0.00	0.00	0.00
16	1.70	0.31	0.18	0.49
17	1.70	0.22	0.16	0.38
18	1.43	0.20	0.22	0.42
19	1.22	0.18	0.23	0.41
20	0.31	0.00	0.31	0.31
TOTAL	1.47	0.21	0.24	0.45
1996				
Semana	Machos	Hembras s/c	Hembras c/c	Total hembras
9	0.83	0.24	0.00	0.24
10	0.83	0.18	0.08	0.26
11	0.68	0.14	0.03	0.17
12	1.12	0.18	0.00	0.18
13	1.17	0.21	0.22	0.43
14	1.35	0.25	0.22	0.46
15	1.33	0.24	0.28	0.52
16	1.07	0.17	0.29	0.46
17	1.07	0.17	0.30	0.47
18	2.49	0.35	0.39	0.76
19	2.23	0.33	0.34	0.67
20	1.80	0.22	0.24	0.46
TOTAL	1.36	0.23	0.22	0.44

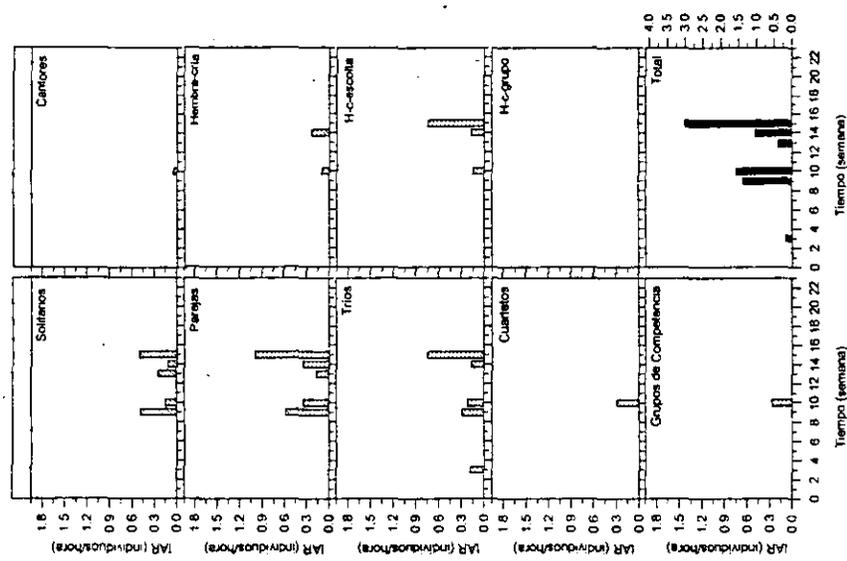


Figura III.2. Distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado en la Bahía de Banderas durante la temporada 1991. Las barras grises localizadas arriba de cada columna de las gráficas indican las semanas en las que se aplicó esfuerzo de navegación.

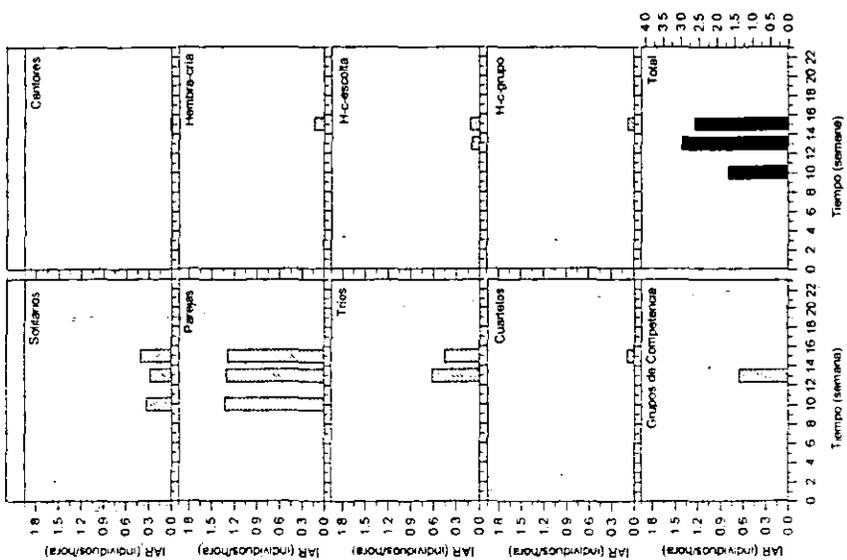


Figura III.1. Distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado en la Bahía de Banderas durante la temporada 1989. Las barras grises localizadas arriba de cada columna de las gráficas indican las semanas en las que se aplicó esfuerzo de navegación.

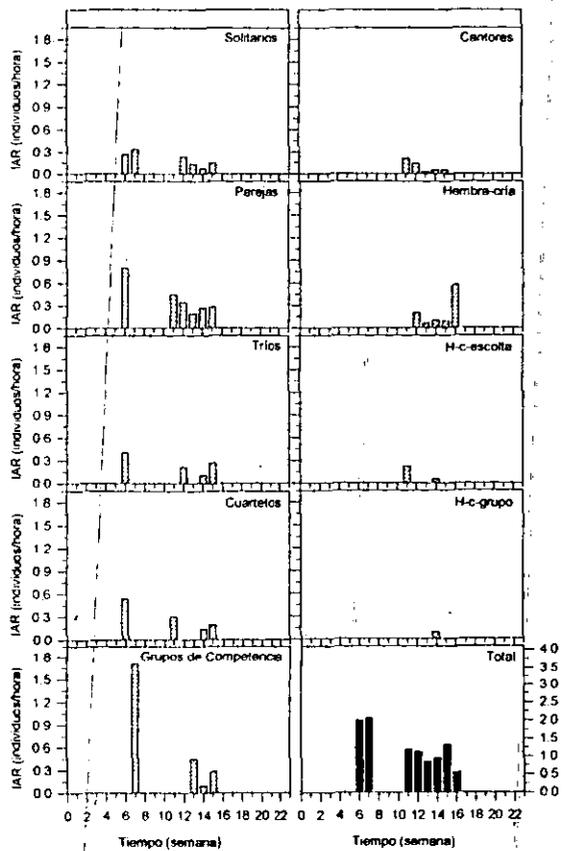


Figura III.3. Distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado en la Bahía de Banderas durante la temporada 1992. Las barras grises localizadas arriba de cada columna de las gráficas indican las semanas en las que se aplicó esfuerzo de navegación.

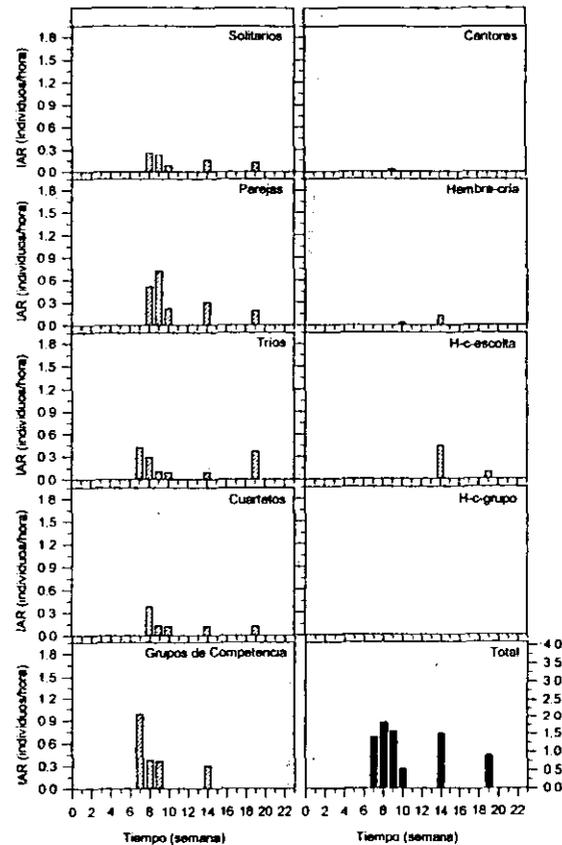


Figura III.4. Distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado en la Bahía de Banderas durante la temporada 1996. Las barras grises localizadas arriba de cada columna de las gráficas indican las semanas en las que se aplicó esfuerzo de navegación.

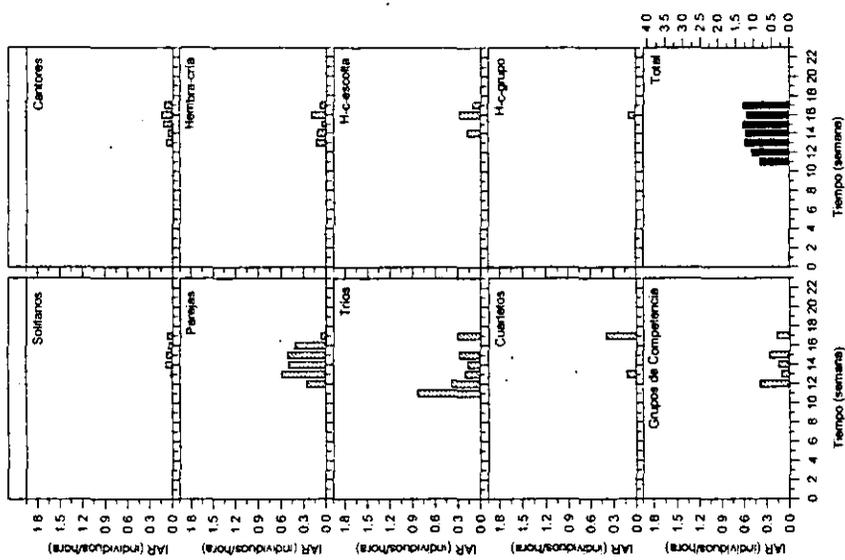


Figura III.6. Distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales del rorcuál jorobado en la Isla Socorro durante la temporada 1990. Las barras grises localizadas arriba de cada columna de las gráficas indican las semanas en las que se aplicó esfuerzo de navegación.

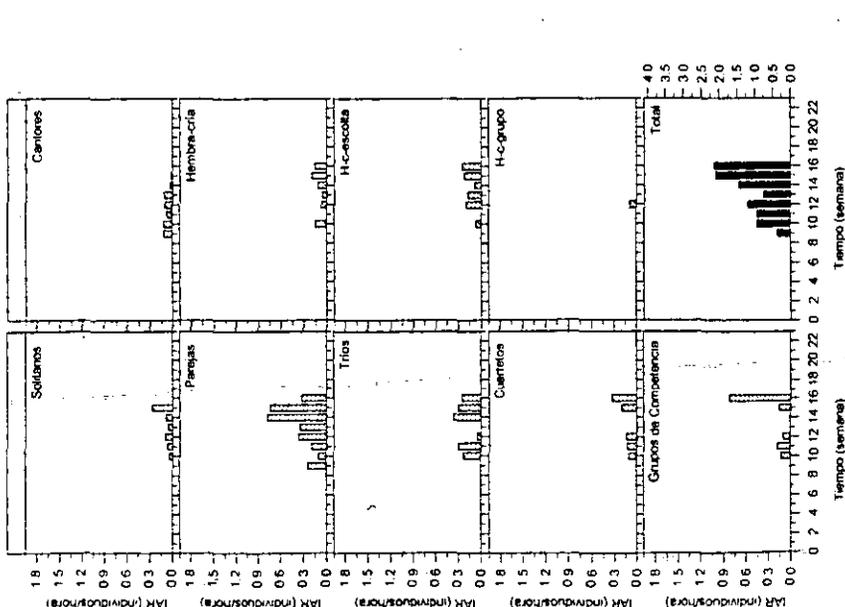


Figura III.5. Distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales del rorcuál jorobado en la Isla Socorro durante la temporada 1989. Las barras grises localizadas arriba de cada columna de las gráficas indican las semanas en las que se aplicó esfuerzo de navegación.

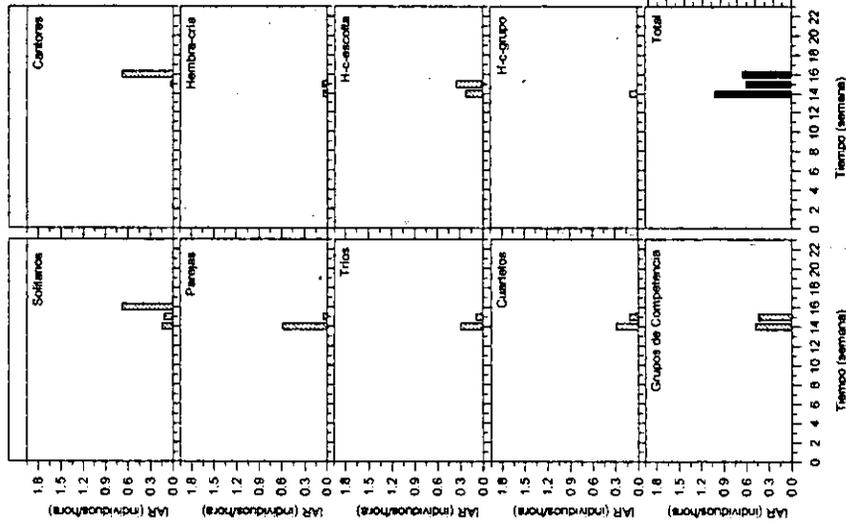


Figura III 7. Distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado en la lista Socorro durante la temporada 1991. Las barras grises localizadas arriba de cada columna de las gráficas indican las semanas en las que se aplicó esfuerzo de navegación.

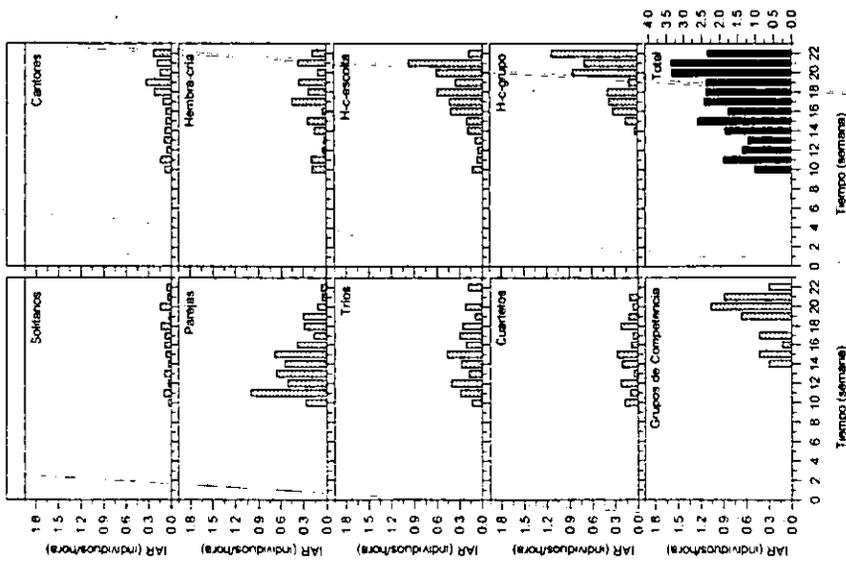


Figura III 8. Distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales del rorcual jorobado en la lista Socorro durante la temporada 1992. Las barras grises localizadas arriba de cada columna de las gráficas indican las semanas en las que se aplicó esfuerzo de navegación.

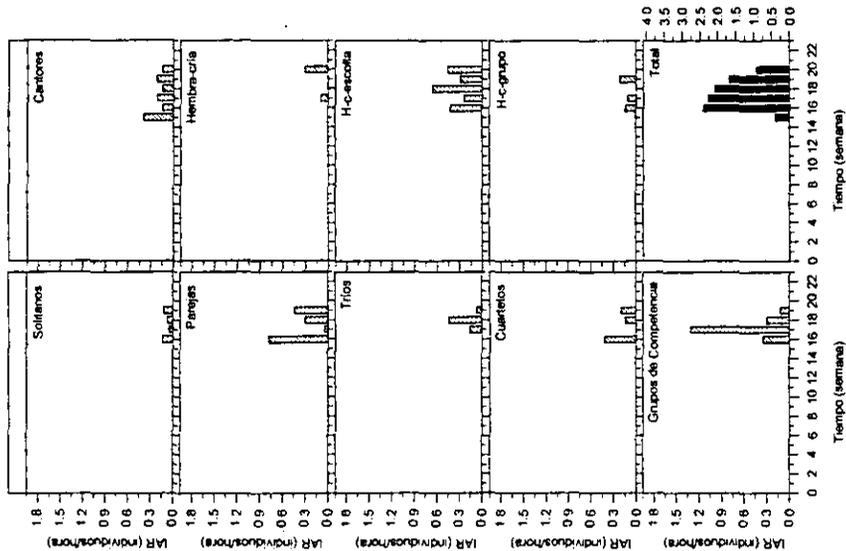


Figura 11.9. Distribución temporal (semanas) de las agrupaciones sociales del rorcual irrobado en la Isla Socorro durante la temporada 1995. Las barras grises localizadas arriba de cada columna de las graficas indican las semanas en las que se aplicó esfuerzo de navegación.

ANEXO IV. Datos de Biopsias.

Cuadro IV.1. Identificación del sexo a partir de las biopsias y muestras de piel del rorcual jorobado para la Bahía de Banderas e Isla Socorro, 1990-1996.

Biopsia	Región	Fecha	Hora	Avist.	Sexo	Agrupación	Tipo de muestra	Rollo-Foto	Ballena
Mno90BB01	Bahía Banderas	06-Feb-90	08:35		M	H-c	Biopsia		
Mno90BB02	Bahía Banderas	06-Feb-90	08:20		F	H-c	Biopsia		
Mno90BB03	Bahía Banderas	07-Feb-90	12:05			GC	Biopsia		
Mno90BB04	Bahía Banderas	24-Feb-90	11:26		F	Pareja A/Y	Biopsia		
Mno90BB05	Bahía Banderas	25-Feb-90	11:36		M	Pareja A/A	Biopsia		
Mno91BB01	Bahía Banderas	21-Ene-91	09:21		M	Trío	Biopsia		
Mno91BB02	Bahía Banderas	21-Ene-91	10:30		M	G6-2xG3	Biopsia		
Mno91BB03	Bahía Banderas	21-Ene-91	12:45		M	Solitario	Biopsia		
Mno91BB04	Bahía Banderas	24-Ene-91	11:15		F	H-c-e	Biopsia		
Mno91BB05	Bahía Banderas	25-Ene-91	10:35		M	Trío	Biopsia		
Mno91BB06	Bahía Banderas	28-Ene-91	>12:00		M	H-c-e	Biopsia		
Mno92BB01	Bahía Banderas	04-Feb-92	11:50		F	Pareja A/Y	Biopsia	Pa-07-4 a 6	Pequeña
Mno92BB02	Bahía Banderas	04-Feb-92	14:20		F	H-c-e	Biopsia	Pa-07-16, 17	Hembra
Mno92BB03	Bahía Banderas	05-Feb-92	11:20		F	H-c	Biopsia	RBB1-4 a 9 B/N	
Mno92BB04	Bahía Banderas	07-Feb-92	11:10		F	H-c	Biopsia	Pa01, 02 B/N	cría
Mno92BB05	Bahía Banderas	08-Feb-92	14:00			Pareja A/A	Biopsia	PLG2-2-17, 18,23-25	
Mno92BB06	Bahía Banderas	09-Feb-92	15:30		M	Trío	Biopsia	LM2-2-5, EA1: 21-28	
Mno92BB07	Bahía Banderas	14-Feb-92	13:40		F	H-c	Biopsia		
Mno92BB08	Bahía Banderas	28-Feb-92	08:50		F	H-c	Biopsia		
Mno92BB09	Bahía Banderas	28-Feb-92	11:15		M	GC (6)	Biopsia		
Mno92BB10	Bahía Banderas	28-Feb-92	12:00		M	GC (6)	Biopsia		
Mno93BB01	Bahía Banderas	30-Dic-92	09:27		M	Cuarteto	Biopsia		
Mno93BB01s	Bahía Banderas	30-Dic-92	09:45		M	Cuarteto	Piel descamada		
Mno93BB03a	Bahía Banderas	05-Ene-93			M	Pareja A/A	Piel descamada		
Mno93BB03b	Bahía Banderas	05-Ene-93			M	Pareja A/A	Piel descamada		
Mno93BB03c	Bahía Banderas	05-Ene-93			M	Pareja A/A	Piel descamada		
Mno93BB04	Bahía Banderas	18-Ene-93	08:00		M	Pareja A/A	Piel descamada		
Mno93BB05	Bahía Banderas	18-Ene-93	>8:00		M	Cuarteto	Biopsia		
Mno93BB06	Bahía Banderas	18-Ene-93	>8:00		M	Cuarteto	Biopsia		
Mno93BB07	Bahía Banderas	19-Ene-93	10:15		F	Trío	Biopsia		
Mno93BB08	Bahía Banderas	19-Ene-93	10:15			Trío	Piel descamada		
Mno93BB09	Bahía Banderas	19-Ene-93	10:15		M	Trío	Biopsia		
Mno93BB10	Bahía Banderas	19-Ene-93	10:50		M	GC (5)	Biopsia		
Mno93BB11	Bahía Banderas	19-Ene-93	10:50		M	G5-G3+Pair	Biopsia		
Mno93BB12	Bahía Banderas	19-Ene-93	11:50		M	Pareja A/A	Biopsia		
Mno93BB13	Bahía Banderas	19-Ene-93	12:40		M	Pareja A/A	Piel descamada		
Mno93BB14	Bahía Banderas	19-Ene-93	13:00		M	Pareja A/A	Piel descamada		
Mno93BB15	Bahía Banderas	21-Ene-93	12:00		M	Cuarteto	Biopsia		
Mno93BB15a	Bahía Banderas	21-Ene-93	12:00		F	Cuarteto	Biopsia		
Mno93BB16	Bahía Banderas	22-Ene-93	12:00		M	H-c-e	Piel descamada		
Mno93BB17	Bahía Banderas	25-Ene-93			M	Pareja A/A	Piel descamada		
Mno93BB18	Bahía Banderas	14-Feb-93			M	H-c	Piel descamada		
Mno93BB19	Bahía Banderas	07-Mar-93	10:45		M	Pareja A/Y	Biopsia		
Mno93BB20	Bahía Banderas	07-Mar-93	12:30		M	Solitario	Piel descamada		
Mno96BB01	Bahía Banderas	09-Ene-96	12:40	4	F	Pareja	Piel descamada	Pa4BB96-19	8
Mno96BB02	Bahía Banderas	09-Ene-96	13:18	4	F	Pareja	Biopsia	Pa4BB96-19	8
Mno96BB03	Bahía Banderas	09-Ene-96	13:42	4	F	Pareja	Biopsia	Pa4BB96-16	7
Mno96BB04	Bahía Banderas	10-Ene-96	10:50	5	M	Pareja	Biopsia	Pa4BB96-26	10
Mno96BB05	Bahía Banderas	10-Ene-96	11:00	5	M	Pareja	Piel descamada	Pa4.5.6.7BB96	9
Mno96BB06	Bahía Banderas	10-Ene-96	11:47	5	M	Pareja	Piel descamada	Pa5BB96-18	9
Mno96BB07	Bahía Banderas	10-Ene-96	11:47	5	M	Pareja	Biopsia	Pa6BB96-11	9
Mno96BB08	Bahía Banderas	10-Ene-96	13:04	5	M	Pareja	Biopsia	Pa6BB96-8	11
Mno96BB09	Bahía Banderas	10-Ene-96	13:45	5	F	Pareja	Piel descamada	Pa4.5.6.7BB96	3
Mno96BB10	Bahía Banderas	10-Ene-96	14:04	5	F	Pareja	Piel descamada	Pa6BB96-15	3
Mno96BB11	Bahía Banderas	11-Ene-96	11:06	6	M	Trío	Biopsia	Pa8BB96-15	12
Mno96BB12	Bahía Banderas	11-Ene-96	11:34	6	M	Trío	Biopsia	Pa8BB96-20	13
Mno96BB13	Bahía Banderas	11-Ene-96	14:26	7	F	Pareja	Piel descamada	Pa8BB96-26	Dorsal
Mno96BB14	Bahía Banderas	12-Ene-96	15:34	14	M	GC (7)	Biopsia	Pa11.12.13BB96	Ballena 3
Mno96BB15	Bahía Banderas	12-Ene-96	15:48	14	M	GC (7)	Biopsia	Pa12BB96-12	24
Mno96BB16	Bahía Banderas	12-Ene-96	16:20	14	M	GC (7)	Biopsia	Pa3BB96-20	2
Mno96BB17	Bahía Banderas	15-Ene-96	11:20	18	F	¿ Pareja Y/Y?	Biopsia	Pa13BB96-15	28
Mno96BB18	Bahía Banderas	15-Ene-96	11:42	18	F	¿ Pareja Y/Y?	Biopsia	Pa13BB96-18	29
Mno96BB19	Bahía Banderas	16-Ene-96	11:31	21		Trío (2Ad+1j)	Biopsia	Pa13BB96-18	29
Mno96BB20	Bahía Banderas	16-Ene-96	14:32	22	M	Pareja A/A	Piel descamada	Pa14BB96-35	¿32?
Mno96BB21	Bahía Banderas	17-Ene-96	11:12	26	M	¿ Pareja Y/Y?	Biopsia/Piel	Pa16BB96-15	¿15?
Mno96BB22	Bahía Banderas	17-Ene-96	12:00	26	M	Pareja A/Y	Biopsia	Pa16BB96-26	36
Mno96BB23	Bahía Banderas	18-Ene-96	11:51	30	M	Pareja A/A	Biopsia	Pa17BB96-19	40
Mno96BB24	Bahía Banderas	18-Ene-96	14:04	31	M	Solitario	Biopsia	Pa17BB96-21	41
Mno96BB25	Bahía Banderas	21-Ene-96	12:13	33	M	Pareja A/A	Biopsia	Pa18BB96-29	37

Cuadro IV.1. Continuación.

Mno96BB26	Bahía Banderas	21-Ene-96	13:35	34	M	Solitario	Piel descamada	Pa18BB96-4	44
Mno96BB27	Bahía Banderas	21-Ene-96	14:23	34	M	Solitario	Biopsia	Pa18BB96-11	44
Mno96BB28	Bahía Banderas	22-Ene-96	09:57	36	F	Trío	Piel descamada	Pa18BB96-26	45
Mno96BB29	Bahía Banderas	22-Ene-96	10:47	37	M	Solitario	Piel descamada	Pa18BB96-27	s/fotoid
Mno96BB30	Bahía Banderas	22-Ene-96	11:07	38			Biopsia	Pa18BB96-28	trasp.
Mno96BB31	Bahía Banderas	22-Ene-96	12:30	40	M	Pareja A/A	Biopsia	Ma2BB96-16	
Mno96BB32	Bahía Banderas	22-Ene-96	13:40	40	M	Pareja A/A	Biopsia	Pa19BB96-5	46
Mno96BB33	Bahía Banderas	23-Ene-96	13:30	44	F	Solitario	Piel descamada	Pa19BB96-30	50
Mno96BB34	Bahía Banderas	24-Ene-96	11:50	45	F	H-c	Biopsia	Pa20BB96-4	cria I
Mno96BB35	Bahía Banderas	24-Ene-96	11:55	45	F	H-c	Biopsia	Ma2BB96-8	84
Mno96BB36	Bahía Banderas	26-Ene-96	11:00	47	M	GC (2+2)	Biopsia		s/fotoid
Mno96BB37	Bahía Banderas	26-Ene-96	11:38		F	Solitario	Biopsia	F21 dorsal	s/fotoid
Mno96BB38	Bahía Banderas	26-Ene-96	11:59	47	F	GC (2+2)	Biopsia		s/fotoid
Mno96BB39	Bahía Banderas	20-Feb-96	12:17	5	F	Pareja	Piel descamada	Pa23BB96-10	58
Mno96BB40	Bahía Banderas	25-Feb-96	11:11	18	F	Pareja	Piel descamada	Pa28BB96-20	80
Mno96BB41	Bahía Banderas	26-Feb-96	13:42	20	M	H-c	Piel descamada	Pa29BB96-35	Dorsal H III?
Mno96BB42	Bahía Banderas	26-Mar-96	09:58	1		GC (2+1+1+1)	Piel descamada	Pa31BB96-4,12	¿86?, 87?
Mno96BB43	Bahía Banderas	27-Mar-96	10:49	6	M	Trío	Piel descamada		
Mno96BB44	Bahía Banderas	27-Mar-96	11:08	6	M	Trío	Biopsia	LMG BB96-1-13	95
Mno96BB45	Bahía Banderas	27-Mar-96	11:17	6	M	Trío	Biopsia	F24	
Mno96BB46	Bahía Banderas	27-Mar-96		6	M	Trío	Biopsia		
Mno96BB47	Bahía Banderas	28-mar-96	11:27	7	F	Solo	Biopsia	Pa32BB96-25	88
Mno91IS01	Isla Socorro	08-Feb-91	1300	65	F	H-c-e	Biopsia	MSZ 10: 21-33	
Mno91IS02	Isla Socorro	09-Feb-91	945	71	M	Cantor	Biopsia	MSZ 11: 9-10	
Mno91IS03	Isla Socorro	09-Feb-91	1210	73	M	Pareja A/A	Biopsia	MSZ 11:	
Mno91IS04	Isla Socorro	16-Feb-91	1215	220JJ	M	Cantor	Biopsia	JJ 7: 25-28	
Mno91IS05	Isla Socorro	20-Feb-91	1005	131	M	Cantor	Biopsia	PLG 4: 10, JJ 8: 18-19	
Mno91IS06	Isla Socorro	20-Feb-91	1015	131	F	Pareja A/A	Biopsia	JJ 8: 20-21	
Mno91IS07	Isla Socorro	21-Feb-91	1110	138	F	H-c	Biopsia	PLG 4: 13-15	
Mno91IS08	Isla Socorro	21-Feb-91	1125	137	M	Cantor	Biopsia	PLG 4: 6-14	
Mno91IS09	Isla Socorro	21-Feb-91	1430			Cantor	Biopsia	PLG 4,5:	
Mno92IS01	Isla Socorro	20-Feb-92	1220	6	M	GC (5)		PLG 2: 26-36	
Mno92IS02	Isla Socorro	20-Feb-92	1325	11	M				
Mno92IS03	Isla Socorro	20-Feb-92	1400	9	M	Solitario	Biopsia	LMG 1: 33-35	
Mno92IS04	Isla Socorro	22-Feb-92	1245	9		H-c-e	Biopsia	PLG 04S92: 6-36	
Mno92IS05	Isla Socorro	22-Feb-92	1245	9	F	H-c-e	Biopsia	PLG 04S92: 6-36	
Mno92IS06	Isla Socorro	23-Feb-92	1410	10	M	Pareja A/A	Biopsia	PLG 05S92: 1-12	
Mno92IS07	Isla Socorro	24-Feb-92	1250	3	M	GC (7)	Biopsia	PLG 05S92: 14-36	
Mno92IS08	Isla Socorro	24-Feb-92	1300	3	M	GC (7)	Biopsia	PLG 04S92: 8 ?	
Mno92IS09	Isla Socorro	24-Feb-92	1310	3	M	GC (7)	Biopsia	PLG 04S92: 16-17	
Mno92IS10	Isla Socorro	27-Feb-92	1120	3	M	GC	Biopsia	PLG 09S92: 16-17	
Mno92IS16	Isla Socorro	27-Feb-92	1105	3	M	GC	Piel descamada	PLG 12S92: 9	
Mno92IS12	Isla Socorro	01-Mar-92	1020	3	M	GC (5)	Biopsia	PLG 12S92: 19	
Mno92IS13	Isla Socorro	01-Mar-92	1045	3	M	GC (5)	Biopsia	PLG 12S92: 25	
Mno92IS14	Isla Socorro	01-Mar-92	1055	3	F	GC (5)	Biopsia	PLG 12S92: 34-36	
Mno92IS15	Isla Socorro	02-Mar-92	900	1	F	H-c-e	Biopsia	PLG 08S92: 24-36	
Mno92IS17	Isla Socorro	03-Mar-92	1350	5	M	H-c-e	Piel descamada	PLG 13: 24	
Mno92IS18	Isla Socorro	07-Mar-92	845		M	Solo-G5	Piel descamada		
Mno95IS01	Isla Socorro	05-Mar-95	950	1	F	H-c-e	Biopsia	JJ 3: 7-10	
Mno95IS02	Isla Socorro	05-Mar-95	1010	2	M	G3/C	Biopsia	JJ 3: 13	
Mno95IS03	Isla Socorro	05-Mar-95	1020	2	F	G3/C	Biopsia	JJ 3: 8, 11	
Mno95IS04	Isla Socorro	05-Mar-95	1140	3	M	Cuárteto	Biopsia	JJ 3: 27	
Mno95IS05	Isla Socorro	05-Mar-95	1230	4		H-c-e	Biopsia	JJ 3: 33	
Mno95IS06	Isla Socorro	05-Mar-95	1300	4		H-c-e	Biopsia	JJ 3: 30	
Mno95IS07	Isla Socorro	07-Mar-95	1000	7	M	H-c-e	Piel descamada	JJ 4: 1-10	
Mno95IS08	Isla Socorro	08-Mar-95	1635	9	M	Solitario	Piel descamada	JJ 4: 11-12	
Mno95IS09	Isla Socorro	08-Mar-95	1745	10	M	Solitario	Biopsia	JJ 4: 13-15	
Mno95IS10	Isla Socorro	09-Mar-95	1445	12	M	Trío	Biopsia	JJ 4: 24-25	
Mno95IS11	Isla Socorro	09-Mar-95	1455	12	M	Trío	Biopsia	JJ 4:	
Mno95IS12	Isla Socorro	09-Mar-95	1500	12	F	Trío	Biopsia	JJ 4: 29-33	
Mno95IS13	Isla Socorro	10-Mar-95	820	13	M	Pareja A/A	Biopsia	JJ 6: 1-7	
Mno95IS14	Isla Socorro	10-Mar-95	940	14	M	Pareja A/A	Biopsia	JJ 6: 17-19	
Mno95IS15	Isla Socorro	10-Mar-95	1030	15		Cuárteto	Biopsia	JJ 6: 24	
Mno95IS16	Isla Socorro	10-Mar-95	1625	16	M	Pareja A/A	Biopsia	JJ 6: 30-34	
Mno95IS17	Isla Socorro	12-Mar-95	910	2JJ	M	GC (5)	Piel descamada	JJ 7: 6-13	
Mno95IS18	Isla Socorro	13-Mar-95	1120	20	M	H-c	Piel descamada	JJ 7: 24-25	
Mno95IS19	Isla Socorro	15-Mar-95	950	22		H-c-e	Biopsia	JJ 8: 34, 9: 1, 3	
Mno95IS20	Isla Socorro	15-Mar-95	1050	23	M	GC (6)	Biopsia	JJ 9: 4-7, 13	
Mno95IS21	Isla Socorro	15-Mar-95	1105	25	M	Solo-G6	Biopsia	JJ 9: 20-35, 10: 1-15	
Mno95IS22	Isla Socorro	15-Mar-95	1115	25	M	GC (6)	Biopsia	JJ 9: 22, 23	
Mno95IS23	Isla Socorro	15-Mar-95	1120	25	M	GC (6)	Biopsia	JJ 9: 25	

Cuadro IV.1. Continuación.

Mno95IS24	Isla Socorro	15-Mar-95	1125	25	M	GC (6)	Biopsia	JJ 9: 20-35, 10: 1-15	
Mno95IS25	Isla Socorro	15-Mar-95	1220	25	M	GC (6)	Biopsia	JJ 9: 32	
Mno95IS26	Isla Socorro	15-Mar-95	1225	25	M	GC (6)	Biopsia	JJ9:34, JJ 10: 4, 10	
Mno95IS27	Isla Socorro	15-Mar-95	1245	257277	M	Solo? G6?	Piel descamada	JJ 9: 20-35, 10: 1-15	
Mno95IS28	Isla Socorro	20-Mar-95	1230	35	M	Pareja A/A	Biopsia	JJ 13: 8-17	
Mno95IS29	Isla Socorro	20-Mar-95	1255	36	M	GC (6)	Biopsia	JJ 13: 27-29	
Mno95IS30	Isla Socorro	21-Mar-95	815	38	M	Trio	Biopsia	JJ 14: 15, 21	
Mno95IS31	Isla Socorro	21-Mar-95	820	38	M	Trio	Biopsia	JJ 14: 12-13, 16-18	
Mno95IS32	Isla Socorro	21-Mar-95	915	38	M	Trio	Biopsia	JJ 14: 11, 19	
Mno95IS33	Isla Socorro	24-Mar-95	750	47	M	Trio	Biopsia	JJ 15: 11-13	
Mno95IS34	Isla Socorro	24-Mar-95	1000	49	F	H-c-e	Piel descamada	JJ 15: 19, 18	
Mno95IS35	Isla Socorro	26-Mar-95	925	53		Pareja A/A	Biopsia	JJ 16: 12-13	
Mno95IS36	Isla Socorro	26-Mar-95	950	53	M	Pareja A/A	Biopsia	JJ 16: 14-16	
Mno95IS37	Isla Socorro	26-Mar-95	1030	54	M	Pareja A/A	Piel descamada	JJ 16: 17	
Mno95IS38	Isla Socorro	29-Mar-95	1200	59	M	H-c-e	Biopsia	JJ 17: 24, 26, LM 7:27	
Mno95IS39	Isla Socorro	29-Mar-95	1255	59	F	H-c-e	Biopsia	JJ 17: 29, 18: 4-7	
Mno95IS40	Isla Socorro	29-Mar-95	1435	60	F	H-c-e	Biopsia	JJ 18: 2, 3	
Mno95IS41	Isla Socorro	29-Mar-95	1605	59	F	H-c-e	Piel descamada	JJ 17: 15-29, 18: 4-7	
Mno95IS42	Isla Socorro	30-Mar-95	740	62	M	Solitario	Piel descamada	JJ 18: 14	
Mno95IS43	Isla Socorro	30-Mar-95	1105	65	M	Cuarteto	Piel descamada	JJ 19: 22	
Mno95IS44	Isla Socorro	30-Mar-95	1130	65	M	Cuarteto	Biopsia	JJ 19: 28-30	
Mno95IS45	Isla Socorro	31-Mar-95	840	2JJ	M	H-c-e	Piel descamada	JJ 21: 19-20	
Mno95IS46	Isla Socorro	01-Abr-95	1050	71	M	Trio	Biopsia	JJ 21: 26-29	
Mno95IS47	Isla Socorro	01-Abr-95	1700	75	F	Trio	Piel descamada	JJ 22: 9	
Mno95IS48	Isla Socorro	01-Abr-95	1635	75	F	Trio	Piel descamada		
Mno96IS01	Isla Socorro	22-Ene-96	1045		M	Pareja	Piel descamada	JJ 1: 25	
Mno96IS02	Isla Socorro	25-Ene-96	939	9	M	Cantor	Piel descamada		
Mno96IS03	Isla Socorro	25-Ene-96	1117	10	F	Solitario	Piel descamada		
Mno96IS04	Isla Socorro	02-Feb-96	1437	31	F	Solitario	Piel descamada	JJ 4: 25	
Mno96IS05	Isla Socorro	09-Feb-96	1204		M	GC	Piel descamada	JJ 7: 11-12	
Mno96IS06	Isla Socorro	13-Feb-96	1033	48	M	GC (5)	Biopsia	JJ 9: 25-26	
Mno96IS07	Isla Socorro	17-Feb-96	835	55	M	H-c-e	Piel descamada		
Mno96IS08	Isla Socorro	22-Feb-96	940	81	F	Solitario	Piel descamada	JJ 11: 15-18	
Mno96IS09	Isla Socorro	25-Feb-96	1730	94	M	GC (5)	Piel descamada	JJ 18: 7, 9, 17	
Mno96IS10	Isla Socorro	03-Mar-96	932	118?	F	Trio ¿GC (6)?	Piel descamada	JJ 25: 2, 4, 6	
Mno96IS11	Isla Socorro	03-Mar-96	1525	119?		H-c	Piel descamada	JJ 25: 24-25	
Mno96IS12	Isla Socorro	14-Mar-96	832	165	M	¿Cantor?	Piel descamada	JJ 34: 5-7	
Mno96IS13	Isla Socorro	15-Mar-96	820	167	F	GC (5)	Piel descamada		
Mno96IS14	Isla Socorro	20-Mar-96	1715	181	F	Trio	Piel descamada	JJ 39: 6	
Mno96IS15	Isla Socorro	24-Mar-96	1200	199	M	GC (5)	Piel descamada	JJ 44: 20	
Mno96IS16	Isla Socorro	31-Mar-96	1015	231	F	H-c-e	Piel descamada	JJ 52:	
Mno96IS17	Isla Socorro	01-Abr-96	1245	241	M	Trio	Piel descamada	JJ54:	

ANEXO V. Pruebas Estadísticas.

Prueba de ANOVA de Kruskal-Wallis por Rangos.

Cuadro V.1. Comparación del IAR (individuos/hora) entre temporadas en la Bahía de Banderas.

$H(4, N=36) = 7.873439 \quad p = .0964$

Temporada	N	Suma de Rangos
1989	3	97.0
1990	11	172.5
1991	8	112.0
1992	8	159.0
1996	6	125.5

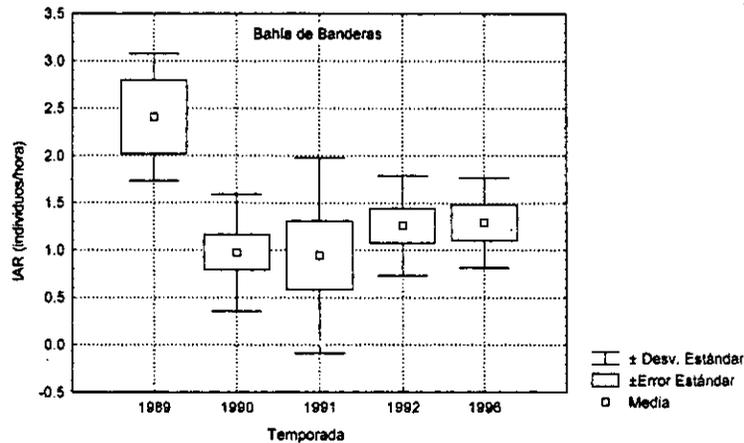


Figura V.1. Comparación del IAR (individuos/hora) entre temporadas en la Bahía de Banderas.

Cuadro V.2. Comparación del IAR (individuos/hora) entre temporadas en la Isla Socorro.

$H(5, N=49) = 12.34071 \quad p = .0304$

Temporada	N	Suma de Rangos
1989	8	128.5
1990	7	99.0
1991	13	434.5
1992	3	78.0
1995	6	146.0
1996	12	339.0

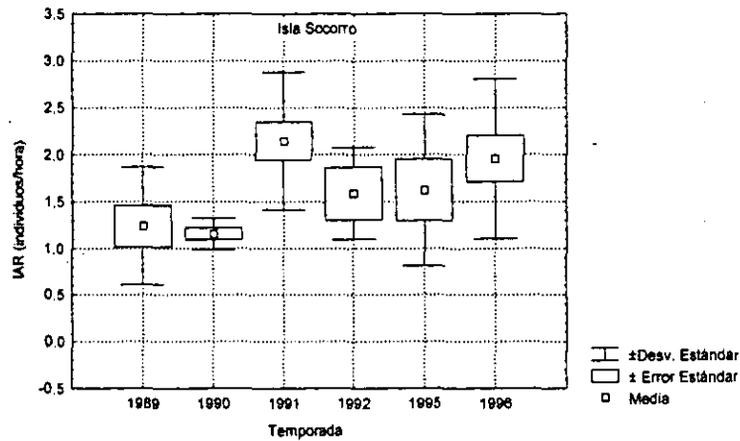


Figura V.2. Comparación del IAR (individuos/hora) entre temporadas en la Isla Socorro.

Cuadro V.3. Comparación de la TSM (°C) entre las temporadas en la Bahía de Banderas.

$H(4, N=36) = 14.43945 \quad p = .0060$

Temporada	N	Suma de Rangos
1989	3	6.0
1990	11	230.0
1991	8	158.5
1992	8	204.0
1996	6	67.5

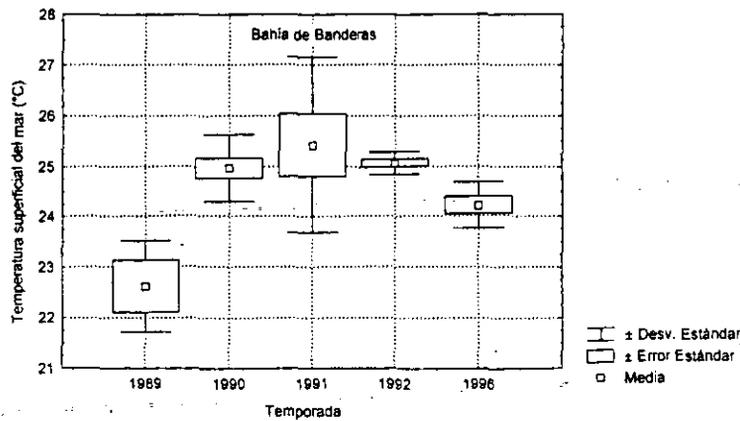


Figura V.3. Comparación de la TSM (°C) entre temporadas en la Bahía de Banderas.

Cuadro V.4. Comparación de la TSM (°C) entre temporadas en la Isla Socorro.

H (5, N= 49) = 38.99074 p =.0000

Temporada	N	Suma de Rangos
1989	8	36.0
1990	7	85.5
1991	13	378.5
1992	3	54.5
1995	6	184.0
1996	12	486.5

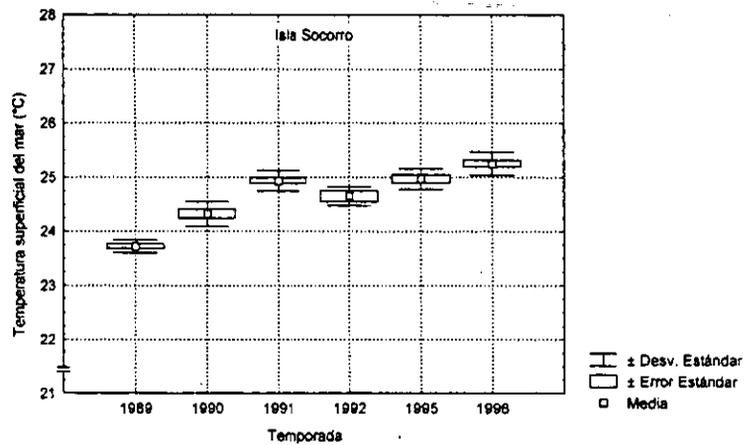


Figura V.4. Comparación de la TSM (°C) entre temporadas en la Isla Socorro.

Cuadro V.5. Coeficiente de Correlación por Rango de Spearman para la Bahía de Banderas (1989-1992, 1996) entre la TSM (°C) y el IAR (individuos/hora).

N	R	t(N-2)	p
36	-0.40258822	-2.5644753	0.01492123

Cuadro V.6. Coeficiente de Correlación por Rango de Spearman para la Isla Socorro (1989-1992, 1995-1996) entre la TSM (°C) y el IAR (individuos/hora).

N	R	t(N-2)	p
49	0.39244157	2.92510462	0.00528671

Cuadro V.7. Coeficientes de Correlación por Rango de Spearman para la Bahía de Banderas y la Isla Socorro entre la TSM (°C) y el IAR (individuos/hora) para las temporadas más completas de cada región.

Temporada	N	R_s	t(N-2)	p
Bahía de Banderas				
1990	11	0.36364	0.109163	0.915468
1992	8	0.341565	0.890198	0.407634
Isla Socorro				
1991	13	0.392817	1.416707	0.184261
1996	12	-0.440559	-1.55189	0.151735

Cuadro V.8. Coeficientes de Correlación por Rango de Spearman para la Bahía de Banderas y la Isla Socorro entre la TSM (°C) y el grado de agrupación (Adultos/Avist.) para las temporadas más completas de cada región.

Temporada	N	R_s	t(N-2)	p
Bahía de Banderas				
1990	11	0.159454	0.484561	0.639562
1992	8	0.527697	1.521707	0.178905
Isla Socorro				
1991	13	0.719243	3.433504	0.005588
1996	12	-0.377622	-1.28963	0.226206