

# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

**"ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES EN  
EL GOLFO DE CALIFORNIA  
(OTOÑO 1997-VERANO 1998)."**

**TESIS**

**Que como requisito para obtener el grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**Presenta:**

**BIOL. MAR. CARLOS AVALOS GARCIA**

GLOSARIO.....	I
LISTA DE FIGURAS.....	II
LISTA DE TABLA.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
1 INTRODUCCIÓN .....	1
2 ANTECEDENTES.....	4
3 JUSTIFICACIÓN.....	6
4 OBJETIVOS.....	7
5 AREA DE ESTUDIO.....	8
6 MATERIAL Y MÉTODOS	
6.1 Metodología de campo.....	11
6.2 Análisis de laboratorio.....	14
6.3 Análisis de datos.....	15
6.3.1 Ictioplancton y estructura comunitaria.....	15
6.3.2 Agrupación de estaciones y especies.....	18
6.3.3 Imágenes de satélite.....	20
6.3.4 Parámetros hidrográficos, biomasa zooplanctónica y clorofila a.....	21
7 RESULTADOS	
7.1 Ictioplancton y estructura comunitaria.....	23
7.2 Agrupación de estaciones y especies.....	34
7.3 Imágenes de satélite.....	51
7.4 Parámetros hidrográficos, biomasa zooplanctónica y clorofila a.....	54
8 DISCUSIÓN	
8.1 Estructura comunitaria.....	75
8.2 Variabilidad del ambiente .....	77
8.3 Asociaciones de larvas de peces.....	81
9 CONCLUSIONES .....	86
RECOMENDACIONES.....	88
LITERATURA CITADA.....	89
ANEXO 1.....	98
ANEXO 2.....	101

# I GLOSARIO

**ASOCIACIONES.** Son agrupaciones de larvas de peces de diversas especies con diferentes estrategias de vida que coinciden en un determinado tiempo y espacio, en condiciones físico-biológicas similares.

**AVHRR:** Abreviación de Advanced Very High Resolution Radiometer, sensor remoto de cinco canales en el espectro visible e infrarrojo. Una de sus aplicaciones es la de obtener la temperatura superficial del mar, generar imágenes visibles, infrarrojas de nubes y estructuras termales, entre otras.

**BAHÍA:** Penetración del mar en la costa, de extensión considerable y entrada ancha.

**BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA:** es la cantidad de materia viva correspondiente al zooplancton, la cual se expresa en ml/1000 m<sup>3</sup>.

**CalCOFI:** Abreviatura de California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, programa generado como respuesta al colapso de la sardina del Pacífico *Sardinops sagax* durante los 40's.

**COMUNIDAD:** Cualquier grupo de organismos pertenecientes a varias especies distintas que concurren en el mismo hábitat o área e interactúan mediante relaciones tróficas y espaciales; típicamente está caracterizado por la referencia a una o más especies dominantes.

**DIVERSIDAD:** Medida que combina el número de especies y su abundancia relativa en una comunidad.

**ENSO:** Abreviatura de El Niño-Southern Oscillation. Es un concepto generado a partir del programa TOGA (Tropical Ocean Global Atmosphere) que realiza mediciones del sistema oceánico y atmosférico.

**ESPECIE:** Es la población o serie de poblaciones de organismos de cruzamiento libre, aisladas en cuanto a la reproducción de otras poblaciones similares.

**ESTRATEGÍA REPRODUCTIVA:** Es todo aquello que tiene que ver con el proceso reproductivo.

**GIROS:** Son movimientos circulares, ciclónicos y anticiclónicos de masas de agua, que son fuente importante de variabilidad horizontal en el océano. Su origen y tamaño están en función de la profundidad, efecto latitudinal de la fuerza de Coriolis y estratificación, entre otros.

**ICTIOPLANCTON:** Es la fracción del meroplancton que constituyen los huevos y las larvas de peces.

**IMÁGENES DE SÁTÉLITE:** son imágenes generadas a partir de valores digitales (unidades mínimas de información) por sensores colocados en plataformas espaciales.

**INANICIÓN:** Estado de desnutrición producido por la falta total o parcial de alimento.

**MAREA:** Movimiento oscilatorio del nivel del mar, debido a procesos de origen astronómico en los cuales intervienen otros factores de tipo climático-estacional (e.j. presión atmosférica).

**MESOESCALA:** Se refiere a la extensión geográfica de fenómenos marinos, la cual va de decenas hasta cientos de kilómetros y su periodicidad.

**POBLACIÓN:** Grupo de organismos de una especie que ocupan un área definida y que normalmente están aislados, hasta cierto grado, de otros grupos similares.

**SEAWIFS.** Abreviación de Sea - viewing Wide Field-of-view Sensor, sensor instalado en el satélite SEASTAR que incluye 8 canales y algunos de ellos son utilizados para cuantificar la concentración de pigmentos clorofinianos de la superficie del mar.

**SURGENCIA:** Proceso por el cual aparece un afloramiento de aguas subsuperficiales hacia la superficie. Existen tres tipos de surgencias: costeras, por accidentes topográficos y por divergencia de masas de agua (aducción vertical de dos masas de agua). Las surgencias costeras son más pronunciadas donde el viento sopla paralelo a la costa de manera persistente.

**TAXA:** plural de taxon.

**TAXON:** grupo taxonómico de cualquier rango, que incluye a todos los grupos subordinados; cualquier grupo de organismos, poblaciones o taxones considerados lo suficientemente distinto de otros grupos semejantes como para ser considerados una unidad separada; unidad taxonómica.

**UPS:** Abreviación de las Unidades Prácticas de Salinidad (UNESCO 1978) basada en la razón entre la conductividad eléctrica de la muestra y la de una muestra estandar.

## II LISTA DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	PÁGINA
1	División del Golfo de California en cuatro provincias desde el punto de vista oceanográfico de acuerdo a Roden y Emilsson (1980) y Case y Cody (1983). I) Golfo Superior, II) Canal de Ballenas, III) Golfo Inferior y IV) Entrada del Golfo.	10
2	Localización de las estaciones de muestreo realizadas durante las campañas oceanográficas. A) GOLCA 9712 (otoño), B) GOLCA 9804 (primavera) y C) GOLCA 9806 (verano).	13
3	Gráfico teórico de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969), modificada por García de León (1988), donde se determina la separación de las especies de acuerdo con sus valores de abundancia y frecuencia relativa. Tomado de Gonzáles-Acosta (1998).	17
4	Abundancia relativa por familia y especie del ictioplancton en el Golfo de California, durante los cruceros oceanográficos de otoño de 1997, y primavera y verano de 1998.	25
5	Composición de las larvas de peces en función a la afinidad biogeográfica de los adultos en el Golfo de California, durante las campañas de otoño de 1997, primavera y verano de 1998. TR (tropical), SBTR (subtropical), TM (templado), TRAN (transicional), WWC (cosmopólitas de aguas cálidas) y ETP (Pacífico Tropical Este).	26
6	Tendencias estacionales en la similitud de la composición específica de la comunidad de larvas de peces en el Golfo de California, durante otoño de 1997, primavera y verano de 1998. El tamaño y la orientación de las flechas indican el nivel de similitud y la tendencia estacional respectivamente. O= otoño, P= primavera y V= verano.	28
7	Especies dominantes en abundancia de larvas de peces, de acuerdo al cálculo del Índice de Valor Biológico de Sanders (IVBS) en el Golfo de California, durante otoño de 1997, primavera y verano de 1998.	29
8	Clasificación de las especies de larvas de peces, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969), extrapoladas a comunidades biológicas por García de León (1998). A) Dominantes, B) Constantes, C) Ocasionales y D) Raras.	30

FIGURA	TITULO	PÁGINA
--------	--------	--------

9	Clasificación de las especies de larvas de peces, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969), extrapoladas a comunidades biológicas por García de León (1998). A) Dominantes, B) Constantes, C) Ocasionales y D) Raras.	31
10	Clasificación de las especies de larvas de peces, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969), extrapoladas a comunidades biológicas por García de León (1998). A) Dominantes, B) Constantes, C) Ocasionales y D) Raras.	32
11	Grupos de estaciones definidos por el índice de disimilitud de Bray-Curtis, durante otoño de 1997: A) Dendograma de afinidad por estaciones y B) la ubicación de los grupos de estaciones.	40
12	Distribución de las especies dominantes en el Golfo de California, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey, durante otoño de 1997.	41
13	Grupos de estaciones definidos por el índice de disimilitud de Bray-Curtis, durante primavera de 1998: A) Dendograma de afinidad por estaciones y B) la ubicación de los grupos de estaciones.	42
14	Distribución de las especies dominantes en el Golfo de California, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey, durante primavera de 1998.	43
15	Grupos de estaciones definidos por el índice de disimilitud de Bray-Curtis, durante verano de 1998: A) Dendograma de afinidad por estaciones y B) la ubicación de los grupos de estaciones.	44
16	Distribución de las especies dominantes en el Golfo de California, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey, durante verano de 1998.	45
17	Grupos de especies conformados por el índice de disimilitud de Bray-Curtis, durante otoño de 1997.	48
18	Grupos de especies conformados por el índice de disimilitud de Bray-Curtis, durante primavera de 1998.	49

FIGURA	TITULO	PÁGINA
--------	--------	--------

19	Grupos de especies conformados por el índice de disimilitud de Bray-Curtis, durante verano de 1998.	50
20	Imágenes de satélite de la temperatura superficial de mar (AVHRR) y concentración de pigmentos clorofinianos (SEAWIFS) en el Golfo de California. A y D) Otoño de 1997, B y E) Primavera de 1998 y C y F) Verano de 1998. La escala de la temperatura esta en grados centígrados (°C), mientras que la clorofila <i>a</i> esta en miligramos por metro cúbico (mg/m <sup>3</sup> ).	53
21	Promedios de los parámetros hidrográficos, biomasa zooplanctónica y clorofila <i>a</i> en el Golfo de California, durante las campañas de otoño de 1997 y primavera y verano de 1998. T°C=Temperatura, So/oo=Salinidad, B=Biomasa zooplactónica y Cl <i>a</i> = Clorofila <i>a</i> .	55
22	Distribución horizontal de la temperatura del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante otoño de 1997.	58
23	Distribución horizontal de la temperatura del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante primavera de 1998.	59
24	Distribución horizontal de la temperatura del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante verano de 1998.	60
25	Distribución horizontal de la salinidad del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante otoño de 1997.	62
26	Distribución horizontal de la salinidad del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante primavera de 1998.	63
27	Distribución horizontal de la densidad del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante otoño de 1997.	64
28	Distribución horizontal de la densidad del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante primavera de 1998.	65



FIGURA	TITULO	PÁGINA
29	Distribución de: (A) la biomasa zooplanctónica (ml/1000m <sup>3</sup> ) y (B) concentración de clorofila <i>a</i> (mg m <sup>-2</sup> ) en el Golfo de California, durante otoño de 1997, primavera y verano de 1998.	67
30	Análisis de Componentes Principales (ACP) para cada una de las campañas oceanográficas en el Golfo de California. A) otoño tardío de 1997, B) primavera de 1998 y C) verano de 1998. >, mayores valores del parámetro y <, menores valores del parámetro.	69
31	Diagramas de los concentrados de: A) temperatura, B) salinidad y C) densidad, en el Golfo de California, durante otoño de 1997.	72
32	Diagramas de los concentrados de: A) temperatura, B) salinidad y C) densidad, en el Golfo de California, durante primavera de 1998.	73
33	Diagrama del concentrado de temperatura (A), en el Golfo de California, durante verano de 1998.	74

### III LISTA DE TABLAS

TABLA	TÍTULO	PÁGINA
1	Fechas de muestreos y de las imágenes de satélite AVHRR (Temperatura superficial del mar) y SEAWIFS (pigmentos fotosintéticos), en los cruceros otoño de 1997 y primavera y verano de 1998.	20
2	Composición taxonómica de la comunidad ictioplanctónica, durante otoño de 1997 y primavera y verano de 1998, en el Golfo de California. * El total de taxa incluye morfotipos identificados a nivel de género y familia, géneros (identificados como sp. y spp.) y especies.	23
3	Descriptores comunitarios determinados estacionalmente en el Golfo de California. H' = diversidad, S = riqueza específica, J' = Equidad y D' = dominancia.	27
4	Matriz de similitud comunitaria de las comunidades de larvas de peces durante las tres campañas en el Golfo de California.	28
5	Clasificación de especies obtenida a partir de la abundancia y frecuencia de ocurrencia para otoño de 1997.	30
6	Clasificación de especies obtenida a partir de la abundancia y frecuencia de ocurrencia para primavera de 1998.	31
7	Clasificación de especies obtenida a partir de la abundancia y frecuencia de ocurrencia para verano de 1998.	32
8	Taxa dominantes en el Golfo de California durante otoño de 1997. X) abundancia promedio y %FO) porcentaje de frecuencia de ocurrencia.	36
9	Clasificación de especies a partir de la prueba de Olmstead-Tukey para cada grupo de estaciones, en el Golfo de California durante otoño de 1997.	36
10	Taxa dominantes en el Golfo de California, durante primavera de 1998. X) abundancia promedio y %FO) porcentaje de frecuencia de ocurrencia.	37
11	Clasificación de especies a partir de la prueba de Olmstead-Tukey para cada grupo de estaciones, en el Golfo de California durante primavera de 1998.	37

TABLA	TITULO	PÁGINA
12	Taxa dominantes en el Golfo de California, durante verano de 1998. X) abundancia promedio y %FO) porcentaje de frecuencia de ocurrencia.	38
13	Clasificación de especies a partir de la prueba de Olmstead-Tukey para cada grupo de estaciones, en el Golfo de California durante verano de 1998.	38
14	Promedios estacionales de los parámetros hidrográficos, biomasa zooplanctónica y clorofila <i>a</i> obtenidos durante otoño de 1997, primavera y verano de 1998. Temperatura (°C), Salinidad (S ‰), Biomasa zooplactónica (ml /1000m <sup>3</sup> ) y Clorofila <i>a</i> (mg m <sup>-2</sup> ).	54
15	Matriz de correlación entre los parámetros hidrográficos, biomasa zooplanctónica y clorofila <i>a</i> en el Golfo de California durante otoño de 1997 y primavera y verano de 1998. T°C= Temperatura, B = Biomasa zooplanctónica, Cl <i>a</i> = Clorofila <i>a</i> . * Indica una correlación estadísticamente significativa a p< 0.05	55

## IV RESUMEN

En el Golfo de California se presentan una serie de importantes fenómenos oceanográficos como surgencias estacionales en ambas costas, estructuras mesoescalares y procesos de mezcla generados por viento y marea, dando como resultado zonas altamente productivas y con grandes concentraciones de alimento potencial, jugando un papel fundamental en el desarrollo y/o alimentación de muchas especies de peces que se asocian a estos sistemas en alguna etapa de su vida. En adición a lo anterior, esta región es afectada por intensos cambios ambientales generados por los eventos El Niño/Oscilación del Sur, lo cual se refleja en fuertes variaciones poblacionales en las especies que ahí habitan. En este contexto, el presente trabajo pretende conocer las asociaciones de larvas de peces en la zona central del Golfo de California durante Diciembre de 1997, Abril y Junio de 1998 y su relación con parámetros hidrográficos. Las muestras de zooplancton y los datos oceanográficos, fueron obtenidos a bordo del barco de investigación R/V "BIP XI" (CRIP-Guaymas, SEMARNAP), abarcando desde la zona de las Grandes Islas (29°N) hasta la parte media del golfo central (26°N). Los resultados muestran que los valores de temperatura superficial del mar, se incrementaron hasta 4°C, que los reportados para invierno-primavera de otros años no afectados por el ENSO. En otoño, la temperatura varió de 22 a 25.7°C, en la primavera de los 17 a 22°C, mientras que en el verano va de 20 a 29.6°C, registrándose las menores temperaturas en la porción sur de las grandes islas en las tres campañas. Las imágenes de satélite correspondientes a cada crucero oceanográfico muestran el mismo gradiente de temperatura que los datos *in situ*. La salinidad superficial mostró un gradiente inverso, ya que para el otoño el gradiente va de norte a sur (34.94 a 35.43 ‰), mientras que para la primavera es de sur a norte (35.05 a 35.4 ‰). En cuanto a la biomasa zooplanctónica, se registraron concentraciones mayores a 800 ml/1000m<sup>3</sup> en todas las campañas, pero en diferentes regiones. En el otoño, las concentraciones mayores se registraron en la región de las grandes islas, mientras que para la primavera se localizaron en la costa oriental y finalmente en verano fue principalmente en la costa occidental. La concentración de clorofila *a* integrada, mostró un patrón de distribución similar a la biomasa

zooplanctónica, y también una alta correlación. Se obtuvo un total de 7662 larvas de peces procedentes de las tres campañas. Para otoño se identificaron 37 especies pertenecientes a 34 géneros y 32 familias, en primavera 19 especies pertenecientes a 19 géneros y 17 familias, mientras en verano se identificaron 63 especies pertenecientes a 56 géneros y 51 familias. La mayor dominancia se presentó en otoño y la mayor diversidad en verano. Los resultados del análisis de Cluster a partir de matrices de abundancia definieron tres grupos de estaciones y de especies en cada campaña, los cuales con base en su ubicación geográfica fueron denominados: NORTE, CENTRAL I y CENTRAL II. La prueba de Olmstead-Tukey y el Índice del Valor Biológico de Sanders (IVBS) muestran que las asociaciones de especies dominantes variaron estacionalmente en su composición y abundancia en cada uno de los grupos. Durante otoño, en el grupo NORTE, dominaron *Benthoosema panamense* y *Engraulis mordax*, en el grupo CENTRAL I, *Vinciguerria lucetia* además de las especies antes mencionadas y en el grupo CENTRAL II sólo *B. panamense* y *V. lucetia*. En primavera, en el grupo NORTE dominó *E. mordax*, mientras que en el grupo CENTRAL I *B. panamense*, *Triphoturus mexicanus*, *Diogenichthys laternatus* y *V. lucetia*, y en el grupo CENTRAL II sólo *B. panamense*. Finalmente en verano, en el grupo NORTE dominaron *B. panamense* y *Opisthonema* spp. en el grupo CENTRAL I *B. panamense*, *T. mexicanus* y *V. lucetia*, y el grupo CENTRAL II además de las especies antes mencionadas, *Eucinostomus dowii*, *Lythrypnus dalli*, *Etropus crossotus*, *Auxis* spp. y *Diapterus peruvianus*. La variación en tiempo y espacio de las asociaciones de larvas de peces están relacionadas con la variación de las condiciones hidrográficas, además de la posible influencia del evento El Niño 1997/1998.

## V SUMMARY

Series of important oceanographic phenomena occur in the Gulf of California like seasonal upwellings in both sides of the coast, mesoscale structures and mixture processes generated by wind and tides. All these processes generate a high productivity region and important concentrations of potential food. The Gulf plays a fundamental role in the development and/or feeding of many species of fish that are associated to this system in some stage of their life. In addition, this region is affected by intense environmental changes generated by the events El Niño/Southern Oscillation, which are reflected in strong population variations in the species that inhabit this region. In this context, the main goal of the present work is to know the larval fish assemblage in the central area of the Gulf of California during December of 1997, April and June of 1998 and their relations with hydrographic parameters. Zooplankton samples and oceanographic data were obtained aboard the research vessel "BIP XI" (CRIP-Guaymas, SEMARNAP), covering from the area of the Big Islands (29°N) until the central part of the Gulf (26°N). The results show that the values of the sea surface temperature increased up to 4°C in the period affected by ENSO in comparison to other winter-springs not affected by this kind of oscillations. In autumn, the temperature varied from 22 to 25.7°C, in the spring from 17 to 22°C, and in summer from 20 to 29.6°C. The lowest temperatures in the three cruises were registered in the portion of the big islands. The satellite images corresponding to each oceanographic cruise showed the same temperature gradient of those measured *in situ*. The surface salinity showed an inverse gradient than the temperature, since for the autumn the gradient is from north to south (34.94 to 35.43 ‰), while for the spring it is from south to north (35.05 to 35.4 ‰). In relation to the zooplanktonic biomass, it registered highest concentrations up to 800 ml/1000m<sup>3</sup> in all periods but in different regions. In the autumn, the highest concentrations were detected in the region of the big islands, while in the spring were located in the eastern coast and finally in summer it was mainly in the western coast. Integrated chlorophyll-*a* concentration had a similar pattern distribution than the zooplanktonic biomass, showing a high correlation, as well. A total of 7662 fish larvae were collected in the three surveys. For autumn 37 species belonging to 34 genera and 32 families were identified, in spring 19 species belonging to 19 genera and 17 families, while in summer 63 species belonging to 56 genera and 51 families were identified. The highest dominance was presented in autumn and the highest diversity in summer. The results of the Cluster analysis made from abundance matrixes defined three groups of stations and of species in each cruise, those which with base in their

geographical location were denominated: NORTH, CENTRAL I and CENTRAL II. Both Olmstead-Tukey test and the Index of the Biological Value of Sanders (IVBS) showed that associations of dominant species varied seasonally in their composition and abundance in each one of the groups. During autumn, in the NORTH group dominated *Benthoosema panamense* and *Engraulis mordax*, in the CENTRAL I group, dominated both species mentioned before but including *Vinciguerria lucetia* and in the CENTRAL II group only *B. panamense* and *V. Lucetia* were dominant. In spring, the NORTH group dominated *E. mordax*, while in the CENTRAL I group *B. panamense*, *Triphoturus mexicanus*, *Diogenichthys laternatus* and *V. lucetia*, were dominant while in the CENTRAL II group was *B. panamense*. Finally in summer the NORTH group dominated *B. panamense* and *Opisthonema* spp. in the CENTRAL I group were *B. panamense*, *T. mexicanus* and *V. lucetia*, and the CENTRAL II group dominated the same species that in the Central I but including *Eucinostomus dowii*, *Lythrypnus dalli*, *Etropus crossotus*, *Auxis* spp. and *Diapterus peruvianus*. The time and space variations of the larval fish assemblages are related to the variation of the hydrographic conditions, and the possible influence of the El Niño event 1997/1998, as well.

Las primeras fases de vida de la mayoría de los teleósteos, forman parte de la comunidad planctónica debido al carácter pelágico de sus huevos y larvas (Margalef, 1977). El estudio del ictioplancton (huevos y larvas) nos permite conocer el área y época de desove de especies de peces de importancia comercial y/o ecológica, así como estimar el tamaño de las poblaciones adultas. El seguimiento de estudios ictioplanctónicos a lo largo de varios años, conlleva el análisis de las fluctuaciones en abundancia de huevos y larvas y por consiguiente, de sus poblaciones adultas (Lasker, 1981).

Hort (1914) postuló en las primeras décadas del siglo XX, que las fluctuaciones de poblaciones adultas son debidas a variaciones interanuales en la supervivencia de larvas de primera alimentación, proponiendo que la mortalidad por inanición regula en gran medida el tamaño de los stocks. Posteriormente se incorpora a esta hipótesis, la influencia de los eventos oceanográficos, tales como corrientes, surgencias y zonas frontales que afectan en diferente grado a las especies que se asocian a dichas estructuras (Sinclair, 1988).

Las estrategias de vida de este tipo de especies deben ser compatibles espacio-temporalmente con las variaciones ambientales, para aumentar las posibilidades de éxito, convergiendo así, muchas especies en las mismas estrategias reproductivas (McGoven, 1993).

Los tipos de reproducción en los peces, los medios de integración de huevos y larvas a la comunidad planctónica y sus métodos para asegurar la dispersión a nuevas áreas, son casi tan numerosos como familias de peces existentes (Leiby, 1986). La combinación de ciertas estrategias reproductivas en los peces y de algunas formas en que sus huevos y larvas pasan a formar parte de la vida planctónica, conducen a la existencia de diversos patrones de agrupamiento del ictioplancton, que por poseer una estructura y composición característica pueden



ser reconocibles ecológicamente como asociaciones (McGoven, 1993); se entiende entonces como asociación, a la combinación de larvas de diversas especies que coinciden en un determinado tiempo y espacio, en condiciones físico-biológicas similares (e.j. Flores-Coto *et al.*, 1993; Moser y Smith, 1993).

Las asociaciones de larvas de peces en regiones tropicales y subtropicales se caracterizan por tener una alta diversidad de especies y de ambientes, como es el caso del Golfo de California, el cual es considerado como una zona de gran complejidad ecológica y de interés pesquero, caracterizado por una alta riqueza de especies y gran abundancia de especies de peces de importancia comercial (e.j. Cisneros-Mata *et al.*, 1987, 1989, 1991, 1997; Hammann *et al.*, 1998). Desde 1960, Walker mencionó que la ictiofauna registrada en el Golfo de California forma parte de la provincia Americana Tropical o Panámica. Él reconoció 586 especies de peces, de las cuales 526 son costeras. De estas, el 75% son especies tropicales o subtropicales y 92 especies son endémicas.

La complejidad ecológica del Golfo de California está relacionada con su variabilidad oceanográfica. Es un cuerpo de agua altamente productivo debido a la presencia de diferentes tipos de fenómenos oceanográficos como son los afloramientos estacionales a lo largo de ambas costas, procesos de mezcla generados por vientos y mareas (Alvares-Borrego *et al.*, 1978; Badan *et al.*, 1985), a estructuras oceanográficas de mesoescala como remolinos ciclónicos y anticiclónicos (Lavín *et al.*, 1997; Emilsson y Alatorre, 1997) y diversos tipos de ondas entre las que se pueden mencionar las ondas internas (Fu & Holt, 1982). Los vientos prevalecientes del noroeste durante los meses de invierno provocan surgencias de la costa continental, mientras que durante los meses de verano, los vientos prevalecientes del sureste causan surgencias menos intensas a lo largo de la costa peninsular; mismas que en combinación con las características topográficas, juegan un papel muy importante en la circulación y el afloramiento de las aguas subsuperficiales (Roden y Groves, 1959; Moser *et al.*, 1974; Barrientos-MacGregor, 1986). Así mismo, otro proceso de importancia es el que ocurre en la

zona de las grandes islas, en donde la fuerte mezcla vertical es debida a la topografía del fondo, a las corrientes de marea y al intercambio en dos capas entre las dos cuencas (Salas-Pérez, 1996). La variación estacional de algunos parámetros ambientales como la temperatura superficial del mar, permite identificar dos temporadas climáticas extremas durante el año: condiciones de invierno, que se extienden de diciembre a abril ( $< 22^{\circ}\text{C}$ ) y condiciones de verano que permanecen de junio a octubre ( $> 22^{\circ}\text{C}$ ), incluyendo dos periodos de transición representados por mayo y noviembre (Lavín *et al.*, 1997; Robles y Marinone, 1987). Por otra parte, el golfo es afectado por intensos cambios ambientales generados por los eventos El Niño/Oscilación del Sur, lo cual se refleja en fuertes variaciones interanuales (Valdez-Holguín y Lara-Lara, 1987; Santamaría del Angel *et al.*, 1994).

En adición a los aspectos oceanográficos, se puede mencionar que el golfo es una cuenca de evaporación estructuralmente compleja donde se registran todo tipo de accidentes topográficos, desde los abanicos sedimentarios de pendientes suaves en el golfo superior, hasta los cañones submarinos, productos de las transgresiones y procesos de circulación, en el extremo sur de la península. La costa de la península se caracteriza por zonas rocosas, ocasionalmente interrumpidas por playas arenosas y dos grandes bahías; Bahía Concepción y Bahía de la Paz, mientras la costa continental, se caracteriza por tener una amplia plataforma y extensas playas de arena y limo, excepto por una región rocosa entre Bahía Kino y Guaymas (Moser *et al.*, 1974).

A pesar de la importancia ecológica y pesquera del golfo, asociada a su complejidad oceanográfica, existen pocos trabajos enfocados hacia el estudio del ictioplancton. En la actualidad no se cuenta con un listado taxonómico de las especies que habitan el golfo, ni tampoco existen antecedentes sobre las posibles asociaciones de larvas de peces y su variación en tiempo y espacio. El presente trabajo, es el primero que se enfoca hacia el estudio de las asociaciones de larvas de peces y su relación con la variabilidad hidrográfica.

## 2 ANTECEDENTES

Las investigaciones ictioplanctónicas en el Pacífico Noroccidental mexicano incluyendo el Golfo de California, han sido iniciadas e impulsadas en gran medida por el programa CalCOFI (California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations) desde el año de 1949, como respuesta al colapso de la sardina del pacífico *Sardinops sagax* durante un periodo de 22 años (de 1925 a 1947). Dentro del marco de este programa se han realizado aproximadamente 300 campañas oceanográficas, cubriendo un área mayor al millón de km<sup>2</sup>, extendiéndose desde el norte de California a Cabo San Lucas BCS, México. Sin embargo sólo 7 de ellas, se realizaron en el Golfo de California durante 1956 y 1957.

En contraste con su importancia pesquera y ecológica, el número de publicaciones relacionadas con el estudio del plancton marino en el Golfo de California es relativamente bajo. A principios de la década de los 70's, se inician los estudios ictioplanctónicos en el Golfo de California por investigadores nacionales adscritos al Instituto Nacional de la Pesca. Estos estudios se enfocaron a la distribución y estimación de biomasa reproductora de especies de sardina como son: *Sardinops. Sagax*, *Opisthonema libertate*, *Etremeus teres* y *Cetengraulis mysticetus* (e.j. De la Campa y Gutiérrez, 1974; Gutierrez y Padilla, 1974; De la Campa y Ortiz, 1975; De la Campa *et al.*, 1976; Padilla-García, 1976a; Padilla-García, 1976b; Olvera-Limas, 1981; Olvera-Limas y Padilla-García, 1986; Green-Ruíz y Acal-Sánchez, 1987).

Así mismo, se han llevado a cabo trabajos sobre la distribución de huevos y larvas de algunas especies en diferentes zonas del golfo. Destaca por su amplitud el trabajo de Moser *et al.* (1974), quien se basa en cruceros realizados en la década de los 50's, dejando gran parte de las especies a nivel de familia. Posteriormente, se han realizado trabajos sobre alguna especie en particular, destacando por su importancia pesquera *S. sagax* (Torres *et al.*, 1985; Saldierna-Martínez *et al.*, 1997; Coteró y Green-Ruíz, 1997; Hammann *et al.*, 1998; Sánchez-Velasco, *et al.* 2000); *Scomber japonicus* (Martínez-Aguilar y Anda-Montanez, 1990; Green-Ruíz y

Aguirre-Medina, 1992 y Esqueda-Escárcega, 1995) y del ictioplancton en general (CICIMAR, 1987, 1988, 1989; Green-Ruíz y Aguirre-Medina, 1988; Corro-Espinoza, 1992; Aceves-Medina, 1992). Posteriormente debido al arribo de *Engraulis mordax* al Golfo de California se generó gran inquietud sobre esta especie, destacando los trabajos de Cotero-Altamirano y Green-Ruíz (1997), Green-Ruíz y Hinojosa-Corona (1997) y Sánchez-Velasco *et al.* (2000).

Entre los trabajos dirigidos a aspectos taxonómicos se pueden mencionar los enfocados a las familias Gobiidae (González-Navarro y Saldierna-Martínez, 1997), Gerreidae (Jiménez-Rosenberg, 1998) y al orden Peuronectiformes (Aceves-Medina *et al.*, 2000).

Recientemente se han realizado estudios sobre alimentación de larvas de peces entre los que se pueden mencionar los de Sánchez-Velasco *et al.* (1999) y Sánchez-Velasco y Shirasago (2000), sobre especies de la familia Scombridae.

Paralelamente, se han realizado trabajos dirigidos hacia bahías protegidas y zonas estuarinas, entre los que destacan los de Álvarez-Cadena *et al.* (1984) y Álvarez-Cadena *et al.* (1988) sobre estuarios de la costa continental del golfo, y los de Arreola (1991), Grijalva-Chon *et al.* (1992), Muñetón-Gómez *et al.* (1994), Cota-Meza y Muñetón-Gómez (1995), Jiménez-Rosenberg y Sánchez-Velasco (1999) y Peguero-Icaza (2000) sobre bahías de la costa peninsular.

Entre los trabajos relacionados con biomasa fito y zooplanctónica, se pueden mencionar por su importancia los de Álvarez-Borrego y Lara-Lara (1983) y Valdéz-Holguín y Lara-Lara (1987), quienes relacionan los cambios ambientales generados por eventos El Niño con la productividad primaria, y el de Jiménez-Perez y Lara-Lara (1988), sobre estimaciones de biomasa zooplanctónica.

En lo referente a aplicación de sensores remotos en el estudio del plancton marino, cabe mencionar los trabajos de Lasker *et al.* (1981) y Fiedler (1983) en la Corriente

## **4 OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Conocer las asociaciones de larvas de peces en la zona central del Golfo de California durante Diciembre de 1997, Abril y Junio de 1998 y su relación con la variabilidad de parámetros hidrográficos.

### **PARTICULARES**

- 1.- Conocer las condiciones hidrográficas que prevalecieron durante Diciembre de 1997, Abril y Junio de 1998, mediante datos de CTD e imágenes de satélite.
- 2.- Conocer la distribución espacial de la biomasa zooplanctónica y clorofila *a* durante Diciembre de 1997 y Abril y Junio de 1998.
- 3.- Conocer la composición de larvas de peces en el Golfo de California en las mencionadas épocas del año.
- 4.- Conocer la estructura de la comunidad mediante índices ecológicos.
- 5.- Identificar asociaciones de larvas de peces mediante análisis de clasificación numérica.
- 6.- Relacionar las asociaciones de larvas de peces con las condiciones hidrográficas, la distribución de la biomasa zooplanctónica y clorofila *a*.

## 5 ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de California es un cuerpo de agua único, delimitado por la árida península de Baja California al oeste y por los estados de Sonora y Sinaloa del macizo continental, al este. Su extensión es de aproximadamente 1400 km de largo y tiene una anchura de alrededor de los 150 km. Está situado entre los 23° y 32° latitud Norte, orientado en sentido Noroeste a Sureste (Moser *et al.*, 1974). Es una área estrecha del océano, considerada como la única cuenca de evaporación del Pacífico con alta salinidad y aguas cálidas superficiales (Bray, 1988), comunicándose en su porción sur con el Océano Pacífico (Roden y Emilsson, 1980).

De acuerdo Roden y Emilsson (1980) y Case y Cody (1983) el Golfo de California puede dividirse en cuatro provincias (Fig.1). Las características oceanográficas de cada provincia son: I) Golfo Superior, presenta pendientes ligeras, cuencas someras, sedimento grueso, alta turbidez, temperaturas más bajas que el resto del golfo, gran evaporación, baja precipitación, altas salinidades y escaso oleaje. La circulación es de tipo celdas la cual se invierte dos veces al año, por el calentamiento y enfriamiento del estuario salino del Río Colorado. Éste movimiento de celdas incluye giros superficiales, corrientes subsuperficiales, ondas internas, zonas de surgencia, mareas de gran amplitud y capas superficiales movidas por el viento. II) Canal de Ballenas y Fosa Salsipuedes, presenta corrientes de marea longitudinales, creando elevadas temperaturas en el fondo, salinidades y concentraciones de oxígeno disuelto anormal. Además, presenta corrientes altas que propician fuertes mezclas a lo largo de la columna de agua. III) Golfo Central, tiene libre comunicación y salinidades superficiales relativamente altas. En invierno el flujo geostrófico es predominante con dirección hacia el Sureste y en el verano, la circulación del flujo geostrófico se invierte. IV) Entrada del Golfo, presenta fuertes remolinos e intrusiones que pueden estar ligados a la confluencia de corrientes distintas, y amplitudes de marea pequeña. La circulación general, describe un giro anticiclónico superficial en primavera, y en el verano y otoño, el giro se invierte.

Hidrográficamente, diversos autores coinciden en mencionar que la región al norte de las grandes islas, es completamente diferente a la región sur de éstas (Moser *et al.*, 1974; Stock, 1976; Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1983; Badan-Dangon *et al.*, 1985; Bray, 1988).

Las variaciones interanuales en el golfo están fuertemente influenciadas por los eventos ENSO. Éstos se caracterizan por un calentamiento del agua superficial por encima de los 3°C, aumento en el nivel del mar, profundización de la termoclina, atenuación del proceso de afloramiento y falta de renovación de los nutrientes. En cuanto a las condiciones atmosféricas, se produce un debilitamiento a gran escala de los vientos alisios, cambios en los centros de presión y modificaciones del régimen de vientos, además de cambios en los patrones de circulación atmosférica y oceánica del Pacífico Ecuatorial y central. Las consecuencias ecológicas pueden ser de distinto índole, por ejemplo: una disminución en la productividad primaria y distribución del fitoplancton, desorganización de los cardúmenes, alteración en los procesos de reproducción y supervivencia de la flora y fauna en general (McGowen, 1993).

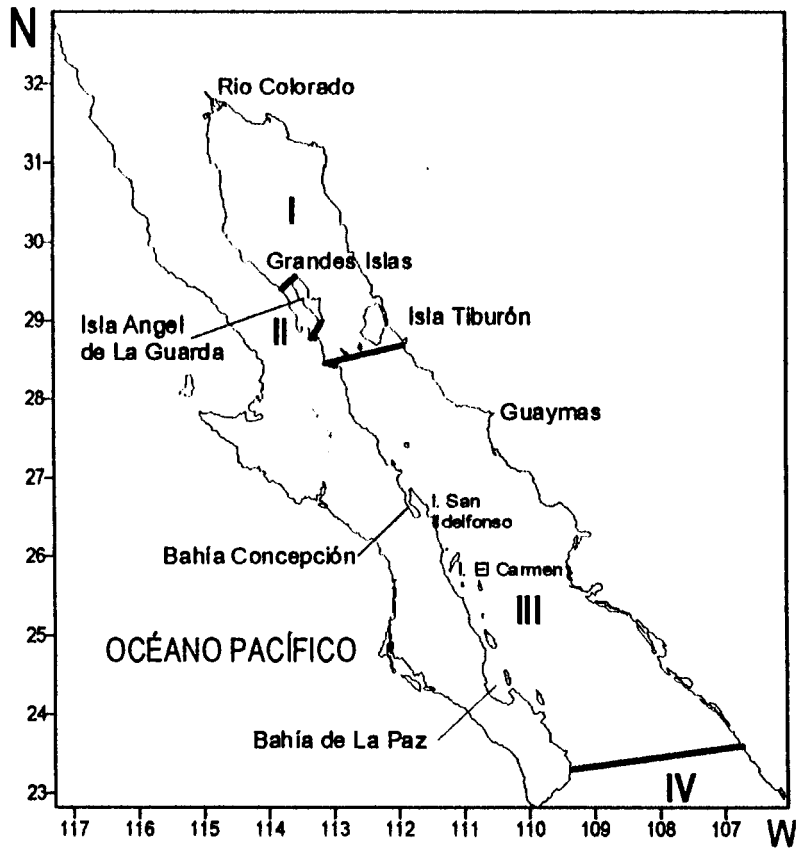


Fig.1. División del Golfo de California en cuatro provincias desde el punto de vista oceanográfico de acuerdo a Roden y Emilsson (1980) y Case y Cody (1983). I) Golfo Superior, II) Canal de Ballenas, III) Golfo Inferior y IV) Entrada del Golfo.



## **6 MATERIAL Y MÉTODOS**

### **6.1 METODOLOGÍA DE CAMPO**

El material biológico que sustenta el presente trabajo, procede de 3 cruceros oceanográficos realizados en el Golfo de California, a bordo del buque BIP XI perteneciente al CRIP-Guaymas (SEMARNAP) (Fig.2).

El crucero denominado GOLCA (Golfo de California) 9712, se realizó del 30 Noviembre al 8 de diciembre de 1997 (otoño), cubriendo un total de 12 estaciones oceanográficas, desde la parte sur del Golfo Superior hasta Isla El Carmen (entre los 26°05' N-111° 04' W y 29° 42' N-113° 56' W).

El crucero GOLCA 9804, se realizó del 25 marzo al 5 de abril de 1998 (primavera), cubriendo un total de 18 estaciones oceanográficas sobre la parte central del golfo, desde la región de las grandes islas hasta Isla San Ildelfonso (entre los 26°33' N-110°36' W y 29° 48' N-114°20' W).

El crucero GOLCA 9806, se realizó del 19 al 25 junio de 1998 (verano), cubriendo un total de 23 estaciones oceanográficas, abarcando desde la región de las grandes islas hasta Isla El Carmen (entre los 26°06' N-111°09' W y 29° 40' N-112°58' W).

En cada estación oceanográfica se utilizó un CTD marca InterOcean modelo S4 para medir temperatura, presión y conductividad; un radar para medir la distancia a la costa, un posicionador por satélite para registrar la ubicación y un videosonar para medir la profundidad. Además, se tomó la temperatura superficial del mar con un termómetro de cubeta.

Para determinar la concentración promedio de clorofila *a*, se recolectaron muestras de agua a distintos niveles de profundidades (1, 10, 20, 30, 50 m), mediante

botellas Niskin de 5 litros (esta maniobra a cargo del Dr. José Eduardo Valdez-Holguín).

Para obtener una visión sinóptica y detectar estructuras hidrográficas de mesoescala, se procesaron imágenes de satélite diarias de tipo AVHRR de los satélites NOAA-12 y 14 con una resolución de 1.1 km, correspondientes a los días de cada crucero oceanográfico. Así mismo, se obtuvieron imágenes de pigmentos fotosintéticos del sensor SeaWIFS de promedio semanal, procesados por el Godard Space Center-NASA, para los periodos de estudio.

Los muestreos de zooplancton se realizaron siguiendo la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979). Las muestras se recolectaron con una red bongo con diámetro de boca de 0.6 m y tamaño de apertura de malla de 505  $\mu\text{m}$ . Los arrastres fueron oblicuos con una trayectoria semicircular girando a babor. La profundidad del arrastre fue desde los 200 m hasta la superficie, según la batimetría. La velocidad del buque fue de 2 nudos durante el muestreo y la velocidad del cable fue de 1 m/seg al bajar la red y de 1.5 m/seg al subir. El volumen de agua filtrada se calculó por medio de dos flujómetros instalados en cada una de las bocas de las redes. Las muestras obtenidas fueron fijadas con una solución de formaldehído al 4 %, neutralizada con borato de sodio.

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

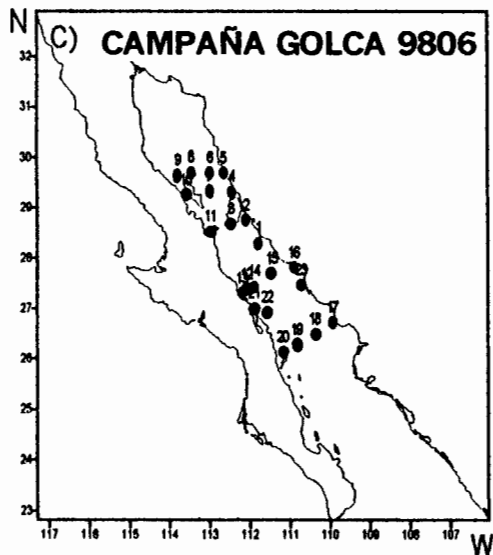
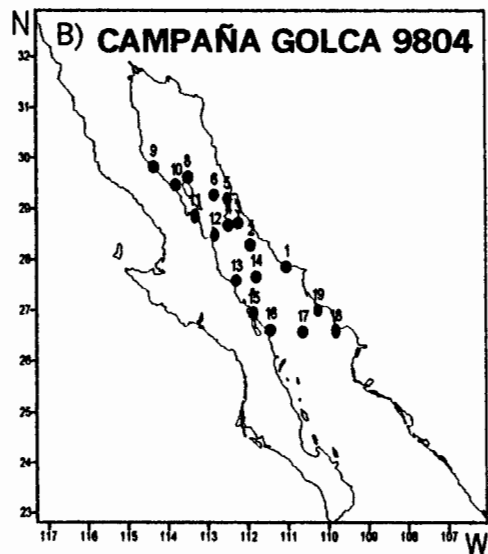
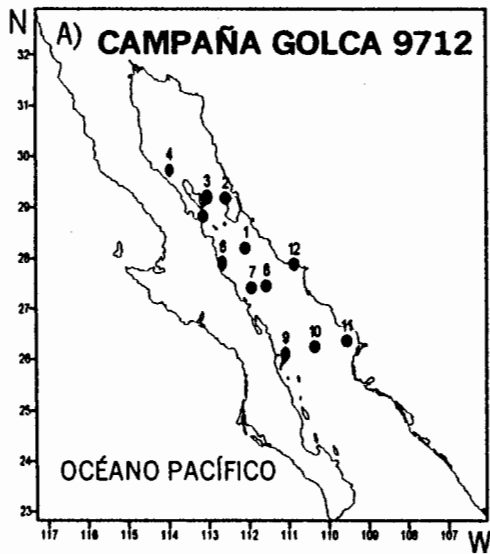


Fig.2. Localización de las estaciones de muestreo realizadas durante las campañas oceanográficas. A) GOLCA 9712 (otoño), B) GOLCA 9804 (primavera) y C) GOLCA 9806 (verano).

## 6.2 ANÁLISIS DE LABORATORIO

La biomasa zooplanctónica se determinó en el laboratorio mediante el método del volumen desplazado, descrito por Kramer *et al.* (1972) y Beers (1976). El volumen obtenido, se normalizó a ml/1000 m<sup>3</sup> mediante la siguiente formulación:

$$\text{Biomasa (ml/1000 m}^3\text{)} = \text{Volumen de la muestra (ml)} * 1000/\text{volumen filtrado (m}^3\text{)}.$$

Las larvas de peces fueron extraídas de cada una de las muestras y se identificaron en base a sus características morfológicas, merísticas y pigmentarias hasta el taxón mínimo posible, basándose principalmente en los trabajos de Moser *et al.* (1996) (Atlas No.33). Así mismo, para algunos taxa en particular se consultaron los trabajos de Funes-Rodríguez y Esquivel (1985,1988) para la identificación del género *Opisthonema* spp., a Jiménez-Rosenberg (1998) para la familia Gerreidae y Aceves-Medina (1992) para el orden Pleuronectiformes.

Una vez identificadas las larvas de peces, se establecieron las OTU (Unidades Taxónomicas Operativas), las cuales son consideradas como entidades biológicas independientes. Para este estudio se les denominó a cada una de ellas como TAXON. Dentro de la lista de TAXA se incluyeron las larvas de peces identificadas a nivel de especie, género (sp y spp) y morfotipos. Se consideraron como MORFOTIPOS (a nivel de género o familia) las especies que no están descritas en la literatura, pero que se distinguieron como una identidad biológica independiente de acuerdo a sus características morfológicas, merísticas y pigmentarias. A cada morfotipo se le asignó un número. Paralelamente, se realizaron descripciones detalladas de los morfotipos para establecer un patrón confiable de identificación. Los organismos se organizaron por taxon y se cuantificaron colocándose en viales con una solución de formaldehído al 4 % con borato de sodio, para su conservación

Es necesario mencionar que para determinar las concentraciones promedio de clorofila *a* (mg m<sup>-2</sup>) integrada, se realizaron análisis espectrofotométricos. Se

filtraron 1.5 l de agua de mar a través de filtros GF/F, a baja presión de vacío (<1/3 atm). La extracción de la clorofila se realizó colocando los filtros por 24 hrs en 10 ml de acetona al 90%, según Venrick y Hayward (1984) y se uso la ecuación de Jeffrey y Humprey (1975) para calcular la concentración de clorofila integrada a 50 m. Estos análisis fueron realizados por el Dr. José Eduardo Valdez-Holguín.

## 6.3 ANÁLISIS DE DATOS

### 6.3.1 ICTIOPLANCTON Y ESTRUCTURA COMUNITARIA

Una vez obtenida la matriz de datos taxón/estación, el número de larvas de peces se normalizó a 10 m<sup>2</sup> de superficie marina, de acuerdo a las recomendaciones de Smith y Richardson (1979) con la siguiente fórmula:

$$N = ( cd / ab ) * 10$$

Donde **N** = es el número de organismos por 10 m<sup>2</sup> de superficie marina, **a** = área de la boca de la red, **b** = largo de la trayectoria de arrastre, **c** = número de organismos en la muestra y **d** = profundidad del lance.

Para conocer variaciones estacionales en la composición de las larvas de peces identificadas en las tres campañas oceanográficas en función a la **afinidad biogeográfica** determinada para los adutos, se siguieron los criterios establecidos por Miller y Lea (1972), Eschmeyer *et al.* (1983), Moser y Smith (1993) y Moser (1996).

Con el fin de conocer la estructura de la comunidad de las larvas de peces, se aplicaron los índices ecológicos recomendados por Gonzáles-Acosta (1998). A partir de la matriz taxon/estación estandarizada, se determinó la **riqueza específica (S)** para conocer el número de especies que se identificaron en cada campaña oceanográfica (Brower y Zar, 1977). Así mismo, se determinó la **diversidad (H')**

mediante el índice de Shannon-Wiener (Ludwig y Reynolds, 1988), el cual toma en cuenta la proporción del número de individuos con respecto al total de especies, cuya expresión es:

$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$ , en donde  $H'$  es la diversidad en bits/individuo y  $p_i$ , donde  $p_i = 1/S$  y representa la proporción del número de individuos de la especie  $i$  con respecto al total ( $n_i/N_i$ ). Además, se evaluó la **equidad (J)** utilizando el Índice de Pielou (Pielou, 1975), para estimar el valor máximo de la diversidad. Cuando todas las especies son igualmente abundantes se alcanza la uniformidad máxima (Ludwig y Reynolds, 1988), cuya expresión es:

$J' = H'/H_{m\acute{a}x}$ , donde  $H_{m\acute{a}x}$  es el  $\log_2 S$ , que es la diversidad bajo condiciones de máxima equidad. Con el propósito de obtener mayor información de la relación con la equidad de las especies, dentro de la comunidad ictiopláctónica, se determinó la **dominancia específica (D)** a partir de la expresión:

$D = 1 - J'$ , donde  $J'$  corresponde al valor calculado de la equidad. Cuando el valor resultante tiende a cero, la dominancia es baja, pero si dicho valor es cercano o igual a uno, entonces es alta (Brower y Zar, 1977).

La ubicación jerárquica de las especies dentro de la comunidad en base a su abundancia y frecuencia se determinó a partir del **Índice de Valor Biológico de Sanders [IVBS]** (Sanders, 1960, 1968), ya que este método toma en cuenta la abundancia relativa de cada especie en la muestra y su frecuencia de aparición en todas las muestras y/o estaciones estudiadas, asignándole un valor de importancia en función a su abundancia en cada muestra, que se expresa a manera de puntajes o rangos (Loya-Salinas y Escofet, 1990). El número de especies que resultaron del primer análisis, se utilizó como el rango (taxa) para el cálculo del IVBS. Así mismo, se aplicó la **Prueba de Olmstead-Tukey** (Sokal y Rohlf, 1969), extrapolada a las comunidades biológicas por García de León (1988); mediante la cual se analizó gráficamente la abundancia relativa promedio de cada taxón (eje X), contra el

porcentaje de la frecuencia de aparición de cada especie (eje Y) (Fig. 3). En este gráfico se observa que los taxa dominantes fueron aquellos cuyos valores de abundancia y frecuencia relativa, rebasan la media aritmética de ambos estimadores, según los criterios establecidos por Gonzáles-Acosta (1998).



Fig.3. Gráfico teórico de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969), modificada por García de León (1988), donde se determina la separación de las especies de acuerdo con sus valores de abundancia y frecuencia relativa. Tomado de Gonzáles-Acosta (1998).

Además, se sigue la clasificación de la concurrencia de las especies que establece Gonzáles-Acosta (1998).

- A) **ESPECIES DOMINANTES:** son aquellas cuyos valores tanto de abundancia, como de frecuencia relativa, son mayores a la media relativa.
- B) **ESPECIES CONSTANTES:** son aquellas cuya abundancia relativa no sobrepasa el valor promedio, pero si en relación a su frecuencia de aparición.
- C) **ESPECIES OCASIONALES:** son aquellas cuya abundancia relativa es mayor al valor promedio, pero con valores de aparición inferiores al promedio de la frecuencia relativa.

D) **ESPECIES RARAS:** se caracterizan por sus bajas abundancias y frecuencias relativas de aparición, ambos valores están por debajo de su respectivas medias aritméticas.

Con el proposito de conocer los cambios en el número de especies compartidas en las comunidades analizadas, entre las distintas épocas climáticas se aplicó el **Coefficiente de Similitud Comunitaria de Sorensen (CSC)**, Éste método proporciona una medida cualitativa de la diversidad beta (la relación entre las especies y su ambiente) (Magurran, 1988). Cuando el valor del coeficiente es igual a 1, dos comunidades son idénticas (Galacatos *et al.* 1996). Su expresión es la siguiente:

$$\text{CSC} = \frac{2 (\text{No. de especies compartidas})}{\text{No. de especies comunidad 1} + \text{No. de especies comunidad 2}}$$

Los valores correspondientes a los descriptores y atributos de la comunidad, fueron obtenidos a partir del programa estadístico de computación ANACOM (Análisis de Comunidades)(De la Cruz-Agüero 1994).

### 6.3.2 AGRUPACIÓN DE ESTACIONES Y ESPECIES

#### **Análisis de Cluster (AC)**

Las matrices de datos estandarizadas a No. de larvas/10 m<sup>2</sup>, fueron transformadas a  $Y_{ij} = X_{ij}^{1/4}$ , donde X es el número de larvas por 10 m<sup>2</sup>. Ésta transformación reduce el peso de las abundancia y homogeneiza las varianzas (Field *et al.*, 1982; Clifford and Stephenson, 1975). Se tomaron en cuenta todos los taxa con una frecuencia > 5 % de ocurrencia. Para otoño se consideraron 12 estaciones y 25 taxa, para primavera 15 estaciones y 12 taxa y para el verano de 22 estaciones y 57 taxa.



Los grupos de estaciones, se determinaron mediante el índice de disimilaridad Bray-Curtis (1957) el cual no es afectado por dobles ausencias y es suficientemente robusto para estudios marinos (Field and McFarlane, 1968). Su formulación es la siguiente:

$$\delta_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^s |Y_{ij} - Y_{ik}|}{\sum_{i=1}^s (Y_{ij} + Y_{ik})}$$

Donde  $Y_{ij}$ , es el valor de la "i" iésima taxa en la "j" iésima muestra;  $Y_{ik}$ , es el valor de "i" iésima taxa en la "k" iésima muestra;  $\delta_{jk}$ , es la disimilitud entre la "j" iésima y la "k" iésima muestra sumada sobre todos los s taxa. El rango va de 0 (máxima afinidad) a infinito (mínima afinidad).

Los dendogramas se realizaron mediante el método flexible, utilizando el programa ANACOM (De La Cruz, 1994). El nivel de corte se realizó examinando visualmente la matriz, atendiendo a los antecedentes hidrográficos de la zona.

Las especies dominantes de cada grupo de estaciones, se determinaron a partir de su abundancia numérica y su frecuencia de aparición, utilizando la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969), extrapolada a las comunidades biológicas por García de León (1988), descrita en la sección anterior.

Paralelamente, a partir de las matrices transformadas a  $Y_{ij} = X_{ij}^{1/4}$ , se determinaron agrupaciones de especies utilizando también el índice de Bray-Curtis y el método de ligamiento flexible. El corte se determinó considerando principalmente el hábitat de los adultos.

Se compararon las asociaciones obtenidas a partir de las especies dominantes que caracterizaron a cada grupo de estaciones y las determinadas directamente por dendogramas por especies.

### 6.3.3 IMÁGENES DE SATÉLITE

Con el fin de obtener una visión sinóptica de las condiciones hidrográficas del Golfo de California, se analizaron imágenes de temperatura superficial del mar derivadas de datos **NOAA-AVHRR** (National Oceanic and Atmospheric Administration - Avanced Very High Resolution Radiometer), procesadas mediante el sistema **ERMAPER 6.0**. El procesamiento incluyó dicho calculo de temperatura mediante el metodo **SPLIT WINDOW** usando los canales 4 y 5 y su calibración con los datos *in situ* provenientes del muestreo. Además, con el mismo procesador se manipularon las imágenes de pigmentos clorofilianos derivados del sensor **SEAWIFS** (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor) del satélite **SEASTAR**, de promedio semanal, tomando en cuenta la tabla de cuantificación suministrada por la NASA (TABLA 1).

TABLA 1. Fechas de muestreos y de las imágenes de satélite AVHRR (Temperatura superficial del mar) y SEAWIFS (pigmentos fotosintéticos), para los cruceros otoño de 1997 y primavera y verano de 1998.

CRUCERO	FECHA DE MUESTREO	AVHRR	SEAWIFS
OTOÑO	Del 30 de Noviembre al 8 de Diciembre de 1997.	02-Diciembre-97	Del 3 al 10 de Diciembre de 1997
PRIMAVERA	Del 25 de Marzo al 5 de Abril de 1998.	05-Abril-98	Del 30 de Marzo al 5 de Abril de 1998
VERANO	Del 19 al 25 de Junio de 1998.	21 -Junio-98	Del 17 al 24 de Junio de 1998

#### 6.3.4 PARÁMETROS HIDROGRÁFICOS, BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA Y CLOROFILA *a*.

En este trabajo se consideraron como indicadores del ambiente de desove de los peces a la temperatura, la salinidad, la densidad, la biomasa zooplanctónica y la clorofila *a* integrada. Con el propósito de explorar las posibles relaciones entre los parámetros hidrográficos y el plancton marino, se realizó un análisis de correlación contrastando el nivel de significancia de la correlación, a partir del coeficiente de Pearson (Roscoe, 1974), con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ).

Para conocer la **distribución horizontal** de la temperatura, salinidad y densidad se realizaron mapas a diferentes niveles de profundidad (2, 10, 30, 50, 75, 100, 150 m), excepto para la campaña GOLCA 9806 en la cual no se tomaron datos de salinidad. Dichas profundidades fueron seleccionadas para determinar el comportamiento de estos parámetros con la profundidad, además de reflejar características hidrográficas importantes.

Por otro lado, se realizaron mapas la distribución horizontal de biomasa zooplanctónica y de clorofila *a*, para conocer su distribución espacial.

Todos estos análisis se realizaron con la ayuda de los programas SURFER 32 versión 6.01 y STATISTICA.

Sobre la matriz de indicadores del ambiente (temperatura superficial del mar, biomasa zooplanctónica y clorofila *a* integrada) se aplicó un **Análisis de Componentes Principales (ACP)**, que tiene la característica de reducir la información de la totalidad de las variables originales, aprovechando la alta correlación que existe entre ellas, hasta obtener unos pocos indicadores que conjunten la mayor parte de la información original. Tales indicadores se denominan "Componentes Principales" del conjunto de las "m" variables. El ACP es capaz de jerarquizar los "n" casos evaluados en función de los valores altos o

bajos de las “m” variables seleccionadas para la cuantificación en forma simultánea (García de León, 1988). De ésta manera se pueden identificar los principales gradientes hidrográficos a los que se podría asociar la variación en la estructura de la comunidad ictioplanctónica (tomado de Peguero-Icaza, 2000).

Para complementar el análisis espacial del ambiente, se realizaron **perfiles concentrados** de temperatura, salinidad y densidad, hasta la profundidad máxima muestreada (< 320 m).

# 7 RESULTADOS

## 7.1 ICTIOPLANCTON Y ESTRUCTURA COMUNITARIA

Se analizó un total de 7662 larvas de peces en este estudio, procedentes de las tres campañas, en donde la comunidad ictioplanctónica estuvo representada por un total de 152 taxa agrupadas en 61 familias. Para otoño se identificaron 66 taxa (37 especies, 4 géneros (sp. y spp.) y 25 morfotipos) pertenecientes a 34 géneros y agrupadas en 32 familias. De los morfotipos 14 corresponden a nivel de género y 11 a familia. En primavera se identificaron 21 taxa agrupadas en 17 familias, de las cuales 19 fueron identificadas a nivel especie y 19 a nivel género. De los morfotipos 1 corresponden a nivel de género y 1 a familia. Mientras que en verano, se identificaron 112 taxa (63 especies, 12 géneros (sp. y spp.) y 37 morfotipos) pertenecientes a 56 géneros y agrupadas en 51 familias. De los morfotipos 12 corresponden a nivel de género y 25 a familia (TABLA 2). La lista sistemática basada en Moser *et al.* (1996) se presenta en el ANEXO I.

TABLA 2. Composición taxonómica de la comunidad ictioplanctónica, durante otoño de 1997 y primavera y verano de 1998, en el Golfo de California. \* El total de taxa incluye morfotipos identificados a nivel de género y familia, géneros (identificados como sp. y spp.) y especies.

	OTOÑO	PRIMAVERA	VERANO	TOTAL
ORDENES	12	7	16	17
FAMILIAS	32	17	51	61
GÉNEROS	34	19	56	71
ESPECIES	37	19	63	81
MORFOTIPOS	25	2	37	59
TAXA *	66	21	112	152

La abundancia relativa por familia, nos muestra que sólo 3 familias conforman más del 80% del total. En otoño las familias Myctophidae, Engraulidae y Phosichthyidae conforman más del 83%, en primavera las familias Myctophidae, Engraulidae y Phosichthyidae conforman más del 93% y en verano las familias Myctophidae, Phosichthyidae y Clupeidae conforman más del 84% del total obtenido.

Por otra parte, la abundancia relativa por especie muestra que para otoño *Benthosema panamense*, *Engraulis mordax* y *Vinciguerría lucetia* poseen el 81.4%. Para primavera *B. panamense*, *E. mordax* y *Diogenichthys latematus* conforman el 81.7% y en el verano *B. panamense*, *V. lucetia* y *Triphoturus mexicanus* conforman el 80% (Fig. 4).

Las familias que congregaron el mayor número de taxa, fueron Serranidae (7 taxa) y Gobiidae (6 taxa) para otoño, Myctophidae y Paralichthyidae (con 3 taxa cada una) en primavera y Carangidae y Gobiidae (con 8 taxa cada una) en verano.

En cuanto a la composición de las larvas de peces en función de la **afinidad biogeográfica** de los adultos en el Golfo de California, tenemos que las especies de afinidad tropical-subtropical (TR-SBTR) son las más numerosas en las tres campañas.

Durante otoño, destacan además, las especies de afinidad tropical (TR) con 22% y las transicionales-subtropicales (TRAN-SBTR) con un 14%. En primavera las especies de afinidad TR disminuyen a un 17%, mientras que las especies TRAN-SBTR se incrementan hasta un 16%. En verano, las especies con afinidad tropical-subtropical-templada (TR-SBTR-TM) representan el 24% del total, y las especies de afinidad TRAN-SBTR y TR sólo conforman el 13 y el 12% respectivamente (Fig. 5).

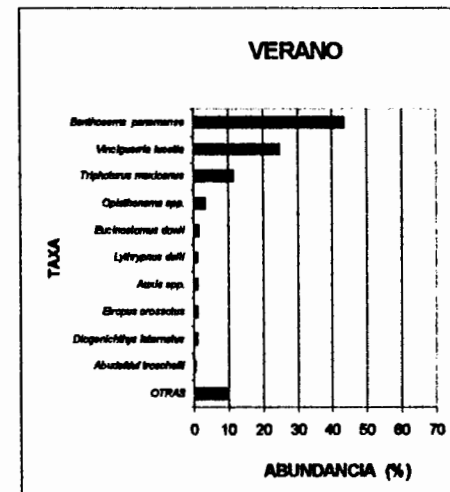
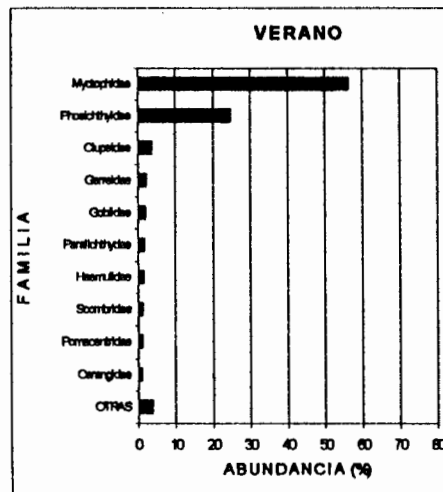
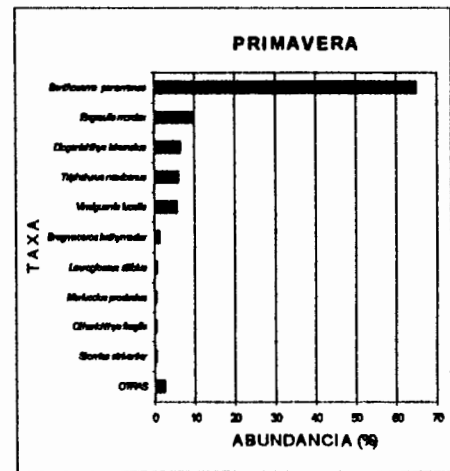
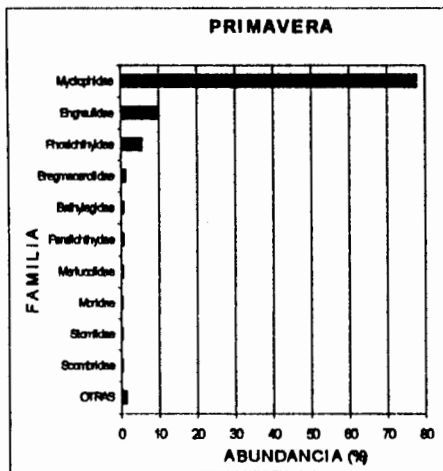
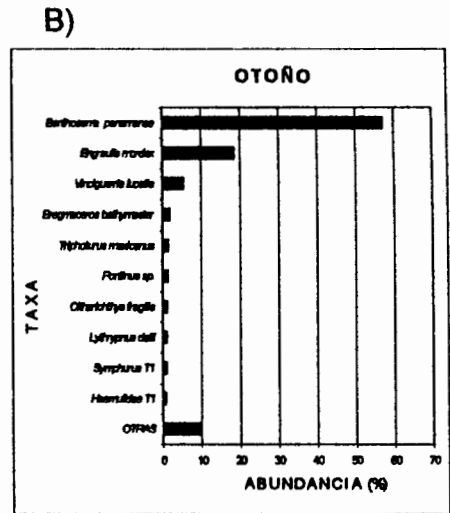
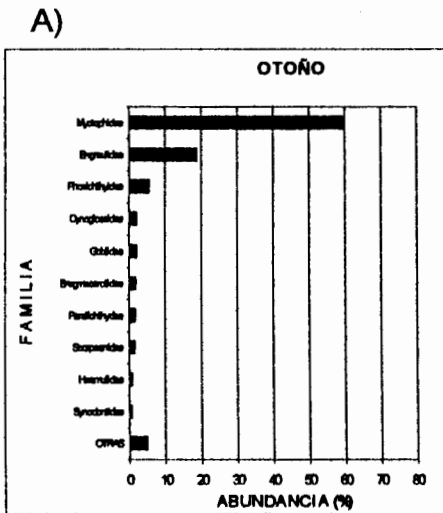


Fig.4. Abundancia relativa por familia y especie del ictioplancton en el Golfo de California, durante los cruceros oceanográficos de otoño de 1997, y primavera y verano de 1998.

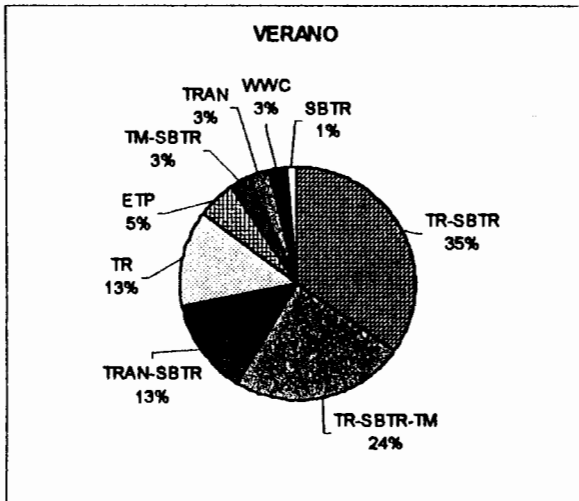
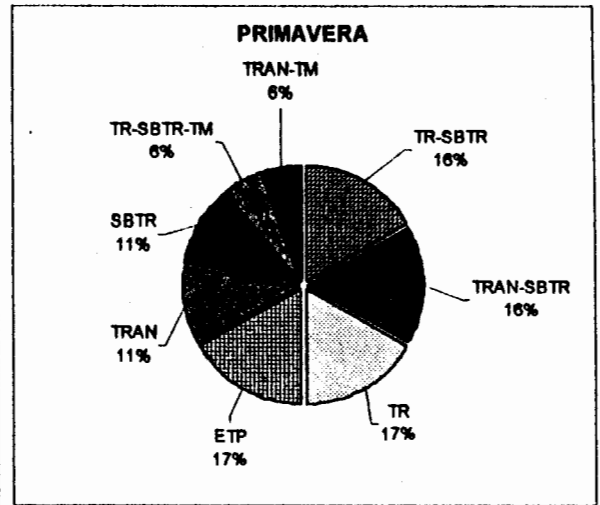
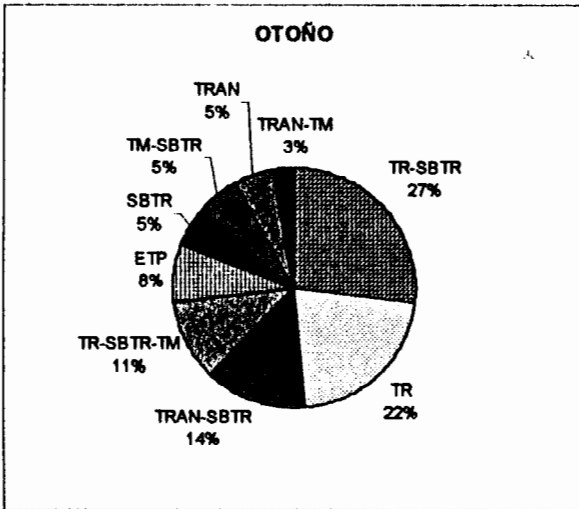


Fig.5. Composición de las larvas de peces en función a la afinidad biogeográfica de los adultos en el Golfo de California, durante las campañas de otoño de 1997, primavera y verano de 1998. TR (tropical), SBTR (subtropical), TM (templado), TRAN (transicional), WWC (cosmopólitas de aguas cálidas) y ETP (Pacífico Tropical Este).



## ESTRUCTURA COMUNITARIA

A partir de la matriz de datos conformados con las muestras de las tres campañas, se determinó que la diversidad es más alta en el verano con 2.67 bits/ind, con una dominancia intermedia de 0.54. Por el contrario, la menor diversidad se obtuvo en primavera con 1.81 bits/ind, con una dominancia de 0.49, que fue la más baja de todas. En cuanto a la equidad, la mayor correspondió a la primavera (0.5), lo cual refleja la baja dominancia durante esta temporada, mientras que la menor equidad se registró en otoño (0.44) y corresponde a la más alta dominancia estacional (0.55) (TABLA 3).

TABLA 3. Descriptores comunitarios determinados estacionalmente en el Golfo de California. H' = diversidad, S = riqueza específica, J' = Equidad y D' = dominancia.

Descriptor	Otoño	Primavera	Verano
H' (bits/ind)	2.07	1.81	<b>2.67</b>
S (No. spp)	25	12	<b>57</b>
J'	0.44	<b>0.50</b>	0.45
D'	<b>0.55</b>	0.49	0.54

Con base en el **Coefficiente de Similitud Comunitaria (CSC)**, se determinó que la mayor similitud comunitaria es de 0.37 y corresponde a la composición específica entre la comunidad de verano y otoño (TABLA 4). El número de taxa compartidos entre las temporadas es de 8. Así mismo, entre las temporadas de otoño-primavera se comparten 10 taxa, entre primavera-verano 9 taxa, y entre otoño-verano 34 taxa.

TABLA 4. Matriz de similitud comunitaria de las comunidades de larvas de peces durante las tres campañas en el Golfo de California.

	OTOÑO	PRIMAVERA	VERANO
OTOÑO	1	0.21	<b>0.37</b>
PRIMAVERA		1	0.12
VERANO			1

Con estos resultados es posible detectar una tendencia estacional de las comunidades ictioplanctónicas durante dichas temporadas. En la Fig.6, se observa que la afinidad entre la abundancia ictioplanctónica se incrementa de otoño a primavera para alcanzar su máximo valor durante el verano.

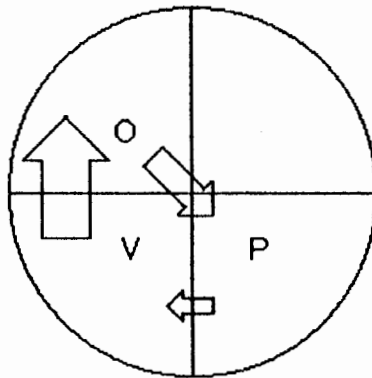


Fig.6. Tendencias estacionales en la similitud de la composición específica de la comunidad de larvas de peces en el Golfo de California, durante otoño de 1997, primavera y verano de 1998. El tamaño y la orientación de las flechas indican el nivel de similitud y la tendencia estacional respectivamente. O= otoño, P= primavera y V= verano.

El Índice del Valor Biológico de Sanders (IVBS) mostró para otoño, que la especie dominante es *Benthosema panamense* con un 15.01% del IVBS, y la que le siguen en orden de importancia *Vinciguerria lucetia* y *Engraulis mordax*, quienes representan el 10 y el 8% de IVBS respectivamente. En primavera, nuevamente *B. panamense* fue la especie dominante con un 19.32% de IVBS, y le siguen en orden de importancia *Triphoturus mexicanus* y *E. mordax*, quienes representan el 14 y el 13% de IVBS respectivamente. Mientras que en verano, la dominancia en abundancia corresponde a *B. panamense* con un 8.41% de IVBS, y le siguen en orden de importancia *V. lucetia* y *T. mexicanus*, quienes representan el 6% del IVBS cada una (Fig. 7).

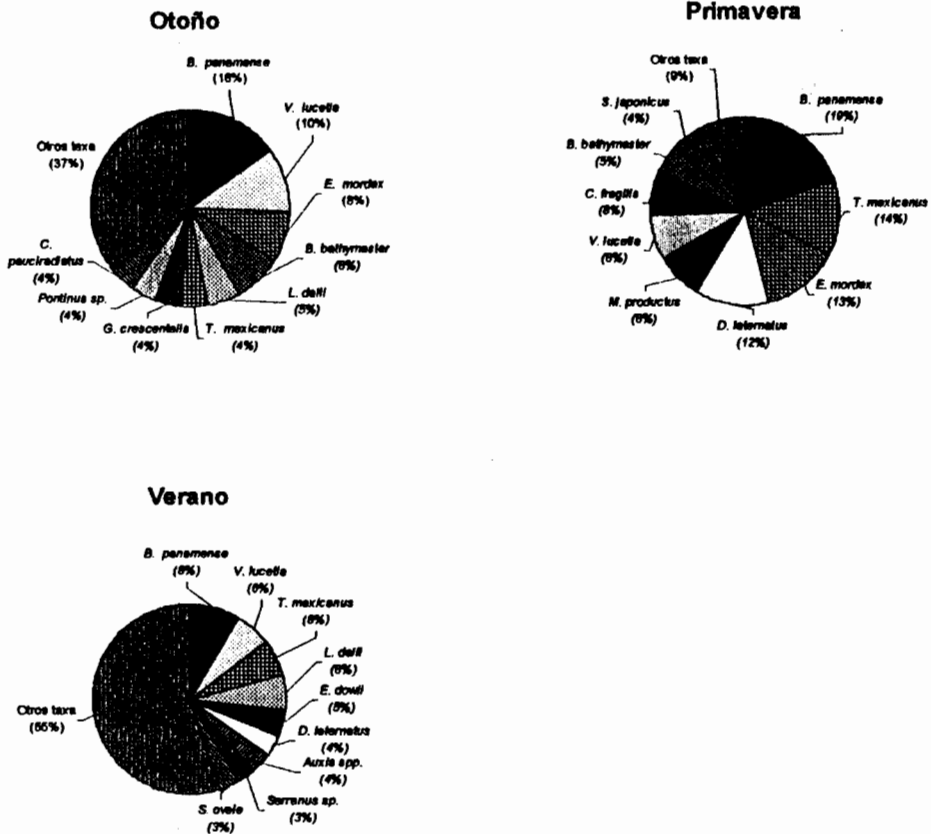


Fig.7. Especies dominantes en abundancia de larvas de peces, de acuerdo al cálculo del Índice de Valor Biológico de Sanders (IVBS) en el Golfo de California, durante otoño de 1997, primavera y verano de 1998.

**La Prueba de Olmstead-Tukey** reflejó que durante el otoño, las especies dominantes fueron *Benthoosema panamense* y *Engraulis mordax*. Por otra parte, 23 taxa se clasificaron como constantes destacando los mesopelágicos *V. lucetia*, *T. mexicanus*, y el costero *Bregmaceros bathymaster*. Mientras 41 taxa se clasificaron como especies raras, destacando las larvas leptocéfalas *Myrophis Vafer*, Heteroconger T1 y el clupeido *Harengula thrissina* (Fig. 8) (TABLA 5).

En primavera, la especie dominante es *B. panamense*. Las constantes fueron sólo 10 taxa destacando los mesopelágicos *Triphoturus mexicanus*, *Diogenichthys laternatus* y la anchoveta norteña *E. mordax*. Como especies raras se clasificaron 10 taxa destacando *Leuroglossus stilbius*, *Caelorinchus acaphopsis* y *Trachurus symmetricus* (Fig. 9) (TABLA 6).

En verano, las especies dominantes fueron *B. panamense*, *E. mordax* y *T. mexicanus*. Por otra parte, se caracterizó por presentar el mayor número de taxa identificados, de los cuales 33 taxa se clasificaron como constantes, destacando el góbido *Lythrypnus dalli*, la mojarra *Eucinostomus dowii*, y el mesopelágico *D. laternatus* y 76 taxa se clasificaron como raras, de las cuales destacan los epipelágicos *Etrumeus teres*, *Cetengraulis mysticetus* y el costero *B. bathymaster* (Fig. 10) (TABLA 7).

# OTOÑO

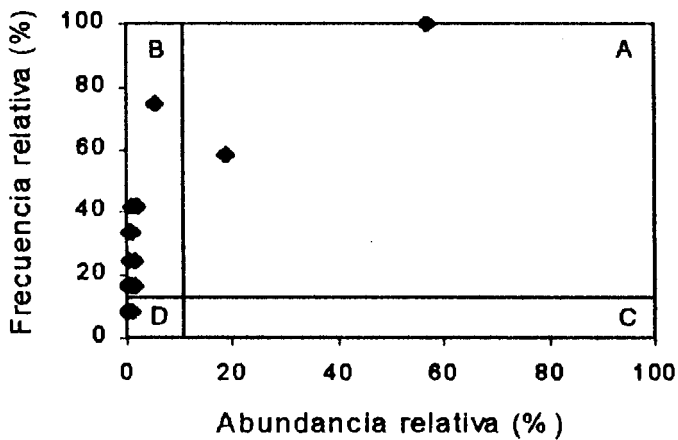


Fig.8. Clasificación de las especies de larvas de peces, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969), extrapoladas a comunidades biológicas por García de León (1998). A) Dominantes, B) Constantes, C) Ocasionales y D) Raras.

TABLA 5. Clasificación de especies obtenida a partir de la abundancia y frecuencia de ocurrencia para otoño de 1997.

A. Especies dominantes	B. Especies constantes	D. Especies raras	
<i>Bentosema panamense</i>	<i>Vincigueria lucetia</i>	<i>Myrophis vafer</i>	<i>Eucinostomus gracilaris</i>
<i>Engraulis mordax</i>	<i>Triphoturus mexicanus</i>	Heteroconger T1	Haemulidae T4
	<i>Bregmaceros bathymester</i>	<i>Harengula thrissina</i>	Sciaenidae T1
	<i>Lythrypnus dalli</i>	Synodus T1	Sciaenidae T3
	<i>Synodus lucioceps</i>	Synodus T2	Ephippidae T1
	<i>Gobulus crescentalis</i>	Bregmacerotidae T1	Pomacentridae T1
	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	<i>Caelorinchus scaphopsis</i>	<i>Mugil cephalus</i>
	<i>Diogenichthys laternatus</i>	Physiculus T1	<i>Halichoeres dispilus</i>
	<i>Pontinus sp.</i>	<i>Lepophidium stigmatistium</i>	<i>Ophioblennius steindachneri</i>
	Howella T1	<i>Lophiodes spilurus</i>	Gobiidae T1
	<i>Bathycongrus macrurus</i>	<i>Hemiramphus saltator</i>	Gobiidae T2
	<i>Opisthonema spp.</i>	Sebastes T3	Gobiidae T4
	<i>Sardinops caeruleus</i>	Pontinus T1	<i>Scomber japonicus</i>
	<i>Anchoa sp.</i>	<i>Scorpaena guttata</i>	<i>Syacium ovale</i>
	<i>Diaphus pacificus</i>	<i>Prionotus ruscarius</i>	<i>Achirus mazatlanus</i>
	Lophiodes T1	Diplectrum T1	<i>Symphurus oligomerus</i>
	Haemulidae T1	Paralabrax T1	<i>Symphurus williamsi</i>
	<i>Mugil curema</i>	Paralabrax T2	Symphurus T1
	<i>Halichoeres semicinctus</i>	<i>Serranus sp.</i>	
	Gobiidae T5	Serranus T1	
	<i>Citharichthys fragilis</i>	<i>Hemanthias signifer</i>	
	Etropus T1	<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	
	<i>Symphurus atramentatus</i>	<i>Apogon atricaudus</i>	

## PRIMAVERA

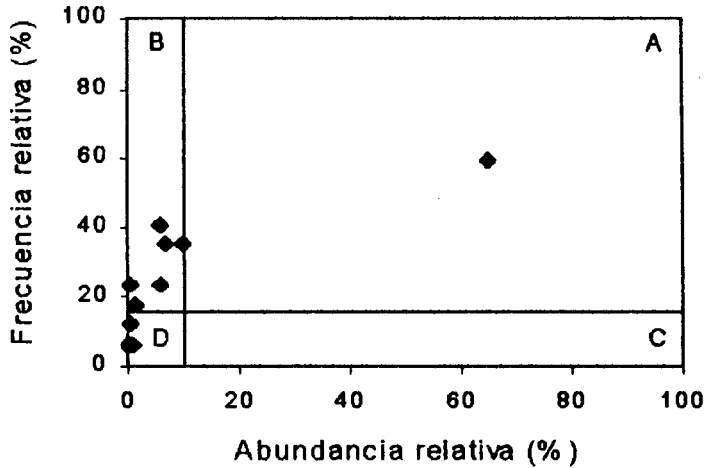


Fig.9. Clasificación de las especies de larvas de peces, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rolhf, 1969), extrapoladas a comunidades biológicas por García de León (1998). A) Dominantes, B) Constantes, C) Ocasionales y D) Raras.

TABLA 6. Clasificación de especies obtenida a partir de la abundancia y frecuencia de ocurrencia para primavera de 1998.

A. Especies dominantes	B. Especies constantes	D. Especies raras
<i>Benthoosema panamense</i>	<i>Triphoturus mexicanus</i>	<i>Leuroglossus stilbius</i>
	<i>Engraulis mordax</i>	<i>Caelorinchus scaphopsis</i>
	<i>Diogenichthys laternatus</i>	<i>Trachurus symmetricus</i>
	<i>Vinciguerria lucetia</i>	<i>Mugil cephalus</i>
	<i>Merluccius productus</i>	Labrisomidae T2
	<i>Citharichthys fragilis</i>	<i>Scomber japonicus</i>
	<i>Bregmaceros bathymaster</i>	<i>Psenes sio</i>
	<i>Stomias atriventer</i>	Citharichthys T2
	<i>Physiculus rastrelliger</i>	<i>Etropus crossotus</i>
	<i>Lythypnus dalli</i>	<i>Symphurus atricaudus</i>

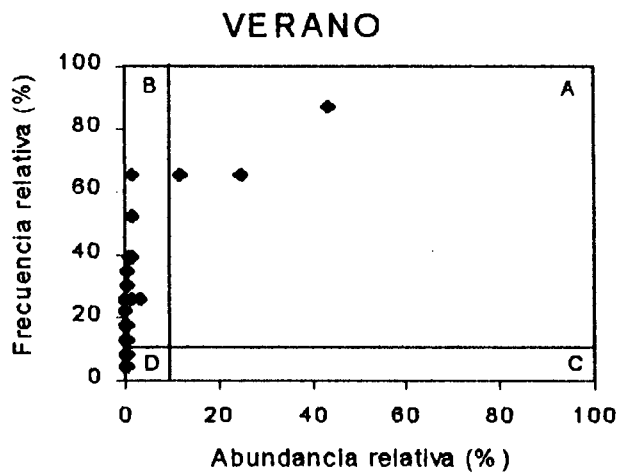


Fig.10. Clasificación de las especies de larvas de peces, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969), extrapoladas a comunidades biológicas por García de León (1998). A) Dominantes, B) Constantes, C) Ocasionales y D) Raras.

TABLA 7. Clasificación de especies obtenida a partir de la abundancia y frecuencia de ocurrencia para verano de 1998.

A. Especies dominantes	B. Especies constantes	D. Especies raras	
<i>Benthoosema panamense</i>	<i>Lythrypnus dalli</i>	<i>Etrumeus teres</i>	<i>Paranthias colonus</i>
<i>Vinciguemina lucetia</i>	<i>Eucinostomus dowii</i>	<i>Cetengraulis mysticetus</i>	Serranidae T1
<i>Triphoturus mexicanus</i>	<i>Diogenichthys latematus</i>	<i>Bregmaceros bathymaster</i>	<i>Apogon atricaudus</i>
	<i>Auxis spp.</i>	<i>Lophiodes spilurus</i>	Caranx T2
	<i>Serranus sp.</i>	<i>Scorpaena xyris</i>	<i>Decapterus spp.</i>
	<i>Mugil cephalus</i>	<i>Caranx caballus</i>	<i>Xenistius californiensis</i>
	Gobiidae T7	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	Haemulidae T1
	<i>Syacium ovale</i>	<i>Lutjanus peru</i>	Haemulidae T3
	<i>Opisthonema spp.</i>	<i>Calamus brachysomus</i>	Bairdiella T1
	Gonostomatidae T1	Kyphosidae T1	Sciaenidae T2
	<i>Etropus crossotus</i>	Pomacentridae T1	<i>Medialuna californiensis</i>
	<i>Orthopristis reddingi</i>	<i>Polydactylus opercularis</i>	<i>Chromis sp.</i>
	<i>Sphyræna ensis</i>	<i>Halichoeres semicinctus</i>	Pomacentridae T2
	<i>Lepophidium stigmatistium</i>	<i>Gillellus semicinctus</i>	Pomacentridae T3
	<i>Pontinus sp.</i>	<i>Hypsoblennius gentilis</i>	Cirrhitidae T1
	<i>Diapterus peruvianus</i>	<i>Ophioblennius steindachneri</i>	<i>Opistognathus sp.</i>
	<i>Anisotremus davidsonii</i>	Gobiidae T8	<i>Polydactylus approximans</i>
	Haemulidae T2	<i>Trichiurus nitens</i>	<i>Halichoeres dispilus</i>
	<i>Abudefduf troschelii</i>	<i>Elops affinis</i>	<i>Halichoeres T1</i>
	<i>Stegastes rectifraenum</i>	<i>Albula sp.</i>	<i>Thalassoma sp.(p).</i>
	<i>Gobulus crescentalis</i>	<i>Harengula thrissina</i>	Labridae T1
	<i>Synodus lucioceps</i>	Clupeidae T1	Labrisomidae T1
	<i>Hygophum atratum</i>	<i>Anchoa sp.</i>	<i>Labrisomus xanti</i>
	Sebastes T1	Melanostomidae T1	<i>Synchiropus atrilabiatus</i>
	<i>Prionotus ruscarius</i>	<i>Diaphus pacificus</i>	Gobiidae T1
	<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	<i>Lophiodes caularis</i>	Gobiidae T3
	<i>Caranx sexfasciatus</i>	<i>Antennarius avalonis</i>	Gobiidae T4
	Caranx T1	<i>Zalieutes elater</i>	Gobiidae T6
	<i>Oligoplites saurus inornatus</i>	<i>Oneirodes spp.</i>	Gempylidae T1
	<i>Selar crumenophthalmus</i>	<i>Hyporhamphus rosae</i>	<i>Euthynnus lineatus</i>
	<i>Eucinostomus gracilaris</i>	<i>Cheilopogon sp.</i>	<i>Scomber japonicus</i>
	Mullidae T1	Melamphidae T1	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>
	<i>Symphurus williamsi</i>	<i>Doryrhamphus excisus excisus</i>	Nomeidae T1
		Sebastes T2	<i>Etropus T1</i>
		<i>Scorpaena guttata</i>	<i>Symphurus oligomerus</i>
		Scorpaenidae T1	<i>Balistes polytepis</i>
		Diplectrum T2	<i>Sphoeroides T1</i>
		Paralabrax T1	<i>Sphoeroides T2</i>

## 7.2 AGRUPACIÓN DE ESTACIONES Y ESPECIES

El índice de Bray-Curtis determinó tres grupos de estaciones para cada temporada, los cuales fueron denominados en base a su ubicación geográfica como GRUPO NORTE, GRUPO CENTRAL I y GRUPO CENTRAL II (Fig.11, 13 y 15).

Durante otoño, el GRUPO NORTE se constituyó por 4 estaciones, 13 taxa y una abundancia larval de 1895 larvas/10 m<sup>2</sup>. Este grupo se ubicó alrededor de las grandes islas. Las especies que caracterizaron este grupo según la prueba de Olmeasted-Tukey (TABLA 8), son el mesopelágico *Benthosema panamense* y la anchoveta Norteña (*Engraulis mordax*), de hábitos epipelágicos. El GRUPO CENTRAL I se conformó por 5 estaciones, 23 taxa y una abundancia larval de 6014 larvas/10 m<sup>2</sup>. Este grupo comprende la franja costera de la península de Baja California, desde las grandes islas hasta la Isla San Ildelfonso. Este grupo se caracterizó por las especies anteriores y el mesopelágico *Vincigueria lucetia*. Mientras que el GRUPO CENTRAL II constituido por 3 estaciones, 11 taxa y una abundancia larval de 410 larvas/10 m<sup>2</sup>, comprende la costa continental desde las grandes islas hasta Punta Lobos. Se caracterizó por las especies mesopelágicas *B. panamense* y *V. lucetia*. El total de las especies que conformaron cada grupo se muestran en la TABLA 9. En cuanto a la distribución espacial de las especies dominantes, *B. panamense* muestra una amplia distribución en toda el área de estudio, mientras que *V. lucetia* se distribuyó en el golfo central. El epipelágico *E. mordax* presentó núcleos de abundancia en área correspondiente al grupo NORTE y en menor abundancia en el golfo central (Fig.12).

En primavera, de la misma forma que en el otoño, el GRUPO NORTE conformado de 5 estaciones, 4 taxa y una abundancia larval de 479 larvas/10 m<sup>2</sup>, se ubicó alrededor de las grandes islas. Este grupo se caracterizó según la prueba de Olmeasted-Tukey (TABLA 10), por la especie dominante *E. mordax*. El GRUPO CENTRAL I constituido por 6 estaciones, 8 taxa y una abundancia larval de 1,341



larvas/10 m<sup>2</sup>, abarcó desde la porción sur de las grandes islas hasta la parte central del Golfo de California. Las especies mesopelágicas *B. panamense*, *V. lucetia*, *Triphoturus mexicanus* y *Diogenichthys latermatus*, que caracterizaron este grupo son abundantes y de amplia distribución. El GRUPO CENTRAL II se constituyó por 4 estaciones, 7 taxa y una abundancia larval de 2,422 larvas/10 m<sup>2</sup>. Este grupo, se conformó de cuatro estaciones dispersas en ambas costas del golfo central. La especie dominante de este grupo fue el mesopelágico *B. panamense*. El total de las especies que conformaron cada grupo se muestran en la TABLA 11. En cuanto a la distribución espacial de las especies dominantes, nuevamente *B. panamense* muestra una amplia distribución en toda el área de estudio. Así mismo, *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. latermatus*, se distribuyeron en el golfo central, mientras que el epipelágico *E. mordax* estuvo restringido a la zona de las grandes islas (Fig.14).

Finalmente en verano, el GRUPO NORTE se formó por 4 estaciones, 22 taxa y una abundancia larval de 1,756 larvas/10 m<sup>2</sup>. Este grupo se ubicó alrededor de las grandes islas. Las especies que caracterizaron este grupo según la prueba de Olmeasted-Tukey (TABLA 12), son el mesopelágico *B. panamense* y el epipelágico *Opisthonema* spp., siendo especies abundantes y de amplia distribución. En el GRUPO CENTRAL I se constituyó por 10 estaciones, 41 taxa y una abundancia larval de 16,464 larvas/10 m<sup>2</sup>. Este grupo se ubicó en la costa peninsular del golfo y se caracterizó por la dominancia de las especies mesopelágicas *V. lucetia*, *B. panamense* y *T. mexicanus*. Mientras el GRUPO CENTRAL II se constituyó por 5 estaciones, 46 taxa y una abundancia larval de 5,171 larvas/10 m<sup>2</sup>. Este grupo se localizó principalmente en la costa continental. La dominancia de especies mesopelágicas como *V. lucetia*, *B. panamense* y *T. mexicanus* caracterizaron este grupo, además de los epipelágicos de afinidad cálida *Auxis* spp. y *Opisthonema* spp. y los gerreidos *E. dowii* y *D. peruvianus*, característicos de ambientes costeros. En cuanto a la distribución espacial de las especies dominantes, *B. panamense* muestra una distribución en toda el área de estudio, como en las épocas anteriores, mientras que *V. lucetia* y *T. mexicanus* con altas abundancias se distribuyeron en el golfo central. Así mismo, *E. dowii*, *D. peruvianus*, *L. dalli*, *Auxis* spp. y *E. crossotus*

presentaron mayor abundancia en la costa oriental del golfo central, y *Opisthonema* spp. presentó mayores abundancias en la zona de las grandes islas y la costa oriental del golfo central (Fig.16). El total de las especies que conformaron cada grupo se muestran en la TABLA 13.

TABLA 8. Taxa dominantes en el Golfo de California durante otoño de 1997. X) abundancia promedio y %FO) porcentaje de frecuencia de ocurrencia.

ASOCIACIONES DE TAXA DOMINANTES	CAMPAÑA GOLCA 9712					
	NORTE		CENTRAL I		CENTRAL II	
	X	%FO	X	%FO	X	%FO
<i>Benthosema panamense</i>	330.1	100	688.6	100	96.3	100
<i>Vincigueria lucetia</i>			82.1	100	23.9	100
<i>Engraulis mordax</i>	71.3	75	273.3	80		
No. de estaciones	4		5		3	
No. de taxa	13		23		11	
Abundancia total	1895.1		6014.9		410.3	

TABLA 9. Clasificación de especies a partir de la prueba de Olmstead-Tukey para cada grupo de estaciones, en el Golfo de California durante otoño de 1997.

#### GRUPO NORTE

A) ESPECIES DOMINANTES	B) ESPECIES CONSTANTES	C) ESPECIES RARAS
<i>Benthosema panamense</i> <i>Engraulis mordax</i>	<i>Bregmaceros bathymaster</i> <i>Lythrypnus dalli</i> Etropus T1	<i>Synodus lucioceps</i> <i>Triphoturus mexicanus</i> Howella T1 <i>Gobulus crescentalis</i> <i>Bathycongrus macrurus</i> <i>Vincigueria lucetia</i> <i>Pontinus sp.</i> <i>Citharichthys fragilis</i>

#### GRUPO CENTRAL I

<i>Vincigueria lucetia</i> <i>Benthosema panamense</i> <i>Engraulis mordax</i>	<i>Bregmaceros bathymaster</i> <i>Diogenichthys laternatus</i> <i>Pontinus sp.</i> Haemulidae T1	<i>Sardinops caeruleus</i> <i>Synodus lucioceps</i> <i>Triphoturus mexicanus</i> Lophiodes T1 <i>Halichoeres semicinctus</i> <i>Lythrypnus dalli</i> <i>Cubiceps pauciradiatus</i> <i>Symphurus williamsi</i> <i>Bathycongrus macrurus</i> <i>Anchoa sp.</i> <i>Diaphus pacificus</i> <i>Mugil curema</i> <i>Gobulus crescentalis</i> Gobiidae T5 <i>Citharichthys fragilis</i> Etropus T1
--	---	---

**GRUPO CENTRAL II**

**A) ESPECIES DOMINANTES**

**B) ESPECIES CONSTANTES**

**C) ESPECIES RARAS**

<i>Vinciguerria lucetia</i> <i>Benthoosema panamense</i>	<i>Opisthonema spp.</i> <i>Cubiceps pauciradiatus</i>	<i>Anchoa sp.</i> <i>Diaphus pacificus</i> <i>Bregmaceros bathymaster</i> Howella T1 <i>Mugil curema</i> <i>Gobulus crescentalis</i> Gobiidae T5
---	--	--

TABLA 10. Taxa dominantes en el Golfo de California, durante primavera de 1998. X) abundancia promedio y %FO) porcentaje de frecuencia de ocurrencia.

**CAMPAÑA GOLCA 9804**

ASOCIACIONES DE TAXA DOMINANTES

NORTE CENTRAL I CENTRAL II  
X %FO X %FO X %FO

<i>Benthoosema panamense</i>			76.9	83.5	583.2	100
<i>Vinciguerria lucetia</i>			41.7	66.8		
<i>Engraulis mordax</i>	87.3	100				
<i>Triphoturus mexicanus</i>			43.9	100		
<i>Diogenichthys laternatus</i>			45.5	83.5		
No. de estaciones	5		6		4	
No. de taxa	4		8		7	
Abundancia total	479.4		1341.8		2422.2	

TABLA 11. Clasificación de especies a partir de la prueba de Olmstead-Tukey para cada grupo de estaciones, en el Golfo de California durante primavera de 1998.

**GRUPO NORTE**

**A) ESPECIES DOMINANTES**

**B) ESPECIES CONSTANTES**

**C) ESPECIES RARAS**

<i>Engraulis mordax</i>	<i>Merluccius productus</i> <i>Citharichthys fragilis</i>	<i>Triphoturus mexicanus</i>
-------------------------	--	------------------------------

**GRUPO CENTRAL I**

<i>Triphoturus mexicanus</i> <i>Benthoosema panamense</i> <i>Diogenichthys laternatus</i> <i>Vinciguerria lucetia</i>		<i>Stomias atriventer</i> <i>Bregmaceros bathymaster</i> <i>Physiculus rastrelliger</i> <i>Engraulis mordax</i>
--	--	--

**GRUPO CENTRAL II**

<i>Benthoosema panamense</i>	<i>Lythrypnus dalli</i> <i>Scomber japonicus</i>	<i>Diogenichthys laternatus</i> <i>Bregmaceros bathymaster</i> <i>Merluccius productus</i> <i>Citharichthys fragilis</i>
------------------------------	---	---

TABLA 12. Taxa dominantes en el Golfo de California, durante verano de 1998. X) abundancia promedio y %FO) porcentaje de frecuencia de ocurrencia.

ASOCIACIONES DE TAXA DOMINANTES	CAMPAÑA GOLCA 9806					
	NORTE		CENTRAL I		CENTRAL II	
	X	%FO	X	%FO	X	%FO
<i>Bentosema panamense</i>	218.0	100	699.3	100	498.5	100
<i>Vinciguerra lucetia</i>			559.5	100	89.0	100
<i>Triphoturus mexicanus</i>			265.8	100	27.1	60
<i>Opisthonema spp.</i>	144.9	50			44.9	60
<i>Eucinostomus dowii</i>					57.5	100
<i>Lythrypnus dalli</i>					40.1	100
<i>Etropus crossotus</i>					55.3	60
<i>Auxis spp.</i>					32.6	60
<i>Diapterus peruvianus</i>					23.7	60
No. de estaciones	4		10		5	
No. de taxa	22		40		46	
Abundancia total	1756.7		16464.3		5171.5	

TABLA 13. Clasificación de especies a partir de la prueba de Olmstead-Tukey para cada grupo de estaciones, en el Golfo de California durante verano de 1998.

GRUPO NORTE

A) ESPECIES DOMINANTES    B) ESPECIES CONSTANTES    C) ESPECIES RARAS

<i>Bentosema panamense</i>	<i>Lythrypnus dalli</i>	<i>Etrumeus teres</i>
<i>Opisthonema spp.</i>	<i>Lepophidium stigmatistium</i>	Haemulidae T2
	<i>Orthopristis reddingi</i>	<i>Calamus brachysomus</i>
	<i>Trichiurus nitens</i>	Kyphosidae T1
	<i>Eucinostomus dowii</i>	<i>Anisotremus davidsonii</i>
	<i>Hypsoblennius gentilis</i>	<i>Mugil cephalus</i>
	<i>Prionotus ruscarius</i>	<i>Halichoeres semicinctus</i>
	<i>Serranus sp.</i>	<i>Diogenichthys latematus</i>
	<i>Gillellus semicinctus</i>	<i>Diapterus peruvianus</i>
	<i>Etropus crossotus</i>	<i>Syacium ovale</i>

GRUPO CENTRAL I

<i>Bentosema panamense</i>	<i>Diogenichthys latematus</i>	<i>Lythrypnus dalli</i>	<i>Opisthonema spp.</i>
<i>Vinciguerra lucetia</i>	<i>Auxis spp.</i>	<i>Pontinus sp.</i>	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>
<i>Triphoturus mexicanus</i>	<i>Eucinostomus dowii</i>	<i>Sebastes T1</i>	<i>Lophiodes spilurus</i>
	<i>Syacium ovale</i>	<i>Mugil cephalus</i>	Gobiidae T4
	<i>Stegastes rectifraenum</i>	<i>Symphurus oligomerus</i>	<i>Lutjanus peru</i>
	Gonostomatidae T1	<i>Scorpaena xyris</i>	<i>Sphyraena ensis</i>
	<i>Ophioblennius steindachneri</i>	Pomacentridae T1	<i>Chloroscombrus orqueta</i>
	<i>Abudefduf troschelii</i>	<i>Gobulus crescentalis</i>	<i>Orthopristis reddingi</i>
	Gobiidae T7	<i>Lepophidium stigmatistium</i>	Haemulidae T2
	<i>Hygophum atratum</i>	<i>Selar crumenophthalmus</i>	<i>Symphurus williamsi</i>
	Caranx T1	<i>Serranus sp.</i>	<i>Caranx sexfasciatus</i>
		<i>Etrumeus teres</i>	<i>Anisotremus davidsonii</i>
		<i>Prionotus ruscarius</i>	Gobiidae T9

## GRUPO CENTRAL II

### A) ESPECIES DOMINATES

*Benthosema panamense*  
*Vinciguerra lucetia*  
*Eucinostomus dowii*  
*Lythrypnus dalli*  
*Etropus crossotus*  
*Opisthonema spp.*  
*Auxis spp.*  
*Triphoturus mexicanus*  
*Diapterus peruvianus*

### B) ESPECIES CONSTANTES

Gobiidae T7  
*Mugil cephalus*  
*Serranus sp.*  
*Sphyraena ensis*  
*Eucinostomus gracilaris*  
Mullidae T1  
*Pronotogrammus multifasciatus*  
*Oligoplites saurus inornatus*  
*Synodus lucioceps*

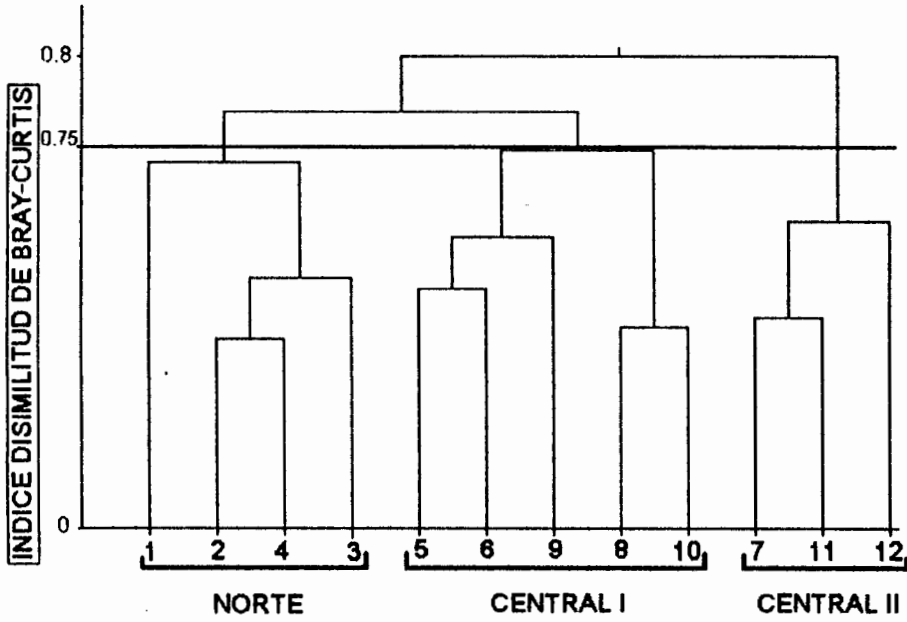
### C) ESPECIES RARAS

*Syacium ovale*  
*Xenistius californiensis*  
*Stegastes rectifraenum*  
Haemulidae T2  
*Caranx caballus*  
*Bregmaceros bathymaster*  
*Selar crumenophthalmus*  
Gonostomatidae T1  
*Gobulus crescentalis*  
*Pontinus sp.*  
*Caranx sexfasciatus*  
*Orthopristis reddingi*  
*Polydactylus opercularis*  
*Chloroscombrus orqueta*

*Abudefduf troschelii*  
*Symphurus williamsi*  
*Diogenichthys latematus*  
*Anisotremus davidsonii*  
Caranx T1  
Gobiidae T4  
*Lophiodes spilurus*  
*Lepophidium stigmatistium*  
Kyphosidae T1  
*Symphurus oligomerus*  
*Lutjanus peru*  
*Cubiceps pauciradiatus*  
Sebastes T1  
*Calamus brachysomus*

## CAMPAÑA GOLCA 9712

A)



B)

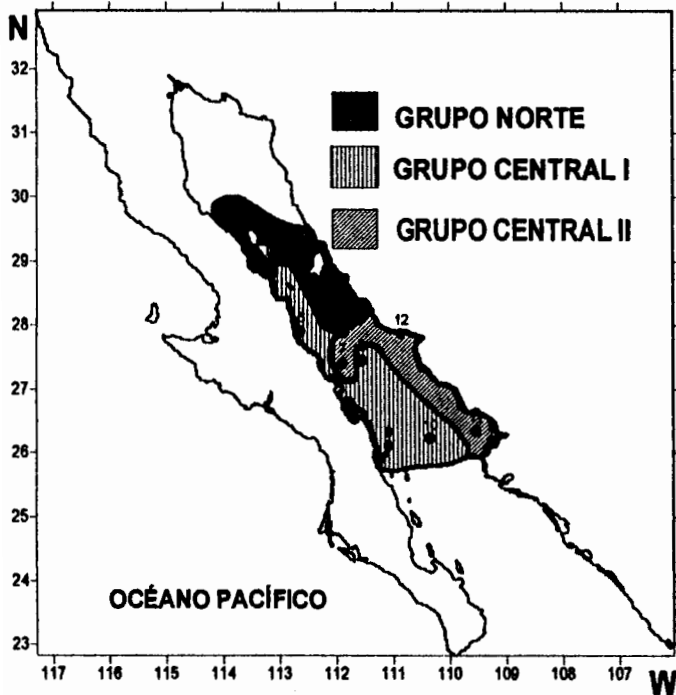


Fig.11. Grupos de estaciones definidos por el índice de disimilitud de Bray-Curtis, durante otoño de 1997: A) Dendrograma de afinidad por estaciones y B) la ubicación de los grupos de estaciones.

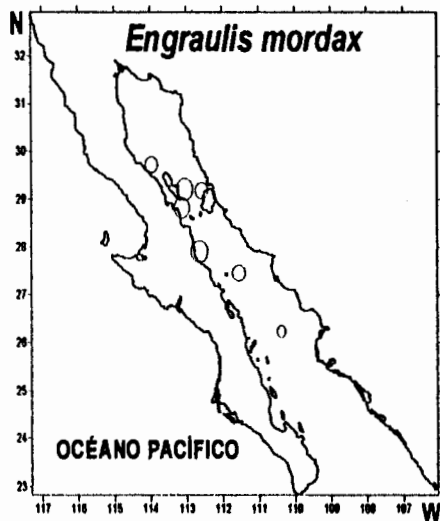
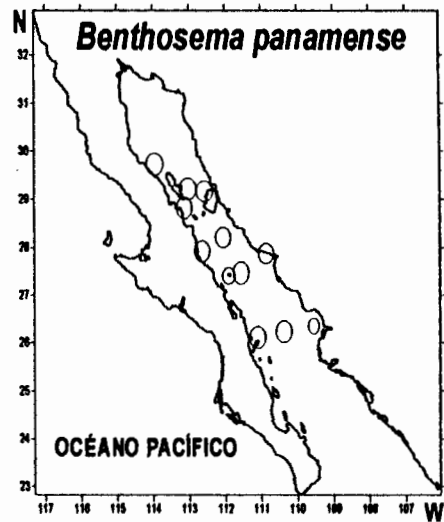
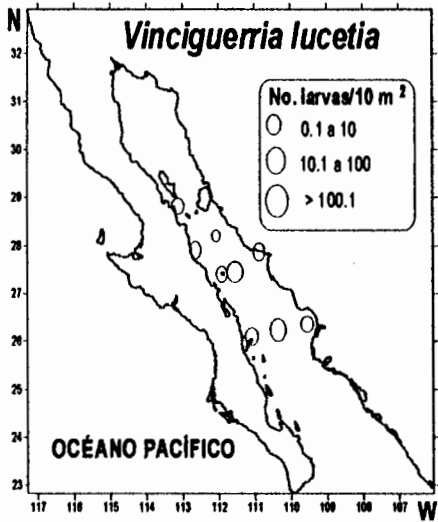
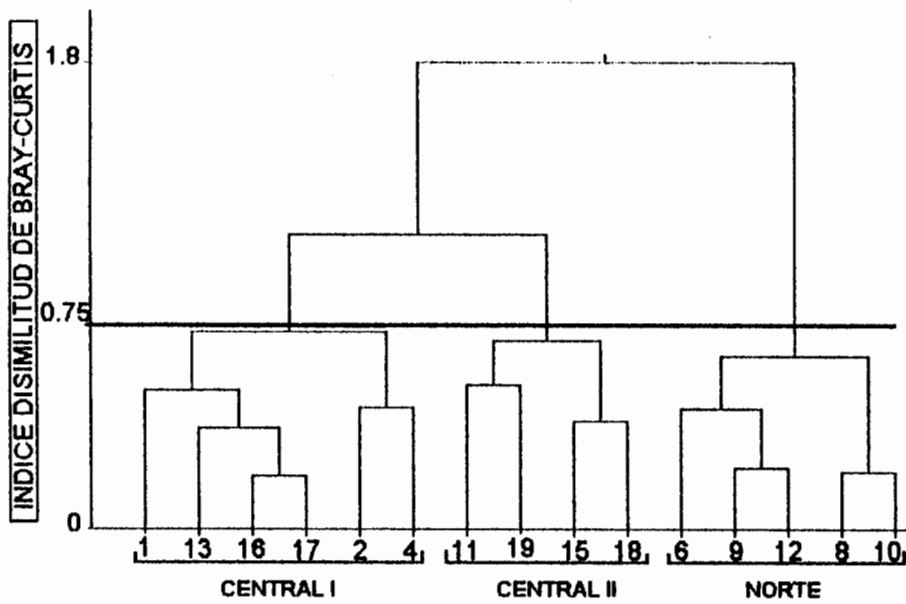


Fig. 12. Distribución de las especies dominantes en el Golfo de California, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey, durante otoño de 1997.

# CAMPAÑA GOLCA 9804

A)



B)

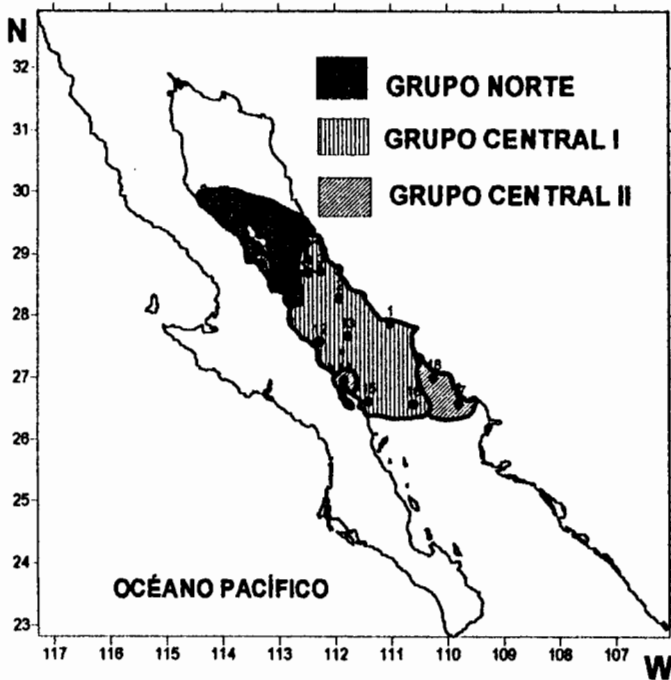


Fig.13. Grupos de estaciones definidos por el índice de disimilitud de Bray-Curtis, durante primavera de 1998: A) Dendograma de afinidad por estaciones y B) la ubicación de los grupos de estaciones.



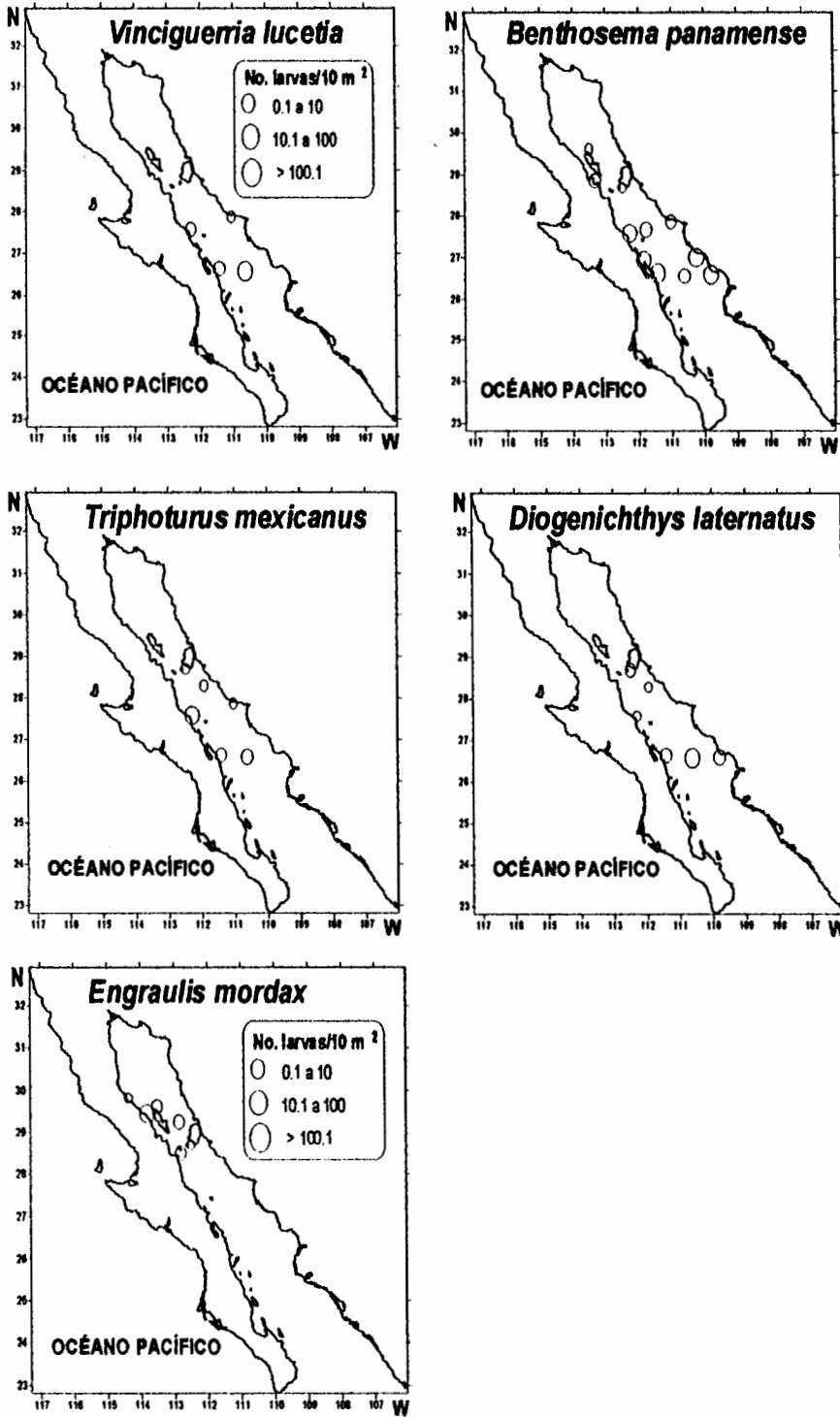
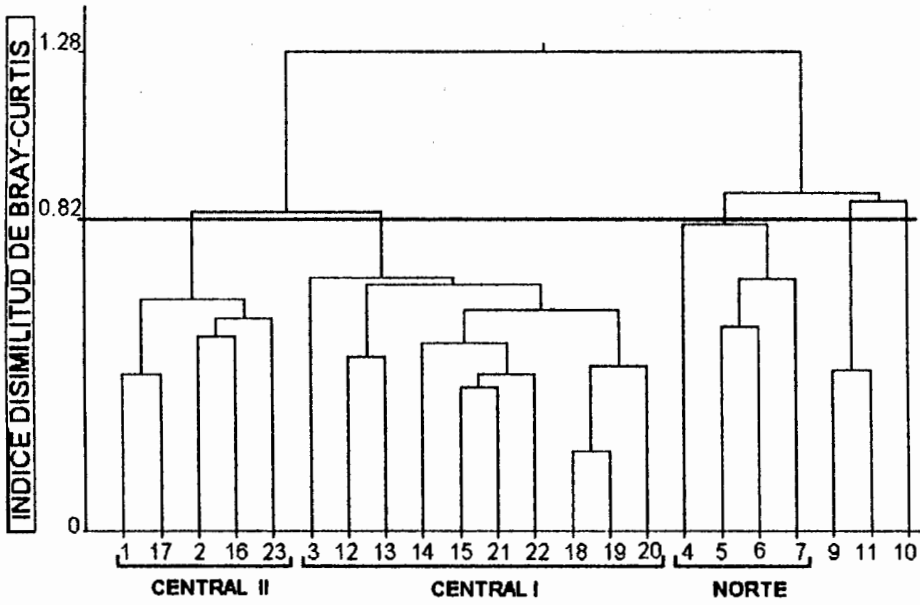


Fig.14. Distribución de las especies dominantes en el Golfo de California, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey, durante primavera de 1998.

# CAMPAÑA GOLCA 9806

A)



B)

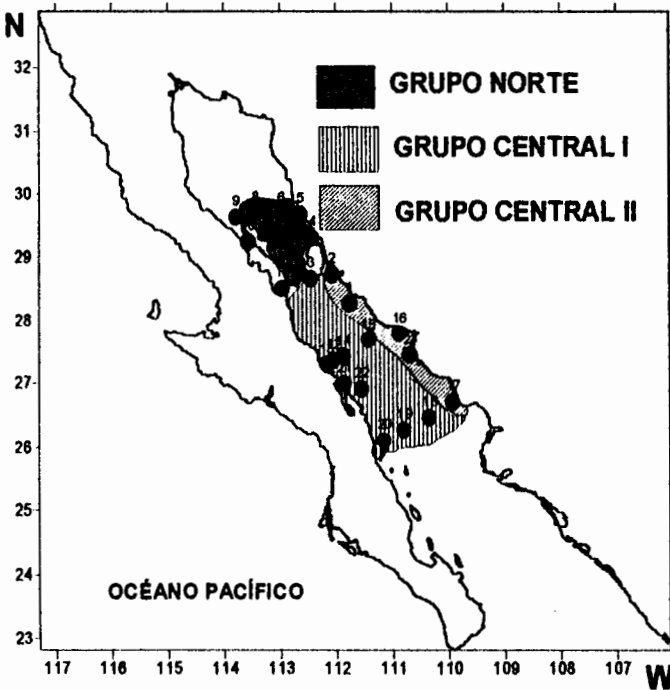


Fig.15. Grupos de estaciones definidos por el índice de disimilitud de Bray-Curtis, durante verano de 1998: A) Dendograma de afinidad por estaciones y B) la ubicación de los grupos de estaciones.

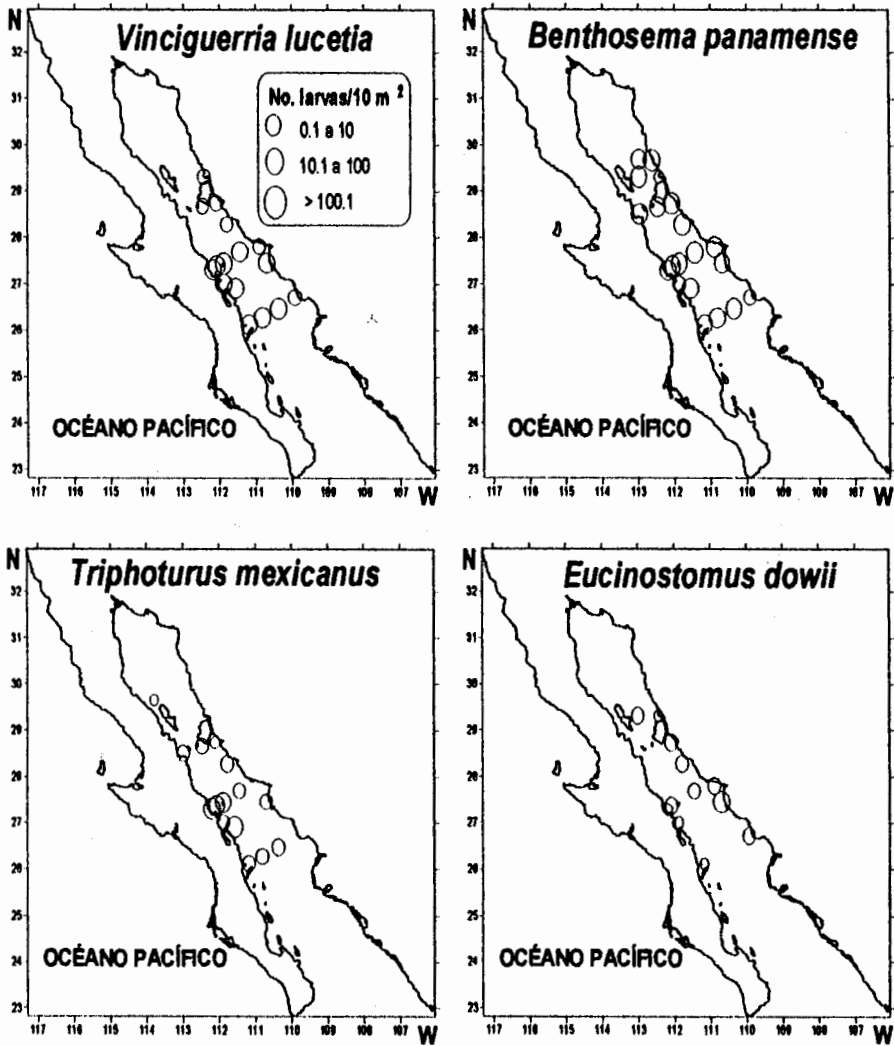


Fig. 16. Distribución de las especies dominantes en el Golfo de California, a partir de la prueba de Olmstead-Tukey, durante verano de 1998.

Por otro lado, los dendogramas por especies, dejan ver de manera general una concordancia con las especies dominantes de los tres grupos de estaciones descritas en la sección anterior. Por lo que por conveniencia, estos grupos fueron denominados también NORTE, CENTRAL I y CENTRAL II, en cada una de las campañas (Fig. 17, 18 y 19).

En el dendograma de otoño, el grupo NORTE se conformó con un alto número de taxa, entre los que se pueden mencionar *Benthoosema panamense*, *Engraulis mordax*, *Citharichthys fragilis*, *Bregmaceros bathymaster*, *Lythrypnus dalli* y *Anchoa* sp., especies de diversos hábitats. Mientras que el grupo CENTRAL I se conformó de un bajo número de taxa, entre los que destacan los mictófidios *Diogenichthys latematus* y *Triphoturus mexicanus* y la especie epipelágica *Sardinops caeruleus*. Por otra parte, el grupo CENTRAL II muestra un bajo número de taxa, entre las cuales se encuentran *Opisthonema* spp., *Cubiceps pauciradiatus* y *Diaphus pacificus* especies de diversos hábitats. Así mismo, existen cinco especies que no se asociaron a ningún grupo de los antes mencionados, entre los cuales se encuentra *Howella* T1 y *Lophiodes* T1.

En el dendograma de primavera, el grupo NORTE se conformó de un bajo número de taxa, entre las que se encuentran la especie epipelágica *E. mordax*, la cual ocurre conjuntamente con especies de hábitat demersal, como *C. fragilis* y *M. productus*. El grupo CENTRAL I se conformó de un bajo número de taxa, destacando *B. panamense*, *T. mexicanus*, *D. latematus* y *V. lucetia* especies mesopelágicas. Por otra parte el grupo CENTRAL II se conformó de un bajo número de taxa, entre las que se encuentran las especies *B. bathymaster* y *L. dalli* de hábitos costeros y demersales respectivamente. Así mismo, *Stomias atriventer* y *Physiculus rastrelliger* no se asociaron a ningún grupo de los antes mencionados.

Finalmente en el dendograma de verano, el grupo denominado NORTE se constituyó de un alto número de taxa, dentro de las que se encuentran las especies *Opisthonema* spp. de hábitos epipelágicos, *Eucinostomus dowii*, *Serranus* sp., *L.*

*dalli* y *Syscium ovale*, de hábitos costeros y bentónicos. Mientras que el grupo CENTRAL I se conformó de un número intermedio de taxa, destacando las especies mesopelágicas *B. panamense*, *T. mexicanus*, *D. laternatus* y *V. Lucetia*. Estas especies ocurren conjuntamente con especies de hábitat pelágico, entre las cuales destaca *Auxis spp.* Por otra parte el grupo CENTRAL II, se conformo de un bajo número de taxa, destacando las especies costeras *E. gracilaris*, *Diapterus peruvianus*, *Synodus lucioiceps* y *Oligoplites saurus inomatus*, todos de hábitos costeros. Así mismo, existen once especies de diversos hábitats que no se asociaron a ningun grupo de los antes mencionados, destacando la presencia del clupeido *Etrumeus teres*, Kyphosidae T1, entre otros.

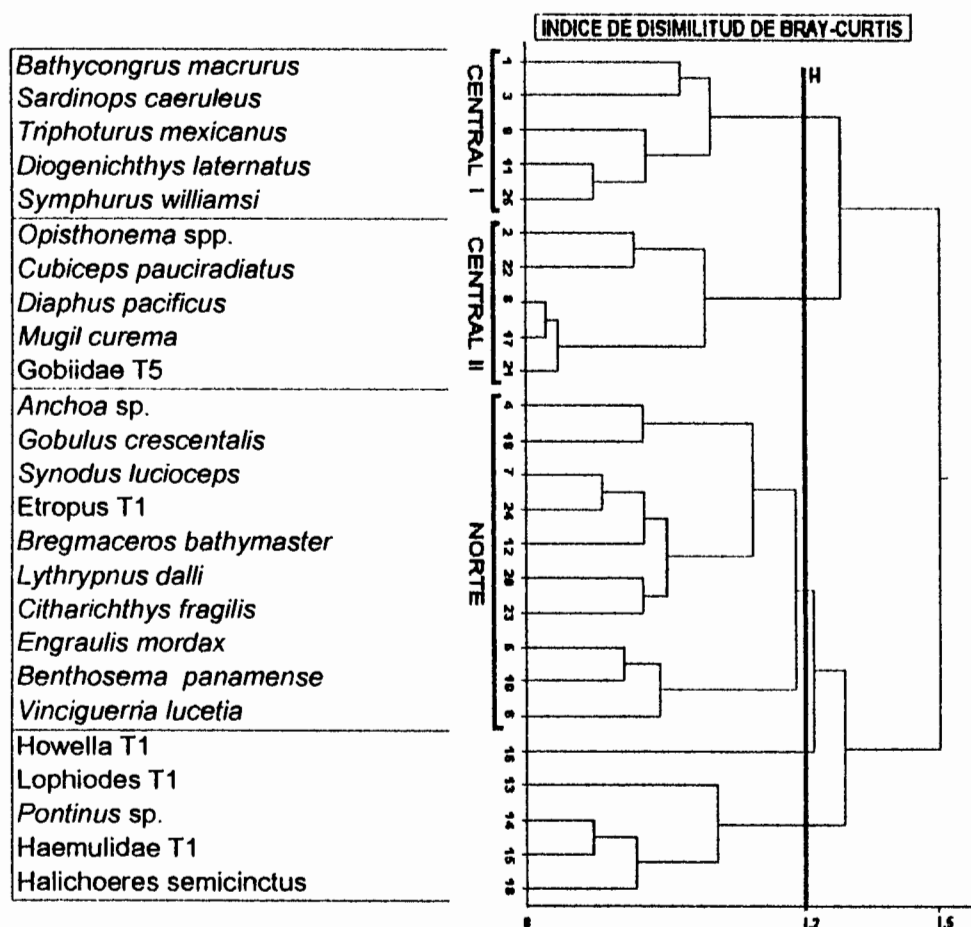


Fig.17. Grupos de especies conformados por el índice de disimilitud de Bray-Curtis, durante otoño de 1997.



# INDICE DE DISIMILITUD DE BRAY-CURTIS

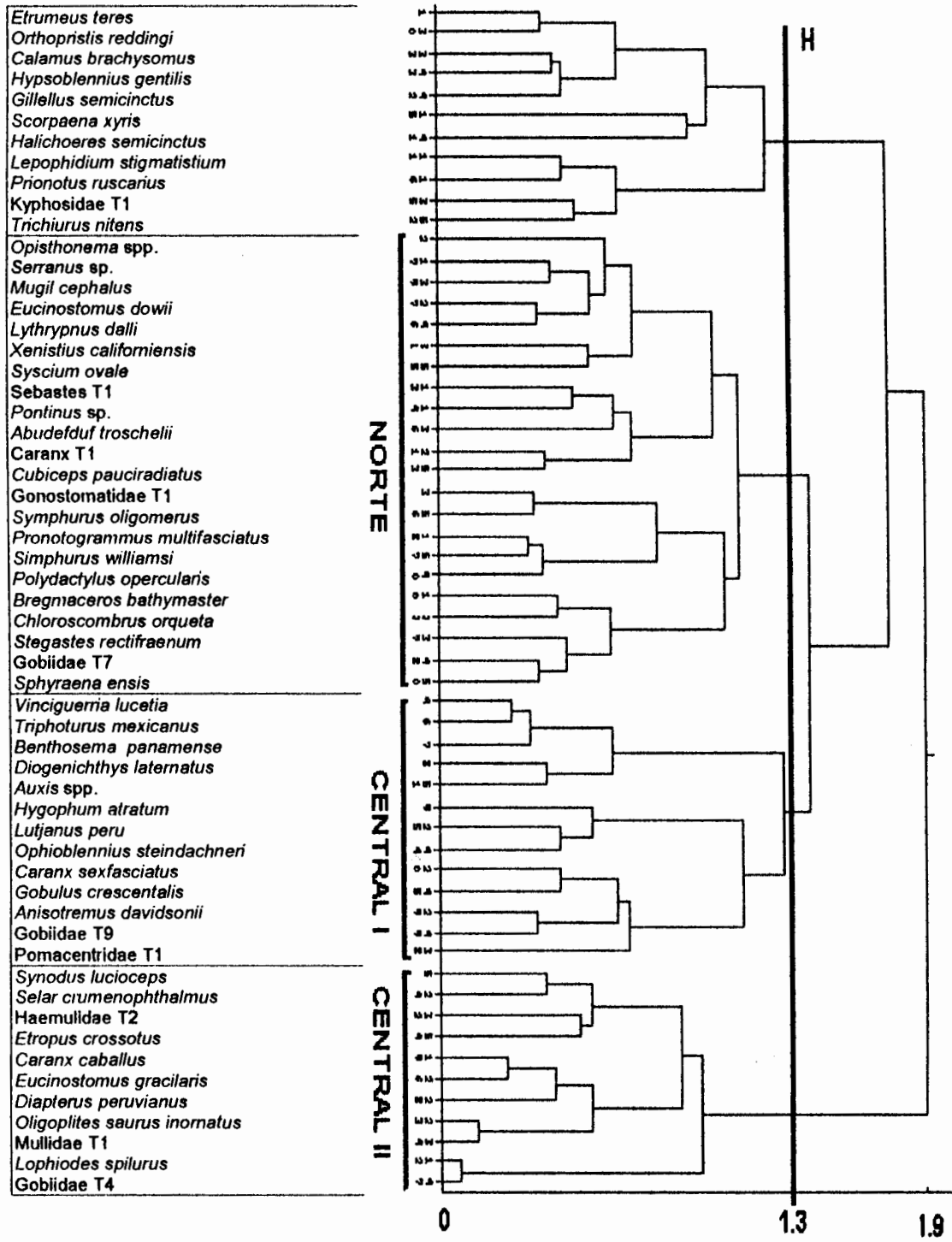


Fig.19. Grupo de estaciones definidos por el índice de disimilitud de Bray-Curtis, durante verano de 1998.

### 7.3 IMÁGENES DE SATÉLITE

En la imagen del 2 de diciembre correspondiente a la época de otoño, se puede apreciar un gradiente de temperatura que va de noroeste a sureste. En la zona de las grandes islas, se registraron las menores temperaturas entre los 22 y 23°C. Al sur de las grandes islas se forma un giro ciclónico con una temperatura de 24°C el cual parece tener su origen en un filamento paralelo a la costa continental. En el golfo central se observa la señal de dos grandes remolinos aparentemente anticiclónicos. Temperaturas más cálidas de aproximadamente 25°C se registran al sur de la zona de estudio (Fig. 20 A).

En la imagen del 5 de abril (primavera), se observan las menores temperaturas en todo el Golfo de California en relación a las demás épocas de estudio. Así mismo, se presentan una serie de estructuras en la superficie del mar. En la zona de las grandes islas se registran nuevamente las menores temperaturas (de 18 a 20°C). Por otro lado, en la costa peninsular del golfo central, se observan una serie de intrusiones de aguas frías provenientes de las grandes islas tendientes a formar un giro ciclónico y otro más al sur de éste, de tipo anticiclónico. Por otra parte, en la costa continental se observa una intrusión de aguas cálidas de hasta 23°C, en la parte más sur del área de estudio (Fig. 20 B).

Finalmente, en la imagen del 21 de junio (verano), se observan altas temperaturas en todo el Golfo de California en relación a las épocas anteriores. Fuertes gradientes de temperaturas se registraron en la zona de las grandes islas con valores de temperatura alrededor de los 21°C. Por otro lado, en la costa continental se observan intrusiones de aguas menos cálidas procedentes del sur de las grandes islas. El golfo central presenta la señal de grandes remolinos anticiclónicos que ocupan el ancho del golfo, con temperaturas más cálidas que su entorno. (Fig. 20 C).



**Las imágenes de SEAWIFS** de concentración de pigmentos clorofilianos, aunque con menor resolución que las de temperatura superficial del mar, mostraron lo siguiente. Durante otoño, en la zona de las grandes islas, se registran las mayores concentraciones de pigmentos clorofilianos. En la costa peninsular de la parte central del Golfo de California, se observan las menores concentraciones de pigmentos clorofilianos. Mientras que en la costa continental, se observan valores intermedios en la concentración de los pigmentos clorofilianos. En la parte mas sur del área de estudio, se observa una intrusión de aguas pobres provenientes del sur (Fig. 20 D).

Para primavera, en la zona de las grandes islas, se registran concentraciones intermedias de pigmentos clorofilianos. Por otro lado, en la mayor parte del golfo central, se observan bajas concentraciones de pigmentos clorofilianos. Sin embargo, en la costa continental se observa una serie de nucleos con mayores concentraciones de pigmentos clorofilianos, ubicados al sur de Guaymas, Sonora (Fig. 20 E).

Finalmente en verano, la zona las grandes islas registra las mayores concentraciones de pigmentos clorofilianos. Por otro lado, en la costa peninsular de golfo central, se registran las menores concentraciones de pigmentos clorofilianos. Mientras que en la costa continental, se observa una franja costera con concentraciones intermedias de pigmentos clorofilianos, principalmente al norte de Guaymas, Sonora (Fig. 20 F).

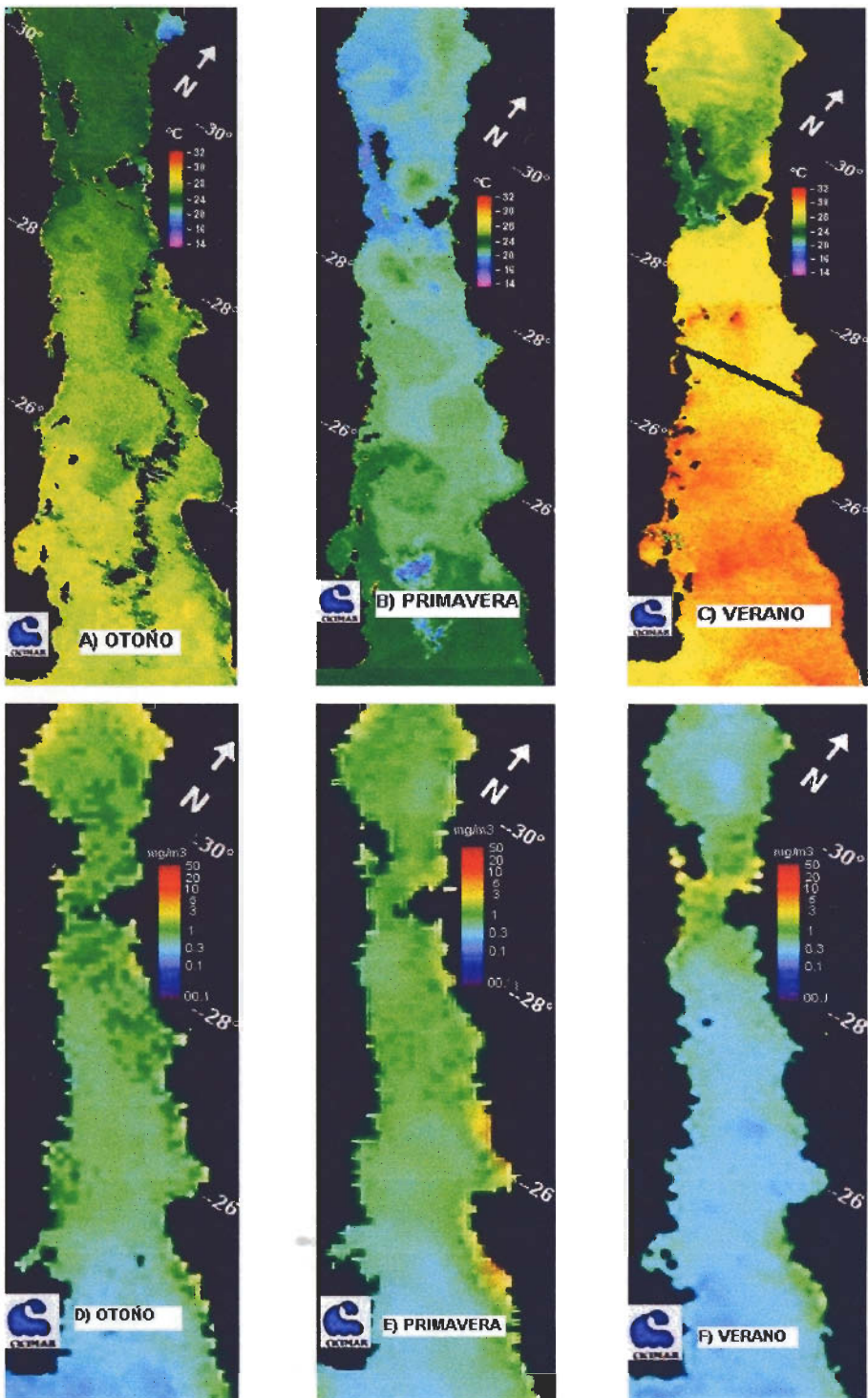


Fig.20. Imágenes de satélite de la temperatura superficial de mar (AVHRR) y concentración de pigmentos clorofinianos (SEAWIFS) en el Golfo de California. A y D) Otoño de 1997, B y E) Primavera de 1998 y C y F) Verano de 1998. La escala de la temperatura esta en grados centígrados (°C), mientras que la clorofila a esta en miligramos por metro cúbico (mg/m<sup>3</sup>).

## 7.4 PARAMETROS HIDROGRÁFICOS, BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA Y CLOROFILA *a*

Los promedios estacionales de los parámetros hidrográficos que se utilizaron en esta tesis, se presentan en la TABLA 14. Se observa que la menor temperatura superficial del mar ocurre durante la primavera y la mayor en el verano. El promedio de la salinidad superficial, fue similar entre otoño y primavera. Mientras que los valores de la biomasa zooplanctónica y los de clorofila *a*, se incrementan durante las temporadas de primavera alcanzando sus máximos en el verano (Fig.21). La biomasa zooplanctónica se correlacionó positivamente con la clorofila *a* y la temperatura se correlacionó negativamente con la biomasa zooplanctónica y la clorofila *a* (TABLA 15).

TABLA 14. Promedios estacionales de los parámetros hidrográficos, biomasa zooplanctónica y clorofila *a* obtenidos durante otoño de 1997, primavera y verano de 1998. Temperatura (°C), Salinidad (S ‰), Biomasa zooplanctónica (ml /1000m<sup>3</sup>) y Clorofila *a* (mg m<sup>-2</sup>).

PARAMETROS	OTOÑO	PRIMAVERA	VERANO
TEMPERATURA	24.16	19.88	<b>26.44</b>
SALINIDAD	35.18	35.17	*
BIOMASA	180	414.36	<b>484.79</b>
Cl <i>a</i>	26.22	<b>62.13</b>	44.19

\*no se contó con datos.

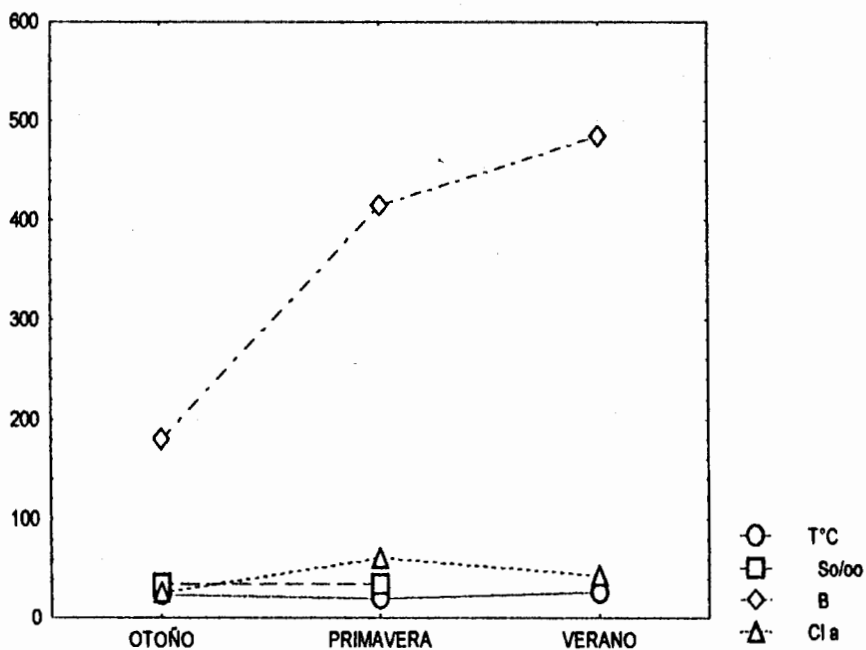


Fig.21. Promedios de los parámetros hidrográficos, biomasa zooplanctónica y clorofila a en el Golfo de California, durante las campañas de otoño de 1997 y primavera y verano de 1998. T°C=Temperatura, So/oo=Salinidad, B=Biomasa zooplactónica y Cl a= Clorofila a.

TABLA 15. Matriz de correlación entre los parámetros hidrográficos, biomasa zooplanctónica y clorofila a en el Golfo de California durante otoño de 1997 y primavera y verano de 1998. T°C= Temperatura, B = Biomasa zooplanctónica, Cl a= Clorofila a. \* Indica una correlación estadísticamente significativa a  $p < 0.05$

PARAMETROS	T°C	B (ml 1000m <sup>3</sup> )	Cl a (mg m <sup>-2</sup> )
T°C	1	-0.05	-0.09
B (ml 1000m <sup>3</sup> )		1	<b>0.45*</b>
Cl a			1

# DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL

## Temperatura

Durante el otoño, se observa a nivel superficial que las temperaturas más bajas fueron registradas en la zona circundante a la Isla Angel de la Guarda ( $22^{\circ}\text{C}$ ). Así mismo, destaca un fuerte gradiente térmico que va del sur de la isla Angel de La Guarda a la costa continental (de  $22$  a  $24.5^{\circ}\text{C}$ ). Los valores de temperatura más cálidos se registraron en la parte más sureña del área de estudio ( $25.7^{\circ}\text{C}$ ), mientras que la parte central se presenta bastante homogénea con valores de  $24.5^{\circ}\text{C}$ . Por otra parte, de los 10 m hasta los 50 m de profundidad se observan dos zonas de aguas frías, una en la parte sur de la isla Angel de La Guarda y otra de grandes dimensiones ocupando la parte central del golfo. A los 75 m no se aprecian fuertes gradientes de temperatura, dominando aguas frías en el centro con temperaturas de  $20$  y de  $23^{\circ}\text{C}$  hacia los extremos. A 100 m de profundidad aparece un núcleo cálido al sur del Canal de Ballenas, generando un gradiente intenso entre la península y el continente que va de  $22.3$  a  $18.8^{\circ}\text{C}$ , además de registrarse una amplia zona de aguas de mayor temperatura que su entorno, en el centro del golfo. Finalmente a 150 m se observa nuevamente una distribución similar a la de los 100 m, pero con gradientes menos intensos (Fig.22).

En la primavera, se detectan temperaturas bajas en toda la región circundante a las grandes islas, desde la superficie hasta los 30 m de profundidad, llegándose a detectar un núcleo frío a nivel superficial, al sur de las mismas, con valores cercanos a los  $17.5^{\circ}\text{C}$ . Por otra parte, se observan valores de temperatura más altos hasta los mismos 30 m de profundidad, en la parte central del golfo, con valores de  $22^{\circ}\text{C}$ . Lo anterior genera un débil frente térmico orientado de norte a sur, al sur de Isla Tiburón. A partir de los 50 m, se aprecia una distribución homogénea de la temperatura en todo el golfo hasta los 150 m, con temperaturas de  $20$  a  $13^{\circ}\text{C}$ , respectivamente (Fig.23).

A principios de verano, se registra un núcleo de baja temperatura al sur de la Isla Angel de La Guarda, detectándose desde la superficie hasta los 10 m y generando un fuerte gradiente térmico que va desde ésta zona hasta la costa continental del centro del golfo. Los valores registrados van de 20 a 29°C, en la superficie y de 19.7 a 28°C, a 10 m de profundidad. Lo anterior con la salvedad de que la influencia de aguas frías se amplía a una parte importante de la costa peninsular a 10 m. A 30 m de profundidad el gradiente térmico al sur de las grandes islas se detecta menos fuerte, observándose uno cálido e intenso al sur de la Bahía de Guaymas. Las temperaturas a esta profundidad varían de 19 a 27°C. Por lo que corresponde a 50 y 75 m de profundidad se observa una distribución bastante homogénea en una parte importante de la zona de estudio destacando la persistencia del núcleo cálido al sur de la Bahía de Guaymas. A 100 m de profundidad, se observa una influencia de aguas cálidas alrededor de las grandes islas y un gradiente térmico débil con dirección de sur a noroeste. Finalmente a 150 m de profundidad, se observan aguas cálidas en la costa peninsular hasta Bahía Concepción, mientras en la costa continental se observan aguas más frías (Fig.24).

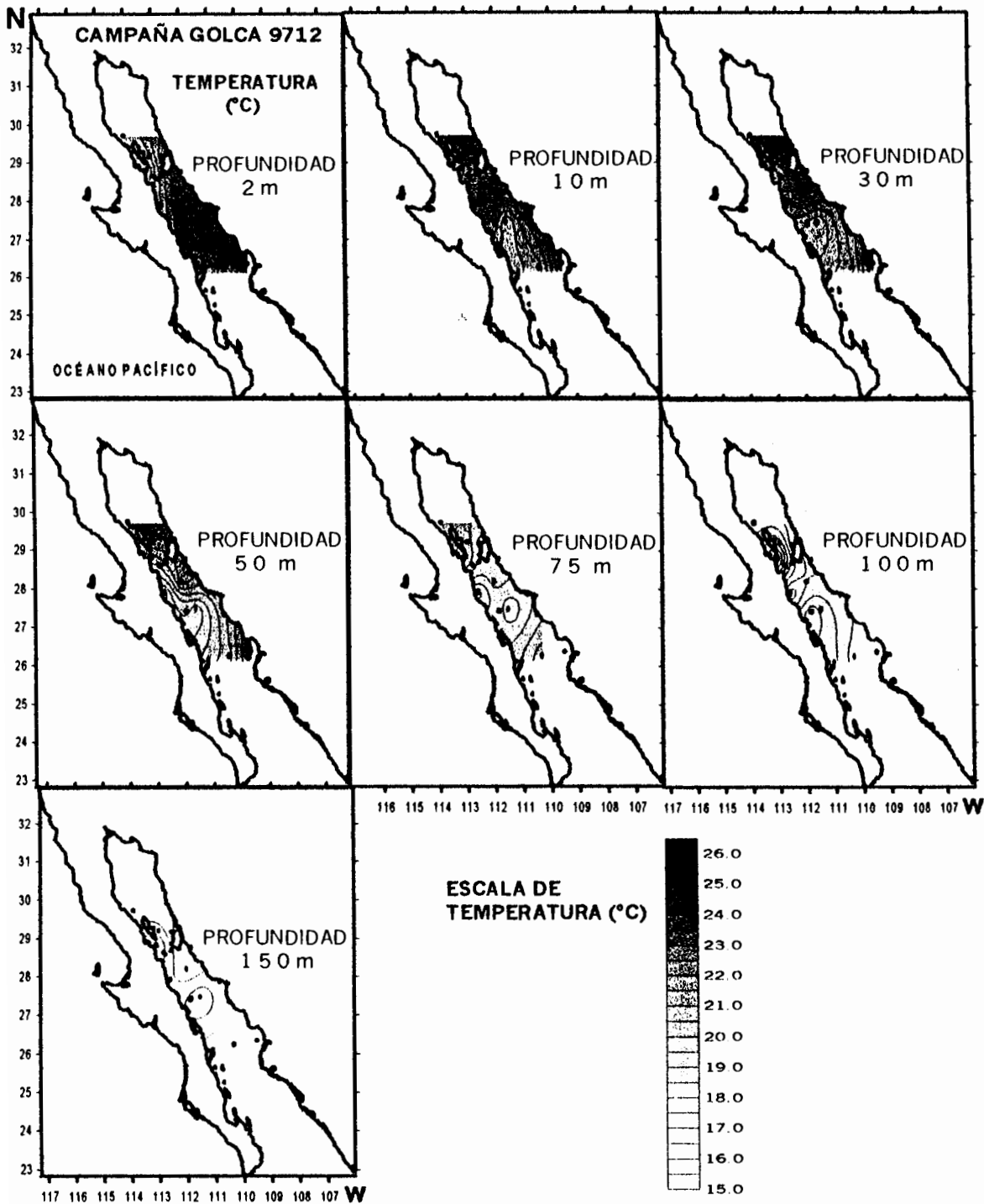


Fig. 22. Distribución horizontal de la temperatura del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante otoño de 1997.

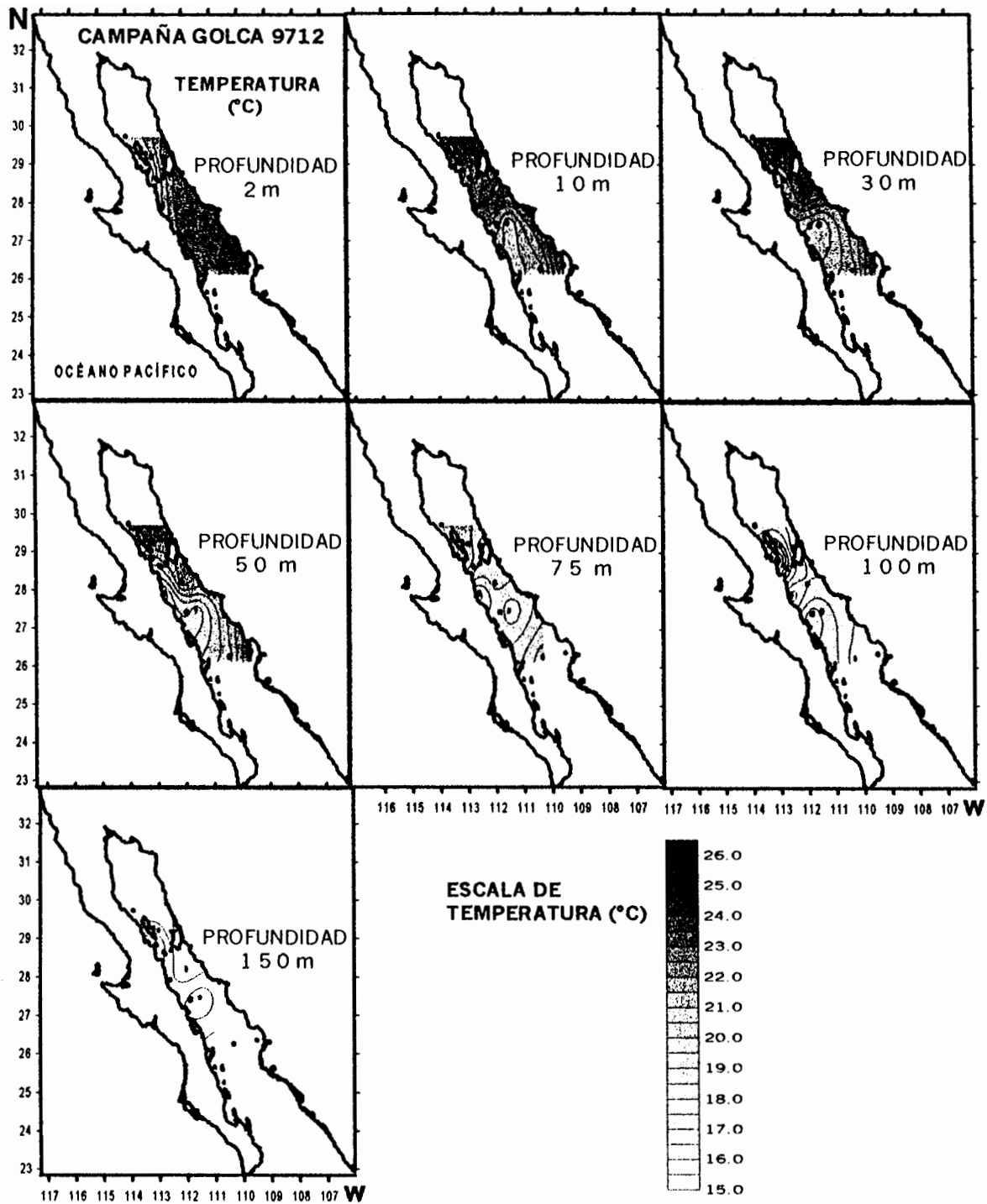


Fig. 22. Distribución horizontal de la temperatura del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante otoño de 1997.



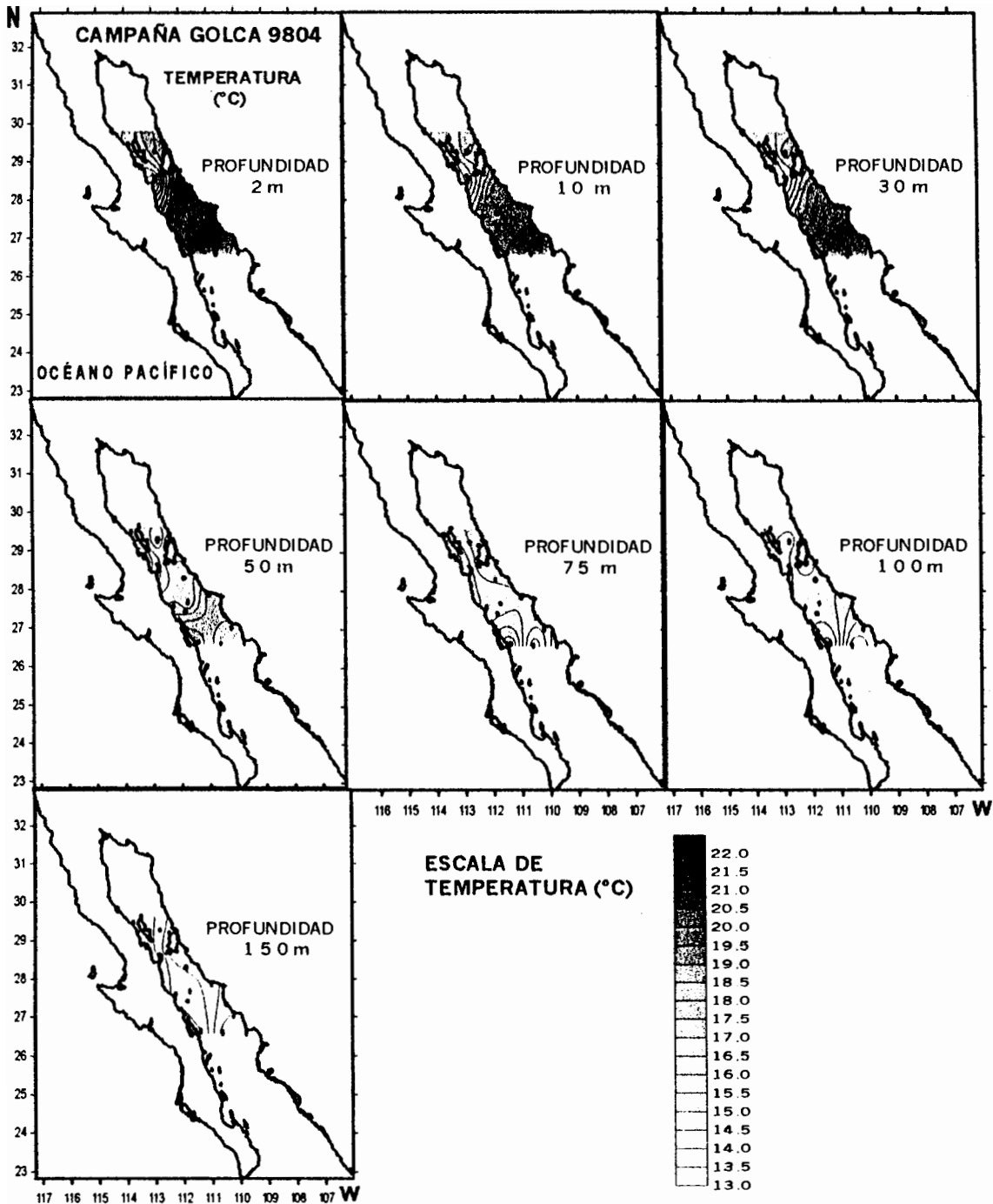


Fig. 23. Distribución horizontal de la temperatura del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante primavera de 1998.

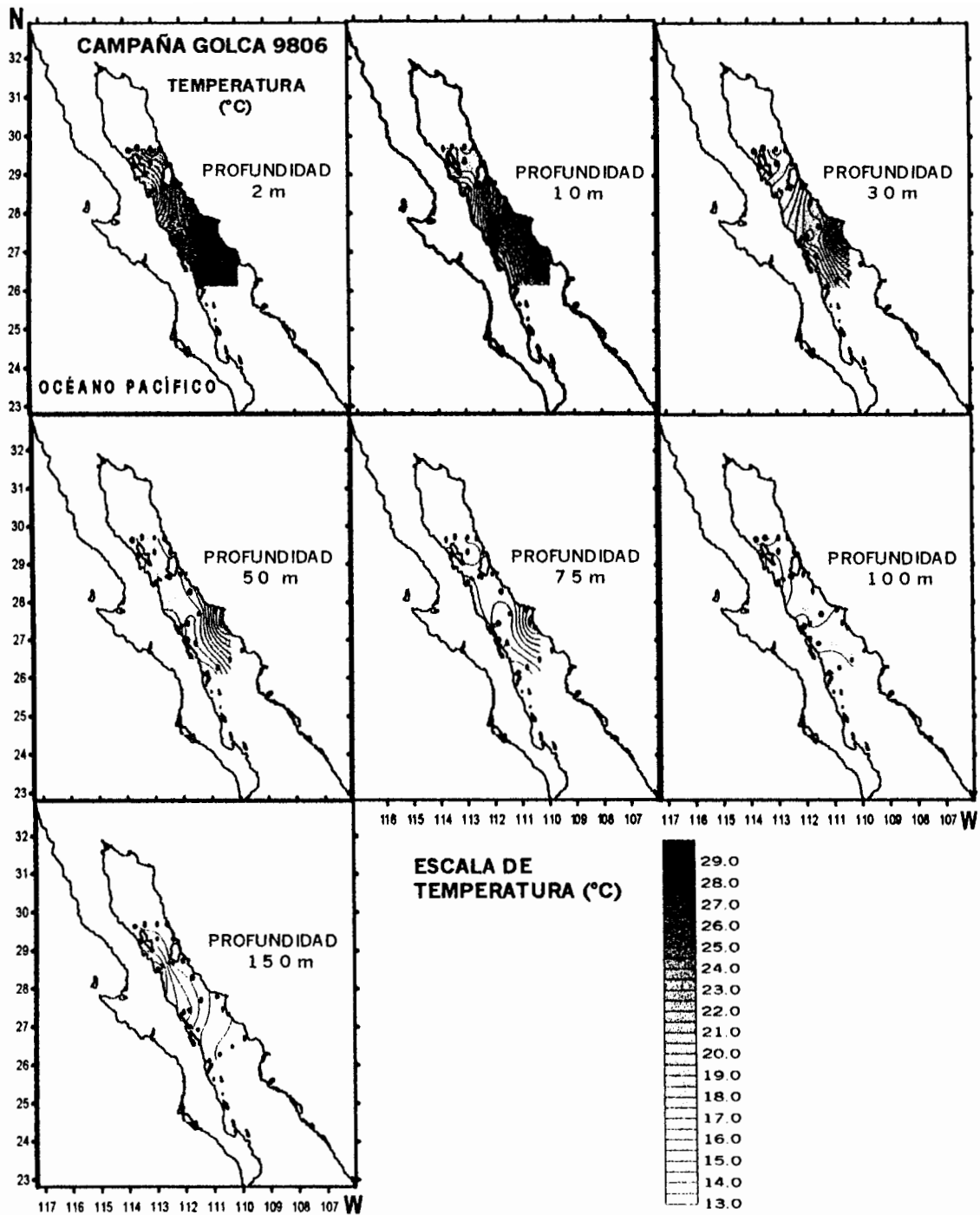


Fig. 24. Distribución horizontal de la temperatura del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante verano de 1998.

## Salinidad

Durante el otoño, se presenta un débil gradiente de noroeste a sureste, situación que se mantiene desde la superficie hasta los 100 m de profundidad (Fig.25). Así mismo se detecta un núcleo de mayor salinidad en la zona sur del Canal de Ballenas hasta dicha profundidad de 100 m. A los 150 m se aprecia una distribución homogénea de la salinidad en todo el golfo, con valores entre 35.0 a 35.2 ‰ respectivamente.

Por otra parte, en primavera, se observa una distribución bastante homogénea en la parte central del golfo, manteniéndose esta tendencia desde la superficie hasta los 150 m de profundidad (Fig.26). En contraposición, se detectan valores mayores de salinidad en la zona de las grandes islas.

## Densidad

La distribución horizontal de la densidad del mar es un claro reflejo de la distribución termohalina. Durante el otoño, se presenta un gradiente de noroeste a sureste en la zona de las grandes islas, con un núcleo de mayor densidad al sur de estas, situación que se mantiene desde la superficie hasta los 50 m de profundidad (Fig.27). Así mismo, se detecta una amplia zona de mayor densidad en la parte central del golfo. Por otra parte, a partir de los 75 m y hasta los 150 m de profundidad, se observa una distribución bastante homogénea, registrándose ciertos valores bajos de densidad al sur de las grandes islas.

Por otra parte, en la primavera, se observa un gradiente a todo lo largo del área de estudio que se extiende de sureste a noroeste, con valores mayores de densidad alrededor de la isla Angel de La Guarda, manteniéndose esta tendencia desde la superficie hasta los 30 m de profundidad (Fig.28). A partir de los 50 m y hasta los 150 m de profundidad, toda la zona registra una distribución homogénea.

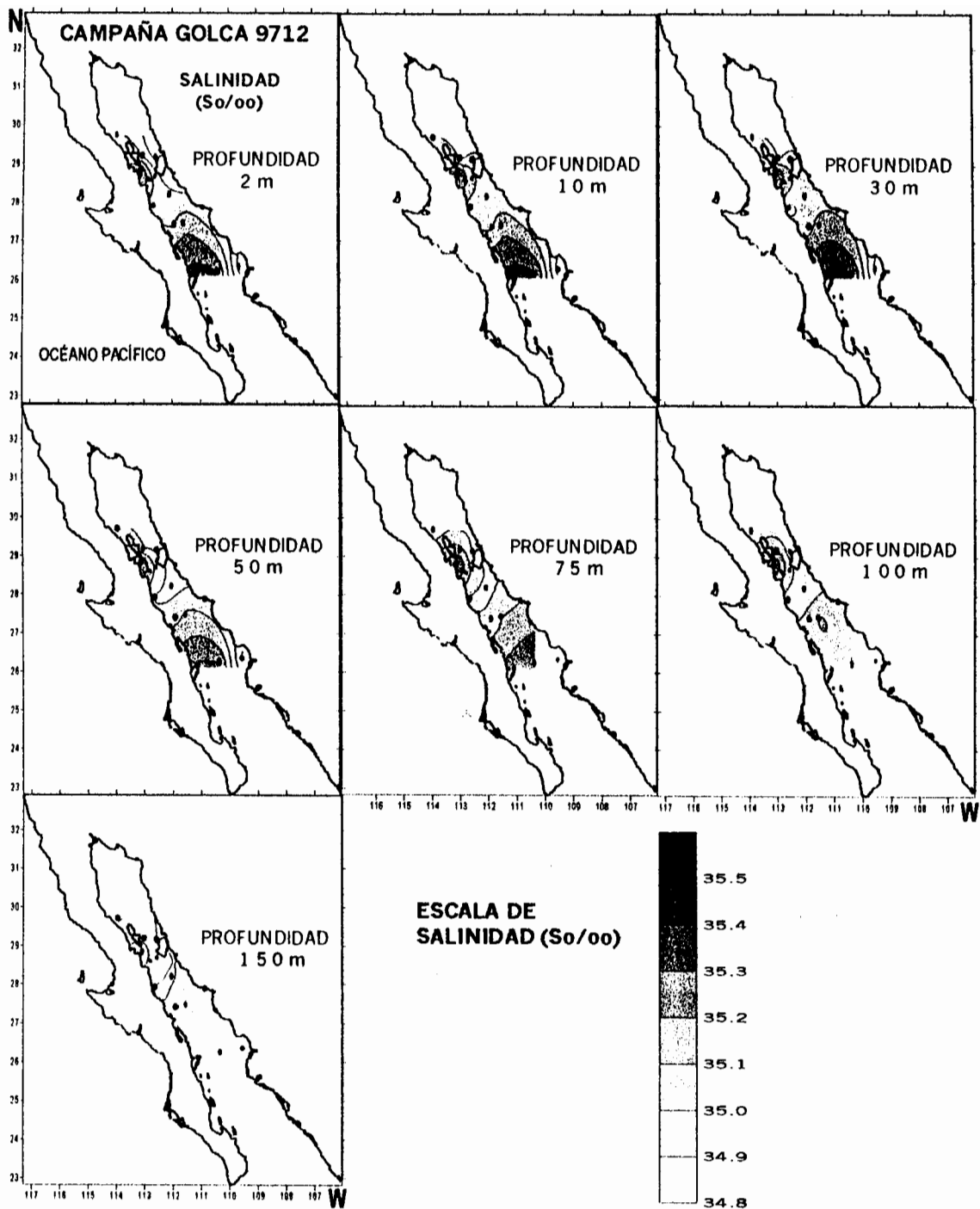


Fig. 25 Distribución horizontal de la salinidad del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante otoño de 1997.

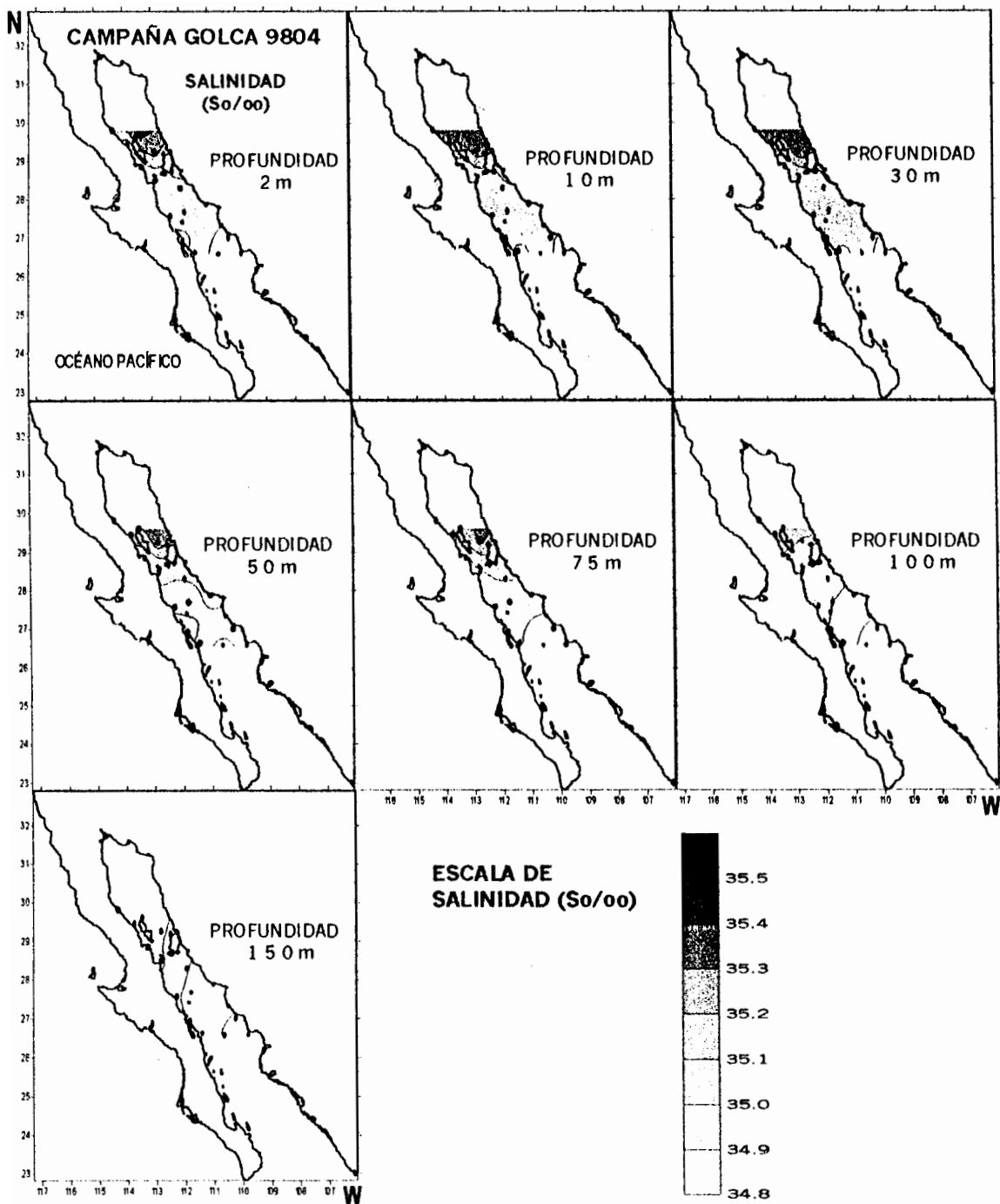


Fig.26. Distribución horizontal de la salinidad del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante primavera de 1998.

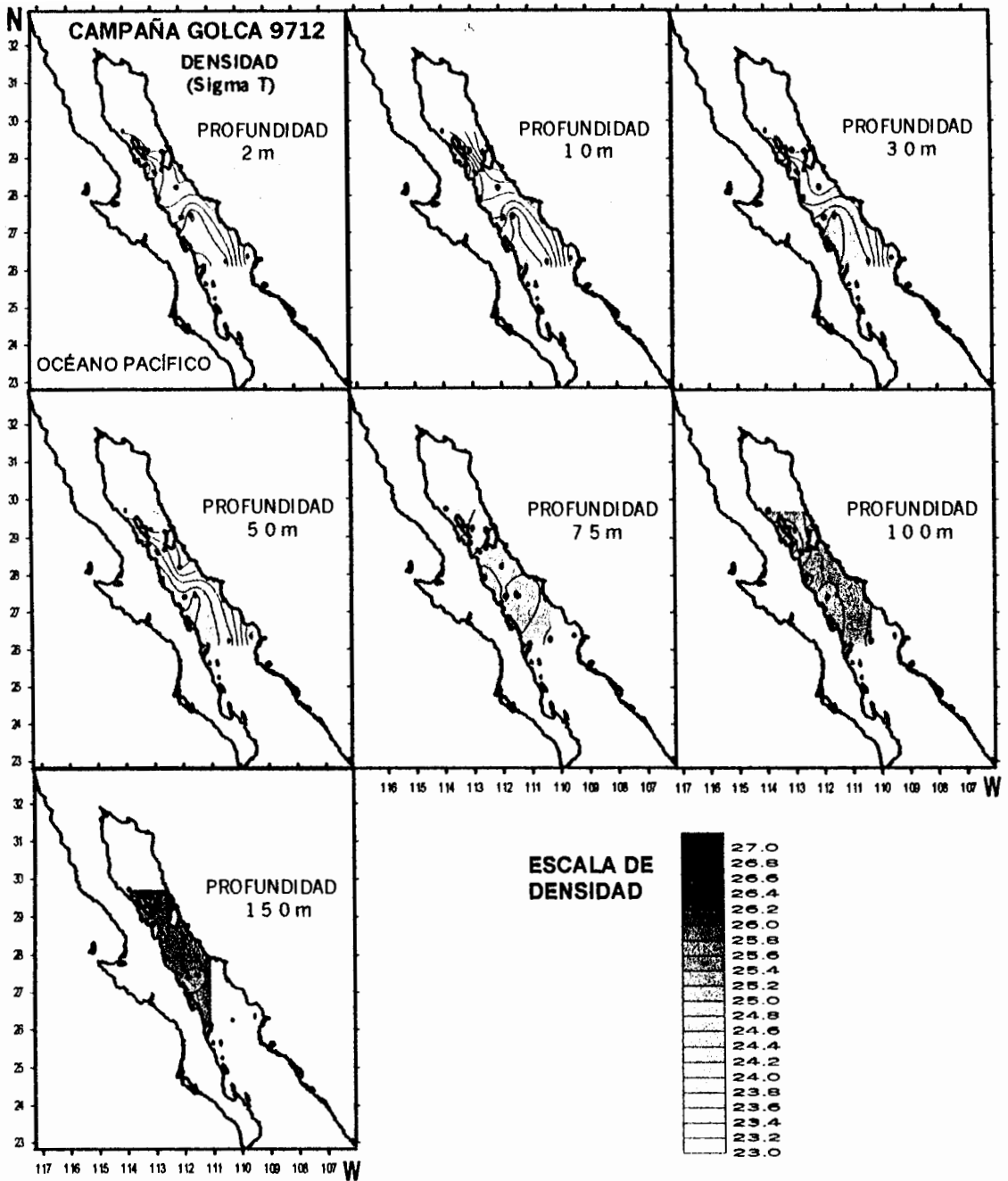


Fig.27. Distribución horizontal de la densidad del mar a diferentes niveles de profundidad en el Golfo de California, durante otoño de 1997.

## **Biomasa zooplanctónica**

En cuanto a la distribución espacial de la biomasa zooplanctónica, se tiene que durante el otoño las concentraciones mayores a  $800 \text{ ml}/1000\text{m}^3$ , se registran al norte de la isla Angel de La Guarda; en la costa continental se registraron concentraciones intermedias ( $>200 \text{ ml}/1000\text{m}^3$ ), mientras que las menores concentraciones se registran en la costa peninsular ( $<200 \text{ ml}/1000\text{m}^3$ ). Para primavera, se registraron concentraciones mayores a  $800 \text{ ml}/1000\text{m}^3$  a lo largo de la costa oriental del golfo; contrario a la época anterior, las concentraciones intermedias se localizaron en la costa peninsular y las menores alrededor de las grandes islas. Mientras que en el verano, los núcleos de mayor concentración ( $>800 \text{ ml}/1000\text{m}^3$ ), se localizaron principalmente en la costa peninsular; en el resto del área de estudio se registraron concentraciones intermedias (Fig. 29 A).

## **Concentración de Clorofila a**

En general, la distribución horizontal de la clorofila *a* integrada mostró tendencias similares a la distribución de la biomasa zooplanctónica. Durante el otoño, la mayor concentración de clorofila *a* ( $53.5 \text{ mg m}^{-2}$ ) se localizó al norte de la Isla Angel de La Guarda; el resto del área de estudio registró concentraciones menores a  $50 \text{ mg m}^{-2}$ . En primavera, se observaron las máximas concentraciones de clorofila *a* ( $>100 \text{ mg m}^{-2}$ ), principalmente frente a las costas de Guaymas y fuera de Bahía Concepción; las concentraciones intermedias se registraron en la costa peninsular ( $>50 \text{ mg m}^{-2}$ ), mientras que en la costa continental se registraron concentraciones menores a  $50 \text{ mg m}^{-2}$ . En el verano, las mayores concentraciones de clorofila *a* ( $>100 \text{ mg m}^{-2}$ ) se localizaron sobre la costa peninsular, frente a Bahía Concepción; alrededor de las grandes islas se registraron concentraciones intermedias, mientras que en la costa continental se registraron las menores concentraciones (Fig. 29 B).

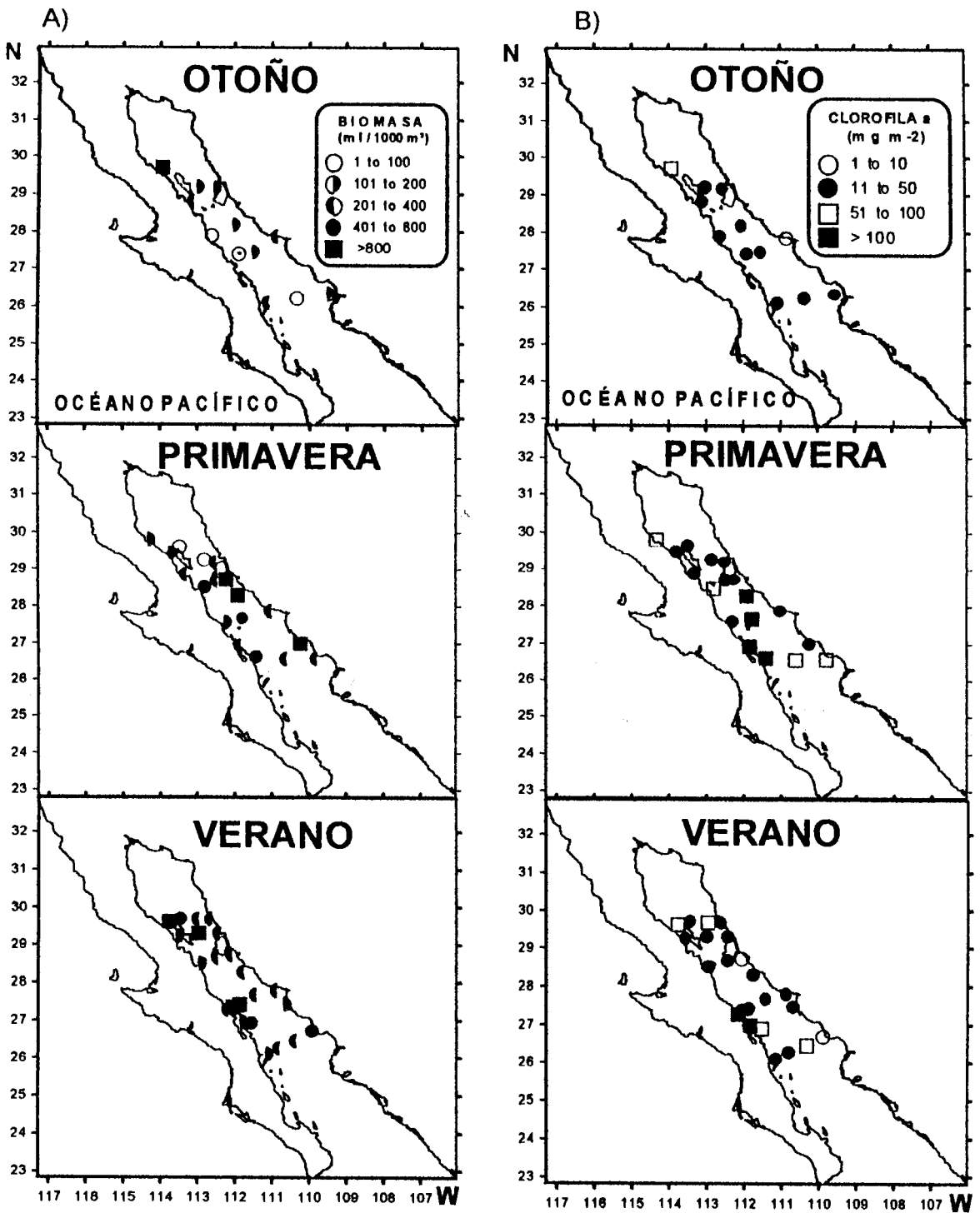


Fig.29. Distribución de (A) la biomasa zooplanctónica (ml/1000m<sup>3</sup>) y (B) concentración de clorofila a (mg m<sup>-2</sup>) en el Golfo de California, durante otoño de 1997, primavera y verano de 1998.



## ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

De manera general, el análisis de componentes principales (ACP) de los parámetros hidrográficos y datos del plancton definen tres agrupaciones de estaciones denominados por su ubicación geográfica: GRUPO NORTE, CENTRAL I y CENTRAL II (Fig. 30).

Durante otoño, los dos primeros componentes explican el 69.2% de la varianza acumulada (46.4 y 22.8% respectivamente). El primer componente está influenciado por un gradiente de temperatura y concentración de clorofila *a*, mientras que el segundo componente está determinado por un gradiente de concentración de biomasa zooplanctónica. En el grupo NORTE se encuentran las estaciones con menor temperatura superficial y una tendencia a presentar altos valores de clorofila *a*. Mientras que las estaciones de los grupos CENTRAL I y CENTRAL II, presentan altas temperaturas superficiales y bajas concentraciones de clorofila *a*. Este último grupo con los valores más bajos de ambos parámetros.

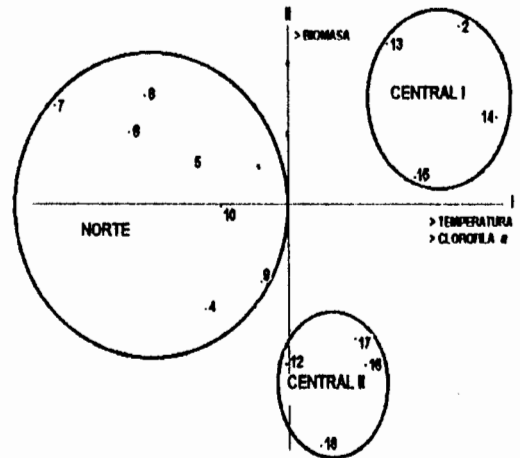
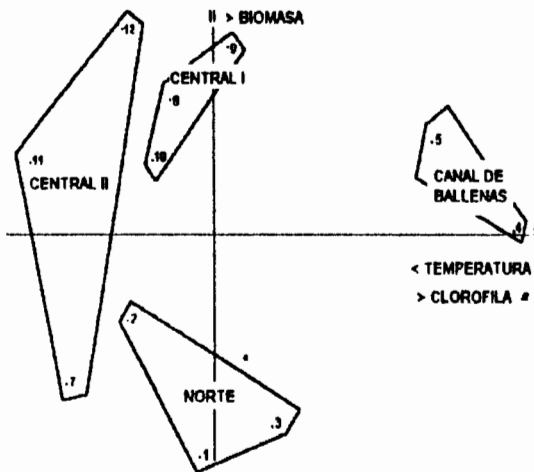
Para primavera, los dos primeros componentes explican el 73.3% de la varianza acumulada (50.6 y 22.7% respectivamente). Se observa que el eje del primer componente podría explicarse como un gradiente de temperatura superficial y de clorofila *a*, mientras que el segundo componente puede explicarse como un gradiente de biomasa zooplanctónica. En el grupo NORTE, se localizan las estaciones con menor temperatura superficial y con una tendencia a presentar bajos valores de clorofila *a*. Mientras que las estaciones de los grupos CENTRAL I y CENTRAL II, presentan elevadas temperaturas superficiales y altas concentraciones de clorofila *a*. Así mismo, el grupo CENTRAL I presenta altos valores de biomasa zooplanctónica.

Mientras que en verano, los dos primeros componentes explican el 82.3% de la varianza acumulada (47.3 y 35% respectivamente). El primer componente puede explicarse como un gradiente de biomasa zooplanctónica. Mientras que el segundo

componente puede explicarse como un gradiente de temperatura superficial y clorofila *a*. En el grupo NORTE se encuentran las estaciones con baja temperatura y una tendencia a presentar altas concentraciones de biomasa zooplanctónica. Las estaciones del grupo CENTRAL I, presentan altas temperaturas y altas concentraciones de clorofila *a*, mientras que las estaciones el grupo CENTRAL II, presentan las menores temperaturas superficiales y bajas concentraciones de clorofila *a*.

A) Campaña GOLCA 9712

B) Campaña GOLCA 9804



C) Campaña GOLCA 9806

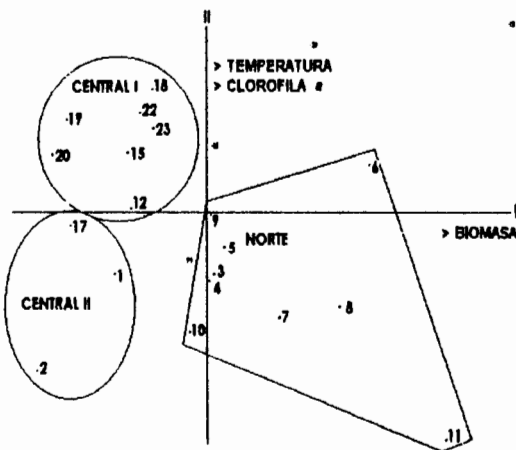


Fig.30. Análisis de Componentes Principales (ACP) para cada una de las campañas oceanográficas en el Golfo de California. A) otoño tardío de 1997, B) primavera de 1998 y C) verano de 1998. >, mayores valores del parámetro y <, menores valores del parámetro.

## PERFILES CONCENTRADOS

Como un apoyo adicional al análisis anteriormente expuesto sobre el ambiente de desove de las especies, se presentan los perfiles concentrados de cada campaña oceanográfica. Durante el otoño, los perfiles concentrados de temperatura muestran una heterogeneidad en el grosor de la capa de mezcla, la cual en algunas estaciones no se presenta, como es el caso de la zona del Canal de Ballenas y en otras con un grosor de más de 125 m, en la parte central del golfo (Fig.31). La temperatura superficial varía entre 21.8°C en el Canal de Ballenas y 25.3°C al sureste de la zona de estudio. Por otra parte, la termoclina se presenta muy marcada en la mayoría de las estaciones, variando en profundidad desde 25 hasta 125 m, de acuerdo a la zona. A mayores profundidades tiende a observarse una mayor homogeneidad.

En cuanto a los perfiles concentrados de salinidad, se observan dos grupos homogéneos con salinidades aproximadas de 35.1 y 35.4 ‰. Las altas salinidades corresponden a la zona sur de las grandes islas y al extremo sureste de la zona de estudio, mientras que las menores se registraron en el resto de las estaciones. Dichos grupos, se distribuyen desde la superficie hasta los 75 m y muestran una marcada heterogeneidad hasta los 100 m con valores entre los 34.9 y 35.2 ‰. A mayores profundidades se distingue una marcada homogeneidad con salinidad de 35 ‰ hasta los 200 m de profundidad.

En los perfiles concentrados de densidad se observa una tendencia a la formación de dos grupos de estaciones. Uno con densidades alrededor de 24.4 en la zona sur de las grandes islas y al extremo sureste peninsular de la zona de estudio y otro con valores cercanos a 23.6 en el resto de las estaciones. A partir de los 50 m se detecta una pycnoclina no muy marcada, a excepción de la estación 5, ubicada en el Canal de Ballenas, la cual se presenta hasta los 110 m de profundidad.

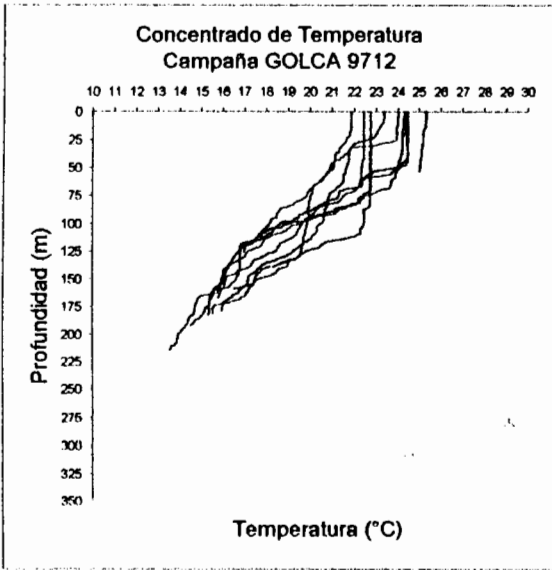
Durante la **primavera**, los perfiles concentrados de temperatura muestran efectos de calentamiento en los primeros metros de profundidad, en la zona costera continental y en el centro del golfo (Fig.32). La temperatura superficial varía entre 16.8°C en el Canal de Ballenas y 21°C al sureste de la zona de estudio. Se observan dos grupos de estaciones, uno localizado en la parte noroeste del área de estudio con temperaturas bajas menores de 19°C, sin una capa de mezcla y otro grupo de estaciones con temperatura más elevadas mayores a 19.5°C, localizadas al sureste del área de estudio con una capa de mezcla con un grosor de 30 m. A mayores profundidades se continúa observando una fuerte heterogeneidad.

En los perfiles concentrados de salinidad se aprecia una homogeneidad importante en toda la columna, con salinidades que van de 35.1 a 35.4 ‰ desde la superficie hasta los 75 m. A pesar de estos se continúa diferenciado ligeramente dos grupos de estaciones, uno al noroeste de la zona de estudio y otro en la parte central del golfo. Por debajo de esta capa se observa una homogeneidad hasta los 300 m.

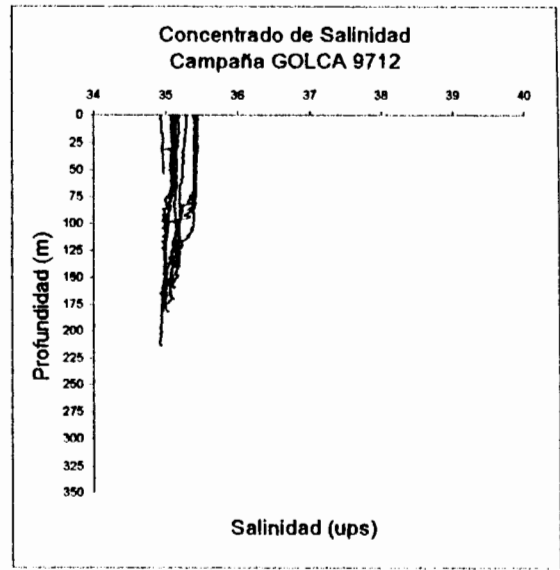
En los perfiles concentrados de densidad se observa una cierta homogeneidad hasta los 50 m de profundidad, con valores superficiales entre los 24.5 y 25.7. Bajo esta capa se observa una mayor homogeneidad que llega hasta los 300 m.

Finalmente para el **verano**, los perfiles concentrados de temperatura muestran una fuerte heterogeneidad en toda la columna, registrándose grandes variaciones de temperatura que van desde los 20 hasta los 29°C (Fig.33). Las estaciones cálidas muestran una capa de mezcla con grosores que oscilan alrededor de los 25 m, localizados al sureste de la zona de estudio, mientras que las restantes además de ser menos cálidas no presentan una capa de mezcla. A mayores profundidades se mantiene dicha heterogeneidad, disminuyendo la temperatura hasta alcanzar los 11°C.

A)



B)



C)

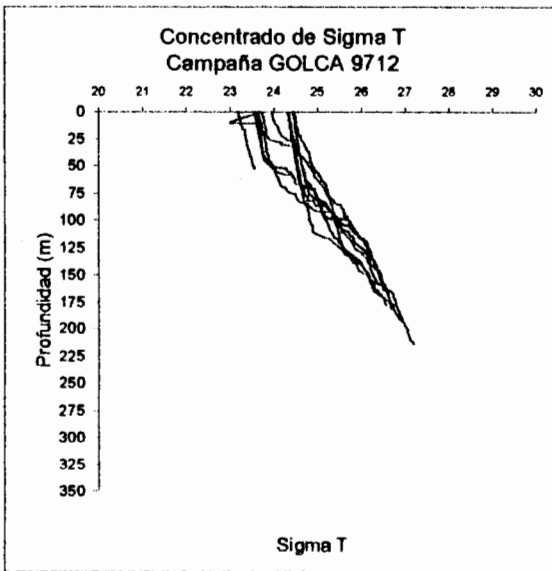
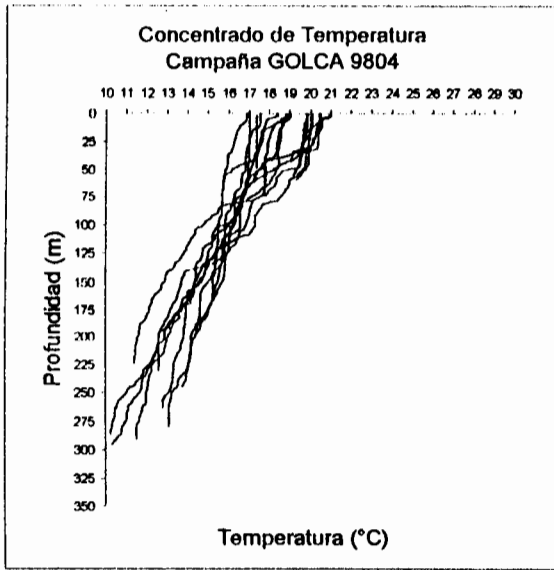
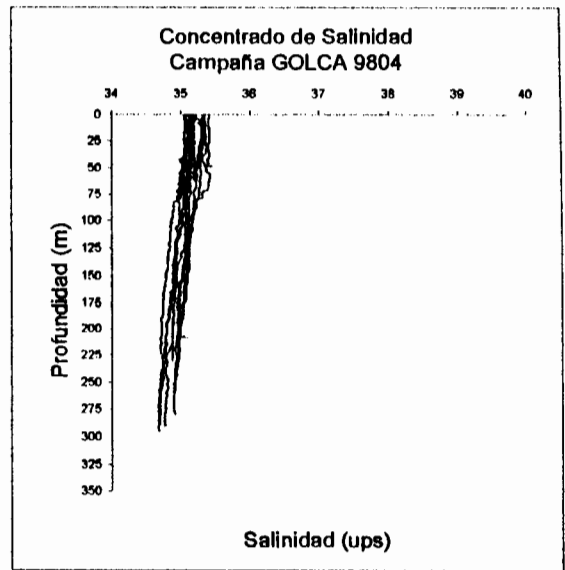


Fig.31. Diagramas de los concentrados de: A) temperatura, B) salinidad y C) densidad, en el Golfo de California, durante otoño de 1997.

A)



B)



C)

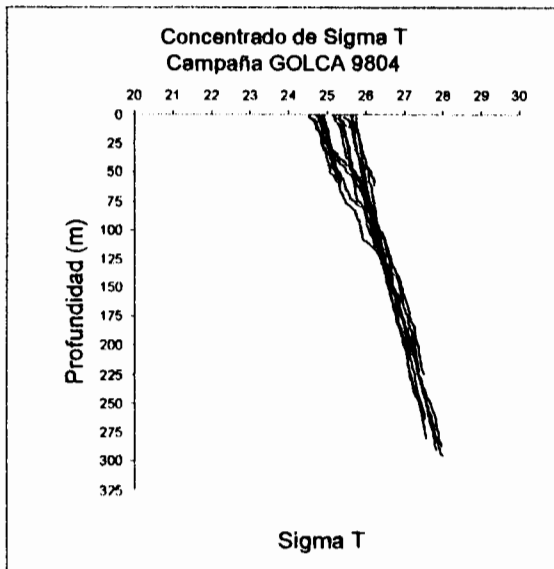


Fig.32. Diagramas de los concentrados de: A) temperatura, B) salinidad y C) densidad, en el Golfo de California, durante primavera de 1998.

A)

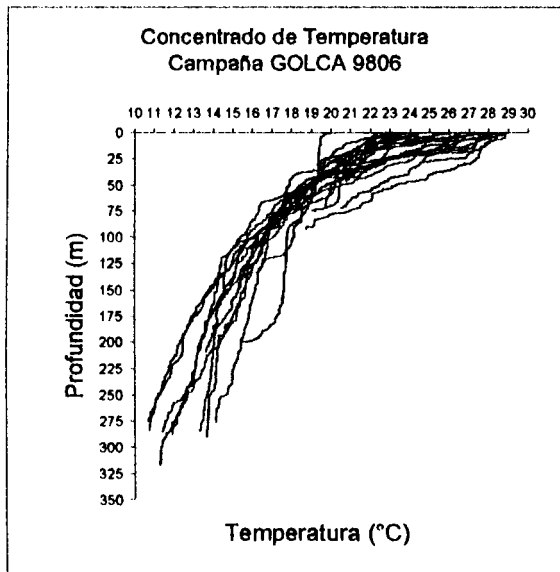


Fig.33. Diagrama del concentrado de temperatura (A), en el Golfo de California, durante verano de 1998.

## 8 DISCUSIÓN

### 8.1 ESTRUCTURA COMUNITARIA

En General, se considera que la estructura de una comunidad representa un descriptor multidimensional, constituido por elementos tales como, la composición específica, la abundancia relativa, la distribución espacial, la diversidad, la estructura de tallas y la organización trófica (Menge y Farrel, 1989; Bechara, 1993). Así mismo, la estructura comunitaria se encuentra influenciada por las actividades reproductivas, alimentarias y por interacciones interespecíficas de los organismos (Kennish, 1990).

El hecho de que en este trabajo se identificaron un total de 152 taxa incluidos en 71 géneros y 61 familias durante las tres campañas, refleja la alta riqueza de especies de peces que habitan el golfo. Moser *et al.* (1974) en el trabajo más extenso sobre larvas de peces que hasta la fecha se había realizado, registra un total de 76 taxa pertenecientes a 30 géneros y 58 familias. El reducido número de géneros en relación a nuestro trabajo, es debido a que no se contaba con la descripción larvaria de muchas especies que actualmente se tienen. Sin embargo, Thomson *et al.* (1979), mencionan que existen más de 800 especies de peces adultos en el Golfo de California, lo cual resalta la necesidad de continuar con estudios taxonómicos ictioplanctónicos.

Respecto a la abundancia relativa por familia, se muestra que sólo tres familias conforman más del 80% en las tres temporadas. En primavera y otoño, Myctophidae, Engraulidae y Phosichthyidae y en el verano Myctophidae, Phosichthyidae y Clupeidae, resaltando el que la familia Engraulidae es remplazada por la familia Clupeidae en el verano y que la familia Myctophidae domina en las tres temporadas. Mientras que por taxa, *B. panamense*, *E. mordax* y *V. lucetia* conforman más del 80% en otoño, en primavera *B. panamense*, *E. mordax* y *D. laternatus*, y en verano *B. panamense*, *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *Opisthonema*



spp., sobresaliendo la gran abundancia de *B. panamense* en las tres campañas. En cuanto a la composición de las larvas de peces en función de la afinidad biogeográfica de los adultos, tenemos que las especies de afinidad tropical-subtropical (TR-SBTR) son las más numerosas. Walker (1960) reconoce desde entonces que la fauna de peces del Golfo de California, forma parte de la Provincia Americana Tropical o Fauna Panámica, registrando 586 especies de peces, de las cuales 526 son costeras; mas del 75% son especies tropicales o subtropicales y 92 especies son endémicas del golfo. La abundancia de algunas especies en el golfo, está restringida en área y época de reproducción. Durante los meses cálidos del verano, las larvas de *S. caeruleus*, son remplazadas por las especies afines a aguas cálidas del género *Opisthonema* spp. Mientras que las larvas de *S. japonicus* son remplazadas por especies afines a aguas cálidas como *Auxis* spp. Por el contrario, especies mesopelágicas como *B. panamense*, *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. latematus* desovan en alta abundancia todo el año. Nuestros resultados coinciden con los de Moser *et al.*, (1974) quienes concluyen que la fauna de peces está dominada por especies de media agua. Además, menciona que como en otras áreas del mundo, la familia Myctophidae dominó en todos los cruceros realizados en el Golfo.

Los descriptores comunitarios tienen la misma tendencia estacional que los parámetros hidrográficos, ya que es bien sabido que entre primavera y verano se dan las condiciones extremas, mientras que el otoño es un periodo de transición entre ambas épocas (e.j. Roden, 1964; Lavin *et al.*, 1997). La diversidad y riqueza específica, fueron mayores en verano y menores en primavera. Así mismo, en verano existe una alta dominancia de ciertas especies, mientras que en primavera es baja. Las variaciones en la estructura de la comunidad pueden asociarse a la gran cantidad de hábitats larvarios que existen en el golfo, los cuales varían de acuerdo a la topografía de la zona, la estacionalidad y la variación interanual, esta última relacionada con cambios climáticos globales (ej. El Niño). Esta situación se refleja en la alta diversidad de especies y alto endemismo. Lo anterior concuerda con Krebs (1978), quien señala que la mayor riqueza específica se presenta en

áreas y épocas con mayor variabilidad de hábitat. Así mismo, la presencia-ausencia de especies esta aparentemente relacionada con sus patrones reproductivos, los cuales están asociados a la búsqueda de alimento, protección y al efecto de los parámetros ambientales.

El hecho de que el coeficiente de similitud comunitaria, alcanzara su máximo valor entre verano y otoño, donde tenemos el mayor número de especies compartidas entre estas temporadas (34), y el menor se da entre primavera y verano, compartiendo sólo 9 especies, concuerda con las variaciones estacionales del golfo que como ya se mencionó, el verano y la primavera presentan condiciones extremas y el otoño es una época de transición que en este caso presenta afinidad a las condiciones de verano.

Finalmente, hay que considerar que nuestros resultados estuvieron sujetos a la influencia de El Niño 1997-1998. A este respecto, se ha documentado que durante los eventos ENSO se puede observar una disminución en los productos de desove de las especies de afinidad templado-cálida, en contraste con un incremento de las especies de afinidad tropical (Funes *et al.*, 2000). Lo cual se podrá corroborar en la medida que se cuente con estudios similares en periodos no afectados por el ENSO. Aunque se puede hacer notar que los efectos del evento ENSO son netamente temporales y, después de un periodo corto, tienden a desaparecer. Las consecuencias en el ambiente marino, pueden ser de distinto índole, por ejemplo: cambios en la productividad y distribución del plancton, y en procesos de reproducción y supervivencia de peces (e.j. McGowen, 1993).

## **8.2. VARIABILIDAD DEL AMBIENTE**

En este trabajo, el análisis de los indicadores del ambiente, tales como temperatura, salinidad y densidad, biomasa zooplanctónica y clorofila *a*, muestra

claras diferencias estacionales y espaciales, que tienden a coincidir con la ubicación geográfica de las asociaciones de larvas de peces que habitan el golfo.

Los cambios estacionales de temperatura, salinidad y densidad, reflejan fuertes cambios, con valores extremos entre primavera y verano concordando con lo registrado en la literatura. En primavera se registraron bajas temperaturas y salinidades y altas densidades. Mientras que en verano, se registraron las temperaturas más elevadas con un máximo en la zona sur de hasta 29°C. Siendo otoño un periodo de transición con temperaturas intermedias, salinidades relativamente altas y bajas densidades.

Los perfiles concentrados de temperatura, salinidad y densidad refuerzan esta situación. El hecho de que, en la primavera se observan efectos de calentamiento en los primeros metros de profundidad, en la zona costera continental y en el centro del golfo y no se observe una termoclina bien definida contrasta con lo registrado en verano, donde existe una fuerte heterogeneidad en toda la columna de agua, mostrándose una termoclina bien marcada. En la temporada de otoño, la termoclina se presenta marcada en la mayoría de las estaciones, variando en profundidad desde 25 hasta 125 m de acuerdo a la zona, representando la transición entre ambas. La estructura termohalina en primavera es diferente a la de verano, debido a la diferencia en las condiciones de irradiación solar, mezcla por mareas intensas y surgencias estacionales, entre otros factores ambientales reportados para el golfo por diversos autores (e.j. Roden, 1964).

Así mismo, la biomasa zooplanctónica y la clorofila *a* mostraron variaciones estacionales asociadas a las variaciones hidrográficas. Durante el verano se registraron las mayores concentraciones de biomasa zooplanctónica y concentraciones intermedias de clorofila *a*, contrastando con la primavera que presenta menores valores de ambos parámetros en relación al verano.

California, así como, en las costas del Pacífico en Sudamérica (e.j. Chávez *et al.*, 1983, 1984; McGowan, 1993).

En cuanto a la distribución espacial de los parámetros ambientales, se observa una fuerte diferenciación de zonas en el área de estudio. El hecho de que la distribución de la temperatura superficial del mar, tanto por datos *in situ* como por imágenes de satélite, mantuviera un gradiente que va de Noroeste a Sureste en las tres campañas prevaleciendo las menores temperaturas en la zona de la Isla Angel de La Guarda e Isla Tiburón muestra que el ambiente en dichas islas mantiene condiciones únicas a lo largo del año. El que la salinidad mostrara gradientes débiles e inversos, a diferentes profundidades, entre las campañas de otoño de 1997 y la primavera de 1998, ya que en el verano no se tienen datos, refleja un fuerte cambio espacial en la hidrografía del golfo.

Así mismo, la distribución espacial de la biomasa zooplanctónica varió en cada crucero, posiblemente en asociación con las condiciones hidrográficas. Los núcleos de mayor biomasa zooplanctónica durante el otoño, se registraron al norte de la isla Angel de La Guarda y en primavera a lo largo de la costa oriental del golfo. Mientras que en el verano, se localizaron principalmente en la costa occidental. La distribución espacial de la clorofila *a* integrada mostró tendencias similares a la distribución de la biomasa zooplanctónica, correlacionándose significativamente. Durante el otoño, la mayor concentración de clorofila *a*, se localizó al norte de la isla Angel de La Guarda, en primavera frente a las costas de Guaymas y fuera de Bahía Concepción, finalmente en verano, sobre la costa peninsular frente a Bahía Concepción. Dicha distribución espacial de la biomasa zooplanctónica y clorofila *a* integrada, en ambas costas durante la primavera y el verano, corresponden a las épocas de surgencias estacionales características del Golfo de California. Mientras que en otoño, esta más relacionada con los intensos procesos de mezcla por marea, comunes en parte norte del golfo.

El análisis de componentes principales (ACP), el cual analiza estadísticamente los gradientes espaciales de los indicadores ambientales considerados en este estudio, definió que la zona de las grandes islas y el golfo central (GRUPO CENTRAL I y GRUPO CENTRAL II), presentan condiciones hidrográficas y de biomasa zooplanctónica diferentes en las tres campañas. En otoño, las mayores concentraciones de biomasa zooplanctónica y de clorofila *a* se registraron principalmente en la región de las grandes islas asociadas a las bajas temperaturas de la zona. En primavera y verano la zona de las grandes islas quedó bien delimitada por menores temperaturas, aunque la biomasa zooplanctónica fue mayor en el golfo central. Por el contrario, la mayor parte del golfo central presentó valores de temperatura relativamente altos en relación a la zona de las grandes islas con los mayores niveles de biomasa zooplanctónica en primavera y verano. El hecho de que estaciones sobre la costa peninsular presentaran condiciones diferentes al resto del golfo central sobre todo en otoño y verano, diferenciándose en temperatura y concentración planctónica conlleva diferentes hábitats de desove para las especies de peces que habitan el golfo central.

### **8.3 ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES**

Los tres grupos de estaciones y de especies definidos por el índice de Bray-Curtis son consistentes a través de las épocas analizadas aunque, muestran variación en su extensión y en la composición y abundancia de las especies que los conforman. Ésta situación se asocia a la variabilidad estacional de las condiciones físico-biológicas observadas en cada una de las estaciones del año.

El grupo denominado NORTE ubicado en la región de las grandes islas en las tres campañas, varió en extensión asociado a la distribución espacial de la temperatura superficial, siendo siempre la zona más fría del área de estudio. Las concentraciones de biomasa zooplanctónica y de clorofila *a* integrada variaron en

esta zona, lo cual podría relacionarse al recambio estacional de las especies. Durante otoño, el área del grupo NORTE, presentó las mayores concentraciones de clorofila *a* y durante el verano las mayores concentraciones de biomasa zooplanctónica. Así mismo, las inestabilidades tendentes a la formación de giros ciclónicos observados en las imágenes de temperatura superficial del mar, delimitan al sur este grupo y podrían funcionar como barrera hidrográfica para las larvas de especies que se asocian en esta zona.

En otoño se asociaron por su alta abundancia y frecuencia la especie mesopelágica *B. panamense* y el epipelágico *E. mordax*. Así mismo, con menor abundancia se asoció *B. bathymaster* de hábitos costeros y *L. dalli* de hábitos bentónicos. En primavera la asociación de especies se conformó nuevamente por *E. mordax* y en menor abundancia por *Merluccius productus* especie demersal y *C. fragilis* de hábitos bentónicos. En cambio en el verano las especies dominantes fueron *Opisthonema* spp., especie epipelágica, el mesopelágico *B. panamense*, y en menor abundancia *L. dalli* de hábitos bentónicos.

De lo anterior resalta el que *E. mordax*, especie que desova desde finales de otoño hasta principios de primavera (Green-Ruíz y Hinojosa-Corona, 1997), concentra su desove en la zona de las grandes islas asociándose con larvas de diversas especies durante su época de desove; siendo desplazada por *Opisthonema* spp. (muy posiblemente *Opisthonema libertate*) en época de verano, lo cual se relaciona claramente con cambios estacionales del ambiente.

Es importante señalar que las especies como *S. caeruleus* cuyo periodo de desove es similar al de *E. mordax* (Hammann *et al.*, 1988) fue fuertemente afectado por el ENSO 1997-1998 (Sánchez-Velasco *et al.*, 2000). Por lo que especies con poca adaptabilidad al efecto del ENSO, modifican la composición de las asociaciones de larvas de especies en el golfo durante eventos como el ENSO.

El hecho que en base al análisis de los indicadores del ambiente se observan dos zonas en el golfo central, concuerda con la definición de las dos asociaciones de larvas de peces en esta área, denominadas CENTRAL I y CENTRAL II. Las estructuras oceanográficas que se detectan con las imágenes de satélite de temperatura superficial del mar reflejan la delimitación de estos grupos. Las intrusiones de aguas cálidas sobre ambas costas en primavera y filamentos de aguas menos cálidas en la costa continental en otoño y verano, reflejan un ambiente diferente que en el resto del golfo central (grupo CENTRAL I), coincidiendo con la ubicación del grupo CENTRAL II.

En el grupo CENTRAL I durante el otoño se asociaron las especies mesopelágicas *B. panamense* y *V. lucetia* y el epipelágico *E. mordax*. Así mismo, con menor abundancia *S. caeruleus* especie epipelágica y *T. mexicanus* especie mesopelágica. Durante primavera, persistieron *T. mexicanus*, *V. lucetia*, y *B. panamense*, además de *D. laternatus*, todas especies mesopelágicas. En verano persistieron los mesopelágicos *B. panamense*, *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. laternatus*, los cuales se asociaron a especies desovadoras de aguas cálidas como *Auxis* spp. de hábitos pelágicos y *E. dowii* de hábitos costeros.

La asociación de especies mesopelágicas que persistió a lo largo de las épocas analizadas, representan la fauna de peces dominantes en el golfo central, siendo las características oceánicas óptimas para la persistencia de éstas especies. Las especies mesopelágicas *B. panamense*, *T. mexicanus*, *D. laternatus* y *V. lucetia* y el epipelágico *Opisthonema* spp, habían sido reportadas por Moser *et al.* (1974) como dominantes en verano en campañas realizadas durante los años 1956 y 1957; lo cual coincide con nuestros resultados.

En el grupo CENTRAL II, durante el otoño se asociaron las especies mesopelágicas *B. panamense* y *V. lucetia*, el epipelágico *Opisthonema* spp. y *Cubiceps pauciradiatus* de hábitos demersales. Durante primavera la asociación de especies es diferente conformándose por *B. panamense* como dominante y

*Stomias atriventer* de hábitos meso-batipelágicos y *L. dalli* de hábitos bentónicos. Mientras en verano las especies dominantes son *B. panamense*, *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *Opisthonema* spp. y en menor abundancia *L. dalli*, *E. gracilis* y *D. peruvianus* de hábitos costeros, entre otros.

Las asociaciones de especies obtenidas en el grupo CENTRAL II fueron las que más cambiaron en el tiempo, ésto posiblemente relacionado a que la estrecha plataforma continental esta habitada por especies de muy diversas estrategias de vida, como especies costeras, bentónicas, demersales, arrecifales entre otras. Peguero-Icaza (en preparación) quién describe asociaciones de larvas de peces en Bahía Concepción, menciona que las especies de gerreidos y góbidos son un fuerte componente en las asociaciones de larvas en verano y otoño; lo cual coincide con nuestros resultados.

Comparando los resultados del presente trabajo con los de Sánchez-Velasco *et al.* (2000) quienes describen asociaciones de larvas de peces durante otoño y primavera de 1998-1999, se reconoce la persistencia del grupo NORTE y un grupo CENTRAL en otoño y dos en primavera. Resalta la persistencia de las mismas especies dominantes en el grupo NORTE. En otoño se encuentran asociadas *B. panamense* y *E. mordax* y en primavera *E. mordax* y *M. productus*. Esto refleja que la zona de las grandes islas mantiene condiciones óptimas para el desove de tales especies aún con el efecto de El Niño 1997-1998. En contraste, las especies dominantes que se registran en la parte central del golfo fueron diferentes a las encontradas en este estudio. Estos autores registran la presencia abundante de *E. mordax* y *S. caeruleus* asociadas a las especies mesopelágicas como *V. lucetia* y *B. panamense*. Mientras que este estudio debido al efecto del ENSO, *E. mordax* y *S. caeruleus* no aparecen como dominantes, cambiando entonces la composición de las asociaciones en el golfo central.



Sin embargo, como se mencionó en el capítulo anterior, en la medida que se cuente con nuevos trabajos sobre asociaciones de larvas de peces en el Golfo de California, se llegará a un mejor entendimiento de su estructura y función.

Finalmente cabe mencionar que se han realizado una serie de estudios enfocados a describir las asociaciones de larvas de peces de distintas regiones del mundo. En la Corriente de California, Moser y Smith (1993) analizan 12 grupos recurrentes, los cuales reflejan la complejidad oceanográfica de la región. McGowen (1993) concluye que existen variaciones estacionales en las asociaciones de larvas de peces, quizás debido a una adaptación local a las condiciones ambientales. Mientras que en el Golfo de México, Richards *et al.* (1993), menciona la existencia de dos grupos, el oceánico y el de plataforma. Flores-Coto *et al.* (1993) reconocen cuatro asociaciones de larvas de peces, Nerítica Este y Oeste, Oceánica y de Mezcla, sugiriendo que los factores físico-biológicos que generan dichas asociaciones, son diferentes en cada asociación. Así mismo, Sánchez-Velasco y Flores-Coto (1994), reconocen la existencia de cuatro asociaciones de larvas de peces en el Mar Caribe, dos Neríticas y dos Oceánicos, resaltando que existen diferentes condiciones hidrográficas en cada asociación.

## 9 CONCLUSIONES

1.- La temperatura superficial del mar muestra que la región de las grandes islas presenta las menores temperaturas durante otoño, primavera y verano incrementándose hacia el sur en todos los casos.

2.- La influencia del ENSO 1997-1998, se manifestó durante otoño y primavera con un incremento de hasta 4°C en algunas partes del golfo.

3.- Las imágenes de satélite coinciden con las observaciones de los datos *in situ*. Así mismo, se observan una serie de estructuras de mesoescala (eddies, ondas, frentes) principalmente en la parte central del golfo, las cuales pudieran tener una influencia en la distribución de las larvas de peces.

4.- La salinidad muestra un patrón de distribución inverso entre el otoño y la primavera. Durante otoño, la menor salinidad se localiza en la región de las grandes islas y se incrementa hacia el sur, mientras que en primavera la menor salinidad se localiza en la parte central del golfo y se incrementa hacia el norte.

5.- La biomasa zooplanctónica mostró la mayor abundancia durante otoño en la región de las grandes islas, en primavera en la costa oriental de golfo, mientras que en verano se concentró principalmente en la costa occidental.

6.- El mayor número de larvas y la mayor riqueza específica se registró durante verano y el menor número de larvas y la menor riqueza específica en primavera.

7.- La familia Myctophidae, Phosichthyidae y Engraulidae conforman más del 83% y 93% de la abundancia total durante otoño y primavera respectivamente, mientras que en verano Myctophidae, Phosichthyidae y Clupeidae conforman mas del 84% de la abundancia total.

8.- Durante otoño *Benthosema panamense*, *Engraulis mordax* y *Vinciguerria lucetia* conforman más del 81% de abundancia total; en primavera *B. panamense*, *E. mordax* y *Diogenichthys laternatus* poseen más del 81%, mientras que en verano *B. panamense*, *V. lucetia* y *Triphoturus mexicanus* poseen más del 80% de la abundancia total.

9.- El análisis de Cluster nos define tres grupos de estaciones en cada época analizada, los cuales fueron denominadas por su ubicación NORTE, CENTRAL I y CENTRAL II. Estos grupos de estaciones se caracterizaron por un conjunto de especies que se asociaron por sus altas abundancias y frecuencias.

10.- Las asociaciones de larvas de peces en cada grupo de estaciones, varío en composición y abundancia. Durante otoño *Benthosema panamense* y *Engraulis modax* fueron las especies dominantes en el grupo NORTE, *B. panamense*, *Vinciguerria lucetia* y *E. mordax* dominaron en el grupo CENTRAL I y *B. panamense* y *V. lucetia* en el grupo CENTRAL II. En primavera *E. mordax* es la especie dominante en el grupo NORTE, *Triphoturus mexicanus*, *B. panamense*, *Diogenichthys laternatus* y *V. lucetia* dominaron en el grupo CENTRAL I y *B. panamense* en el grupo CENTRAL II. Mientras en verano *B. panamense* y *Opisthonema* spp. son las especies dominantes en el grupo NORTE, *B. panamense*, *V. lucetia* y *T. mexicanus* dominaron el grupo CENTRAL I y *B. panamense*, *V. lucetia*, *Eucinostomus dowii*, *Lythrypnus dalli*, *Etropus crossotus*, *Opisthonema* spp., *Auxis* spp., *T. mexicanus* y *Diapterus peruvianus* en el grupo CENTRAL II.

11.- La variación en tiempo y espacio de las asociaciones de larvas de peces está relacionada con la variación de las condiciones hidrográficas, además de la influencia del ENSO 1997/1998.

## RECOMENDACIONES

Dada la naturaleza de este trabajo y la metodología utilizada, no es posible conocer la profundidad a la que se colectaron las larvas de peces de diferentes especies, por lo que resulta difícil poder caracterizar la presencia de las larvas en los diferentes estratos en la columna de agua. Sin embargo hago la recomendación para futuras investigaciones que se utilicen redes estratificadas, para conocer más a fondo el hábitat de las larvas de peces y la función que desempeñan en el ecosistema, así como las interacciones con el resto de la comunidad planctónica, en el Golfo de California.

Así mismo, continuar con esta línea de investigación y poder generar grandes bases de datos, que nos permitan conocer un poco más sobre la dinámica biológica de las larvas de peces en el Golfo de California, así como su respuesta a los cambios ambientales tanto, locales (procesos de enriquecimiento de la zona eufótica) como a mayor escala (interanual), entre los cuales destacan por su intensidad los eventos El Niño.

Finalmente, se requieren estudios que relacionen los trabajos sobre larvas de peces con las pesquerías de los adultos; ésto con la finalidad de evaluar los recursos pesqueros disponibles y apoyar planes de manejo adecuado para la región.

## LITERATURA CITADA

- Aceves-Medina, G, E. Gonzáles-Navarro y R. Saldierna-Martínez. 2000. Larval development of *Symphurus williamsi* (Pleuronectiformes: Cynoglossidae) from the Gulf of California. *Bulletin of Marine Science*, 97(4).
- Aceves-Medina, G. 1992. Análisis espacio-temporal de la distribución y abundancia de larvas de pleuronectiformes en el Golfo de California, periodo de 1984-1986. Tesis de Maestría. CICIMAR LA PAZ, B.C.S., 62 p.
- Ahltron, E. D. y G. H. Moser. 1976. Eggs and larvae of Fishes and their Role in Systematic Investigations and Fisheries. *Rev. Trav. Inst. Peches Marit.* (4):379-398.
- Alvarez-Borrego S., J. A. Rivera, G. Gaxiola-Castro, M. L. Acosta-Ruiz y R. A. Schwartzlone, 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Cien. Mar.*, 5(2): 53-71.
- Alvarez-Borrego, S. and J. R. Lara-Lara. 1983. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. In Simoneit B.R.T and Dauphin, J.P. (Eds.). 1991. The Gulf and peninsular province of the Californias. *Assoc. Petr. Geol. Memoir.*, 47 p.
- Álvarez-Borrego, S. and J. R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. In : Simoneit, B. R. T. and Dauphin, J. P. (Eds). *The Gulf of California and Peninsular province of the Californias*. Am. Assoc. Petr. Geol. Memoir., 47(26): 555-567.
- Álvarez-Cadena, J. L., G. A. Mussot-Pérez y R. Cortes-Altamirano. 1988. Composición y abundancia de las larvas de peces del sistema lagunar Huizache-Caimanero. Tapo Botadero. *Ann. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Autón. Méx.*, 15(2): 143-158.
- Álvarez-Cadena, J. N., M. A. Aquino, F. Alfonzo, J. G. Millán y F. Torres, 1984. Composición y abundancia de las larvas de peces en el sistema laguna Huizache-Caimanero. Agua Dulce 1978. *Ann. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nal. Autón. Méx.*, 11(1): 163-180.
- Arreola, L. A. 1991. Larvas de peces en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur (1984). Tesis de licenciatura. Depto. Biol. Mar. UABCS. La Paz B.C.S., 94 p.
- Badan-Dangon, A., C. J. Koblinsky and T. Braugartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: Observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta*, 8(1): 13-32.

- Barrientos-MacGregor, J. R. 1986. Contribución al estudio biológico del calamar *Lolliguncula tydeus* en el Golfo de California, México. Tesis Profesional. UNAM. México, 115 p.
- Bechara, J. 1993. El papel de los peces en el control de la estructura de las comunidades bénticas de ecosistemas lóticos. En: A. Boltovsky y H.L. López (Eds.). *Conferencias de Limnología. Inst. de Limnol.* Dr. R.A. Rinquelet, La Plata, Argentina, 143-158 p.
- Beers, J. R. 1976. Determination of zooplankton biomass. *Zooplankton fixation and preservation*, (H.F. Steedman, ed.), UNESCO, Paris, 35-84 pp.
- Bray, J. R. And T. J. Curtis. 1957. A ordination of the Upland Forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27:235-249.
- Bray, N. A. 1988. Thermohaline circulation in the Gulf of California. *J. Geophys. Res.*, 93: 4993-5020.
- Brower, J. E. y J. H. Zar. 1977. Field and laboratory Methods for general ecology. *W.M.C. Brown Company Publishers, Iowa, U.S.A.*, 194 p.
- Case, J. T. and L. M. Cody. 1983. Island Biogeography in the Sea of Cortes. *Berkeley, California University of California*, 508 p.
- Chávez, F., R. T. Barber and F. Vázquez. 1983. Progression of the 1982-1983 "El Niño" off northern Perú. *Trop. Oc. Atm. Newsletter*, 21:26-27.
- Chávez, F., R. T. Barber, J. E. Kogelschatz, V. G. Trayer and C. Binji. 1984. "El Niño" and primary productivity: Potential effects on atmospheric carbon dioxide and fish production. *Trop. Oc. Atm. Newsletter*, 28:1-2.
- CICIMAR. 1987. Investigaciones Ecológicas del Plancton del Noroeste de México. CICIMAR, La Paz, B. C. S. México. *Informe anual*.
- CICIMAR. 1988. Investigaciones Ecológicas del Plancton del Noroeste de México. CICIMAR, La Paz, B. C. S. México. *Informe anual*.
- CICIMAR. 1989. Investigaciones Ecológicas del Plancton del Noroeste de México. CICIMAR, La Paz, B. C. S. México. *Informe anual*.
- Cisneros-Mata, M. A., J. Estrada-García, J. P. Santos-Molina, A. Godínez-Cota y C. Alvarado. 1989. Pesquería de sardina del estado de Sonora. Oscuros del 9° al 11°. Temporada 1987/1988. *SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca. CRIP-Guaymas. Guaymas, Sonora. Bol. Inf.*, 29 :16-29.

- Cisneros-Mata, M. A., M. O. Nevárez-Martínez, G. Montemayor, J. P. Santos-Molina y A. R. Morales-Azpeitia. 1991. Pesquería de la sardina en el Golfo de California de 1988/89-1989/90.
- Cisneros-Mata, M. A., J. P. Santos-Molina, J. A. De Anda-Montañez, A. Sánchez-Palafox y J. Estrada-García. 1987. Pesquería de la sardina en el noroeste de México. *SEPESCA, Instituto Nacional de la Pesca*. CRIP-Guaymas, Sonora. July 1987, 79 p.
- Cisneros-Mata, M. A., M. O. Nevárez-Martínez, M. A. Martínez-Zavala, J. P. Santos-Molina, A. Godínez-Cota y G. Montemayor. 1997. Sinopsis de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1991/1992 a 1995/1996. *Instituto Nacional de la Pesca, Crip Guaymas*, 89 p.
- Clifford, H. T. And W. Stepheson. 1975. An introduction to numerical classification. *Academic Press*, London, 229 p.
- Corro-Espinoza, D. 1992. Composición taxonómica, distribución de la abundancia y diversidad del ictioplancton en el Golfo de California. Verano de 1985. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, 69 p.
- Cota-Meza, M. S. and M<sup>a</sup>. S. Muñetón-Gómez. 1995. Presence of early life stages of *Opistonema libertate* (Günther 1866) in Bahía Concepción, Baja California Sur, México (1990-1991). *Scientia Marina*, 59(3-4): 493-497.
- Cotero-Altamirano, C. E. y Y. Green-Ruiz. 1997. Spawning biomass of the northern anchovy (*Engraulis mordax*) in the Gulf of California during 1991. *CalCOFI Rep.*, 38: 171-179.
- De la Campa, S. y C. Gutiérrez. 1974. Distribución horizontal de huevos y larvas de sardina monterrey y larvas de sardina crinuda y bocona en el Golfo de California. 1972. *Ins. Nal. Pesca*. INP/SC, 2:1-11.
- De la Campa, S. y J. M. Ortiz. 1975. Distribución y abundancia de larvas de peces en el Golfo de California durante abril- mayo de 1973. Con especial referencia a sardina monterrey y japonesa. *Ins. Nal. Pesca*. INP/SC: 1-25.
- De la Campa, S., M. A. Padilla y P. E. Smith. 1976. Estimación de biomasa de reproductores de sardina monterrey (*Sardinops sagax*) a través de censos larvarios. Golfo de California. Temporada 1975. *En: Memorias del Primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros Masivos de México, Ensenada B.C. México*.
- De la Cruz-Agüero, G. 1994. ANACOM: Un sistema para el análisis de comunidades en computadoras personales. Ver. 3.0. *Manual del usuario*. ISBN, México, xi + 99 p.

- Emilsson, I. y M. A. Alatorre. 1997. Evidencias de un remolino ciclónico de mesoescala en la parte sur del Golfo de California. En: *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana: 173-182 pp.
- Esqueda-Escarcega, G. M., 1995. Spatial and temporal distribution of *Scomber japonicus* larvae en the Sea of Cortez (1984-1988). *Scientia Marina*, 59 (3-4): 391-397.
- Field, J. G. And G. McFarlane. 1968. Numerical methods in marine ecology. I. A quantitative similarity analysis of rocky shore samples in False Bay, South Africa. *Zool. Afr.*, 3:119-138.
- Field, J. G., K. R. Clarke y R. M. Warwick. 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 8:37-52.
- Fidler, P. C., 1983. Satellite remote sensing of the habitat of spawning anchovy in the Southern California Bight. *CalCOFI Report*, XXIV: 202-209.
- Fu L. & B. Holt. 1982. Seasat views oceans and sea ice with synthetic aperture radar. *NASA-JPL Publication No. 81-120*. JPL, Pasadena, Cal. USA.
- Funes-Rodríguez, R., M. A. Fernández, y R. Saldierna-Martínez, R. González-Arma, A. Hinojosa-Medina y R. Avendaño-Ibarra. 2000. Comparación del desove de las sardinias crinudas y monterrey (Clupeidae) durante dos eventos El Niño en Bahía Magdalena, B. C. S. 1982-1983. P-29-40. En : *Estudios sobre plancton en México y el Caribe*. E. Ríos-Jara, E. Juárez-Carrillo, M. Pérez-Peña, E. López-Uriarte, E. G. Robles-Jarero, D. u. Hernández-Becerril y M. Silva-Briano (Eds.). Sociedad Mexicana de Planctología y Universidad de Guadalajara, 147 p.
- Funes-Rodríguez, R., R. González A. y A. Esquivel-Herrera. 1995. Distribución y composición específica de larvas de peces durante y después de El Niño, en la costa del Pacífico de Baja California Sur (1983-1985). *Hidrobiológica*, 5(1-2): 113-125.
- Galacatos, K., D. J. Stewart and M. Ibarra. 1996. Fish community patterns of lagoons and associated tributaries in the Ecuadorian Amazon. *Copeia*, 4:875-894.
- García de León, L.A. 1988. Generalidades del análisis de cúmulos y análisis de componentes principales, *Instituto de Geografía*. Universidad Nacional Autónoma de México, 29 p.
- González-Acosta, A. F. 1998. Ecología de la comunidad de peces asociada al manglar del estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis maestría. CICIMAR-IPN, 126 p.



- González-Navarro, E. y R. Saldierna-Martínez. 1997. Zooplancton de la Bahía de La Paz, B.C.S. (1990-1991) In: Urbán, R., J. y M. Ramírez R. (eds). *La Bahía de La Paz*, UABCS-CICIMAR.
- Green-Ruiz, Y. A. y M. G. Aguirre-Medina. 1992. Estimation of the reproductive biomass of the Pacific macarel (*Scomber japonicus* Houuttuyn, 1782) en the Gulf of California ( January-February 1987). *Ciencias Marinas*, 18(4): 135-149.
- Green-Ruiz, Y. y A. Hinojosa-Corona. 1997. Study of the spawning area of the Northern anchovy in the Gulf of California from to 1994, using satellite images of sea surface temperates. *Journal of plankton Research*, 19(8): 957-968.
- Green-Ruiz, Y. y D. Acal-Sánchez. 1987. Distribución y abundancia de larvas de peces y estimación de la biomasa desovante de *Etrumeus teres* (DeKay) en el Golfo de California durante abril de 1985. *Ciencias Marinas*, 13(3): 69-96.
- Green-Ruiz, Y. A. y M. G. Aguirre-Medina. 1988. Abundance and distribution of fish larvae at the California Gulf, during January-February 1987. In: *VII International Symposium on Marine Biology, La Paz, B.C.S. (México)*.
- Grijalva-Chon, J. M., R. Castro-Longoria y A. Bustamante-Monge. 1992. Distribución, abundancia y diversidad de larvas de peces en la laguna costera Santa Rosa, Sonora México. *Cien. Mar.*, 18(2): 153-169.
- Gutiérrez, H. G. y M. A. Padilla-García. 1974. Distribución de huevos y larvas de sardina monterrey y larvas de sardina crinuda en el Golfo de California. 1973. *Ins. Nal. Pesca. INP/SC*, 5: 1-24.
- Hammann, M. G., T. R. Baumgartner and A. Badan-Dangon. 1988. Coupling of the pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic enviroment. *CalCOFI Rep.*, 29: 102-109.
- Hort, J. 1914. Fluctuactions in the great fisheries of northern Europe vived in the light of biological research. *Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer* 20: 1-228.
- Jeffrey, S. W. y Humphrey. 1975. News spectrophotometric aquations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in algal, phytoplankton and higher plants. *Biochem. Physiol. Pfan. B.P.P.*, 167:191-194.
- Jiménez-Pérez, L. C. y J. R. Lara-Lara. 1988. Zooplankton biomass and copepod community structure in the Gulf of California during the 1982-1983 El Niño event. *CalCOFI Rep.*, 29: 122-128.
- Jiménez-Rosenberg, S. P. A. 1998. Descripción del desarrollo larvario de *Eucinostomus gracilis* y larvaria y juvenil de *Eucinostomus dowii* y *Diapterus peruvianus*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, 109 p.

- Jiménez-Rosenberg, S. P. A. y L. Sánchez-Velasco. 1999. Composición y abundancia de larvas de peces en la Bahía de La Paz, B.C.S., durante un mes afectado por el evento El Niño 1997-1998. *En: X Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, a.c.* III Reunión Internacional de Planctología. 28-30 de abril de 1999, 66 p.
- Kennish, M. J. 1990. Ecology of estuaries. Capítulo: Fishes, 291-350 pp. Vol. II. Biological aspects. *CRC. Press, Inc., Boca Raton, Florida*, 391 p.
- Krebs, C. J. 1978. Ecology the experimental analysis of distribution and abundance. 2nd edition. *Harper International, New York*, 678 p.
- Lasker R., 1981. Marine Fish larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries. Washington Sea Grant Program. Seattle and London, 131p.
- Lavaniegos-Espejo, B. E., J. R. Lara-Lara. 1990. Zooplankton of the Gulf of California after the 1982-1983 el niño Event: biomass Distribution and abundance. *Pacific Science*, 44(3): 297-310.
- Lavín, M. F., E. Beier y A. Badan. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escala estacional e Interanual. *En: Contribuciones a la oceanografía física en México. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana: 141-171pp.*
- Leiby, M. M. 1986. Life history and ecology of pelagic fish eggs and larvae. In: K.A. Steidinger y L M. Walker (eds.). *Marine Plankton Life Cycle Strategies*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida: 121-140 pp.
- Loya-Salinas, D. H. y A. M. Escofet. 1990. Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). *Ciencias Marinas*, 16(2):97-115.
- Ludwig, A. J. y J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. *John Wiley & Sons (Eds.)*, U.S.A., 377 p.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. *Princeton University Press, Princeton, New Jersey*, 179 p.
- Margalef, R. 1977. Ecología. Omega. Barcelona, 280 p.
- Martínez-Aguilar, S. y J. A. de Anda-Montanez, 1990. Estimación de la biomasa reproductora de *Scomber japonicus* Hounttyn, en el Golfo de California (marzo 1981). *Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca Sría. Pesca México*, 7: 17-34.
- McGoven, E. G. 1993. Coastal ichthyoplankton assemblages, with emphasis on the southern California Bright. *Bulletin of Marine Sciencia*, 53(2): 692-722.

- Menge, B. A. y T. M. Farrel. 1989. Community structure and interaction web in shallow marine hardbottom communities: Test of an environmental stress model, *Adv. Ecol. Res.*, 19:189-261.
- Moser, G., E. H. Ahlstrom, D. Kramer and E. G. Stevens. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, 17: 112-128.
- Moser, H. G. 1996. The early stages of fishes in the California Current Region. CalCOFI Atlas No. 33. *Allen Press, Inc.*, Lawrence, Kansas, 1505 p.
- Moser, H. G. And P. E. Smith. 1993. Larval fish assemblages of the California Current Region and Their horizontal and vertical distributions across a front. *Bulletin of Marine Science*, 53(2):645-691.
- Muñetón-Gómez, M<sup>a</sup>. S., Ma. S. Cota-Meza, y G. R. Vera. 1994. Primeros registros de la presencia de huevos y larvas de *Sardinops caeruleus* ( Girard, 1856) en Bahía Concepción, B.C.S. *Inv. Mar. CICIMAR*, 9(2): 119-123.
- Olvera-Limas, R. M. 1981 Estimación de la biomasa reproductora de *Sardinops sagax caeruleus*, en la costa oriental del Golfo de California enero de 1976. *Ciencia Pesquera. Ins. Nal. Pesca. Depto. de Pesca*, 1:27-34.
- Olvera-Limas, R. M. y M. A. Padilla-García. 1986. Evaluación de la población de sardina japonesa (*Etrumeus teres*) y monterrey (*Sardinops sagax*) en el Golfo de California. *Ciencia Pesquera. Ins. Nal. Pesca. Sria. de Pesca*, 5:1-15.
- Padilla-García, M. A. 1976a. Distribución y abundancia relativa de huevos y larvas de sardina monterrey y merluza en el Golfo de California. Febrero-Marzo. 1974. *Serie información INP/SC*, 150:1-27.
- Padilla-García, M. A. 1976b. Huevos y larvas de sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) y bocona (*Cetengraulis mysticetus*) del Golfo de California. Diciembre 1974. *Mem. Primer Simp. Nac. Rec. Pesq. Masiv. de México*. SIC. Subsecr. Pesca. Ensenada B. C., (1):15-35.
- Peguero-Icaza, M. 2000. Asociaciones de larvas de peces en Bahía Concepción y su relación con la variabilidad hidrográfica (Junio y Noviembre de 1997). Tesis de Maestría. CICIMAR. La Paz, B.C.S. 70 p.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological Diversity. *Ed. John Wiley & Sons, Inc.*, 165 p.
- Robles, J. M. y S. G. Marinone. 1987. Seasonal and interannual thermohaline variability on the Guaymas Basin in the Gulf of California: *Continental Shelf Research*, 7 (7):715-733.

- Roden, G. I. 1964. Oceanographic aspect of the Gulf de California, in T. H. Van Andel and G. C. Shor, eds., *Marine geology of the Gulf of California: AAPG Memoir 3*, p. 30-58.
- Roden, G. I. and I. Emilsson. 1980. Oceanografía física del Golfo de California. *Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Univ. Nal. Autón. México. Contribución No. 90*, 67 p.
- Roden, G. J. And G. W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *Journal Marine Research*, 18(1): 10-35.
- Roscoe, J. T. 1974. Fundamental Research Statistics for behavioral sciences. 2ª Edición, Ed. *International Series in Decisión Process*.
- Salas-Pérez, J. J. 1996. El intercambio de agua sobre los umbrales del Golfo de California. Tesis de Maestría en Ciencias, Ensenada, B. C., México, 65 p.
- Saldierna-Martínez, R., R. Vera-Alejandre, F. De-Lachica-Bonilla y M. Hernández-Rivas. 1997. Estrategias reproductivas de *Sardinops caeruleus* y *Opisthonema libertate* (Pisces: Clupeidae) en el Golfo de California, México. En: *Informe Técnico del Taller sobre la tendencia actual de las poblaciones de pelágicos menores y su relación con la variabilidad ambiental reciente*. 22-24 de Noviembre de 1995, La Paz, B.C.S., 73-98.
- Sánchez-Velasco, L. y B. Shirasago. 2000. Larval Feeding of *Scomber japonicus* (Pisces: Scombridae) in the Gulf of California and its relation to temperature and chorophyll satellite data. *Pacific Science*, 54(2):127-136.
- Sánchez-Velasco, L., B. Shirasago, M. A. Cisneros-Mata y C. Avalos-García. 2000. Spatial distribution of small pelagic fish larvae in the Gulf of California and its relation to the El Niño 1997-1998. *Journal of Plankton Research*, 22(1):1611-1618.
- Sánchez-Velasco, L., E. Rentería-Cano, A. Zarate-Villafranco y B. Shirasago. 2000. Asociaciones de larvas de peces en el Golfo de California durante otoño-invierno 1998-1999. P. 43-44. En: *Estudios sobre plancton en México y el Caribe*. E. Ríos-Jara, E. Juárez-Carrillo, M. Pérez-Peña, E. López-Uriarte, E. G. Robles-Jarero, D. u. Hernández-Becerril y M. Silva-Briano (Eds.). Sociedad Mexicana de Planctología y Universidad de Guadalajara, 147 p.
- Sánchez-Velasco, L., I. Contreras-Arredondo y G. Esqueda-Escárcega. 1999. Diet composition of *Euthynnus lineatus* and *Auxis* sp. Larvae (Pisces: Scombridae) in the Gulf of California. *Bulletin of Marine Science*, 65(3):687-698.
- Sanders, H. L. 1960. Benthic studies in Buzzards Bay. III The structure of soft bottom community. *Limnol. Oceanogr.*, 5:138-157.

- Sanders, H. L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *Am. Nat.*, 102(925):243-282.
- Santamaría del Angel, E., S. Alvarez-Borrego and F. E. Muller-Karger. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on Coastal Zone Color Scanner imagery. *J. Geophys. Res.*, 99: 7411-7421.
- Santamaría del Angel, E., S. Alvarez-Borrego and F. E. Muller-Karger. 1995b. El Niño in the Gulf of California as seen in Coastal Zone Color Scanner imagery. *J. Geophys. Res.*, 99: 7423-7431.
- Sinclair, M. 1988. Marine Populations. An essay on population regulation and speciation. Washington Sea Grant Program. Seattle and London, 252 p.
- Smith, P. E., and S. L. Richardson. 1977. Standars Techniques for pelagic Fish egg and larva survey. *FAO fish. Tech. Pap.* 175, 100 p.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1969. Biometría. *Ed. Blume*. Barcelona, España, 587 p.
- Stock, G. G. 1976. Modeling of tides and tidal dissipation in the Gulf of California. *Tesis, SCRIPPS. Institution of Oceanography. University of California San Diego*. La Jolla California, 102 p.
- Thomson, D. A., L. T. Findley y A. N. Kertitch. 1979. Reef fishes of the Sea of Cortez. The rocky-shore fishes of the Gulf of California. *The University of Arizona Press*. USA, 302 p.
- Torres-Villegas, J. R., C. G. García-Melgar, V. A. Levy-Pérez y R. I. Ochoa-Baez. 1985. Resultados del crucero 9412 sobre la distribución de huevos de *Sardinops sagax* y temperaturas en la parte media del Golfo de California. *CIBCASIO Transactions*, 10:241-248.
- Valdez-Holguin, J. E. y J. R. Lara-Lara. 1987. Productividad primaria en el Golfo de California, efectos del evento El Niño 1982-1983. *Ciencias Marinas*, 13(2): 34-50.
- Venrick, E. L. y T. L. Hayward. 1984. Determining chlorophyll on the 1984 CalCOFI servers. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Report*, 25:75-79.
- Walker, B. W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of Baja California. In Symposium: The biogeography of Baja California and adjacent seas. Pt. 2. *Marine biotas. Syst. Zool.*, 9(3-4):123-133.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and Measurement of species diversity. *Taxon*, 21:213-251.

ANEXO I. Taxa identificadas en las tres campañas realizadas en el Golfo de California, durante otoño de 1997 y primavera y verano de 1998. Porcentaje de ocurrencia (%) y abundancia promedio (X) en cada una de las temporadas. La abundancia esta expresada como larvas/10 m<sup>2</sup>.

CAMPAÑA	OTOÑO			PRIMAVERA			VERANO		
	No. de estaciones 12			No. de estaciones 18			No. de estaciones 23		
TAXA	Estaciones Positivas	Abundancia X	%	Estaciones Positivas	Abundancia X	%	Estaciones Positivas	Abundancia X	%
<i>Elops affinis</i>							1	8.69	0.04
<i>Albula sp.</i>							1	9.42	0.04
<i>Myrophis vafer</i>	1	10.97	0.12						
<i>Bathycongrus macrurus</i>	2	20.29	0.23						
Heteroconger T1	1	7.40	0.08						
<i>Etrumeus teres</i>							2	59.76	0.25
<i>Harengula thrissina</i>	1	4.76	0.05				1	1.82	0.01
<i>Opisthonema spp.</i>	2	7.41	0.08				6	812.65	3.34
<i>Sardinops caeruleus</i>	2	38.43	0.44						
Clupeidae T1							1	24.56	0.10
<i>Anchoa sp.</i>	2	11.48	0.13				1	19.08	0.08
<i>Cetengraulis mysticetus</i>							2	19.21	0.08
<i>Engraulis mordax</i>	7	1651.59	18.71	6	444.71	10.10			
<i>Leuroglossus stilbius</i>				1	35.18	0.80			
Gonostomatidae T1							6	39.34	0.16
<i>Vinciguermia lucetia</i>	9	489.77	5.55	4	250.41	5.69	15	6039.31	24.82
<i>Stomias atriventer</i>				2	23.61	0.54			
Melanostomiidae T1							1	2.26	0.01
<i>Synodus luciiceps</i>	4	49.01	0.56				3	9.40	0.04
Synodus T1	1	8.12	0.09						
Synodus T2	1	3.36	0.04						
<i>Diaphus pacificus</i>	2	18.16	0.21				1	8.19	0.03
<i>Triphoturus mexicanus</i>	5	126.88	1.44	7	269.84	6.13	15	2813.83	11.57
<i>Benthoosema panamense</i>	12	5052.46	57.23	10	2860.89	65.00	20	10611.22	43.62
<i>Diogenichthys latematus</i>	3	57.21	0.65	6	293.94	6.68	9	279.85	1.15
<i>Hygophum atratum</i>							3	19.48	0.08
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	5	163.82	1.86	3	59.42	1.35	2	17.51	0.07
Bregmacerotidae T1	1	7.92	0.09						
<i>Caelorinchus scaphopsis</i>	1	24.35	0.28	1	5.93	0.13			
<i>Physiculus rastrelliger</i>				2	23.61	0.54			
Physiculus T1	1	8.62	0.10						
<i>Merluccius productus</i>				4	25.56	0.58			
<i>Lepophidium stigmatistium</i>	1	6.44	0.07				4	37.62	0.15
<i>Lophiodes caularis</i>							1	8.09	0.03
<i>Lophiodes spilurus</i>	1	16.24	0.18				2	13.11	0.05
Lophiodes T1	2	19.19	0.22						
<i>Antennarius avalonis</i>							1	8.09	0.03
<i>Zalieutes elater</i>							1	8.69	0.04
<i>Oneirodes spp.</i>							1	14.74	0.06
<i>Hemiramphus saltator</i>	1	4.05	0.05						
<i>Hyporhamphus rosae</i>							1	3.14	0.01
<i>Chelopogon sp.</i>							1	18.83	0.08
Melamphidae T1							1	1.82	0.01
<i>Doryrhamphus excisus excisus</i>							1	8.69	0.04
Sebastes T1							3	24.63	0.10
Sebastes T2							1	5.58	0.02
Sebastes T3	1	8.12	0.09						

## ANEXO I (Continuación)

Pontinus sp.	3	114.88	1.30			4	42.79	0.18	
Pontinus T1	1	7.40	0.08						
<i>Scorpaena guttata</i>	1	9.51	0.11			1	8.19	0.03	
<i>Scorpaena xyris</i>						2	13.67	0.06	
Scorpaenidae T1						1	1.65	0.01	
<i>Prionotus ruscaius</i>	1	24.35	0.28			3	19.05	0.08	
Diplectrum T1	1	4.76	0.05						
Diplectrum T2						1	8.09	0.03	
Paralabrax T1	1	7.40	0.08			1	1.82	0.01	
Paralabrax T2	1	4.76	0.05						
Serranus sp.	1	6.44	0.07			8	75.38	0.31	
Serranus T1	1	4.76	0.05						
<i>Hemanthias signifer</i>	1	6.44	0.07						
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	1	9.51	0.11			3	27.23	0.11	
<i>Paranthias colonus</i>						1	3.30	0.01	
Serranidae T1						1	4.05	0.02	
<i>Apogon atricaudus</i>	1	24.35	0.28			1	5.58	0.02	
<i>Caranx caballus</i>						2	37.71	0.16	
<i>Caranx sexfasciatus</i>						3	8.82	0.04	
Caranx T1						3	90.40	0.37	
Caranx T2						1	5.41	0.02	
<i>Chloroscombrus orqueta</i>						2	38.68	0.16	
Decapterus spp.						1	2.26	0.01	
<i>Oligoplites saurus inornatus</i>						3	14.34	0.06	
<i>Selar crumenophthalmus</i>						3	34.59	0.14	
<i>Trachurus symmetricus</i>				1	7.99 <sup>t</sup>	0.18			
<i>Lutjanus peru</i>						2	9.84	0.04	
<i>Eucinostomus gracilaris</i>	1	10.97	0.12			3	82.73	0.34	
<i>Eucinostomus dowii</i>						12	369.21	1.52	
<i>Diapterus peruvianus</i>						4	119.49	0.49	
<i>Anisotremus davidsonii</i>						4	30.71	0.13	
<i>Orthopristis reddingi</i>						5	48.17	0.20	
<i>Xenistius californiensis</i>						1	61.11	0.25	
Haemulidae T1	2	66.78	0.76			1	151.35	0.62	
Haemulidae T2						4	89.62	0.37	
Haemulidae T3						1	1.82	0.01	
Haemulidae T4	1	8.23	0.09						
<i>Calamus brachysomus</i>						2	9.45	0.04	
Bairdiella T1						1	17.38	0.07	
Sciaenidae T1	1	4.76	0.05						
Sciaenidae T2						1	5.58	0.02	
Sciaenidae T3	1	3.36	0.04						
Mullidae T1						3	47.45	0.20	
<i>Medialuna californiensis</i>						1	1.82	0.01	
Kyphosidae T1						2	7.79	0.03	
Ephippidae T1	1	16.24	0.18						
<i>Abudefduf troschelii</i>						4	155.72	0.64	
<i>Chromis</i> sp.						1	1.82	0.01	
<i>Stegastes rectifraenum</i>						4	117.41	0.48	
Pomacentridae T1	1	8.23	0.09			2	9.55	0.04	
Pomacentridae T2						1	2.26	0.01	
Pomacentridae T3						1	8.19	0.03	
Cirrhitidae T1						1	4.91	0.02	
Opistognathus sp.						1	3.14	0.01	
Howella T1	3	25.35	0.29						
<i>Mugil cephalus</i>	1	16.24	0.18	1	3.19	0.07	7	70.34	0.29
<i>Mugil curema</i>	2	10.76	0.12						
<i>Polydactylus approximans</i>						1	3.14	0.01	
<i>Polydactylus opercularis</i>						2	3.47	0.01	
<i>Halichoeres dlspilus</i>	1	7.40	0.08			1	5.58	0.02	
<i>Halichoeres semicinctus</i>	2	16.35	0.19			2	24.40	0.10	

## ANEXO I (Continuación)

Halichoeres T1					1	4.05	0.02
Thalassoma sp(p).					1	8.09	0.03
Labridae T1					1	8.09	0.03
<i>Labrisomus xanti</i>					1	1.65	0.01
Labrisomidae T1					1	8.10	0.03
Labrisomidae T2			1	10.57	0.24		
<i>Gillellus semicinctus</i>					2	4.86	0.02
<i>Hypsoblennius gentilis</i>					2	15.26	0.06
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	1	8.23	0.09		2	16.39	0.07
<i>Synchiropus atrilabiatus</i>					1	8.09	0.03
<i>Gobulus crescentalis</i>	4	64.60	0.73		4	24.76	0.10
<i>Lythrypnus dalli</i>	5	93.38	1.06	2	12.94	0.29	8
Gobiidae T1	1	4.76	0.05		1	0.81	0.00
Gobiidae T2	1	4.05	0.05				
Gobiidae T3					1	4.91	0.02
Gobiidae T4	1	7.40			1	18.02	0.07
Gobiidae T5	2	17.49	0.20				
Gobiidae T6					1	8.10	0.03
Gobiidae T7					7	80.70	0.33
Gobiidae T8					2	11.93	0.05
<i>Sphyræna ensis</i>					5	37.83	0.16
Gempylidae T1					1	1.65	0.01
<i>Auxis</i> spp.					9	316.58	1.30
<i>Euthynnus lineatus</i>					1	3.64	0.01
<i>Scomber japonicus</i>	1	6.44	0.07	1	19.91	0.45	1
<i>Trichiurus nitens</i>					2	36.06	0.15
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	4	30.44	0.34		1	10.34	0.04
<i>Psenes sio</i>				1	11.88	0.27	
Nomeidae T1					1	23.15	0.10
<i>Citharichthys fragilis</i>	2	110.30	1.25	4	25.36	0.58	
<i>Citharichthys</i> T2				1	1.52	0.03	
<i>Etropus crossotus</i>				1	3.19	0.07	6
<i>Etropus</i> T1	2	38.55	0.44				290.03
<i>Syacium ovale</i>	1	8.12	0.09				1.19
Paralichthyidae T2					1	14.59	0.06
<i>Achirus mazatlanus</i>	1	4.76	0.05		7	116.13	0.48
<i>Symphurus atricaudus</i>				1	11.88	0.27	
<i>Symphurus atramentatus</i>	2	21.93	0.25				
<i>Symphurus oligomerus</i>	1	56.82	0.64				1
<i>Symphurus williamsi</i>	1	25.76	0.29				17.01
<i>Symphurus</i> T1	1	89.30	1.01				0.07
<i>Balistes polylepis</i>					1	1.65	0.01
Sphoeroides T1					1	5.58	0.02
Sphoeroides T2					1	1.63	0.01

ABUNDANCIA TOTAL	8827.591	4401.544	24329.28
NÚMERO DE TAXA	66	21	112
NÚMERO DE MORFOTIPOS	25	2	39
MORFOTIPOS A GÉNERO	14	1	14
MORFOTIPOS A FAMILIA	11	1	25



ANEXO 2. Composición de las larvas de peces en función a la afinidad biogeográfica de los adultos en el Golfo de California. **TR** (tropical), **SBTR** (subtropical), **TM** (templado), **TRAN** (transicional), **WWC** (cosmopólitas de aguas cálidas) y **ETP** (Pacífico Tropical Este). La terminología es de acuerdo a los criterios establecidos por Miller y Lea (1972), Eschmeyer *et al.* (1983), Moser y Smith (1993) y Moser (1996).

<u>FAMILIA</u>	<u>ESPECIE</u>	<u>AFINIDAD</u>
Elopidae	<i>Elops affinis</i>	TR-SBTR-TM
Albulidae	<i>Albula sp.</i>	TR-SBTR-TM
Ophichthidae	<i>Myrophis vafer</i>	TM-SBTR
Congridae	<i>Bathycongrus macrurus</i>	TR
Clupeidae	<i>Etrumeus teres</i>	ETP
	<i>Harengula thrissina</i>	TR-SBTR-TM
	<i>Opisthonema spp.</i>	TR-SBTR-TM
	<i>Sardinops caeruleus</i>	TRAN
Engraulidae	<i>Engraulis mordax</i>	TRAN-TM
	<i>Anchoa sp.</i>	TRAN
	<i>Cetengraulis mysticetus</i>	TR-SBTR
Bathylagidae	<i>Leuroglossus stilbius</i>	TRAN
Phosichthyidae	<i>Vinciguerria lucetia</i>	ETP
Stomiidae	<i>Stomias atriventer</i>	TRAN-SBTR
Synodontidae	<i>Synodus lucioceps</i>	TR-SBTR
Myctophidae	<i>Diaphus pacificus</i>	ETP
	<i>Triphoturus mexicanus</i>	SBTR
	<i>Benthoosema panamense</i>	TR-SBTR
	<i>Diogenichthys laternatus</i>	ETP
	<i>Hygophum atratum</i>	TR
Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros bathymaster</i>	TR-SBTR
Macrouridae	<i>Caelorinchus scaphopsis</i>	SBTR
Moridae	<i>Physiculus rastrelliger</i>	TR-SBTR-TM
Merlucciidae	<i>Merluccius productus</i>	ETP
Ophidiidae	<i>Lepophidium stigmatistium</i>	TR-SBTR
Lophiidae	<i>Lophiodes caularis</i>	TR-SBTR-TM
	<i>Lophiodes spilurus</i>	TR-SBTR-TM
Antennariidae	<i>Antennarius avalonis</i>	TR-SBTR-TM
Ogcocephalidae	<i>Zalieutes elater</i>	TR-SBTR
Oneirodidae	<i>Oneirodes spp.</i>	TR-SBTR-TM
Hemiramphidae	<i>Hemiramphus saltator</i>	TR
	<i>Hyporhamphus rosae</i>	TR-SBTR-TM
Exocoetidae	<i>Cheilopogon sp.</i>	TRAN-SBTR
Syngnathidae	<i>Doryrhamphus excisus excisus</i>	TR-SBTR-TM
Scorpaenidae	<i>Pontinus sp.</i>	TR-SBTR
	<i>Scorpaena guttata</i>	TRAN-SBTR

<u>FAMILIA</u>	<u>ESPECIE</u>	<u>AFINIDAD</u>
	<i>Scorpaena xyris</i>	TR-SBTR-TM
Triglidae	<i>Prionotus ruscarius</i>	TR-SBTR
Serranidae	<i>Serranus sp.</i>	TR
	<i>Hemanthias signifer</i>	TR-SBTR-TM
	<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	TR-SBTR
	<i>Paranthias colonus</i>	TR-SBTR-TM
Apogonidae	<i>Apogon atricaudus</i>	TR-SBTR
Carangidae	<i>Caranx caballus</i>	TR-SBTR
	<i>Caranx sexfasciatus</i>	TR
	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	TR-SBTR-TM
	<i>Decapterus spp.</i>	TR
	<i>Oligoplites saurus inornatus</i>	TR
	<i>Selar crumenophthalmus</i>	WWC
	<i>Trachurus symmetricus</i>	TRAN
Lutjanidae	<i>Lutjanus peru</i>	TR-SBTR
Gerreidae	<i>Eucinostomus gracilaris</i>	TRAN-SBTR
Haemulidae	<i>Anisotremus davidsonii</i>	TRAN-SBTR
	<i>Orthopristis reddingi</i>	TR-SBTR
	<i>Xenistius californiensis</i>	TR-SBTR-TM
Sparidae	<i>Calamus brachysomus</i>	TR-SBTR-TM
Mullidae	Mullidae T1	TR-SBTR
Kyphosidae	<i>Medialuna californiensis</i>	TRAN-SBTR
Pomacentridae	<i>Abudefduf troschelii</i>	TR-SBTR
	<i>Chromis sp.</i>	TRAN
	<i>Stegastes rectifraenum</i>	TR-SBTR
Cirrhitidae	Cirrhitidae T1	TR-SBTR
Ophistognathidae	<i>Opistognathus sp.</i>	TR-SBTR
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	TR
Polynemidae	<i>Polydactylus approximans</i>	TR-SBTR-TM
	<i>Polydactylus opercularis</i>	TR-SBTR-TM
Labridae	<i>Halichoeres dispilus</i>	TR
	<i>Halichoeres semicinctus</i>	TRAN-SBTR
	<i>Thalassoma sp.(p).</i>	TRAN-SBTR
Labrisomidae	<i>Labrisomus xanti</i>	TR-SBTR
Dactyloscopidae	<i>Gillellus semicinctus</i>	TR-SBTR
Blennidae	<i>Hypsoblennius gentilis</i>	TM-SBTR
	<i>Ophioblennius steindachneri</i>	TR-SBTR
Callionymidae	<i>Synchiropus atrilabiatus</i>	TR
Gobiidae	<i>Gobulus crescentalis</i>	TR
	<i>Lythrypnus dalli</i>	TM-SBTR
Sphyraenidae	<i>Sphyraena ensis</i>	TR-SBTR
Gempylidae	Gempylidae T1	WWC
Scombridae	<i>Auxis spp.</i>	TR
	<i>Euthynnus lineatus</i>	TR-SBTR
	<i>Scomber japonicus</i>	TRAN-SBTR

**FAMILIA****ESPECIE****AFINIDAD**

	<i>Psenes sio</i>	TR
Trichiuridae	<i>Trichiurus nitens</i>	TRAN-SBTR
Nomeidae	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	TR-SBTR
Paralichthyidae	<i>Citharichthys fragilis</i>	TR
	<i>Etropus crossotus</i>	TR-SBTR
	<i>Syacium ovale</i>	TR-SBTR
Achiridae	<i>Achirus mazatlanus</i>	TR
Cynoglossidae	<i>Symphurus atricaudus</i>	TRAN-SBTR
Balistidae	<i>Balistes polylepis</i>	TR-SBTR-TM