



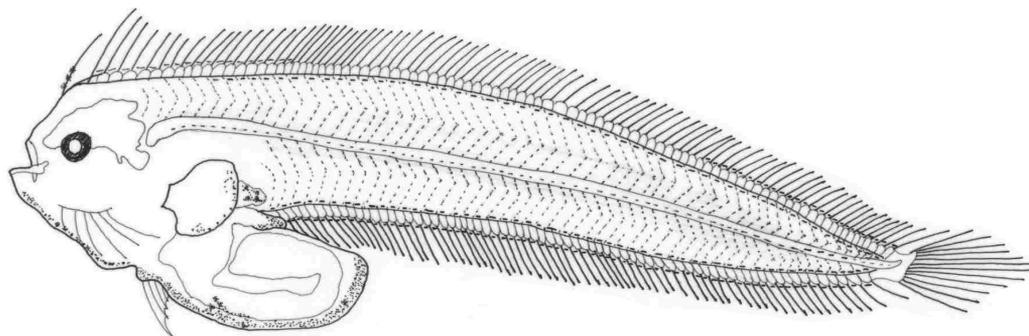
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

DEPARTAMENTO DE PLANCTON Y ECOLOGÍA MARINA



IPN-CICIMAR

GRUPOS DE LARVAS DE PECES RECURRENTES
EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR
Y REGIÓN CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA



TESIS

que para obtener el grado de
Doctor en Ciencias Marinas
presenta:

Gerardo Aceves Medina

Director de Tesis
Dr. Daniel Lluch-Belda

La Paz. B.C.S., Abril del 2003

Agradecimientos.

Quiero agradecer al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN, institución a la que le guardo un especial afecto porque a través de ella, he logrado muchas de mis metas profesionales. Al CONACyT, al Programa Institucional de Formación de Investigadores del IPN (PIFI) y a la Fundación TELMEX la beca de estudios que cada uno me facilitó durante mis estudios de doctorado. Así como al programa IMECOCAL (CONACYT G0041-T9607 y G35326-T) y los proyectos del IPN, con claves CGPI-988010, -990380 -2000378, -20010318, 200202y -20020378.

Agradezco de manera especial al Dr. Daniel Lluch Belda, que aceptó la dirección de este trabajo. Debo reconocer su enorme esfuerzo y paciencia en la revisión del gigantesco y confuso manuscrito que le entregué por primera vez. Sus comentarios y los del resto del comité revisor (Dr. Paul E. Smith, Dr. José Luis Castro, Dr. Jon Elorduy y Dr. Casimiro Quiñones), me ayudaron a poner orden y clarificar las ideas del trabajo.

Agradezco al Dr. Paul E. Smith por dedicarme parte de su tiempo en una fructífera estancia en el Southwest Fisheries Science Center. A William Watson (SWFSC) y al Dr. Thomas A. Munroe (Smithsonian Nat. Museum of Nat. Hist.) por la revisión y comentarios de secciones sobre el Golfo de California, y a Elaine Sandknop por la revisión del inglés de parte de los manuscritos.

Debo reconocer la ayuda invaluable de mis compañeros de trabajo: El Dr. René Funes, puso a mi disposición la base de datos de las larvas de peces de la costa occidental de Baja California Sur (1983-1985); el M. en C. Ricardo Saldierna, me facilitó los datos de sardinias del Golfo de California y la base de datos de larvas del crucero GOLCA 8608; el Biól. Mar. Alejandro Hinojosa que me proporcionó la base de datos de larvas del crucero GOLCA 8709; El M. en C. René Rebollar, me facilitó los datos de abundancia de larvas del género *Auxis* en el Golfo de California; y El Biól. Mar. Martín Hernández Rivas, me proporcionó el tiempo de dos especialistas (Raymundo y Alejandro), para terminar de identificar las larvas de dos cruceros de la costa occidental de Baja California Sur.

A Sylvia Patricia A. Jiménez, que además de regalarme su amistad, siempre estuvo en la disposición de ayudarme en la identificación de larvas, la captura de datos y la traducción al inglés de partes del manuscrito, y a Liza, que además de convertirse rápidamente en mi amiga, también puso su granito de arena en la revisión de los listados sistemáticos.

También agradezco a todos mis amigos y compañeros del departamento de Plancton y Ecología Marina que me han hecho más sencillo el trabajo: Alex, Rogelio, Andrés, René, Ricardo, Roxana, Rocio, Raymundo, Sergio y Gaby.

A Enrique González y Ricardo Saldierna, dos de mis mejores amigos, y a quienes hago culpables directos de mi gusto por el ictioplancton.

A Juan, Silvia, Mariana, Nadia y Betsy por todo lo que he recibido de ellos en los buenos y malos momentos.

No encuentro palabras para agradecer a Cristina toda la ayuda que me ha dado desde que tuve la fortuna de toparme con ella. Gracias a ella he podido llevar a cabo éste y muchos otros proyectos de vida, los dos mejores son Andrea y Elisa, a quienes simplemente, agradezco esa inmensa alegría que me regalan cada día.

A mis padres, Ramón y Mary, y a mis hermanas Carmelita, Paty, Susy, Ale y Vicky por estar conmigo en todo momento.

ÍNDICE DE TABLAS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	x
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Las asociaciones como indicadores bióticos del ambiente.....	2
1.2 Antecedentes generales de la costa occidental de Baja California Sur.....	3
1.3 Antecedentes generales del Golfo de California.....	6
2.- HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	8
3.- OBJETIVO GENERAL.....	8
3.1 Objetivos particulares.....	8
4.- ÁREA DE ESTUDIO.....	8
4.1 Golfo de California.....	8
4.2 Costa occidental de Baja California Sur.....	10
5.- MÉTODOS.....	12
5.1 Muestreos.....	12
5.2 Análisis de diversidad.....	14
5.3 Análisis de asociaciones.....	15
5.4 Análisis de distribución vs temperatura del mar.....	18
6.- RESULTADOS.....	19
6.1 El Golfo de California.....	19
6.1.1 Temperatura del mar.....	19
6.1.2 Descripción general de la comunidad.....	20
6.1.3 Diversidad.....	23
6.1.4 Análisis de asociaciones.....	25
6.1.5 Análisis de grupos recurrentes.....	42
6.1.6 Distribución y Abundancia vs. Temperatura superficial.....	46
6.2 La costa occidental de Baja California Sur.....	49
6.2.1 Temperatura del mar.....	49
6.2.2 Descripción general de la comunidad.....	51
6.2.3 Diversidad.....	56
6.2.4 Análisis de asociaciones.....	59
6.2.5 Análisis de grupos recurrentes.....	73
6.2.6 Distribución y Abundancia vs. Temperatura superficial.....	87
7.- DISCUSIÓN.....	80
7.1 El Golfo de California.....	80
7.1.1 Patrones de diversidad.....	83
7.1.2 Patrones generales de distribución.....	84
7.1.3 Asociaciones.....	86
7.2 La costa occidental de Baja California Sur.....	95

7.2.1 Patrones de diversidad.....	101
7.2.2 Patrones generales de distribución.....	102
7.2.3 Asociaciones.....	109
8.- CONCLUSIONES.....	114
9.- BIBLIOGRAFÍA.....	121
Anexo 1.....	I
Anexo 2.....	XII
Anexo 3.....	XVIII
Anexo 4.....	XX
Anexo 5.....	XXI
Anexo 6.....	XXII
Anexo 7.....	XXIII
Anexo 8.....	XXVIII
Anexo 9.....	XXX
Anexo 10.....	XXXIV
Anexo 11.....	XLIII

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Características de los cruceros oceanográficos realizados en el Golfo de California y la costa occidental de Baja California Sur en el periodo 1983-1988.
- Tabla 2.- Listado taxonómico de familias ordenadas por abundancia relativa.
- Tabla 3.- Abundancia total estandarizada por crucero oceanográfico para las especies más abundantes y frecuentes del Golfo de California.
- Tabla 4.- Abundancia y número de especies de larvas de peces por hábitat: (pc) pelágico costero; (po) epipelágico oceánico; (mp) mesopelágico; (bp) batipelágico; (ds) demersal somero; (dp) demersal de profundidad; (nd) no determinados. Los números entre paréntesis son los porcentajes por estación del año calculados excluyendo nd.
- Tabla 5.- Abundancia y número de especies de larvas de peces por afinidad faunística: (Tr-SbTr) tropical/subtropical; (Trans) transicional; (Tm) templada; (Ad) amplia distribución; y (nd) no determinados. Los números entre paréntesis son los porcentajes por estación del año calculados excluyendo nd.
- Tabla 6.- Parámetros calculados de las curvas de acumulación de especies y riqueza específica usando la función de dependencia exponencial.
- Tabla 7.- Grupos recurrentes de larvas de peces en el Golfo de California. Nivel crítico 0.3.
- Tabla 8.- Grupos recurrentes de larvas de peces en el Golfo de California (periodo 1984-1988). Nivel crítico 0.5.
- Tabla 9.- Valores de los parámetros de la prueba de bondad de ajuste *Ji-Cuadrada*.
- Tabla 10.- Listado taxonómico de familias ordenadas por abundancia relativa.
- Tabla 11.- Abundancia total estandarizada por crucero oceanográfico para las especies más abundantes de la Costa Occidental de Baja California Sur.
- Tabla 12.- Abundancia y número de especies de larvas de peces por hábitat: (pc) pelágico costero; (po) epipelágico oceánico; (mp) mesopelágico; (bp) batipelágico; (ds) demersal somero; (dp) demersal de profundidad; (nd) no determinados. Los números entre paréntesis son los porcentajes por estación del año calculados excluyendo nd.
- Tabla 13.- Abundancia y número de especies de larvas de peces por afinidad faunística: (Tr-SbTr) tropical/subtropical; (Trans) transicional; (Tm) templada; (Ad) amplia distribución; y (nd) no determinados. Los números entre paréntesis son los porcentajes por estación del año calculados excluyendo nd.
- Tabla 14.- Parámetros calculados de las curvas de acumulación de especies y riqueza específica usando la función de dependencia exponencial.

- Tabla 15.- Grupos recurrentes de larvas de peces en la costa occidental de Baja California Sur. Nivel crítico 0.3.
- Tabla 16.- Grupos recurrentes de larvas de peces en la costa occidental de Baja California Sur. Nivel crítico 0.4.
- Tabla 17.- Grupos recurrentes de larvas de peces en la costa occidental de Baja California Sur. Nivel crítico 0.5.
- Tabla 18.- Valores de los parámetros de la prueba de bondad de ajuste *Ji-Cuadrada*.
- Tabla 19.- Cuadro comparativo para los 23 *taxa* más abundantes en el Golfo de California durante 1956-1957 (Moser *et al.*, 1974) y 1984-1988. No se incluyen los *taxa* no identificados ni los desintegrados.
- Tabla 20.- Abundancia relativa (%) por hábitat de acuerdo a la distribución de los adultos.
- Tabla 21.- Comparativo de la abundancia y frecuencia de aparición de *E. mordax* en la región central del Golfo de California. Los datos de abundancia total, número total de estaciones muestreadas y número de estaciones positivas del periodo 1998-1999, fueron tomados directamente de Sánchez-Velázco *et al.* (2000). La abundancia promedio por estación y la frecuencia porcentual de aparición de ese mismo periodo son calculadas aquí a partir de los datos base.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Area de estudio. La línea punteada representa el límite sur del área muestreada.

Figura 2.- Estaciones de muestreo para el Golfo de California.

Figura 3.- Estaciones de muestreo para la costa occidental de Baja California Sur.

Figura 4.- Temperatura superficial promedio (°C) por estación del año.

Figura 5.- Análisis de agrupamiento en modo Q de las especies más abundantes y frecuentes. Los valores en el eje de la gráfica corresponden al índice de similitud de Bray-Curtis y están expresados en porcentaje.

Figura 6.- Histograma de número de especies por estación de muestreo.

Figura 7.- Curva de rarefacción integrada 1984-1988. La curva al interior del recuadro corresponde al ajuste con los datos observados y al exterior con los datos extrapolados.

Figura 8.- Curvas de rarefacción para: 1) Febrero de 1988; 2) Abril de 1985; 3) Abril de 1984; 4) Noviembre de 1987; 5) Noviembre de 1986; 6) Noviembre-Diciembre de 1984; 7) Septiembre de 1987; 8) Junio de 1986; 9) Agosto de 1986 y; 10) Julio de 1984.

Figura 9.- Índice de diversidad de Shannon por estación del año: A) Primavera; B) Verano; C) Otoño; D) Invierno.

Figura 10.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Primavera.

Figura 11.- Distribución de larvas de las especies de peces más abundantes durante el periodo de primavera. Los valores de abundancia son los promedios calculados por estación listados en el Anexo 3. La escala está expresada en número de organismos en 10 m² de superficie marina.

Figura 12.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización del Golfo de California para el periodo de primavera. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis.

Figura 13.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Verano.

Figura 14.- Distribución de larvas de las especies de peces más abundantes durante el periodo de verano. Los valores de abundancia son los promedios calculados por estación, listados en el Anexo 4. La escala está expresada en número de organismos en 10 m² de superficie marina.

- Figura 15.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización del Golfo de California para el periodo de verano. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis.
- Figura 16.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Otoño.
- Figura 17.- Distribución de larvas de las especies de peces más abundantes durante el periodo de Otoño. Los valores de abundancia son los promedios calculados por estación, listados en el Anexo 4. La escala está expresada en número de organismos en 10 m² de superficie marina.
- Figura 18.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización del Golfo de California para el periodo de Otoño. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis.
- Figura 19.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Invierno.
- Figura 20.- Distribución de larvas de las especies de peces mas abundantes durante el periodo de Invierno. (GOLCA 8802). La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.
- Figura 21.- Distribución de larvas de las especies de peces mas abundantes durante el periodo de Invierno. (GOLCA 8802). La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.
- Figura 22.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización del Golfo de California para el periodo de Invierno. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis.
- Figura 23.- Dendrograma por Grupos temporales (GT) y Grupos de especies (GE). Los valores en el eje de las gráficas de agrupación corresponden al Índice de similitud de Bray-Curtis y están expresados en % y los números en la tabla representan la abundancia total por crucero para cada especie. En la gráfica inferior se representa la variabilidad de la temperatura superficial del mar con su respectivo error estándar (línea continua) y la temperatura promedio a 50 m de profundidad (barras).
- Figura 24. Grupos de larvas de peces recurrentes del Golfo de California obtenidos a un nivel crítico de 0.4. Los géneros subrayados representan el nombre asignado a cada grupo. Los valores asociados a cada línea representan el número de pares intergrupales significativos dividido por el total de pares posibles.
- Figura 25. Distribución de los grupos recurrentes por estación del año. La abundancia esta expresada en número de organismos en 10 m² de superficie marina.

- Figura 26.- A) Abundancia relativa de los grupos recurrentes por intervalo de temperatura superficial del mar y B) Porcentaje de estaciones positivas por intervalo de temperatura (1984-1988).
- Figura 27.- Datos observados (barras) y esperados (línea continua) para los grupos A) ENGRAULIS y B) SARDINOPS.
- Figura 28.- Temperatura superficial promedio (°C) por estación del año.
- Figura 29.- Temperatura superficial (°C) por crucero oceanográfico.
- Figura 30.- Temperatura superficial (°C) por crucero oceanográfico.
- Figura 31.- Análisis de agrupación de las especies más abundantes, en modo Q. Los valores en el eje del dendrograma corresponden al índice de similitud de Bray-Curtis y están expresados en %.
- Figura 32.- Valores promedio de temperatura superficial del mar (°C) para cada crucero oceanográfico (barras), y valores promedio por periodo con sus respectivos errores estandar (lineas). Los periodos corresponden a los grupos formados en el AG en modo Q de la figura 32.
- Figura 33.- Histograma del número de especies por estación de muestreo.
- Figura 34.- Curva de rarefacción del periodo 1983-1987. Las líneas vertical y horizontal marcan el límite entre la curva ajustada con los datos observados (interior) y los datos extrapolados.
- Figura 35.- Curvas de rarefacción para: A) Invierno; B) Primavera; C) Verano-Otoño (periodo frío); D) Verano-Otoño (periodo cálido).
- Figura 36.- Índice de diversidad de Shannon-Weaver por estación del año.
- Figura 37.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Primavera.
- Figura 38.- Distribución de larvas de las especies más abundantes durante el periodo de primavera. La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.
- Figura 39.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización de la costa occidental de Baja California Sur para el periodo de Primavera. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis. La línea roja representa el límite de la isobata de los 200 m.
- Figura 40.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Verano-Otoño (periodo frío).

- Figura 41.-Distribución de larvas de las especies más abundantes durante el periodo frío de verano-otoño. La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.
- Figura 42.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización de la costa occidental de Baja California Sur para el periodo frío de Verano-Otoño. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis. La línea roja representa el límite de la isóbata de los 200 m.
- Figura 43.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Verano-Otoño (periodo cálido).
- Figura 44.-Distribución de larvas de las especies más abundantes durante el periodo cálido de verano-otoño. La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.
- Figura 45.-Distribución de larvas de las especies más abundantes durante el periodo cálido de verano-otoño. La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.
- Figura 46.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización de la costa occidental de Baja California Sur para el periodo frío de Verano-Otoño. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis. La línea roja representa el límite de la isobata de los 200 m.
- Figura 47.- Análisis de componentes principales para el periodo de Invierno.
- Figura 48.-Distribución de larvas de las especies más abundantes durante el periodo de invierno. La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.
- Figura 49.- Dendrograma en modo R para el periodo de Invierno.
- Figura 50.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización de la costa occidental de Baja California Sur para el periodo de Invierno. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis. La línea roja representa el límite de la isobata de los 200 m.
- Figura 51.- Análisis de grupos en modo R. Los valores en el dendrograma (%) corresponden al índice de similitud de Bray-Curtis y en la tabla se observa la abundancia total por crucero.
- Figura 52.- Grupos recurrentes de larvas de peces de la costa occidental de Baja California Sur, obtenidos a un nivel crítico de 0.4. Los géneros subrayados representan el nombre asignado a cada grupo. Los valores asociados a cada línea representan el número de pares intergrupales significativos dividido entre el total de pares posibles.
- Figura 53.- Distribución del grupo recurrente **TRIPHOTURUS** y **VINCIGUERRIA** por estación del año. V-O (Verano-Otoño). La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.

- Figura 54.- Distribución de los grupos recurrentes durante: A) primavera; B a I) verano-otoño (cálido).
- Figura 55.- A) Abundancia relativa de los grupos recurrentes de la costa occidental de Baja California Sur por intervalo de temperatura superficial del mar; y B) Porcentaje de estaciones positivas por intervalo de temperatura (1983-1987).
- Figura 56.- Abundancia relativa por intervalo de temperatura superficial del mar (línea continua) y porcentaje de estaciones positivas por intervalo de temperatura (barras) para: A) Grupo **VINCIGUERRIA**; B) Grupo **TRIPHOTURUS**.
- Figura 57.- Anomalías térmicas para la costa occidental de Baja California (línea continua) vs. Anomalías de la abundancia promedio por crucero (Barras) para: A) Grupo **VINCIGUERRIA**; B) Grupo **TRIPHOTURUS**.
- Figura 58.- Regionalización del Golfo de California basada en la composición y diversidad de especies, así como en los patrones de distribución y abundancia de larvas de peces recolectadas entre 1984-1988.
- Figura 59.- Regionalización del Golfo de California basada en las asociaciones de larvas de peces entre 1984-1988. A) Primavera; B) Verano; C) Otoño; y D) Invierno.
- Figura 60.- Índice Multivariado ENSO (MEI). Fuente www.cdc.noaa.gov/ENSO/enso.mei_index.html.
- Figura 61. Anomalías térmicas registradas para el área del Pacífico mexicano entre 21° y 17° latitud norte, de acuerdo a los datos presentados por Gómez-Gutierrez *et al.* (1995).
- Figura 62.- A) Distribución horizontal de la temperatura (°C) a 50 m de profundidad; B) Distribución horizontal de la salinidad a 50 m de profundidad y C) salinidad en superficie. Los mapas se realizaron tomando como base los datos de Cervantes-Duarte y Guerrero-Godínez (1992) para la primavera de 1986.
- Figura 63.- A) Distribución de las masas de agua de acuerdo a los valores de temperatura y salinidad, entre 0 y 5 m; B) Distribución de las masas de agua de acuerdo a los valores de temperatura y salinidad entre 20 m y 75 m; C) Perfil vertical de temperatura (°C) sobre el transecto paralelo a la costa para verano de 1987 (CICIMAR 8707) de acuerdo a los datos proporcionados por Cervantes-Duarte *et al.* (1989).
- Figura 64.- Distribución de las masas de agua de acuerdo a los valores de temperatura y salinidad entre A) superficie y B) 50 m (CICIMAR 8508). Distribución de las masas de agua de acuerdo a los valores de temperatura y salinidad entre C) superficie, D) 25 m y E) 50 m (CICIMAR 8508). F) Perfil vertical de temperatura (°C) sobre el transecto paralelo a la costa en el verano de 1985 (CICIMAR 8508) de acuerdo a los datos proporcionados por Cervantes-Duarte *et al.* (1988, 1989) y Cervantes-Duarte y Guerrero-Godínez (1992).

RESUMEN

Se estudió la variabilidad espacial y temporal de la composición de especies, así como de los patrones generales de distribución, y las asociaciones de larvas de peces en el Golfo de California y la costa occidental de Baja California Sur, entre 1984 y 1988. El material biológico, proviene de 22 cruceros oceanográficos, en los que se realizaron 1020 arrastres oblicuos de plancton con redes tipo Bongo, de donde se extrajeron las larvas de peces de la red de 505 μm . El estudio de la composición de especies permitió la elaboración de dos listados sistemáticos que incluyen 283 taxa identificados para el Golfo de California y 241 para la costa occidental de Baja California Sur. El análisis de la taxocenosis de larvas de peces, se elaboró utilizando la técnica de Componentes Principales y el Análisis de Grupos, que permitieron la caracterización de grupos de especies, definidos por los gradientes espaciales y temporales de su distribución y abundancia. Espacialmente, en el Golfo de California, los gradientes de distribución son principalmente latitudinales, con una taxocenosis de afinidad templado-subártica al norte, y una de afinidad tropical-subtropical en el sur, cuyas áreas de distribución se expanden y contraen, coincidiendo con los patrones generales de circulación de las principales corrientes y masas de agua a lo largo del año. Temporalmente, el sistema presenta dos estados principales, el primero de verano caracterizado por el predominio de una comunidad tropical, y el segundo de Invierno, con una dominancia de especies templado-subárticas y subtropicales, entre estos hay dos periodos de transición, en los que se observa una codominancia de especies pelágico-costeras y mesopelágicas que convergen en la región central del Golfo de California. No obstante que se observaron diferencias entre años, la variabilidad más importante en la composición y abundancia de especies es estacional. El Análisis de Grupos Recurrentes, permitió el establecimiento de grupos de especies que definen tres regiones faunísticas, coincidentes con los gradientes de temperatura superficial, y que permitieron establecer un criterio de división del golfo, basado en las isotermas de 18 °C y 21 °C. En contraparte, en la costa occidental de Baja California Sur, los gradientes de distribución son principalmente océano-costa, y los límites de distribución de los grupos formados, parecen estar más definidos por el hábitat de desove de los adultos, componiéndose de un complejo oceánico y uno costero, que convergen en la isóbata de 200 m, y que ocasionan un efecto de borde a lo largo de esta zona. Temporalmente, en la costa occidental de Baja California Sur, se define un periodo de invierno, uno de primavera, y uno de verano-otoño, éste último se caracteriza por una alta diversidad de especies demersales de zonas someras. A diferencia del Golfo de California, en la costa Occidental de Baja California Sur, las variaciones más importantes en la taxocenosis de larvas de peces, fueron entre los años, lo cual se reflejó en la separación de un grupo de verano-otoño frío, asociado a temperaturas bajas y menor diversidad de especies, comparativamente con el grupo de verano-otoño cálido en el que las anomalías térmicas positivas coinciden con la presencia de dos fenómenos de El Niño (1982-1983 y 1987) y en la presencia de especies tropicales poco comunes en la zona. El fenómeno de El Niño, parece ser un factor fundamental que, en la costa occidental de Baja California Sur, determina la expansión hacia el norte de la comunidad tropical sureña, y su contracción hacia el sur durante años no-El Niño. El análisis comparativo de los grupos recurrentes en ambos sistemas, muestra que las asociaciones de larvas de peces, reflejan las características ambientales de la zona, y que su recurrencia en espacio y tiempo, sugiere que estas pueden ser utilizadas como indicadores bióticos del cambio ambiental, y como elementos de decisión en la delimitación de regiones faunísticas.

1. INTRODUCCIÓN

Desde su inicio la ciencia pesquera ha considerado que los cambios en las poblaciones de peces son el resultado de un equilibrio dinámico entre los procesos de pérdida y ganancia de biomasa que, a su vez, están determinados de manera importante por el esfuerzo pesquero y el reclutamiento. Si bien se reconoce que el reclutamiento guarda estrecha relación con procesos denso-dependientes y que las relaciones entre especies son un elemento importante que afecta directamente la sobrevivencia, poco se han explorado las interacciones multiespecíficas durante los primeros estadios de vida de los peces, particularmente desde el aspecto básico de la identificación de las asociaciones entre especies.

En general, se acepta que la sobrevivencia de las larvas de peces está determinada más por la intensidad de las agregaciones que por la abundancia de los organismos (Vlymen 1977, Heweit 1981, Smith 1981); y la distribución agregada del ictioplancton se considera como una estrategia cuya ventaja principal es la protección contra depredadores, por el descenso en la probabilidad de contacto con el depredador, favoreciendo como consecuencia el éxito en el reclutamiento (Heweit 1981, Hunter 1981, Lasker 1981, Smith 1981).

Una hipótesis reciente, derivada de las ventajas que ofrece la intensidad de las agregaciones y la distribución en manchas o enjambres del ictioplancton, es la propuesta por Frank y Leggett (1983) y Somarakis *et al.* (2000), quienes observaron que la sincronización en espacio y tiempo del desove de diversas especies de peces demersales ofrece ciertas ventajas, definidas principalmente por la reducción en la probabilidad de encuentro con el depredador, sobre todo en especies poco abundantes asociadas a especies dominantes, de modo tal que a un nivel más amplio, las asociaciones entre larvas de peces representan unidades funcionales sujetas a selección natural y con valor adaptativo que resultan de respuestas similares entre las especies al ambiente en el que se desarrollan. No obstante, las asociaciones observadas entre especies incluyen también procesos de competencia y depredación (Moser *et al.* 1987).

Esta hipótesis de trabajo, obliga por lo tanto a analizar los cambios en la distribución y abundancia de los peces como resultado no sólo de las respuestas individuales de cada especie al las variables físicas y químicas del ambiente, sino también a sus interacciones con otras especies a lo largo de sus diferentes estadios de vida. Debido a las dificultades asociadas a la identificación del ictioplancton, el estudio de las interacciones entre larvas de peces en el medio natural es limitado, sin embargo en los últimos años se observa un creciente número de investigaciones tendientes a identificar la naturaleza de las asociaciones de peces en sus estadios planctónicos (Lavet-Smith *et al.* 1987, Sabatés 1990, Doyle *et al.* 1993, Leis 1993, Richards *et al.* 1993, Moser y Smith 1993, Olivar y Shelton 1993, Dickey-Collas *et al.* 1996, Gray 1996 a, b, Grioche y Koubi 1997, Smith *et al.* 1999, Witting *et al.* 1999, Sanvicente-Añorve *et al.* 2000, Gray y Miskiewicz 2000) que permiten establecer los siguientes aspectos básicos:

- 1) Caracterizar los complejos multiespecíficos presentes en diversas regiones del océano.
- 2) Analizar su dinámica espacial y temporal.
- 3) Analizar la naturaleza y el grado de interacción entre las especies involucradas.
- 4) Probar si las asociaciones son unidades funcionales con valor adaptativo.

Este trabajo está orientado esencialmente hacia los dos primeros objetivos, que pueden considerarse como punto de partida para estudiar la existencia de las asociaciones como unidades

funcionales, en dos regiones en las que se presentan fuertes contrastes ambientales y faunísticos tanto espacial como temporalmente, el Golfo de California y la costa occidental de Baja California Sur.

1.1 Las asociaciones como indicadores bióticos del ambiente

El desarrollo de la biogeografía pelágica marina ha descansado fundamentalmente en la fase descriptiva de cómo están distribuidas las especies y cuáles son las causas actuales y pasadas que explican esta distribución. Si bien estos aspectos aún están lejos de haber sido concluidos, el análisis de cómo se distribuyen los ecosistemas en los océanos ha tenido un avance considerable en los trabajos desarrollados por Ekman (1953), Briggs (1974) y Longhurst (1998).

Con el inicio de los primeros trabajos se observó que la distribución de las especies seguía gradientes reconocibles asociados a variables ambientales, con lo que diversos organismos comenzaron a ser utilizados como indicadores de características específicas, tales como temperatura, corrientes, masas de agua, áreas de surgencias, etc. Con el avance de estos estudios, el análisis de comunidades mostró ventajas no sólo en relación a su uso como indicadores del ambiente, sino también en cuanto a la delimitación de fronteras entre ecosistemas (Fager 1957, McGowan 1960, Brinton 1962, Fager y McGowan 1963, McGowan 1971, 1977, Loeb *et al.* 1983 a, b, Moser y Smith 1993, Longhurst 1995).

Dado que la estructura de las asociaciones en un ecosistema es resultado del efecto que el ambiente ejerce sobre cada uno de sus constituyentes (Frank y Leggett 1983, Leis 1993, Grioche *et al.* 1999) tanto su composición como las fronteras entre los diversos complejos multiespecíficos están sujetos a la variabilidad ambiental que puede presentarse en diversas escalas de espacio (micro a macroescala) y de tiempo (días, estaciones, meses, años, décadas, etc). La sensibilidad, el grado de tolerancia y el tiempo de respuesta de las especies que constituyen una asociación a los cambios ambientales determina su utilidad como indicadores bióticos del ambiente.

Las larvas de peces son buenos indicadores bióticos y el uso de las asociaciones entre especies se utiliza en varios trabajos para resaltar las características ambientales de diversos ecosistemas marinos (Frank y Leggett 1983, Moser *et al.* 1987, Doyle *et al.* 1993, Leis 1993, Moser y Smith 1993, Richards *et al.* 1993, Smith *et al.* 1999, Witting *et al.* 1999, Gray y Miskiewicz 2000 entre otros). Durante los primeros estadios de vida los peces en general poseen áreas de distribución más restringidas (organismos estenócoros) respecto a las de los adultos, debido a procesos hidrográficos de concentración y retención de larvas, así como a migraciones verticales que les permiten permanecer en ciertas áreas; adicionalmente, dado que los adultos seleccionan comúnmente áreas muy específicas para los desoves, la presencia de estos estadios se convierte en un indicador bastante útil, no sólo de las estrategias reproductivas de cada especie (Moser *et al.* 1987) sino de las relativas al ambiente.

Un uso práctico de esta propiedad y de la identidad de las asociaciones de larvas como unidades funcionales es la posibilidad de establecer la forma e intensidad en que el ambiente afecta las poblaciones y ecosistemas, para definir con mayor precisión las fronteras entre comunidades o regiones faunísticas, lo cual se traduce en un tercer propósito de este trabajo. Esta aproximación es importante, porque hasta la fecha aún se desconoce en qué medida la variabilidad ambiental

modifica los patrones generales de distribución de los ecosistemas establecidos para la mayor parte de las regiones del ambiente pelágico marino (Moser y Smith 1993).

1.2 Antecedentes generales en la Costa Occidental de Baja California Sur

El estudio de la ictiofauna de la costa americana del Pacífico fue iniciado durante los viajes del Beagle a bordo del cual se realizaron las primeras colecciones científicas, cuyos especímenes fueron descritos por Jenyns y publicados por Darwin en 1842. A partir de entonces se generó una gran cantidad de estudios que establecieron las bases de nuestro actual conocimiento sobre la ictiofauna de esta vasta zona. De particular importancia son los trabajos de Jordan-Evermann (1896 - 1900) publicados en cuatro volúmenes, así como los de Gilbert y Starks (1904) y Meek y Hildebrand (1923-1928) en tres volúmenes, quienes realizaron una amplia recopilación de los peces conocidos hasta entonces en la costa americana del Pacífico.

Esta fase descriptiva continuó con publicaciones que fueron incrementando la cantidad de información faunística del océano Pacífico y se sumaron a las realizadas en otras regiones del mundo. En 1935 Sven Ekman publicó su *Tiergeographie de Meeres* que posteriormente fue traducido al inglés en 1953, y en el que entre otras cosas, a partir de análisis comparativos realiza el primer intento de sintetizar la información de los patrones de distribución, abundancia y composición de especies marinas para establecer regiones zoogeográficas marinas, delimitando en el Pacífico oriental una región caracterizada por una predominancia de fauna tropical extendida desde el ecuador hasta la región sur de la Península de Baja California, a partir de la cual se observa una fauna subtropical transicional, cambiando a templada en el área de San Diego, California.

Durante 1947, el colapso de una de las pesquerías más importantes en los Estados Unidos, la de sardina *Sardinops caeruleus*, motivó a los científicos de ese país a analizar las causas de las fluctuaciones de la producción de los stocks pesqueros más importantes en la región de la Corriente de California; y en 1949 el programa California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CalCOFI) inició sus cruceros oceanográficos en los que, en 1951 se incluyeron los primeros muestreos de ictioplancton.

A partir de entonces una gran cantidad de trabajos sobre oceanografía física, distribución y abundancia de comunidades planctónicas se realizaron desde el extremo norte del Pacífico Oriental hasta el trópico (Reid *et al.* 1958, Parin 1961, Ebeling 1962, Fager y McGowan 1963, Alvaríño 1964, McGowan 1971, Vernick 1971, McGowan y Walker 1979, Vernick 1979, Reid 1988, Lynn 1986 entre otros), que describieron tanto las masas de agua como sus comunidades características que en síntesis, de acuerdo a Brinton (1962), están representadas por: una región ecuatorial con límite septentrional en las colindancias de Bahía Magdalena; una central principalmente oceánica, limitada al norte por la región transicional extendida desde Bahía Magdalena hasta Oregon y; una subártica en el extremo norte.

Briggs (1974) retomó los trabajos de Ekman (1953) junto con los datos de distribución y abundancia de nuevas especies de peces que se fueron publicando y, en un intento por regionalizar el océano mundial de acuerdo a sus faunas características (principalmente peces), dividió a la porción Este del Pacífico Norte básicamente en 6 grandes provincias zoogeográficas: la región *Panámica*, extendida desde el sur hasta la Bahía de Tangolunda en Oaxaca; la provincia *Mexicana*, con límite norte aproximadamente en Mazatlán, Sinaloa y Bahía Magdalena, Baja

California Sur; la provincia de *Cortes* o provincia del *Golfo de California*, reconocida aquí por primera vez como zona separada de la provincia *Panámnica*; la provincia *San Dieguina*, con extensión hasta Punta Concepción; la provincia *Oregoniana* y; la provincia de las *Aleutianas*.

Los primeros trabajos ictioplanctónicos fueron realizados por Ahlstrom (1954, 1965), pero en general es a partir de la década de los setenta cuando el número de contribuciones científicas se incrementó. En este periodo se realizaron los primeros trabajos sobre distribución y abundancia de comunidades ictioplanctónicas, elaborados por Ahlstrom (1971, 1972 a), los primeros atlas de distribución de larvas de peces en la Corriente de California (Kramer y Ahlstrom 1968, Kramer 1970, Ahlstrom 1972 b), y la primera recopilación extensa sobre ontogenia y sistemática de peces publicada por Moser *et al.* (1984).

El incremento del número de descripciones de larvas de peces, como los elaborados por Moser y Ahlstrom (1970) y Wisner (1976) entre muchos otros, llevó a la más grande recopilación hasta la fecha sobre taxonomía y distribución de los primeros estadios de vida de los peces, con la publicación del Atlas 33 de CalCOFI (Moser 1996), lo cual alentó y permitió el aumento sobre estudios de comunidades (Richardson y Percy 1977, Loeb 1979, Richardson *et al.* 1980, Gruber *et al.* 1982, Kendall y Clark 1982, Barnett 1983, 1984, Loeb *et al.* 1983 a, b, Savage 1989, Doyle 1992). Esta fue una contribución importante, ya que aun ahora una de las limitantes más fuertes para cualquier trabajo sobre ictioplancton es la dificultad en la identificación de larvas sobre todo en estadios muy tempranos, debido a la enorme similitud entre especies, así como a la falta de descripciones. Baste mencionar que, de acuerdo a los resultados obtenidos por Kendall y Matarese (1994), en el Pacífico Noreste sólo se habían descrito aproximadamente el 44% de las larvas de los peces distribuidos en la región, principalmente la comprendida entre la península de Baja California y Alaska.

En 1972 se realizaron los primeros cruceros oceanográficos mexicanos en la Costa Occidental de Baja California, coordinados por el Instituto Nacional de la Pesca (INP) y diseñados especialmente para estudios ictioplanctónicos. En 1982 el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) comenzó a realizar muestreos de ictioplancton con cruceros oceanográficos periódicos hasta 1994, que constituyen la base fundamental de este trabajo. La realización de cruceros se continuó a partir de 1997 hasta la fecha por el programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California, coordinado por el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE), en conjunto con CICIMAR y el INP. Del material de estos cruceros se han elaborado varias publicaciones referentes a la distribución y abundancia del ictioplancton de esta importante región (De la Campa 1974, De la Campa y Ortíz 1976, Esqueda *et al.* 1984, Funes y Hernández 1988, Funes 1993, Funes *et al.* 1995, 1998) así como de otros grupos zooplanctónicos (Hernández 1991, Gómez-Gutierrez *et al.* 1995, Hernández y Esquivel 1997, Hernández 1999 a, b)

De acuerdo con los estudios realizados, se reconoce que para la zona de influencia de la Corriente de California existen gradientes, costa-océano y norte-sur de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, favorecidos por la variabilidad estacional de las corrientes (Loeb *et al.* 1983 a, McGowan *et al.* 1996), principalmente la Corriente de California, fría y de baja salinidad, que fluye hacia el sur con su mayor intensidad durante los meses de invierno, y el agua cálida del Pacífico Tropical, con temperaturas altas y salinidad relativamente alta (Hickey 1979).

Los intentos para caracterizar las asociaciones de larvas de peces en la Corriente de California, definir las fronteras entre comunidades y analizar el efecto de las variables ambientales en la distribución de éstas han mostrado básicamente la presencia de tres complejos faunísticos asociados a las principales masas de agua en la región, así como una fuerte dependencia de éstas a los cambios ambientales; un complejo norteño, compuesto por especies subárticas y de transición, un complejo sureño definido por especies de aguas cálidas y un complejo costero constituido por organismos asociados a la plataforma continental (Moser *et al.* 1987, Moser y Smith 1993).

Mientras que al parecer, las mayores abundancias del zooplankton están asociadas en tiempo y espacio a la mayor intensidad de las surgencias en el norte, la máxima abundancia del ictioplancton parece estar asociada con periodos de estabilidad relativa de las aguas (Loeb *et al.* 1983 a), aspecto ya antes mencionado por Parrish *et al.* (1981), quienes sugieren que las surgencias son un factor limitante que controla la distribución y abundancia de las larvas de peces en la CC. Doyle *et al.* (1993) y Olivar y Shelton (1993) apoyan esta hipótesis, mencionando que los peces costeros evitan desovar en las zonas de surgencia para evadir el transporte de larvas hacia el océano y que las agrupaciones de larvas de peces están asociadas principalmente a los periodos y áreas de estabilidad de la columna de agua.

La distancia a la costa y la profundidad parecen ser también un elemento que controla las asociaciones, debido a los patrones de distribución de los adultos (Doyle *et al.* 1993), encontrándose un claro efecto de borde entre los complejos costeros y oceánicos (Olivar y Shelton 1993). Asimismo, Moser y Smith (1993) sugieren que la formación de las asociaciones en la corriente de California puede estar relacionada con cambios en las condiciones tróficas y que el agrupamiento de larvas puede involucrar una interacción entre los cambios verticales en las densidades máximas de las presas y el comportamiento alimentario de los organismos, que es generalmente dependiente de la intensidad de la luz.

El papel de la temperatura en la formación de asociaciones y en la distribución de organismos del ictioplancton ha sido analizado en varios trabajos (Loeb *et al.* 1983 a, b, Moser *et al.* 1987, Doyle *et al.* 1993, Moser y Smith 1993, entre otros), en los que se observa que los gradientes temporales y latitudinales de temperatura tienden a ser coincidentes con la dinámica de las fronteras entre complejos faunísticos en el área de la Corriente de California. Anualmente, los cambios estacionales observados en el avance o retroceso de los complejos de la fauna sureña y norteña en el ictioplancton, comúnmente se asocian con la intrusión de especies que acompañan a las corrientes cálidas o frías en cada temporada, así como con las estrategias de las especies residentes a desovar en un ambiente particular en el que la temperatura funciona posiblemente como principal modulador de la reproducción. Pero interanualmente, fenómenos como El Niño o La Niña muestran una estrecha relación con cambios en los patrones normales de distribución de las comunidades pelágicas, lo cual se manifiesta en la superposición de la distribución de especies de los complejos faunísticos descritos por Moser *et al.* (1987) y Moser y Smith (1993). De la misma forma Funes (2001) describió que, en la costa de Baja California Sur, los efectos de calentamiento de El Niño se reflejaron en un aumento en la abundancia y número de especies del Pacífico Tropical Oriental, con la consecuente disminución de especies asociadas a la Corriente de California, pero también consideró que durante estos periodos se favorece una intensa mezcla de comunidades costeras y oceánicas, afectando la integridad de las agrupaciones definidas por las áreas de desove y el hábitat de los adultos.

Se desconoce el efecto sobre el ictioplancton de los cambios ambientales de baja frecuencia como es el caso del Régimen; no obstante, trabajos como los de Hubbs (1948) mostraron cambios en la composición de la ictiofauna de California, caracterizada por presentar una afinidad tropical durante el periodo cálido entre 1850 y 1860 y un corrimiento hacia el norte de la fauna característica del sur de California.

Actualmente, una gran cantidad de literatura ha sido publicada en relación a la distribución y abundancia de los peces en el norte del Pacífico americano que sería difícil incluir aquí; no obstante, tres trabajos importantes, por su magnitud y por su utilidad para la realización de este estudio, son las guías de identificación de especies de la FAO (Fischer *et al.* 1995) y los libros de Allen y Robertson (1994) y Castro-Aguirre *et al.* (1999).

1.3 Antecedentes generales del Golfo de California

Debido a su cercanía, muchos de los antecedentes históricos sobre el desarrollo del conocimiento de los peces y sus estadios de vida planctónica son comunes a los ya descritos para la costa occidental de Baja California; no obstante, el nivel de conocimiento del ictioplancton ha sido mucho menor. En primer lugar por la mayor cantidad de especies que existen en esta zona y por la baja proporción de especies tropicales descritas como larva, y en segundo porque la mayor parte de los trabajos publicados están orientados a las especies de importancia comercial, principalmente especies de pelágicos menores como *Sardinops caeruleus*, *Opisthonema* spp. y *Engraulis mordax*.

Como remembranza histórica, podemos decir que uno de los primeros cruceros oceanográficos en el Golfo de California se realizó a bordo del *Albatros* en 1889, que principalmente recopiló información hidrográfica del área (Townsend 1901). Casi 30 años después, expediciones científicas organizadas por la Academia de Ciencias de California y por Scripps Institution of Oceanography realizaron muestreos físicos, químicos y biológicos en el golfo que revelaron su enorme complejidad y riqueza específica y sus principales patrones de circulación (Johnston 1924, Sverdrup 1941, Roden 1958).

Las primeras colecciones científicas de peces del Golfo de California comenzaron a realizarse a finales de los años 1940, dando origen al trabajo de Walker (1960), quien propuso por primera vez que la fauna del golfo era claramente parte de la provincia *Paná mica*, y posteriormente, a los trabajos de Thomson *et al.* (1979), quienes corroboraron esta conclusión y regionalizaron al golfo en tres amplias áreas, basados en la composición de especies de zonas rocosas: una norte, de relativamente baja diversidad y grandes fluctuaciones poblacionales, en la que dominan pocas especies de afinidad templado cálida; una central, al sur de las grandes islas, donde disminuye la cantidad de especies de ambientes templado-cálidos, se incrementa la diversidad de especies por el aumento en el número de especies de afinidad tropical, pero sigue existiendo un fuerte cambio estacional en la poblaciones; y una región sur, en la que se encuentra un notable predominio de especies tropicales y subtropicales, una mayor diversidad, las especies de ambientes templado-cálidos desaparecen y se observan cambios estacionales en las poblaciones de mucho menor magnitud que en las dos anteriores.

Si bien fue Ekman (1953) quien llamó la atención sobre las marcadas diferencias de la fauna del Golfo de California con las de las regiones aledañas, fue Briggs (1974) quien consideró al golfo por vez primera como una provincia distinta de la *Paná mica* y la denominó provincia de *Cortés*,

basándose principalmente en el alto grado de endemismo de su ictiofauna nerítica, lo cual fue apoyado posteriormente por otros autores (ej. Castro-Aguirre 1978, 1981, 1983, 1991, Castro-Aguirre *et al.* 1995, 1999) que la denominan *sinus californiana*.

Castro-Aguirre *et al.* (1995) realizaron una reseña acerca del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, en la que se señalan la presencia de aproximadamente 709 especies que habitan en todos los ambientes del golfo, 227 de las cuales son de fondos duros, 282 de fondos suaves, 119 pelágicos y 81 de profundidad. De las poco más de 600 especies neríticas entre las que se estima un endemismo de entre el 25 y 30%, se encuentran formas tropicales euritérmicas que penetran al golfo durante sus movimientos migratorios tróficos o reproductivos, formas de origen ártico-boreal localizadas en la porción norte del golfo, especies endémicas originadas por procesos de aislamiento geográfico, especies compartidas para ambas costas de la península y especies tropicales o subtropicales estenotérmicas al sur del golfo.

Comparativamente, los estudios del ictioplancton han tenido poca atención y se han dirigido a unas cuantas especies de importancia comercial (Sokolov y Wong-Rios 1973, Smith *et al.* 1976, Hammann *et al.* 1988, Bostford *et al.* 1995, Green-Ruiz e Hinojosa-Corona 1997, Sánchez-Velasco *et al.* 2000). Poco se sabe sobre la composición de las comunidades y menos aún de las asociaciones entre especies de larvas de peces, reduciéndose estos estudios al trabajo de Moser *et al.* (1974) que analiza el ictioplancton de los cruceros realizados en el golfo entre 1956 y 1957, incluyendo información de los cruceros de 1972 en el buque Alejandro de Humboldt, además de algunos trabajos aislados en lagunas costeras y bahías del golfo, que en general aportan información sobre la composición taxonómica de cada área (Alvarez *et al.* 1984, 1988, Arreola 1991), no obstante, en su mayor parte está contenida en informes, tesis de licenciatura y maestría que hasta la fecha no han sido publicadas (Aceves-Medina 1992, Avalos 2000).

Con la información obtenida a la fecha para éste y otros grupos del plancton –fitoplancton (Gilbert y Allen 1943, Round 1967, Alvarez-Borrego y Gaxiola-Castro 1988, Alvarez-Borrego y Lara-Lara 1991, Valdéz-Holguín *et al.* 1999 entre otros), Quetognatos (Alvariño, 1963, 1969), Copépodos (Fleminger 1964, 1967, 1975, Hernández y Esquivel 1989), Eufáusidos (Brinton 1979, Brinton y Townsend 1980, Brinton *et al.* 1986) entre otros, es posible realizar algunas consideraciones en relación con el ambiente en donde se desarrollan las larvas de peces.

De acuerdo a los estudios realizados, el Golfo de California ha sido dividido en varias regiones faunísticas o florísticas. Así, Gilbert y Allen (1943) y Round (1967) dividieron al golfo en cuatro regiones, en función de los grupos de diatomeas planctónicas dominantes en el primer caso y, en el segundo, en función de la depositación de estos mismos organismos, mientras que Santamaría del Angel *et al.* (1994) definieron 14 regiones utilizando imágenes de satélite.

Brinton *et al.* (1986), en una recopilación de los trabajos de distribución y abundancia de varios grupos zooplanctónicos, definieron únicamente dos regiones faunísticas, separadas por las grandes islas. Zona que aparentemente funciona como una barrera geográfica entre la región norte, donde se presentan organismos euritérmicos de afinidad templado-cálida, y la región sur, donde se encuentran principalmente especies tropicales y subtropicales.

Desde el punto de vista del ambiente físico, Soto-Mardones *et al.* (1999) dividieron al golfo en tres regiones, de acuerdo con su variabilidad térmica anual. Encontrándose la cabecera o zona norte como una región con amplios cambios estacionales, que van de 10 °C a 32 °C de invierno a

verano; la región centro, con cambios de 16 °C a 31 °C; y la zona sur, aproximadamente de 19 °C a 32 °C; además de una región en las grandes islas, caracterizada por presentar las temperaturas más bajas, misma que es propuesta por Arias (1998) y Lluch-Cota (2000) sobre la base de las imágenes del Coastal Zone Color Scanner. Estos dos últimos autores dividen al golfo en una zona de alta productividad en la cabecera y una de baja productividad en la porción sur, separadas por una región con valores intermedios extendida entre las grandes islas y aproximadamente el norte de las bahías de La Paz y Topolobampo.

Una de las virtudes de la regionalización de Arias (1998) es que presenta la variabilidad anual de productividad en estas áreas, ofreciendo un esquema más real del medio en las diferentes estaciones del año, aspecto que está ausente en el resto de las propuestas.

2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

En el presente estudio se estableció la siguiente hipótesis:

Ho. : La composición, distribución y abundancia de las asociaciones entre especies de larvas de peces encontradas en el Golfo de California y la costa occidental de Baja California Sur, son independientes de los cambios espaciales y temporales en el ambiente.

3. OBJETIVO GENERAL

Analizar la utilidad de las asociaciones entre especies de larvas de peces como indicadores bióticos del cambio ambiental en el Golfo de California y costa occidental de Baja California Sur.

3.1 Objetivos particulares

- Caracterizar estadísticamente las asociaciones de larvas de peces encontradas en el Golfo de California y costa occidental de Baja California Sur durante el periodo 1984-1988 en función de la composición de especies, su distribución y abundancia.
- Analizar las asociaciones obtenidas en función de la autoecología de los adultos y larvas de las especies involucradas.
- Analizar la variabilidad espacio-temporal de la distribución y abundancia de las asociaciones observadas.
- Analizar la relación entre la dinámica espacio-temporal de las asociaciones y los cambios en la temperatura superficial del mar.

4. ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Golfo de California

El Golfo de California se encuentra entre los 32° y 24° 40' de Latitud Norte (Fig. 1), está limitado al este por los estados de Sonora y Sinaloa, cuya costa es predominantemente arenosa – lodosa, y al oeste por la península de Baja California que es predominantemente rocosa, excepto por la Bahía de La Paz y Bahía Concepción que presentan playas arenosas de pendiente suave.

Frente a las costas de la península se localizan numerosas islas de tipo rocoso, mientras que una característica notable de la costa oriental es la cantidad de zonas estuarinas y lagunares presentes desde la Bahía de Guaymas hasta Mazatlán (Castro-Aguirre *et al.* 1995).

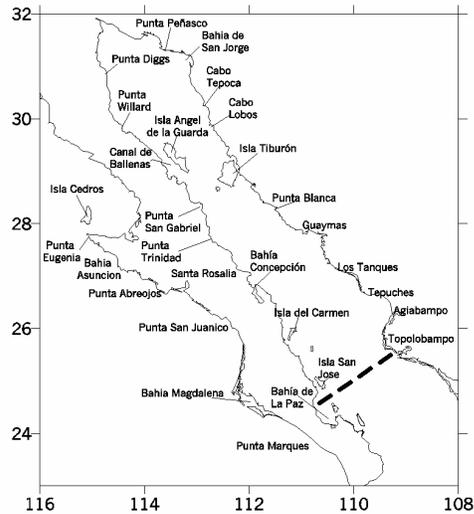


Figura 1. Área de estudio. La línea punteada representa el límite sur del área muestreada.

Una de las características más importantes de esta región es su amplio intervalo de variación térmica, que en promedio es de 18 °C en la región norte y sólo 9 °C en su porción sur. Así, mientras que en el extremo norte la temperatura mínima es de 9 °C en invierno y la máxima de 38 °C en verano, en el extremo sur en Mazatlán la temperatura mínima es de 22 °C y la máxima de 30 °C (Soto-Mardones *et al.* 1999), aunque la temperatura máxima a la altura de Bahía de La Paz puede alcanzar 31 °C (Bernal *et al.* 2001).

El Golfo de California posee además un régimen hidrográfico complejo que incluye surgencias locales provocadas por los vientos durante los meses de invierno en la costa continental y durante los meses de verano en la costa peninsular (Alvarez 1983, Bernal *et al.* 2001), lo que se refleja en áreas con temperaturas superficiales menores a la de sus alrededores y ricas en nutrientes transportados desde el fondo. Asimismo, la zona conocida como Canal de Ballenas se caracteriza por ser una región fría, debido a que posee de manera constante procesos de mezcla vertical y movimientos generados por las intensas corrientes de marea y los vientos (Roden 1964).

Las masas de agua presentes son la denominada agua del golfo, caliente y de alta salinidad ($S \geq 34.9$); y la masa de agua del Pacífico Tropical, caliente y de salinidades medias ($34.65 \leq S \leq 34.85$). El agua del golfo fluye hacia el sur a lo largo de la costa peninsular en una banda más angosta que la correspondiente a la de la corriente tropical (Alvarez 1983). Durante el verano se intensifica la corriente Norecuatorial y el desarrollo de la corriente de Costa Rica acarrea agua subtropical hacia el golfo y, junto con el calentamiento estival, provoca un incremento en el nivel del mar, un aumento en la temperatura superficial del mar y una mayor precipitación (Bernal *et al.* 2001). De acuerdo a Bray (1988) el agua de la Corriente de California llega a penetrar durante el invierno entre los 0 y 50 m de profundidad por la región de Cabo San Lucas, aunque esta

penetración se realiza generalmente mediante núcleos aislados en cantidades limitadas, y en la mayoría de los casos muy alejados de la masa de agua principal.

Remolinos ciclónicos están presentes en la región centro y sur del Golfo de California durante las cuatro estaciones del año (Emilsson y Alatorre 1997, Castro *et al.* 2000), que aparentemente resultan del flujo bidireccional de corrientes a la entrada del golfo; éstos, al igual que los fenómenos de surgencia, se ha observado que pueden llegar a tener influencia en la dispersión de huevos y larvas de peces (Aceves-Medina 1992, Hamman *et al.* 1988).

Un fenómeno que afecta de manera importante al Golfo de California es El Niño, que produce anomalías positivas en el nivel del mar y calentamiento en las aguas superficiales, que están correlacionadas positivamente con el índice El Niño-Oscilación Austral (Robles y Marinone 1987). De acuerdo a Bernal *et al.* (2001), además de los fenómenos de calentamiento provocados por El Niño, existen evidencias de cambios ambientales de mucha menor frecuencia, que se manifiestan en una intensificación de los vientos en el Bajo Golfo de California a partir de 1950, y que produjeron un cambio de régimen cuyo efecto fue enmascarado por las condiciones particulares del golfo, haciéndose claro sólo a partir de 1982-1983.

4.2 Costa Occidental de Baja California Sur

La costa occidental de Baja California Sur se encuentra ubicada entre los 28° y 24° de latitud norte y los 116° y 110° de longitud oeste (Fig. 1). La plataforma continental en esta zona es estrecha, con la excepción de Bahía Sebastián Vizcaíno y la porción comprendida entre Punta Abreojos y el norte de Bahía Magdalena, donde la plataforma excede 100 km de amplitud.

Al norte del área de estudio se encuentra la Bahía Sebastián Vizcaíno, parcialmente limitada por las islas Natividad y Cedros. En la parte central se ubica el golfo de Ulloa, que es un área de mayor amplitud, sin accidentes topográficos importantes en su región central (Chávez-López 1995) y donde la plataforma continental alcanza un promedio de 15-30 km de ancho (De la Lanza 1991). Finalmente, al sur se encuentra el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas.

Las características oceanográficas de la costa del Pacífico en la Península de Baja California incluyen procesos de surgencias costeras, giros oceánicos, chorros, filamentos y frentes (Parés-Sierra *et al.* 1997), que en general se encuentran integrados al sistema de circulación del océano Pacífico oriental dominado en esta región por la Corriente de California (CC) y la Corriente Norecuatorial (CNE) (Wyrcki 1967).

La CC se origina cerca de los 40° latitud norte, derivada del giro anticiclónico del Pacífico Norte y fluyendo superficialmente (y hasta los 100 a 300 m) hacia el Ecuador en una banda de aproximadamente 1000 km desde la costa y con su mayor intensidad durante la primera mitad del año (Sverdrup 1947, Simpson 1987, Wyrcki 1965). Entre los 20° y 30° latitud norte la mayor parte de la corriente de California gira al Oeste, continuando como parte de la CNE (Wyrcki 1965). De acuerdo a Gómez y Vélez (1982), la corriente de California se puede dividir en tres zonas, la zona de dominio de la masa de agua subártica (de los 35° N hacia el norte) fría (<15 °C) y de baja salinidad (<33.5‰) y con alta concentración de oxígeno disuelto procedente del Pacífico subártico, la zona de transición (entre los 30°y 35° norte) donde recibe también agua del Pacífico central noroeste (cálida, salada y con baja concentración de oxígeno disuelto) y la zona de dominio de la masa de agua ecuatorial, frente a las costas de Baja California Sur, desde Punta

Eugenia hasta Cabo San Lucas, donde recibe agua con temperaturas elevadas ($>20\text{ }^{\circ}\text{C}$), alta salinidad ($>34.5\text{ ‰}$) y baja concentración de oxígeno disuelto, y en las capas superficiales se une a la masa de agua tropical (temperatura $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y Salinidad $>34\text{ ‰}$) (Wyrski 1967).

Adicionalmente, en la zona se presenta una corriente de dirección opuesta a la CC que ha recibido diferentes nombres, siendo los más comunes: corriente de Davidson, contracorriente del sur de California o corriente subsuperficial. La magnitud de la CC es típicamente menor a los 25 cm/s, pero la contra corriente alcanza hasta los 50 cm/s (Parés-Sierra *et al.* 1997).

La variación estacional de las características físicas del Pacífico oriental tiene dos componentes principales. El primero es el que sigue en su fase al sol, por el calentamiento de las aguas en verano; y el segundo afectado por los campos dominantes de viento que generan las surgencias. En el régimen de otoño-invierno, los vientos son débiles con dirección al norte o levemente con dirección al sur (dependiendo de la latitud) y las corrientes son hacia el norte asociadas a un nivel del mar alto en la costa y una temperatura relativamente más caliente, mientras que en el régimen de primavera-verano los vientos promedio son hacia el sur a todas las latitudes, el nivel del mar es menor y la temperatura del agua es relativamente menor. Mientras la transición del periodo primavera-verano al de otoño-invierno es lenta, la transición contraria ocurre de manera abrupta (Parés-Sierra *et al.* 1997).

Sobrepuesta a la circulación promedio existe una variación interanual (3 a 7 años) que se refleja en cambios en el nivel del mar y en la temperatura superficial. Parte de esta variación de alta energía ha sido identificada como la respuesta del océano, en latitudes medias, al fenómeno de El Niño; en donde, entre otras cosas, se observan incrementos de temperatura superficial de varios grados a lo largo de las costas de América del Norte que afectan significativamente las características físicas del océano (Parés-Sierra *et al.* 1997), y tienen un profundo impacto observable en la composición de comunidades marinas, en este caso el ictioplancton (Funes 2001).

Las surgencias costeras en el Pacífico de Baja California están determinadas por el campo de vientos, que a su vez es una función de las variaciones en intensidad y movimientos de los tres principales centros de presión atmosférica de Norteamérica (Centro de alta presión del Pacífico norte, Centro Aleutiano de baja presión y Centro de baja presión al sudoeste de Norteamérica), (Reid *et al.* 1958); dicho campo de vientos es predominantemente hacia el Ecuador, sin embargo durante otoño e invierno los vientos promedio mensuales son débiles y el viento costero está dominado por el paso de tormentas invernales (Lentz 1987). Hacia finales del invierno y principios de primavera el movimiento de los centros de presión incrementa la velocidad del viento en dirección sureste, marcando el inicio de las surgencias costeras; no obstante, los vientos tienen una alta variabilidad con eventos que duran de unos cuantos días hasta dos o tres semanas (Parés-Sierra *et al.* 1997). De acuerdo a Bakun y Nelson (1977), las surgencias costeras más intensas ocurren de marzo a junio en Baja California.

El estudio de actividades de mesoescala en la Corriente de California ha permitido la detección de giros semipermanentes cerca de Punta Concepción y Punta Eugenia (Wyllie 1966), que aparentemente son de origen costero y están asociados a las irregularidades batimétricas y topográficas de la costa (Owen 1980), propagándose hacia el oeste (Ripa 1997). En particular, los procesos filamentosos, que llevan a la formación de chorros cerca de los frentes de surgencia,

parecen ser los dinámicamente más importantes en la formación de remolinos (Parés-Sierra 1997).

5. MÉTODOS

5.1 Muestreos

El presente trabajo se realizó sobre la base de 22 cruceros oceanográficos realizados en el Golfo de California y la costa occidental de Baja California Sur (Fig. 2 y 3) repartidos de la manera que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.- Características de los cruceros oceanográficos realizados en el Golfo de California y la costa occidental de Baja California Sur en el periodo 1983-1988.

NOMBRE	Golfo de California		Costa occidental de Baja California Sur		
	Fecha	Num. Estaciones	NOMBRE	Fecha	Num. Estaciones
GOLCA 8404	26 mayo-7 abril	60	CICIMAR 8302	24 febrero-2 marzo	36
GOLCA 8407	23 julio-3 agosto	50	CICIMAR 8309	3-13 septiembre	45
GOLCA 8412	25 nov-16 dic.	42	CICIMAR 8401	20-27 enero	47
GOLCA 8504	31 marzo-9 abril	54	CICIMAR 8405	26 mayo-8 junio	65
GOLCA 8606	14-22 junio	69	CICIMAR 8504	28 mayo-5 junio	44
GOLCA 8608	12-26 agosto	38	CICIMAR 8508	23 agosto-3 septiembre	45
GOLCA 8611	20-30 noviembre	19	CICIMAR 8605	26 mayo-7 junio	61
GOLCA 8709	1-13 septiembre	61	CICIMAR 8606	13-25 junio	28
GOLCA 8711	18-25 noviembre	21	CICIMAR 8608	20 agosto-7 septiembre	23
GOLCA 8802	10-20 de febrero	50	CICIMAR 8611	15-27 noviembre	59
			CICIMAR 8707	10-17 julio	43
			CICIMAR 8710	5-20 octubre	60

Se obtuvieron muestras de ictioplancton de 1020 arrastres oblicuos, 464 para el Golfo de California repartidos en 10 cruceros oceanográficos, y 556 en la costa occidental de Baja California Sur repartidos en 12 cruceros oceanográficos. Los muestreos se realizaron con redes tipo Bongo de 333 y 505 μm de luz de malla, analizándose el ictioplancton proveniente de la malla de 505 μm . La metodología de muestreo fue la sugerida por Smith y Richardson (1979) y los arrastres se realizaron hasta una profundidad máxima de 210 m. La localización geográfica de los sitios de muestreo se presenta en el anexo 1.

Las muestras de zooplancton se analizaron sin fraccionar, las larvas de peces se separaron del resto de la muestra y se preservaron en formalina al 2 % neutralizada con una solución saturada de borato de sodio para controlar el pH. Las larvas se identificaron al nivel taxonómico más fino posible siguiendo los criterios establecidos en el trabajo de Moser (1996), se contabilizaron y se normalizaron a una superficie de 10 m^2 de acuerdo con Smith y Richardson (1979). Simultáneamente a la recolección de muestras se midió la temperatura superficial, con la que se elaboraron mapas de distribución horizontal por crucero y por promedio para cada estación del año.

La definición de las estaciones o temporadas del año se realizó a través de un análisis de agrupamiento que estableció similitudes entre los cruceros en función de las comunidades observadas (básicamente composición de especies y diversidad). Dicho análisis se realizó para la

matríz de datos formada por la sumatoria total de las abundancias para cada especie por crucero realizado, tanto en la costa occidental de Baja California Sur como en el Golfo de California, para lo cual se utilizó el índice de similitud de Bray y Curtis (1957) elaborándose posteriormente dendrogramas en modo Q. El mencionado análisis se describe en detalle en el apartado de resultados y define para el Golfo de California cuatro periodos principales que por la coincidencia en las fechas de muestreo se denominaron: primavera (GOLCA -8404 y -8505), verano (GOLCA -8606, -8407, -8608 y -8709), otoño (GOLCA -8611, -8711 y -8412) e invierno (GOLCA -8802).

Sin embargo, para la costa occidental de Baja California Sur se definen únicamente tres periodos principales: Invierno (CICIMAR -8401 y -8302), Primavera (CICIMAR -8405, -8505 y 8605), y Verano-Otoño (CICIMAR- 8508, -8309, -8710, -8606, -8707, -8608 y -8611).

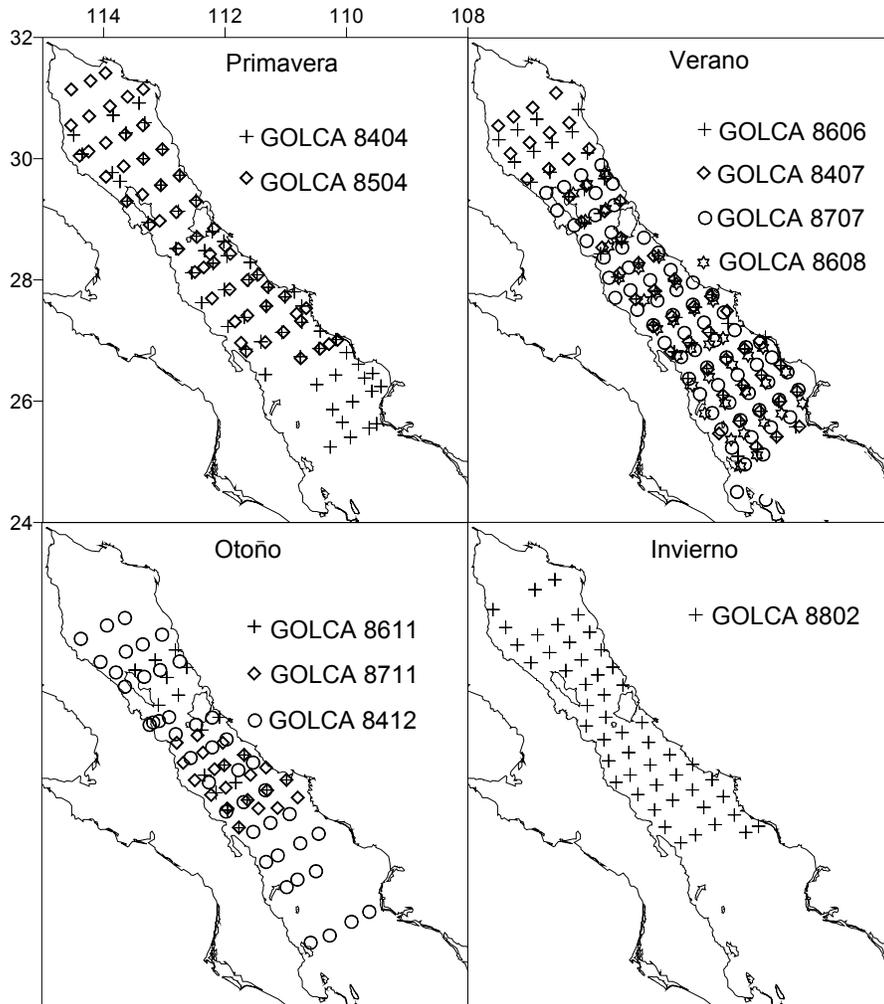


Figura 2.- Estaciones de muestreo para el Golfo de California

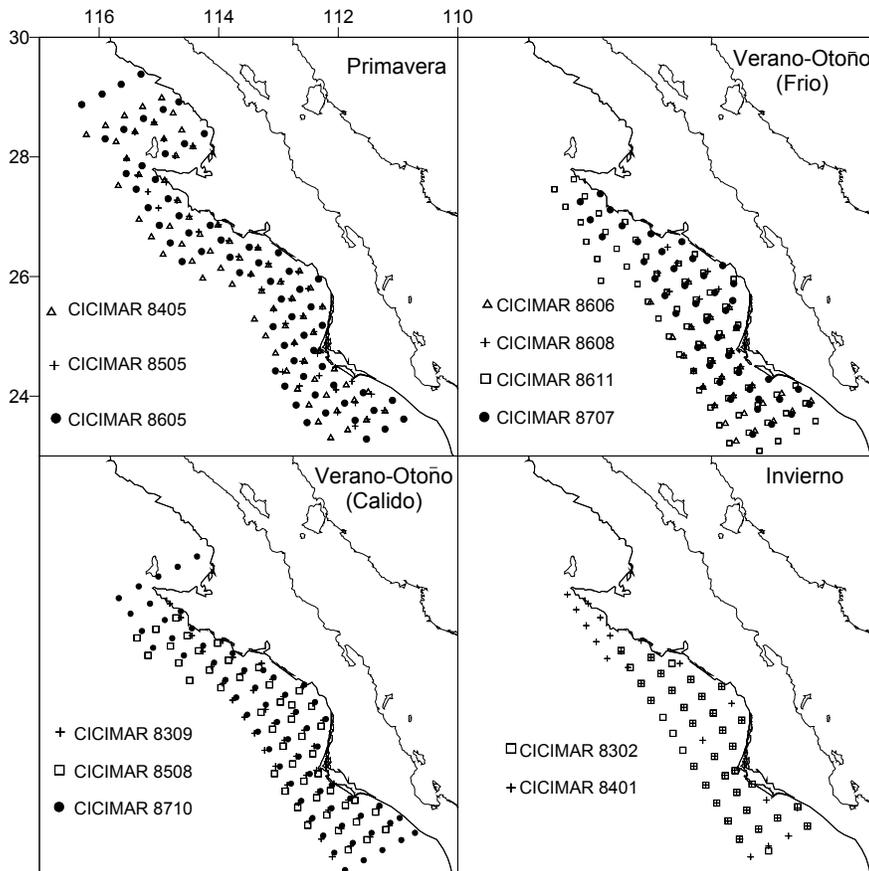


Figura 3.- Estaciones de muestreo para la costa occidental de Baja California Sur.

5.2 Análisis de diversidad

Tanto el concepto como la medición de la diversidad en una comunidad han sido ampliamente debatidos (Ludwig y Reynolds 1988) y actualmente se cuenta con numerosos índices que, en general, están constituidos por dos elementos principales: la riqueza específica, entendida como el número de especies en una comunidad, y la equivalencia de la abundancia entre las especies. Dentro de esta gran variedad de índices, el más utilizado en ecología de comunidades es el índice de Shannon (Shannon y Weiner 1949) basado en la teoría de la información y que mide el grado de incertidumbre que existe en predecir a qué especie pertenece un individuo extraído al azar de una comunidad; la incertidumbre se incrementa cuando el número de individuos crece y la equitabilidad es mayor. De acuerdo a esta lógica, la diversidad (H') es cero cuando sólo existe una especie en la muestra y alcanza su máximo valor cuando todas las especies tienen abundancias similares, es decir, la equitabilidad es alta. Estas dos últimas propiedades han hecho que sea el índice más utilizado, tanto en comunidades terrestres como marinas, por lo que su uso se hace aquí conveniente en términos comparativos entre estudios. De esta forma, el análisis espacial de la diversidad, dentro de cada crucero y por estación del año, se realizó calculando dicho índice para cada estación de muestreo, utilizando en todos los casos el logaritmo base 10.

No obstante, para facilitar la lectura del escrito, el detalle de los análisis por cruceros se muestra en forma de anexos al final del documento y en el apartado de resultados sólo se presenta un resumen de esta información y el análisis de los promedios por estación del año.

A pesar de la utilidad de este índice, la comparación de la diversidad entre diferentes cruceros y entre diferentes áreas (en este caso entre el Golfo de California y la costa occidental de Baja California Sur) representa un problema técnico, puesto que el número de especies que son capturadas es una función del esfuerzo de muestreo y, como puede observarse en la tabla 1, todos los cruceros presentan variaciones en cuanto al número de estaciones ocupadas, tanto entre las dos áreas de estudio como entre las mismas áreas en temporadas diferentes.

Cuando el número de muestras varía, se puede utilizar un método estadístico conocido como rarefacción para comparar la riqueza específica entre comunidades. De acuerdo a estas consideraciones, la variación temporal de la diversidad se estudió mediante un análisis comparativo de la riqueza específica por mes de muestreo y para el periodo completo, utilizando funciones de acumulación de especies y predicción de riqueza específica, de acuerdo a lo propuesto por Soberón y Llorente (1993) y Medellín y Soberón (1998), a través de la función logarítmica $S(t) = (1/z) * \ln(1+zat)$, extrapolando los valores hasta 200 muestras por crucero. Donde a es la tasa de aparición de especies nuevas, z es un parámetro relacionado con el descenso en el valor de a ; y t es la estación (Ludwig y Reynolds 1988, Llorente-Bousquets *et al.* 1994). El uso de este modelo se recomienda cuando las regiones muestreadas son grandes, se desconoce el número total de especies que pueden ser capturadas en una región (Soberón y Llorente 1993), o bien cuando -como en este caso- se desconoce el número total de taxa que pueden ser capturados con un arte de pesca particular, principalmente porque de esta forma, aunque la probabilidad de encontrar nuevas especies desciende con el tiempo nunca alcanza el cero. A partir de este modelo puede además calcularse el porcentaje (k) con el que se incrementará la lista taxonómica después de la muestra t con la función $k > 0 = za / [(1+zat) * \ln(1+zat)]$.

Las bases de datos utilizadas en el análisis espacial de la diversidad por estación del año se obtuvieron promediando la abundancia por estaciones de muestreo equivalentes en latitud y longitud.

5.3 Análisis de Asociaciones

En el análisis de asociaciones en el plancton es necesario considerar el tipo de distribución de estos organismos. Las larvas de peces se encuentran de manera natural en enjambres o manchas separados, en los que en general dominan unas cuantas especies. La mayor concentración de organismos se presenta en el núcleo de la mancha y disminuye hacia la periferia. Estadísticamente hablando, podemos decir que el ictioplancton sigue una distribución binomial negativa (Smith y Richardson 1979), en la que la variancia es siempre mayor a la media de la abundancia (Ludwig y Reynolds 1988).

De manera general, en el análisis de asociaciones entre especies es posible utilizar dos técnicas que manejan diferentes criterios de agrupación. La primera considera la variable abundancia como elemento fundamental en la determinación de asociaciones. La segunda utiliza la ausencia-presencia de especies. Estas técnicas manejan herramientas estadísticas distintas que, como fue mencionado por Fager (1957), pueden llevar a la formación de grupos distintos utilizando los mismos datos. De esta forma, para realizar una buena estimación de las asociaciones entre

especies e interpretar de manera más confiable tanto la naturaleza de los grupos formados como de los factores ambientales que las condicionan, es importante contrastar los resultados obtenidos a partir de ambas metodologías (Moser y Smith 1993), adicionalmente al análisis de la autoecología de las especies que integran a cada grupo. Con este propósito, para los motivos de este estudio se utilizaron tres técnicas de agrupamiento: el Análisis de Componentes Principales (ACP), el Análisis de Grupos (AG) y el análisis de Grupos Recurrentes (AGR) cuyo uso se justifica a continuación.

Entre las técnicas que utilizan la abundancia, la más utilizada es el Análisis de Componentes Principales (ACP), que fundamentalmente extrae de la base de datos una matriz de varianza-covarianza y ordena los valores en un juego de ejes ortogonales (perpendiculares) en el que cada eje corresponde a un eigenvalor de la matriz y representa la variabilidad explicada por ese componente al total de datos analizados. La mayor proporción de la variabilidad encontrada se asigna al primer componente y ésta desciende en el segundo, tercero y así sucesivamente. Los resultados son posteriormente resumidos en un sistema de coordenadas, generalmente tridimensional, en donde se agrupan especies (o unidades de muestreo) que pueden analizarse después por separado de acuerdo a las semejanzas entre ellas y a los factores que pueden estar propiciando su agrupación (Crisci y López 1988). Es decir, cada componente puede asociarse a los diferentes factores ecológicos que pudieran determinar el acomodo de los grupos en la gráfica. El uso de esta técnica ha ido disminuyendo por los problemas asociados en comunidades ecológicas, principalmente porque la posición de los puntos en el sistema de ejes está determinada por la relación lineal entre la abundancia de las especies. Si esta relación lineal entre los datos no existe, como es frecuente en datos de distribución de especies (particularmente en el plancton), la variabilidad explicada por cada componente puede llevar a interpretaciones erróneas o a ofrecer niveles de confianza muy bajos; no obstante, el método representa una buena aproximación para definir gradientes similares de abundancia, establece cuantitativamente en términos de porcentaje de variabilidad la importancia o el peso de cada componente (Ludwig y Reynolds 1988) y dada su amplia utilización permite la comparación de resultados con otros trabajos.

El segundo método de agrupación utilizado fue el de ordenación polar de Bray y Curtis (1957) que es quizá uno de los más populares en el análisis de comunidades. Este Análisis de Grupos (AG) se basa en la asignación de índices de similitud entre especies (o unidades de muestreo) de acuerdo a sus distancias en una gráfica multidimensional, en donde su posición está definida por su abundancia (o por su similitud en la composición de especies). Este método tiene la ventaja de que el análisis cruzado en modo Q (estaciones) y modo R (especies) a través del uso de un dendrograma, puede facilitar el análisis de los gradientes de abundancia y de la similitud entre estaciones, que adicionalmente pueden asociarse también a gradientes ambientales. Al igual que en el ACP, la no linealidad de los datos de abundancia es el principal problema en el uso de este método.

Considerando las limitaciones de cada método, tanto para el ACP como para el AG se utilizó la transformación $\log_{10}(X+1)$ y únicamente se consideraron aquellas especies que estuvieron presentes en más del 15 % de las estaciones muestreadas, o bien en más del 5% de las estaciones positivas pero con una abundancia relativa mayor al 10%; con esta consideración se excluyeron aquellas especies poco frecuentes y que no tenían una aportación significativa en la abundancia total. Los análisis se realizaron tanto para cada crucero como para el promedio por estación del año. El detalle de los análisis de la diversidad, así como de los AG y ACP por cruceros se

muestra en forma de anexos al final del documento y en el apartado de resultados sólo se presenta un resumen de esta información y el análisis de los promedios por estación del año.

Debido a la no normalidad en la distribución de los datos de abundancia en organismos planctónicos, cualquier método que involucre una medida de abundancia puede llevar a resultados falsos, ya que, a pesar de que dos especies pueden aparecer siempre juntas, dada la variabilidad en la abundancia, a menos de que éstas aparezcan de manera regular en proporciones constantes, los coeficientes de correlación serán bajos e indicarían que no hay relación entre ellas a pesar de ser parte constante del ambiente (Fager 1957). Por otra parte, se puede detectar una covariación negativa entre dos especies por métodos que utilizan la abundancia cuando el juego de datos es pequeño, pero a medida que el número de especies se incrementa, las relaciones directas de abundancia suelen tener mayor peso que las relaciones inversas, lo que ocasiona que se oculten las interacciones negativas, por ejemplo, en los análisis de dendrogramas. De acuerdo a este razonamiento, Fager (1957) recomienda el uso de métodos presencia-ausencia para el análisis de asociaciones en el plancton.

Dado el carácter binomial negativo que sigue la distribución del plancton, la detección de asociaciones estadísticas entre especies en larvas de peces no puede realizarse basada en métodos de presencia-ausencia que incluyan la condición ausencia-ausencia, puesto que debido a las características de los muestreos realizados, ésta carecería de sentido simplemente porque la ausencia de dos especies en una región particular puede responder tanto a la evasión de un ambiente particular como al carácter contagioso de su distribución.

De acuerdo a estas consideraciones, el método utilizado para la detección de asociaciones fue el de grupos recurrentes detallado en los trabajos de Fager (1957) y Fager y McGowan (1963), en el cual se calcula el índice de afinidad para cada par de taxa que co-aparecen en una muestra de plancton de acuerdo a la ecuación:

$$I = (Nj / \sqrt{Na * Nb}) - (1 / \sqrt{2 * Nb})$$

Donde:

I = Índice de Afinidad

Nj = Número de co-apariciones de los taxones a y b

Na = Número de apariciones del taxón a (el taxón menos frecuente)

Nb = Número de apariciones del taxón b (el taxón más frecuente)

Posteriormente se forman grupos recurrentes para aquellos valores que son significativos de acuerdo al nivel crítico establecido. La técnica original recomienda niveles críticos de 0.6, pero estudios con diversos grupos planctónicos muestran que el nivel crítico más adecuado varía en función de la estructura de la comunidad y la frecuencia de aparición de las especies, por lo que para el fitoplancton se ha utilizado 0.5 (Vernick 1971) y para las larvas de peces se observa una mejor definición de la fauna característica en niveles entre 0.3 y 0.4 (Moser *et al.* 1987, Moser y Smith 1993, Doyle *et al.* 1995). La definición del nivel crítico al que se trabaja es un factor importante puesto que el descenso en los niveles críticos de afinidad incrementa la probabilidad de que la asociación estadística entre dos o más especies sea debida al azar y aumenta la cantidad de grupos formados. Debido a esto, se probó la formación de grupos a niveles de 0.3, 0.4 y 0.5, con la finalidad de realizar un análisis comparativo de los grupos formados y establecer los niveles críticos adecuados para nuestro análisis.

Este método, además de eliminar la condición ausencia-ausencia, tiene la ventaja de que al mismo tiempo establece grados de afinidad en función de las proporciones de coaparición de dos o más especies. Asimismo, la técnica de grupos recurrentes es recomendada para cruceros que cubren varios hábitats y periodos de tiempo, porque los grupos pueden ser comparados en diferentes tiempos o localidades y reducen las dificultades debidas a las distribuciones estadísticas no normales (Fager 1957, Moser *et al.* 1987, Moser y Smith 1993). Adicionalmente, el uso de esta técnica se ha ido incrementando y se considera como una de las más adecuadas en el análisis de comunidades en el plancton (Postel *et al.* 2000).

Para el cálculo de los índices de afinidad y la agrupación de especies se utilizaron los programas AFFINITY y REGROUP, facilitados por el South West Fisheries Science Center. Las bases de datos Golfo de California y costa occidental de Baja California Sur se analizaron por separado.

Los taxa fueron reconocidos como grupos asociados cuando poseyeron índices de afinidad significativos (0.3, 0.4 ó 0.5, según el caso) con uno o más, pero no con todos los miembros de uno o más grupos. A cada grupo recurrente se le asignó un nombre definido por el taxón más abundante, de acuerdo a Moser *et al.* (1987) y Moser y Smith (1993).

Se mapeó la distribución y abundancia de los grupos formados, tomando en consideración que las estaciones positivas son todas aquellas que cumplen las consideraciones de Fager (1957), quien establece que para grupos con pocas especies la selección está basada en que todos los integrantes del grupo estén presentes en la muestra, mientras que para grupos con varias especies se puede elegir como estación positiva aquella muestra en donde un porcentaje (no establecido) de los integrantes está presente.

Para los fines de este trabajo, se decidió que las estaciones positivas para grupos compuestos de 2 o 3 especies sea la presencia de todas ellas en la muestra, mientras que para grupos compuestos de 4 o más especies deben presentarse al menos el 75%. La distribución así formada se muestra por crucero y por estaciones del año.

5.4 Análisis de Distribución vs Temperatura del mar

La temperatura superficial del mar se tomó *in situ* simultáneamente con la recolección de muestras en cada crucero. El análisis de la distribución y abundancia vs. temperatura superficial se realizó mediante dos métodos, el primero utilizando los resultados del ACP y relacionando las agrupaciones sobre los ejes de los componentes con los gradientes ambientales observados tanto por crucero como por temporada del año.

El segundo método fue que una vez obtenidos los grupos recurrentes, se realizó el cálculo de la probabilidad de encontrar una estación positiva por intervalo de temperatura, definida por la ecuación:

$$p(t)=nt/Nt$$

donde:

$p(t)$ = Probabilidad de que una estación con temperatura t sea positiva

nt = Número de estaciones positivas que tienen temperatura t .

Nt = Número total de estaciones con temperatura t .

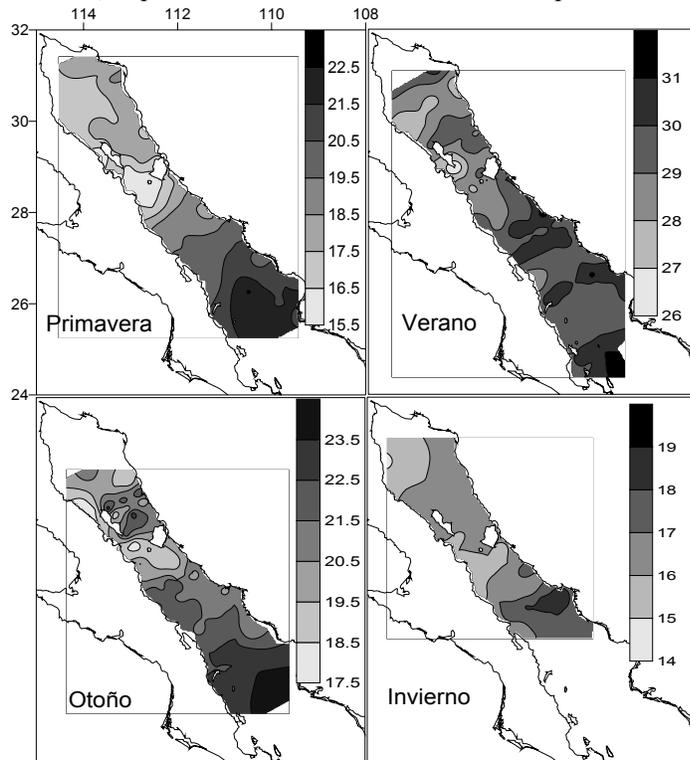
Las distribuciones de frecuencia de estaciones positivas así obtenidas se sometieron a una prueba de bondad de ajuste con χ^2 -cuadrada con un 95% de confianza. Asimismo, se graficó la temperatura vs. porcentaje de la abundancia total, que junto con las distribuciones de frecuencia, reflejan las áreas y temperaturas de distribución preferentes. Los intervalos de temperatura utilizados fueron de 1°C. Adicionalmente los datos de abundancia para cada grupo recurrente se sometieron a un análisis de correlación para estimar el grado de relación entre ambas variables.

6. RESULTADOS

6.1 El Golfo de California

6.1.1 Temperatura del mar

La temperatura superficial del mar muestra el patrón general esperado, con las temperaturas más bajas durante el invierno y las más altas en verano (Fig. 4 y anexo 1). Asimismo, se observa que en la región de las grandes islas, principalmente al sur de Isla Ángel de la Guarda y Canal de Ballenas, se presentan de manera constante las temperaturas más bajas (Fig. 4).



Durante la primavera la temperatura superficial en el área de estudio varía en un intervalo de 16°C a 22 °C. Las temperaturas más bajas se presentan en la región sur de las islas Angel de la Guarda y Tiburón, observándose un incremento ligero en la temperatura hacia el noreste del golfo y uno fuerte hacia el sur, con las temperaturas más altas frente a Isla del Carmen y Topolobampo. En el verano, la temperatura superficial se incrementa y el intervalo de variación es más estrecho (de 27 °C a 31 °C), sobre todo al sur de las grandes islas, donde el gradiente es apenas de 3 °C. Durante este periodo la costa peninsular es más fría que la continental.

Figura 4.- Temperatura superficial promedio (°C) por estación del año.

En otoño, la temperatura superficial presenta un intervalo de variación de entre 18 °C y 24 °C con el gradiente principal hacia el sur de las grandes islas y las temperaturas más altas a partir de Bahía Concepción. Asimismo, se observa un ligero incremento de la temperatura superficial

hacia la región noreste de las grandes islas. En general, a partir del sur de isla Tiburón, la costa continental es relativamente más fría que la costa peninsular.

El patrón de distribución de la temperatura superficial en invierno es similar al observado en primavera, excepto que el invierno es más frío, con temperaturas mínimas de 15 °C en el extremo norte del área y de 16 °C en la región sur de las grandes islas. La isoterma de los 17 °C llega como máximo a Guaymas y Santa Rosalía, mientras que en primavera se encuentra más al norte, prácticamente en la región de las grandes islas.

6.1.2 Descripción general de la comunidad

Se encontraron en total 283 taxa, de los cuales 173 se identificaron a nivel especie, 57 a nivel género y 53 a nivel familia (anexo 2). Aquellos organismos que no pudieron ser identificados hasta especie se agruparon en tipos en la mayor parte de los casos, de acuerdo a sus patrones de pigmentación y características morfométricas particulares; no obstante, se encontraron larvas que no se pudieron clasificar en tipos, ya que para algunos grupos taxonómicos o no existe suficiente información para la identificación de larvas o no hay uniformidad en los criterios comúnmente utilizados para distinguir entre las especies; por lo tanto, aquellas larvas sin tipos asignados pueden referirse a una o más especies.

Se registraron 95 familias en total, de las cuales sólo 8 superan el 1% del total de las capturas y representan el 88.5% de la abundancia (tabla 2). Una característica principal de la comunidad de larvas en el Golfo de California fue la dominancia de formas mesopelágicas, principalmente representadas por Myctophidae, Phosichthyidae y Bathylagidae, que constituyen cerca del 54% de la abundancia; sin embargo los grupos epipelágicos Clupeidae, Engraulidae y Scombridae representaron una importante contribución, con el 32% del total de larvas capturadas.

Veinte especies representan el 90% de la abundancia, entre las que se incluyen formas mesopelágicas, epipelágicas y demersales (tabla 3), para las que se observaron cambios en el orden de la abundancia. El AG en modo Q, utilizando las especies más abundantes y que aparecen al menos en 2 de los 10 cruceros (tabla 3), muestra diferencias reconocibles en la composición de las especies de larvas de peces, en las que se forma un grupo principal de cruceros en meses cálidos (verano), un segundo grupo formado por los tres cruceros de otoño, y un tercer grupo asociado a los cruceros del periodo frío (Fig. 5).

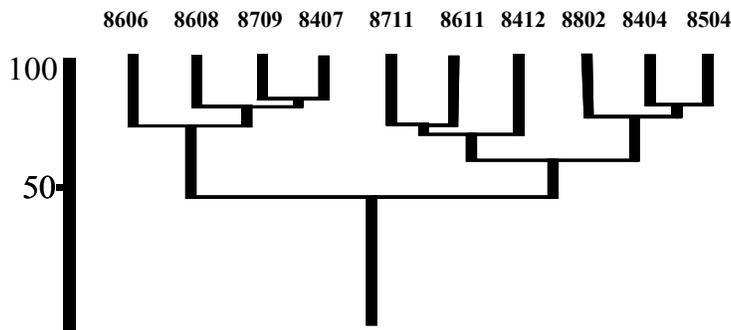


Figura 5.- Análisis de agrupamiento en modo Q de las especies más abundantes y frecuentes. Los valores en el eje de la gráfica corresponden al índice de similitud de Bray-Curtis y están expresados en porcentaje.

Tabla 2.- Listado taxonómico de familias ordenadas por abundancia relativa.

Taxa	%	Taxa	%	Taxa	%
1 Myctophidae	45.3	33 Aulopidae	>0.1	65 Mirapinnidae	>0.1
2 Engraulidae	20.1	34 Blennidae	>0.1	66 Moridae	>0.1
3 Clupeidae	10.2	35 Bramidae	>0.1	67 Mugilidae	>0.1
4 Phosichthyidae	6.8	36 Bythitidae	>0.1	68 Mullidae	>0.1
5 Bathylagidae	1.7	37 Carapidae	>0.1	69 Muraenidae	>0.1
6 Scombridae	1.7	38 Chaetodontidae	>0.1	70 Nematistiidae	>0.1
7 Paralichthyidae	1.5	39 Chiasmodontidae	>0.1	71 Nemichthyidae	>0.1
8 Gobiidae	1.2	40 Coryphaenidae	>0.1	72 Neoscopelidae	>0.1
9 Albulidae	0.7	41 Cyematidae	>0.1	73 Nettastomatidae	>0.1
10 Carangidae	0.7	42 Derichthyidae	>0.1	74 Nomeidae	>0.1
11 Cynoglossidae	0.7	43 Ehippidae	>0.1	75 Notacanthidae	>0.1
12 Gerreidae	0.7	44 Exocoetidae	>0.1	76 Ogocephalidae	>0.1
13 Merlucciidae	0.7	45 Fistulariidae	>0.1	77 Oneirodidae	>0.1
14 Eleotridae	0.6	46 Gempylidae	>0.1	78 Opistognathidae	>0.1
15 Balistidae	0.5	47 Gigantactinidae	>0.1	79 Paralepididae	>0.1
16 Haemulidae	0.4	48 Gonostomatidae	>0.1	80 Pleuronectidae	>0.1
17 Serranidae	0.4	49 Hemiramphidae	>0.1	81 Polynemidae	>0.1
18 Bregmacerotidae	0.3	50 Holocentridae	>0.1	82 Priacanthidae	>0.1
19 Ophichthidae	0.3	51 Howellidae	>0.1	83 Scaridae	>0.1
20 Scorpaenidae	0.3	52 Kyphosidae	>0.1	84 Sciaenidae	>0.1
21 Argentinidae	0.1	53 Labridae	>0.1	85 Scopelarchidae	>0.1
22 Bothidae	0.1	54 Labrisomidae	>0.1	86 Serrivomeridae	>0.1
23 Congridae	0.1	55 Linophrynidae	>0.1	87 Sparidae	>0.1
24 Elopidae	0.1	56 Lophiidae	>0.1	88 Sphyraenidae	>0.1
25 Ophidiidae	0.1	57 Lutjanidae	>0.1	89 Stomiidae	>0.1
26 Pomacentridae	0.1	58 Macrouridae	>0.1	90 Stromateidae	>0.1
27 Synodontidae	0.1	59 Malacanthidae	>0.1	91 Syngnathidae	>0.1
28 Triglidae	0.1	60 Melamphidae	>0.1	92 Tetraodontidae	>0.1
29 Achiridae	>0.1	61 Melanocetidae	>0.1	93 Trachipteridae	>0.1
30 Antennariidae	>0.1	62 Melanostomiidae	>0.1	94 Trichiuridae	>0.1
31 Apogonidae	>0.1	63 Microdesmidae	>0.1	95 Tripteygiidae	>0.1
32 Atherinidae	>0.1	64 Microstomatidae	>0.1		

El invierno fue la estación con el menor número de especies (33) (tabla 4) y una notable dominancia de *Engraulis mordax* y *Sardinops caeruleus* (tabla 3), las especies pelágico-costeras fueron el componente más abundante (63%; tabla 4) así como las de afinidad templada (95%; tabla 5). En contraste, el mayor número de especies se observó en verano (271), casi todas ellas (49%) de afinidad tropical-subtropical, aunque para un gran número de especies no se pudo determinar su afinidad (32.5%) (tabla 5). El número de especies demersales de aguas someras fue más alto en verano que en cualquier otro periodo, pero los taxones más abundantes fueron de mesopelágicos (principalmente *Benthosema panamense*) que representaron el 64% de la captura total para verano (tabla 4).

El otoño y la primavera tuvieron un mayor número de especies que el invierno y, a pesar de que el número de especies tropicales/subtropicales fue mayor que aquellas de afinidad templada (43 y 51% respectivamente), en ambos casos las abundancias fueron similares ($\approx 40\%$). Los mesopelágicos fueron el grupo más abundante de otoño y primavera, pero la diferencia numérica entre éstos y el siguiente grupo (pelágicos costeros) no fue tan contrastante como en invierno y verano (tabla 4). Por ejemplo, el mesopelágico *L. stilbius* fue la especie más abundante durante la primavera con el 16% del total de las capturas, y durante el otoño fue el pelágico costero *E.*

mordax con 11%. En contraste, durante el invierno la dominancia se incrementó significativamente pues *E. mordax* representó el 74% de las capturas (tabla 3).

Tabla 3.- Abundancia total estandarizada por crucero oceanográfico para las especies más abundantes y frecuentes del Golfo de California. Primavera (P), Verano (V), Otoño (O), Invierno (I).

Especies/Crucero	8404	8407	8412	8504	8606	8608	8611	8709	8711	8802	P	V	O	I	Total
<i>Benthoosema panamense</i>	5533	58243	16518	403	25999	19105	3071	24514	14887	759	5936	127861	34477	759	169033
<i>Engraulis mordax</i>	610	28	371	3591	9		15258		28448	38868	421	37	4477	38868	87184
<i>Triphoturus mexicanus</i>	1700	4241	13624	295	7304	4269	224	2452	876	151	1995	18266	14724	151	35136
<i>Vinciguerria lucetia</i>	4785	9347	8917	1072	3561	3719	129	1754	142	125	5856	18382	9187	125	33550
<i>Opisthonema sp.</i>		8808			2761	1984		13592	27			27145	27		27172
<i>Sardinops caeruleus</i>	1027		4008	1424	507		4039		887	5895	2451	57	8934	5895	17787
<i>Diogenichthys laternatus</i>	2964	429	2936	756	8011	960	64	1094	43	96	372	1493	343	96	17352
Engraulidae tipo 1		10938	371			75	135	660	11			11673	517		12190
<i>Leuroglossus stilbius</i>	1684	9	22	5142	48					1076	6827	57	22	1076	7981
<i>Scomber japonicus</i>	2172		1356	2446			316		126	448	4619		1798	448	6864
<i>Syacium ovale</i>	4	3523	15		169	774		1664	4	2	4	613	19	2	6156
<i>Etrumeus teres</i>	1183	11	152	2266	723		32	5	339	459	3449	739	523	459	5171
<i>Albula vulpes</i>		1457				491		1648	4			3597	4		3601
<i>Merluccius productus</i>	368			75						3028	442			3028	3470
<i>Eucinostomus gracilis</i>		2111			598	106		491					337		3307
<i>Lythrypnus dalli</i>	6	2602			286			283	129		6	3171	129		3306
Gobiidae	35	1641	95	28	355	524	57	296	6	6	63	2817	158	6	3043
Eleotridae		4	46		6	29	4	2653	84			2692	134		2826
<i>Symphurus williamsi</i>		980	16		200	322		1216	6			2719	22		2740
Balistidae tipo 1		1529		9	3	285		364		8	9	2181		8	2198
<i>Caranx caballus</i>		1035				239		561				1834			1834
<i>Auxis spp.</i>	19	366			129	777				8	19	1272		8	1299
<i>Symphurus spp.</i>		317	185		110	87	43	219	299			733	528		1261
<i>Hygophum atratum</i>	246	405	420	9	82	12	5	77			254	576	424		1255
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	68	31	111		629	272	24		81	11	68	931	216	11	1226
<i>Diaphus pacificus</i>		247	329		42	100		280				67	329		998
<i>Citharichthys fragilis</i>	56	12	403	407	13			59	45		462	84	448		995
<i>Oligoplites tipo 1</i>		976			13							989			989
<i>Euthynnus lineatus</i>		471			115	277		10				873			873
<i>Ophichthus zophochir</i>	4	361	27			156		239			4	755	27		785
Haemullidae		218		4	139	96		237			4	689			694
<i>Synodus lucioceps</i>		167	35		114	39	31	282				63	65		668
<i>Eucinostomus dowii</i>		276			237	12		63				587			587
<i>Argentina sialis</i>	28	20	78	91	20	5	11	5		289	12	5	89	289	548
<i>Bothus leopardinus</i>		131	8			54	150	4	40			189	198		387
Otras especies	785	9154	1953	745	5038	3857	242	6317	805	1582	1529	24366	2999	1582	30476
TOTAL	23276	120086	51995	18764	57225	38626	23834	61039	47287	52809	424	276977	123116	52809	494943

Tabla 4.- Abundancia y número de especies de larvas de peces por hábitat: (pc) pelágico costero; (po) epipelágico oceánico; (mp) mesopelágico; (bp) batipelágico; (ds) demersal somero; (dp) demersal de profundidad; (nd) no determinados. Los números entre paréntesis son los porcentajes por estación del año.

Abundancia	pc	po	mp	bp	ds	dp	nd	
primavera	14951(35.5)	215(0.5)	24997(59.5)	18(0.1)	1061(2.5)	624(1.5)	174(0.4)	
verano	49980(18)	2487(0.9)	177874(64.2)	97(<0.1)	41991(15.2)	265(0.1)	4283(1.5)	
otoño	56801(46.1)	72(0.1)	62695(50.9)	59(<0.1)	3044(2.4)	222(0.2)	223(0.2)	
invierno	33270(63)	53(0.1)	16371(31)	158(0.3)	316(0.6)	2640(5)	0	
totales	140051(30.7)	2612(0.6)	256940(56.3)	311(0.1)	46501(10.2)	5336(1.1)	4680(1)	

No. especies	pc	po	mp	bp	ds	dp	nd	totales
primavera	15(20.3)	3(4.1)	14(18.9)	2(2.7)	28(37.8)	6(8.1)	174(0.4)	74
verano	45(16.6)	9(3.3)	38(14)	7(2.6)	130(48)	10(3.7)	4283(1.5)	271
otoño	16(13.5)	3(2.5)	18(15.1)	2(1.7)	57(47.9)	7(5.9)	223(0.2)	113
invierno	8(24.2)	2(6.1)	6(18.2)	1(3)	13(39.4)	3(9.1)	0	33

Tabla 5.- Abundancia y número de especies de larvas de peces por afinidad faunística: (Tr-SbTr) tropical/subtropical; (Trans) transicional; (Tm) templada; (Ad) amplia distribución; y (nd) no determinados. Los números entre paréntesis son los porcentajes por estación del año.

Abundancia	Tr-SbTr	Trans	Tm	Ad	Nd
Primavera	16664(39.6)	7099(16.9)	14411(34.3)	3816(9.1)	50(0.1)
Verano	224995(81.1)	20080(7.3)	6137(2.3)	1828(0.7)	23937(8.6)
Otoño	50093(40.7)	17353(14.1)	53563(43.5)	686(0.6)	1421(1.1)
Invierno	1223(2.3)	609(1.2)	50328(95.3)	469(0.9)	180(0.3)
Totales	292975(59.2)	45141(9.1)	124439(25.1)	6799(1.4)	25588(5.2)

No. de especies	Tr-SbTr	Trans	Tm	Ad	nd	totales
primavera	38(51.4)	5(6.8)	18(24.3)	3(4)	10(13.5)	74
verano	134(49.4)	13(4.8)	27(10)	9(3.3)	88(32.5)	271
otoño	49(43.4)	8(7.1)	23(20.3)	4(3.5)	29(25.7)	113
invierno	16(48.4)	3(9.1)	10(30.3)	2(6.1)	2(6.1)	33
totales	143(50.5)	15(5.3)	37(13.1)	10(3.5)	78(27.6)	283

6.1.3 Diversidad

El número de especies por estación muestra una moda de 4 y una media de 10; no obstante, la dispersión es amplia, desde 0 hasta 61 especies por estación (Fig. 6).

La curva de rarefacción integrada sugiere que el número de especies capturables con el arte de pesca utilizado está próximo a su límite, ya que teóricamente, aún incrementando el esfuerzo a 1000 muestras, el valor esperado en el número de especies nuevas es apenas de unas 80 (Fig. 7), lo cual se refleja en el incremento porcentual calculado del número de especies a partir de la muestra 464 que es el total de muestras recolectadas en este trabajo ($K464=0.009$).

Temporalmente, las curvas de rarefacción ajustadas (Fig. 8; tabla 6) muestran dos tendencias principales: una de baja diversidad de especies para el invierno y la primavera; y un incremento significativo en el número de especies acumuladas para los meses de verano.

Si bien es evidente la similitud en el comportamiento de los cruceros de verano con los de otoño, durante esta última temporada tienden a presentarse valores de diversidad menores a los de verano. Asimismo, se observan dos excepciones a las tendencias descritas, una durante el crucero de julio de 1984, con una diversidad particularmente elevada y la segunda durante el crucero de

otoño de 1987, en la que el número de especies esperado está por debajo del comportamiento promedio. Para julio de 1984, la tasa de aparición de especies nuevas (a) es mayor que en cualquier otro muestreo, mientras que z es a su vez el más bajo encontrado en el periodo analizado (tabla 6), lo cual indica una baja repetición de especies en estaciones sucesivas. Para el crucero de noviembre de 1987, la tasa de aparición de especies nuevas (a) es alta, pero el valor de z es también alto si se compara con los valores obtenidos para los muestreos de otoño y verano, ocasionando un descenso en los valores esperados del número de especies.

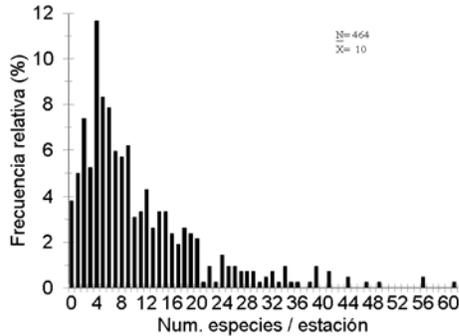


Figura 6.- Histograma de número de especies por estación de muestreo.

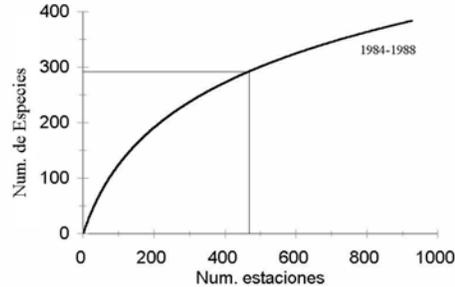


Figura 7.- Curva de rarefacción integrada 1984-1988. La curva al interior del recuadro corresponde al ajuste con los datos observados y al exterior con los datos extrapolados.

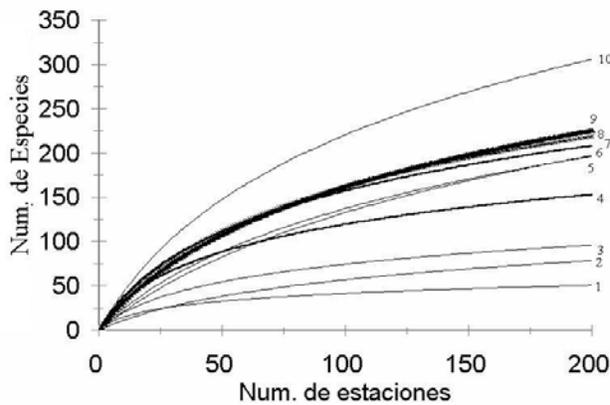


Figura 8.- Curvas de rarefacción para: 1) Febrero de 1988; 2) Abril de 1985; 3) Abril de 1984; 4) Noviembre de 1987; 5) Noviembre de 1986; 6) Noviembre-Diciembre de 1984; 7) Septiembre de 1987; 8) Junio de 1986; 9) Agosto de 1986 y; 10) Julio de 1984.

Tabla 6.- Parámetros calculados de las curvas de acumulación de especies y riqueza específica usando la función de dependencia exponencial.

Crucero	8404	8504	8606	8407	8608	8709	8611	8711	8412	8802	84-88
a	2.733	1.355	4.754	5.065	3.719	4.352	2.762	4.660	2.328	2.770	1.940
z	0.029	0.027	0.012	0.006	0.009	0.012	0.009	0.019	0.007	0.012	0.006
$K50$	0.009	0.012	0.010	0.013	0.012	0.011	0.013	0.009	0.015	0.012	
$K464$											0.0009

a = tasa de aparición de especies nuevas; z = tasa de descenso del valor " a "; k = incremento porcentual del número de especies calculado a partir de la muestra 50 ($K50$) y a partir de la muestra 464 ($K464$).

El índice de diversidad de Shannon se graficó para cada crucero (anexo 3). En general se observa el gradiente esperado, con la mayor diversidad principalmente en la porción sur del área de estudio; estos resultados se observan también en los promedios por estación del año (Fig. 9). Un segundo patrón se encontró en la distribución de centros de una mayor riqueza específica separados por áreas de baja diversidad. Los resultados muestran la presencia constante de zonas de diversidad máxima de primavera a otoño en: 1) La zona comprendida entre Bahía de San Jorge, Sonora y Punta Diggs, BC. 2) La costa norte - este de Isla Ángel de la Guarda, 3) La zona costera frente a Punta San Gabriel, 4) La zona comprendida entre Bahía Concepción - Punta Trinidad y Punta Blanca - Guaymas, y 5) La zona comprendida entre Isla San José - Isla Carmen y Topolobampo - Los tanques (Fig. 9A, B y C).

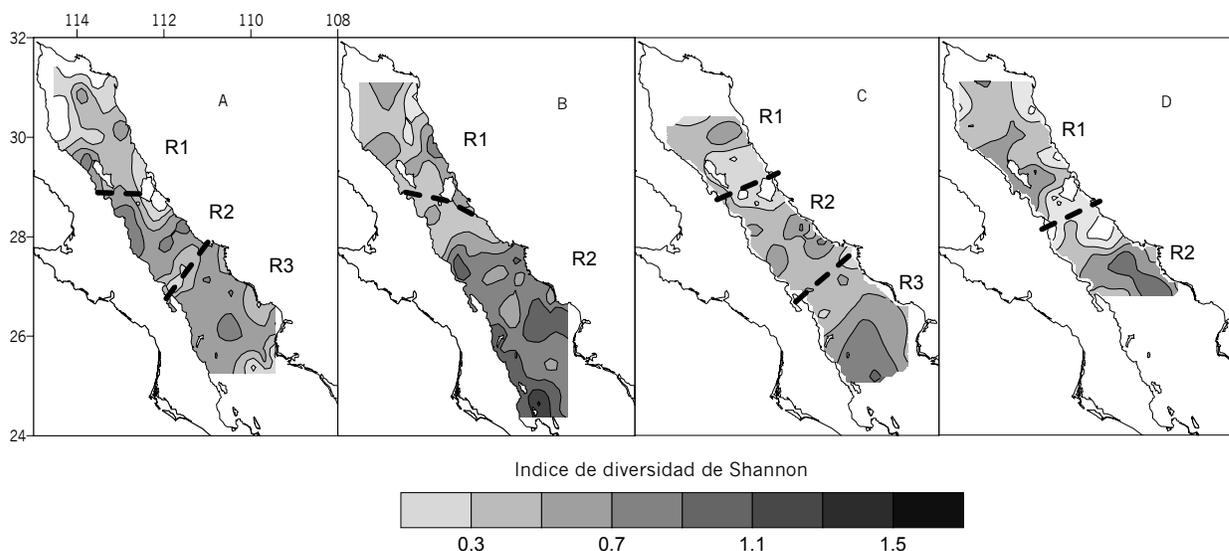


Figura 9.- Índice de diversidad de Shannon por estación del año: A) Primavera; B) Verano; C) Otoño; D) Invierno.

Durante el invierno, sólo pueden observarse los tres primeros centros en la región norte del golfo y uno más entre Bahía Concepción y Guaymas, que pudiera corresponder al centro 4, aunque ligeramente desplazado hacia el sur (Fig. 9D). En general, estos centros pueden agruparse en primavera y otoño en tres regiones separadas entre sí por áreas de baja diversidad.: la primera del norte del golfo hasta el sur de las grandes islas (R1); la segunda en el centro del área de estudio hasta Bahía Concepción (R2); y una tercera de Bahía Concepción hacia el sur (R3). Durante el invierno sólo se distinguen las dos primeras regiones, debido a que el muestreo abarcó hasta Bahía Concepción, y en el verano sólo parecen evidentes dos regiones separadas por las grandes islas (Fig. 9).

6.1.4 Análisis de asociaciones.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) y el Análisis de Grupos (AG) usando el índice de similitud de Bray-Curtis fue aplicado a las matrices de cada crucero para las especies que se encontraron en más del 15% del total de estaciones muestreadas, las gráficas de estos análisis se encuentran en los anexo 4, 5 y 6.

Primavera

El ACP explica, en los dos primeros componentes, entre el 46% (GOLCA 8404) y 44% (GOLCA 8504) de la variación observada (anexo 4). La dispersión de puntos sobre estos dos ejes muestra tres agrupaciones principales que, de manera general, tienden a separar en ambos cruceros formas mesopelágicas, pelágico-costeras y demersales. En todos los casos el C1 parece estar asociado al gradiente latitudinal de la distribución de las especies, lo que significa que la mayor variabilidad de nuestros datos es explicada por los cambios de abundancia de norte a sur y viceversa, en cada uno de los grupos formados.

Este comportamiento se repite claramente en el ACP de la matriz de datos promedio para el periodo de primavera (Fig. 10A), en el que se observa que la variabilidad explicada por los dos primeros componentes es de 43% (C1=26%; C2=17%). La dispersión de los datos sobre los ejes componentes muestra tres agrupaciones principales: el primer grupo cercano al origen de ambos ejes está compuesto de especies templado-subárticas (*Merluccius productus* y *Argentina sialis*) o subtropicales (*Citharichthys fragilis*), distribuidas principalmente al norte del golfo (Fig. 11); un segundo grupo, formado por *S. caeruleus*, *Leuroglossus stilbius*, *E. mordax*, *Scomber japonicus* y *Etrumeus teres*, de afinidad templada-subártica a subtropical, con valores intermedios en C1 y altos en C2 (Fig. 10A), más abundante en la región central, desde el sur de las grandes islas hasta Bahía Concepción y descendiendo hacia los extremos (Fig. 11); el tercer grupo, constituido por los mesopelágicos de afinidad tropical-subtropical *B. panamense*, *V. lucetia*, *D. laternatus*, y *T. mexicanus*, ubicados en el extremo positivo de C1 y negativo de C2 (Figura 11A) y distribuidos principalmente en el extremo sur del área de estudio (Fig. 11). Separada del resto de las especies, *Hygophum atratum* ubicado en el extremo negativo de C2, presentó la distribución más sureña observada (Fig. 11). De acuerdo a este arreglo, C2 podría estar asociado a la distribución de los adultos ya que excepto por *L. stilbius*, el hábitat de los adultos es el elemento común en cada grupo.

En el AG las agrupaciones son similares a las observadas en al ACP, pero *S. caeruleus* es remplazada por *L. stilbius* (Fig. 10B), particularmente porque, a diferencia del resto de los epipelágicos costeros, las larvas de sardina tienen núcleos de abundancia importantes al norte de las grandes islas; mientras que a pesar del carácter mesopelágico de los adultos, las larvas de *L. stilbius* muestran una distribución similar a *E. teres*, *S. japonicus* y *E. mordax* (Fig. 11).

La agrupación por estaciones, derivada del AG en modo Q, refleja los patrones de distribución de las especies de acuerdo a su ambiente y afinidades geográficas (Fig. 12) y permite dividir al Golfo de California en:

A) Una región norte caracterizada por temperaturas entre 16 °C y 18 °C donde las especies dominantes son *M. productus*, *C. fragilis* y *A. sialis*, y cuyos límites al sur coinciden con la isoterma de los 18 °C. Esta región es similar a la región 1 anteriormente definida en función de los patrones de distribución espacial de la diversidad.

B) Una región central caracterizada por valores de temperatura superficial entre 18 °C y 19 °C con *E. mordax*, *L. stilbius*, *E. teres*, *S. japonicus* y *S. caeruleus* como las especies dominantes, y cuyo límite al sur es la isoterma de los 20 °C. Esta región coincide parcialmente con la región 2 de acuerdo a la distribución de la diversidad para este periodo.

C) Una región al sur de la isoterma de los 20 °C y hasta los 22 °C donde predominan los mesopelágicos de afinidad subtropical y tropical (*T. mexicanus*, *B. panamense*, *V. lucetia*, *D. laternatus* y *H. atratum*), correspondiendo a la región 3 de acuerdo a los patrones de diversidad.

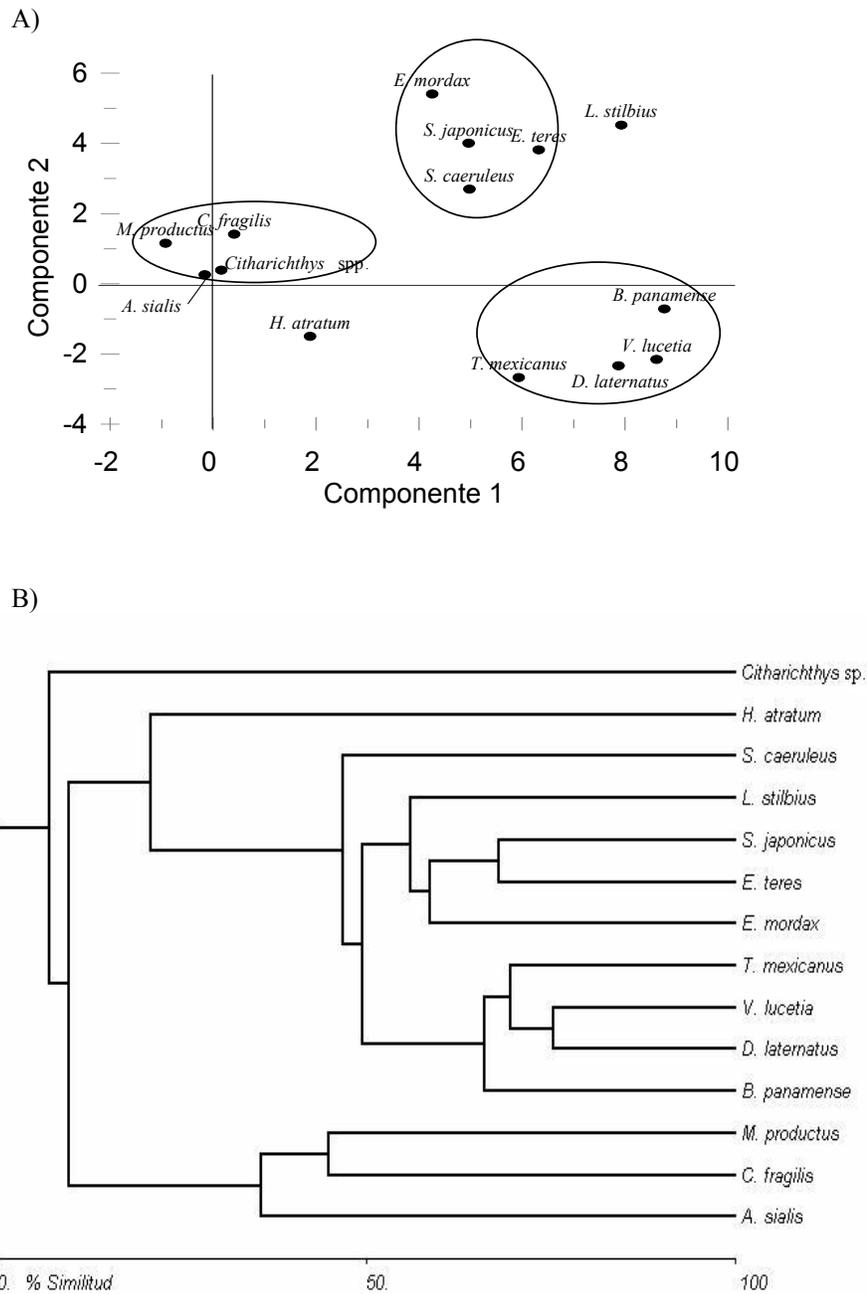


Figura 10.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Primavera.

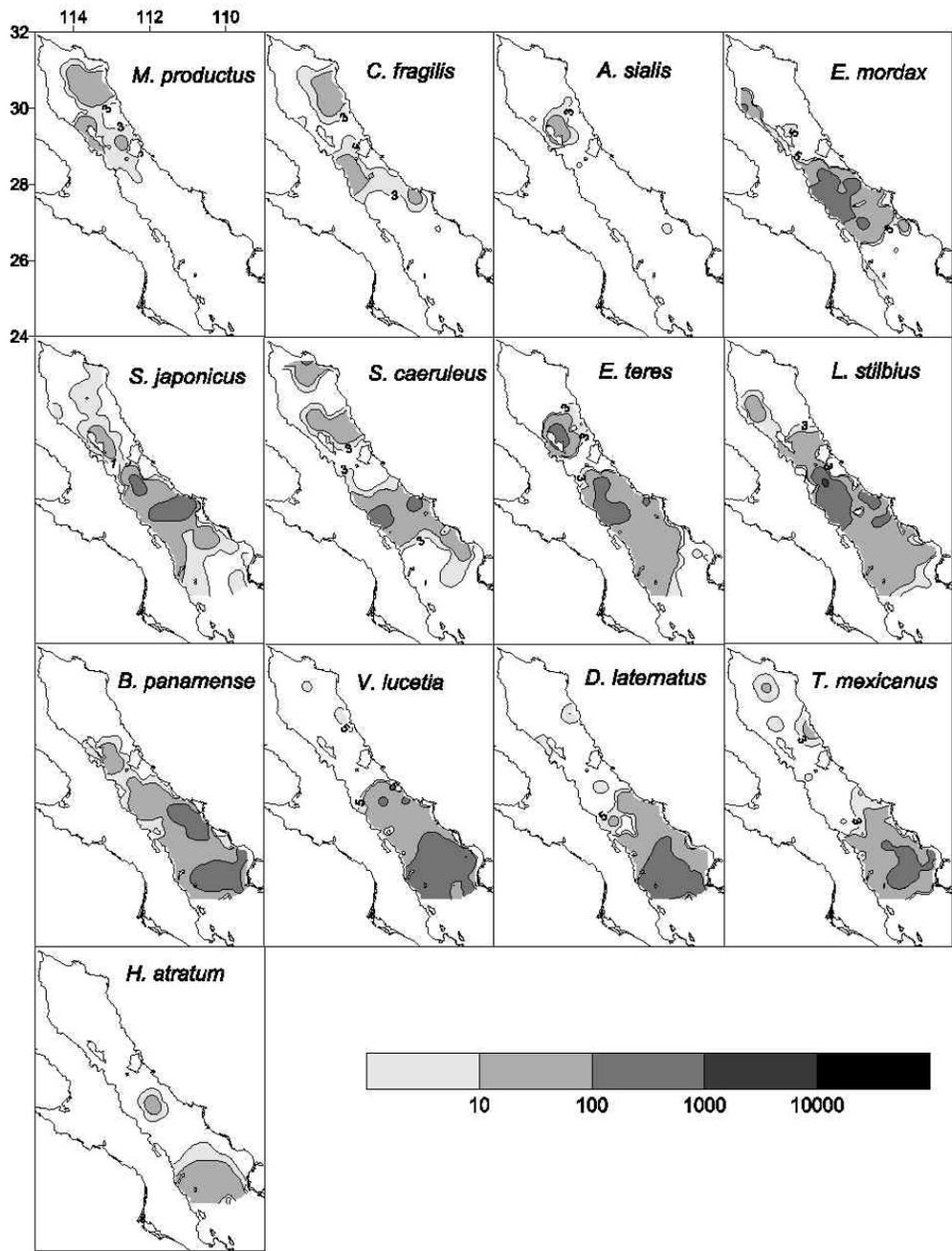


Figura 11.- Distribución de larvas de las especies de peces más abundantes durante el periodo de primavera. Los valores de abundancia son los promedios calculados por estación. La escala está expresada en número de organismos en 10 m² de superficie marina.

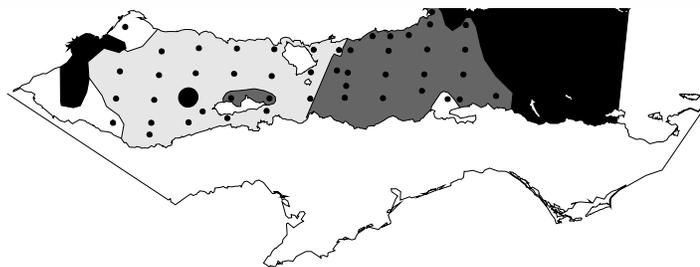
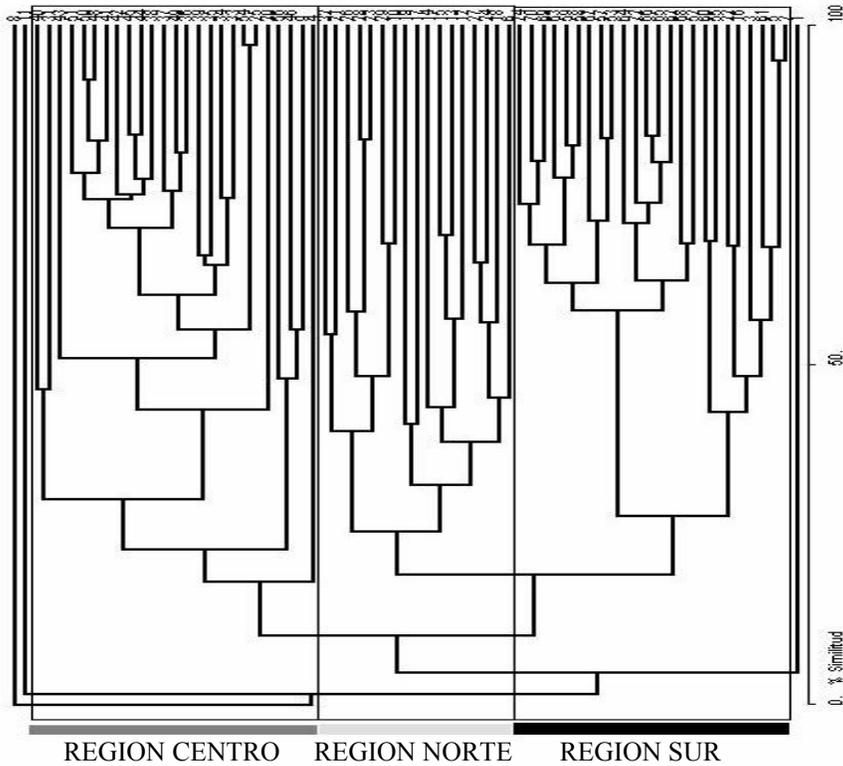


Figura 12.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización del Golfo de California para el periodo de primavera. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis.

Verano

Durante el verano la complejidad se incrementa con el número de especies, y en el ACP los primeros dos componentes explican alrededor del 52% de la variabilidad en los datos, excepto en septiembre de 1987 donde la variabilidad explicada es apenas 41% (anexo 5). El inicio del verano (GOLCA 8606) es quizá el más sencillo de todos los cruceros y el único en el que se observa

claramente una separación de grupos; el mismo grupo de mesopelágicos subtropicales y tropicales (*T. mexicanus*, *B. panamense*, *V. lucetia* y *D. laternatus*), y un segundo grupo donde se mezclan especies epipelágicas costeras y demersales básicamente de afinidad tropical. No obstante, en el resto de los ACP, para los cruceros de verano, la agregación en grupos es poco clara, mezclándose especies mesopelágicas, demersales y pelágico-costeras. Asimismo, en todos los casos de verano, C1 está relacionado principalmente con la abundancia, de forma tal que los valores en el extremo positivo de este eje corresponden a las especies más abundantes, mientras que C2 está relacionado con el gradiente latitudinal de la distribución.

El ACP utilizando el promedio de los cruceros de verano muestra, en general, la misma tendencia descrita anteriormente. En este caso los dos primeros componentes explican el 54% de la variación (C1=38% y C2=16%) (Fig. 13A). Los datos están muy dispersos sobre los dos ejes y no se observan tendencias claras de agrupamiento, excepto por las larvas de Engraulidae tipo 1 y *B. panamense* que se separan del resto de las especies. Los taxa situados sobre el extremo positivo de C2 (Engraulidae tipo 1 y *Oligoplites* tipo 1) tienden a ser más abundantes al norte de las grandes islas (Fig. 14); mientras que las especies con valores intermedios en C2 se distribuyen muy ampliamente en toda el área de estudio, como es el caso de *B. panamense*, *O. libertate* y *Syacium ovale* que son las más importantes numéricamente, o bien como *Lythrypnus dalli*, Gobiidae, Balistidae tipo 1 y *Euthynnus lineatus* que se capturaron en menor densidad (Fig. 14). Por último, en el extremo inferior de C2, *V. lucetia*, *D. laternatus*, *T. mexicanus*, *Albula* sp., *Symphurus williamsi*, *Auxis* sp. y *Caranx caballus* presentan sus mayores abundancias en la parte sur del área de estudio (Fig. 14).

El AG por su parte, muestra dos grupos principales (Fig. 13B) que definen en general tres tendencias de distribución (Fig. 14). El primer grupo se compone de todas aquellas especies con abundancias altas al norte de las grandes islas y se divide en dos subgrupos: A) *Oligoplites* sp. tipo 1, Engraulidae tipo 1 y *L. dalli* que son principalmente norteños pero penetran hasta la región central del Golfo de California; y B) Un segundo subgrupo distribuido prácticamente en toda el área de estudio pero con sus mayores abundancias en la región central, compuesto por *Opisthonema* sp. y *B. panamense*.

El segundo grupo lo constituyen organismos de distribución principalmente sureña, cuya abundancia disminuye hacia el norte. Esta agrupación se divide en dos subgrupos: el primero de ellos compuesto por una mezcla de especies epipelágicas y demersales; y el segundo compuesto por *Albula* sp. y nuevamente los mesopelágicos *V. lucetia*, *D. laternatus* y *T. mexicanus*.

La distribución de las agrupaciones descritas se refleja en el AG en modo Q que divide al golfo en dos regiones principales, una de ellas subdividida en 2 grupos (Fig. 15): A) Una región norte caracterizada por valores de temperatura superficial entre 27 °C y 29 °C coincidente con la región 1 de verano definida de acuerdo a los patrones de distribución espacial de diversidad con límites al sur de las grandes islas; y B) Una región sur, con temperatura superficial entre 29 °C y 31°C coincidente con la región 2 de diversidad pero subdividida en dos regiones en el centro y sur del golfo. La región central se separa como resultado de los gradientes de distribución de *Opisthonema* sp., *T. mexicanus* y *Auxis* spp. que son más abundantes en el centro del golfo y la región sur por la distribución de *V. lucetia*, *Albula* sp., *S. williamsi* y *C. caballus*.

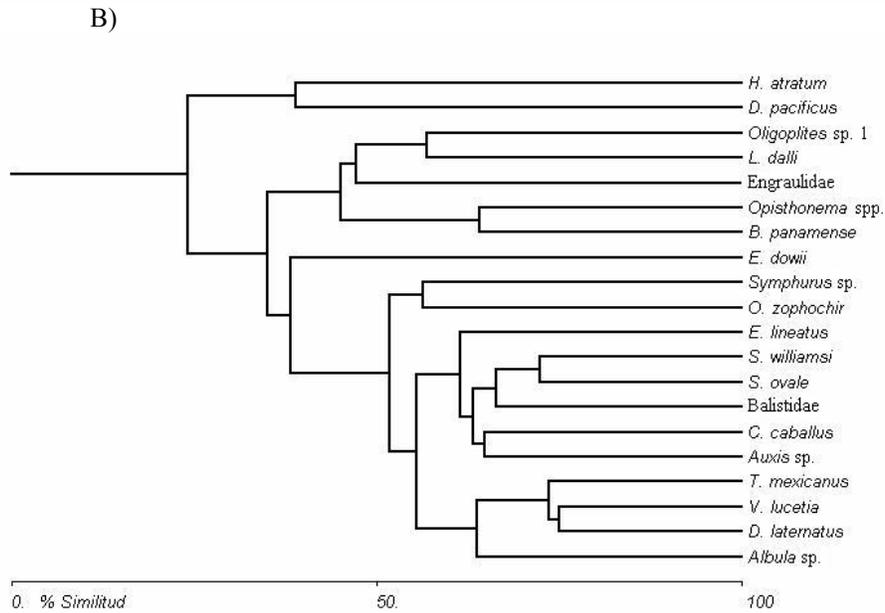
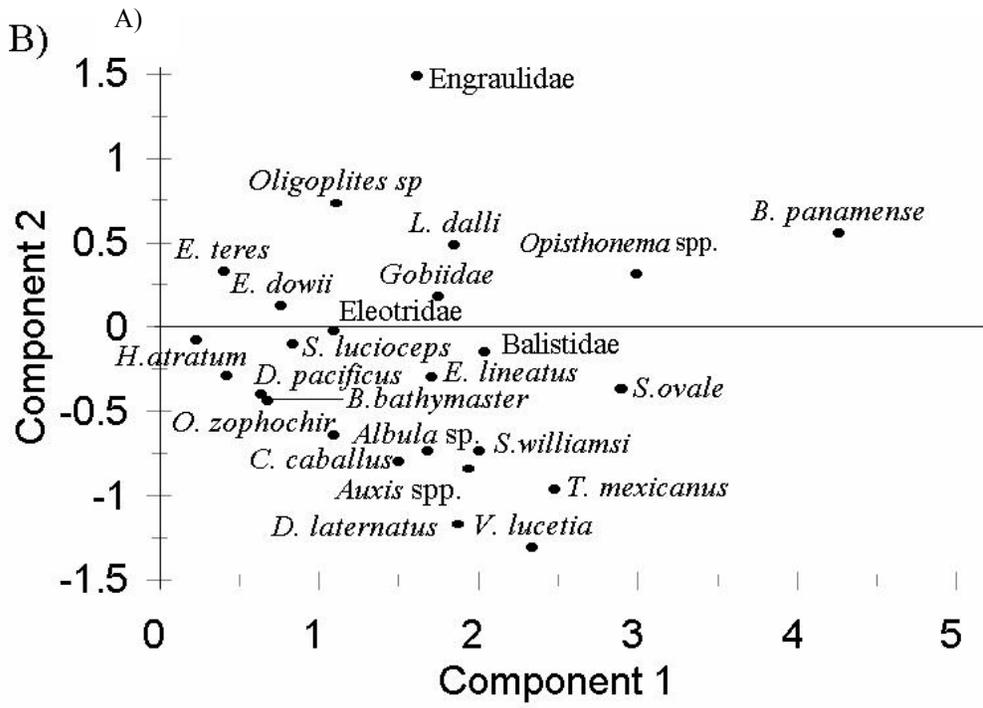


Figura 13.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Verano.

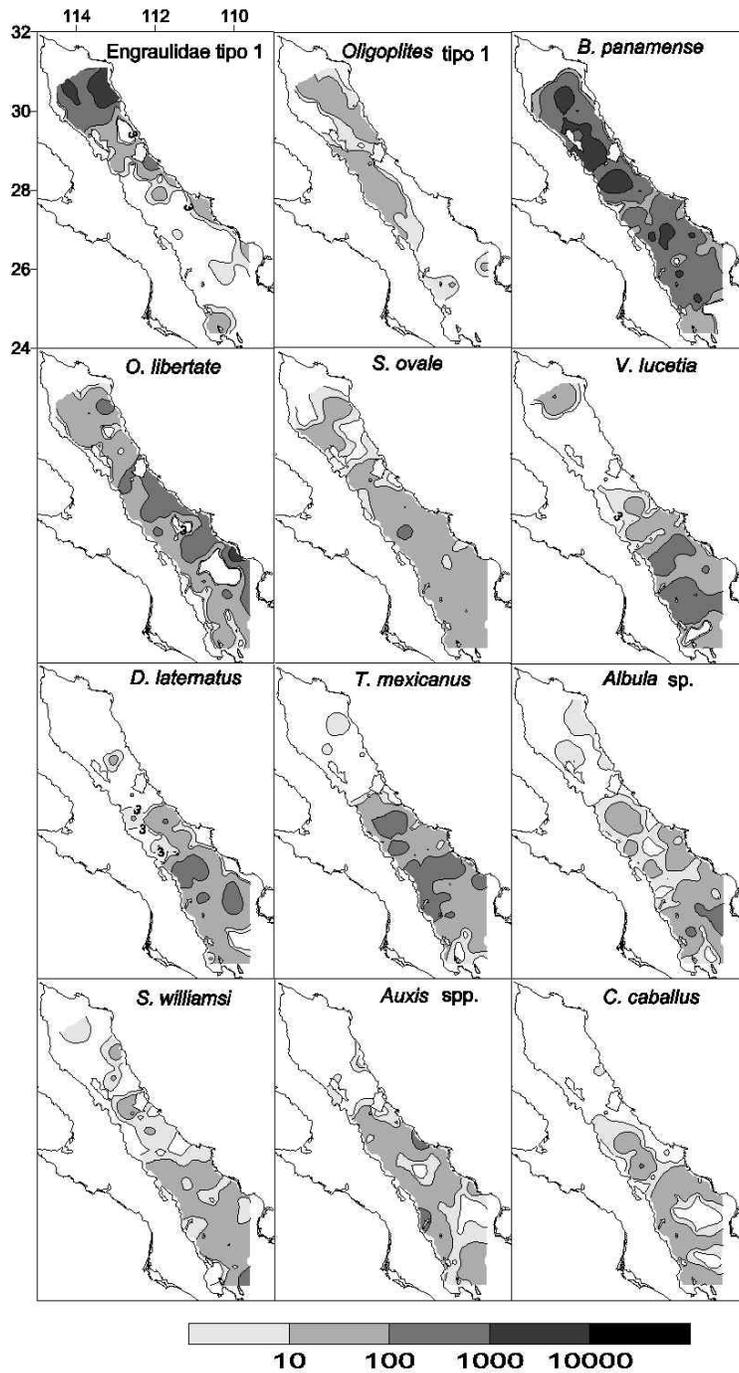


Figura 14.- Distribución de larvas de las especies de peces mas abundantes durante el periodo de verano. Los valores de abundancia son los promedios calculados por estación. La escala está expresada en número de organismos en 10 m² de superficie marina.

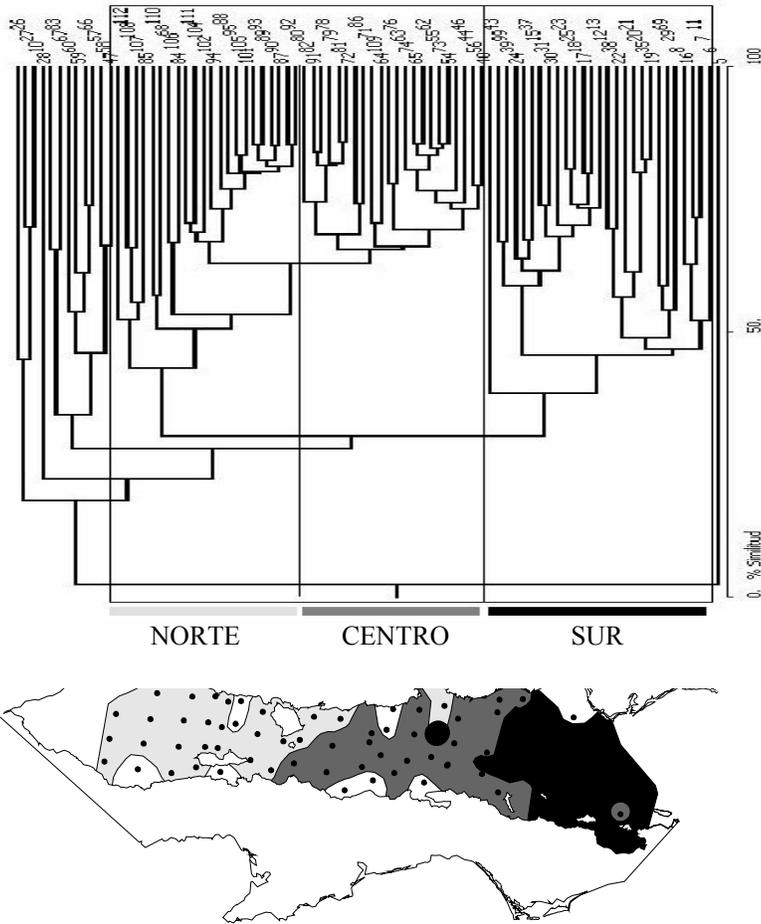


Figura 15.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización del Golfo de California para el periodo de verano. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis.

Otoño

El ACP de otoño por crucero se detalla en el anexo 6 pero, de manera general, la variabilidad explicada en los dos primeros componentes se encuentra entre 47% (GOLCA 8611) y el 53% (GOLCA 8412). En todos los casos C1 está relacionado con la abundancia de las especies y C2 con el gradiente de distribución. En todos los casos *S. caeruleus* y *B. panamense* tienden a separarse del grupo principal básicamente como resultado de los altos valores de abundancia que presentan; sólo en noviembre-diciembre de 1984 (GOLCA 8412) se presenta una agrupación en el extremo positivo de C2 entre mesopelágicos de afinidad tropical, distribuidos al sur del área muestreada (*V. lucetia* y *T. mexicanus*). El ACP de la base de datos promediada muestra este mismo comportamiento (Fig. 16A); básicamente, las especies con valores positivos en C2 se distribuyen al norte del golfo, mientras que aquellas en la porción negativa se encuentran al sur del área de estudio (Fig. 17).

La débil definición de las agrupaciones entre especies del ACP se refleja también en el AG, en el que los grupos formados se asocian con índices de afinidad muy bajos (Fig. 16B), excepto por los mesopelágicos *V. lucetia*, *T. mexicanus*, *D. laternatus* y *B. panamense*, junto con *E. mordax* que se distribuyen ampliamente en toda el área al sur de las grandes islas. Otro grupo fue formado por *E. teres*, *L. fitchi*, *S. japonicus*, *L. dalli* y *Symphurus* spp., distribuidos principalmente en la región central; y el último grupo constituido por *S. atriventer*, *P. sio*, *D. pacificus* y *Bregmaceros* spp., cuyo límite norte de distribución es al sur del área de estudio, en Bahía Concepción. Por su parte, *S. caeruleus* y *S. lucioiceps*, distribuidas principalmente al norte del golfo, se separan del resto de las especies sin formar un grupo definido (Fig. 17).

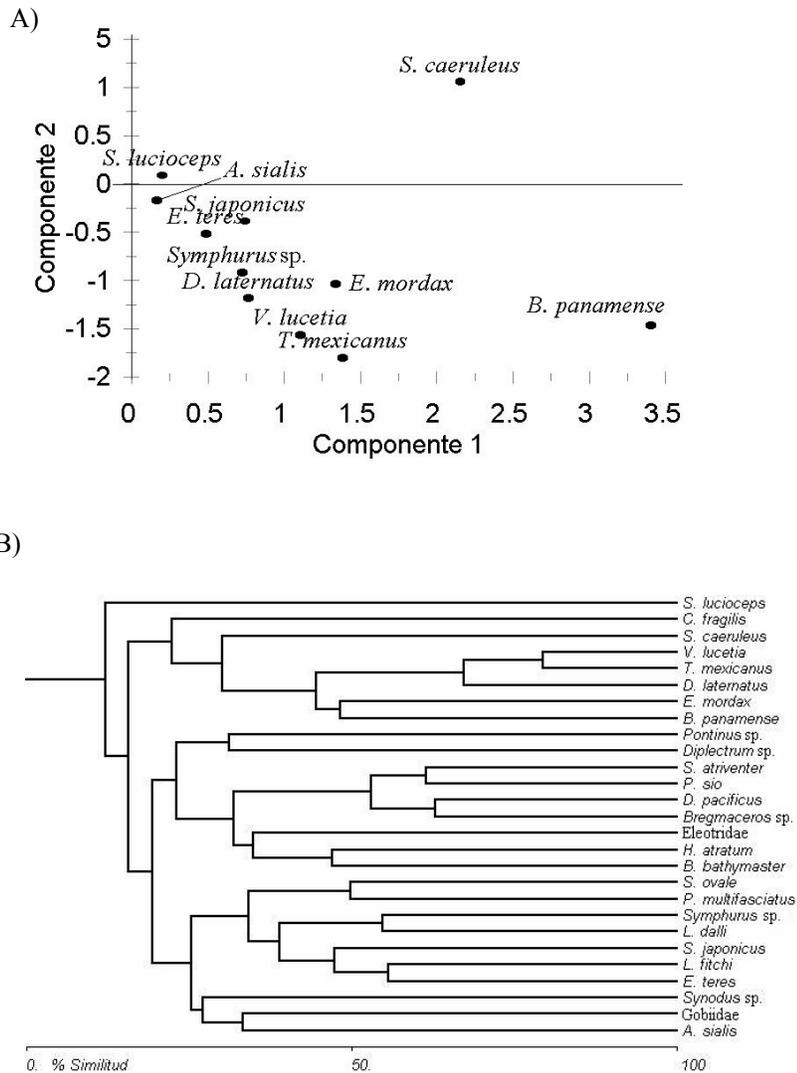


Figura 16.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Otoño.

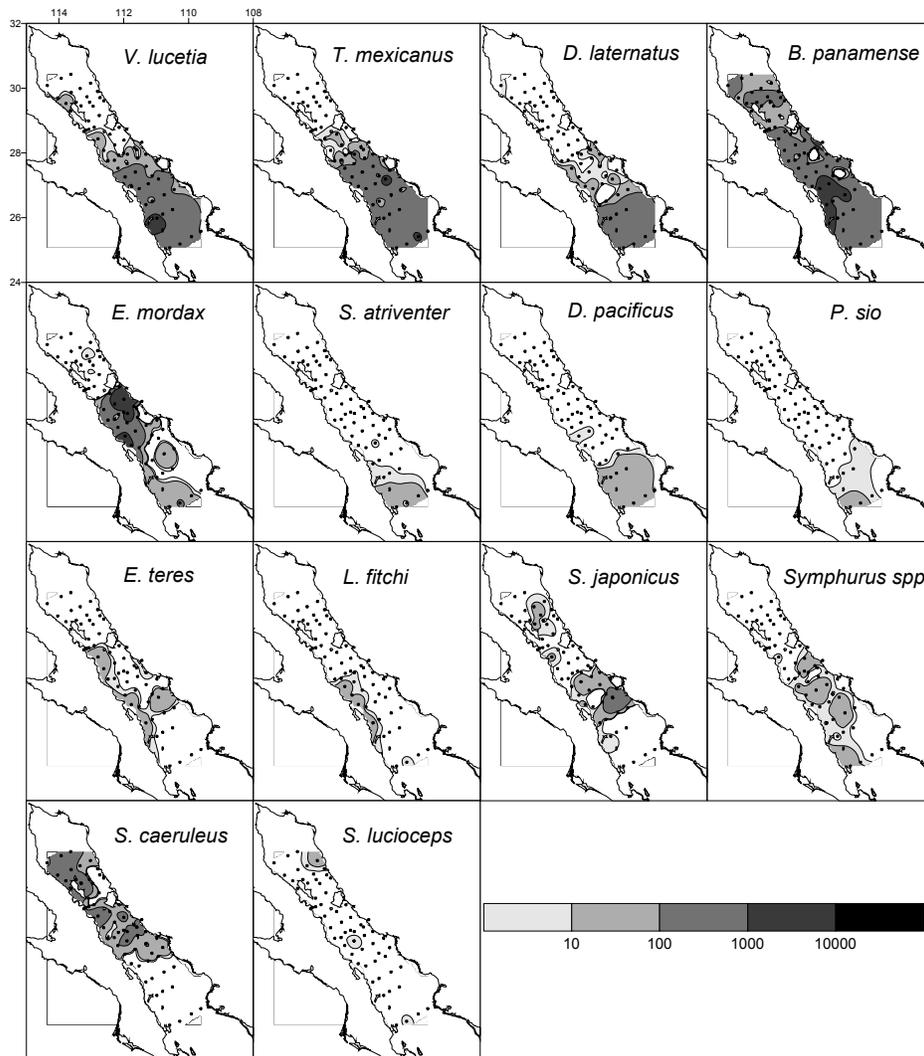


Figura 17.- Distribución de larvas de las especies de peces más abundantes durante el periodo de Otoño. Los valores de abundancia son los promedios calculados por estación. La escala está expresada en número de organismos en 10 m² de superficie marina.

La regionalización del Golfo de California obtenida a partir del AG en modo Q es congruente con los patrones de distribución de las especies analizadas (Fig. 18); aunque a diferencia de la primavera, no hay similitud aparente con los gradientes de distribución de temperatura superficial. El análisis divide al Golfo de California en: A) Una región norte, básicamente asociada al área de distribución de *S. caeruleus*, que coincide con los valores más bajos de temperatura superficial (18 °C a 20 °C), pero también con los gradientes más intensos de esta variable sobre el lado noroccidental de Golfo. B) Una región central con influencia en la parte noreoriental del golfo, en donde se conjugan las distribuciones de *S. caeruleus*, *S. japonicus*, *E. mordax* y los mesopelágicos de afinidad tropical; el límite sur de esta región se encuentra

entre las isotermas de 21 y 22 °C. C) una región sureña, asociada a los valores más altos de temperatura superficial donde dominan los mesopelágicos tropicales.

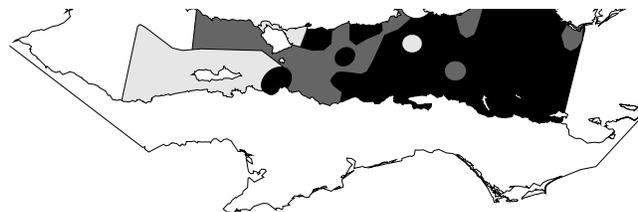
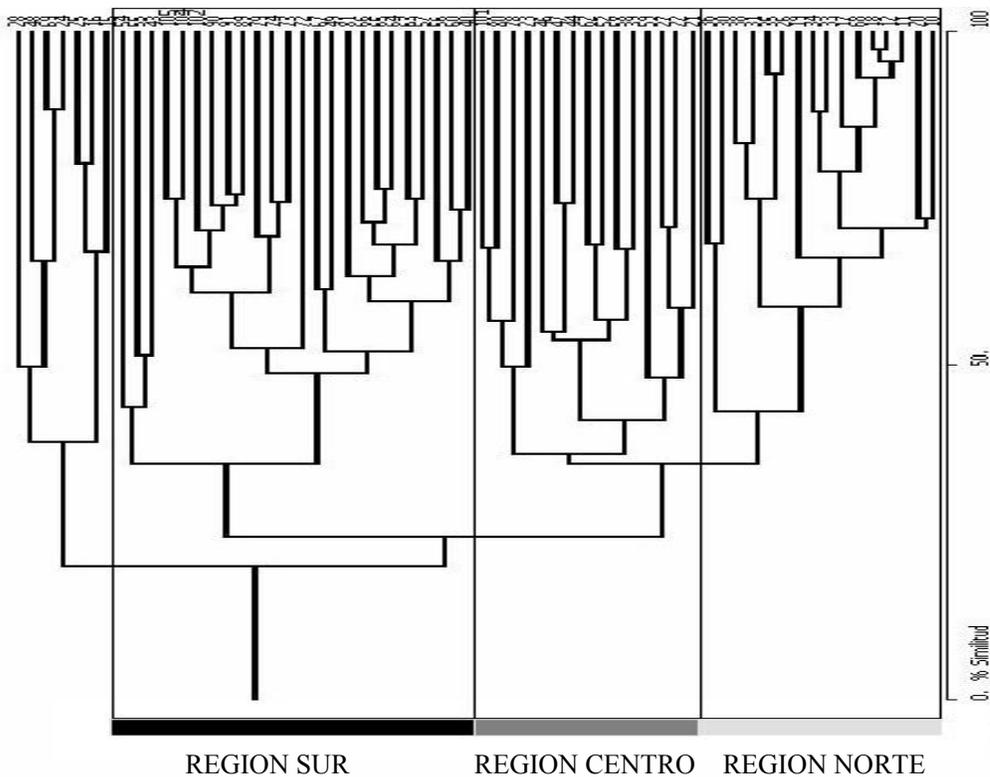


Figura 18.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización del Golfo de California para el periodo de Otoño. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis.

Invierno

La variabilidad explicada por los dos primeros componentes es, en total, de casi 55% (C1=30 y C2=25%). La gráfica muestra un arreglo en el C1 relacionado directamente con la abundancia de las especies (Fig. 19A), en el que *E. mordax*, que representa prácticamente el 74% de las capturas, se encuentra en el extremo derecho del eje. En C2 el arreglo se relaciona con el área de distribución de las especies. Hacia el extremo positivo del eje, *M. productus* se separa como la especie dominante al norte del Golfo (Fig. 20), mientras que el resto de las

especies ubicadas en la fracción positiva de C2 se distribuyen de manera importante, tanto al norte como al sur del área, principalmente en dos núcleos de abundancia opuestos latitudinalmente (Figs. 20 y 21). Por otra parte, aquellas especies ubicadas en la porción negativa de C2 se distribuyen principalmente hacia el sur de las grandes Islas (Fig. 21).

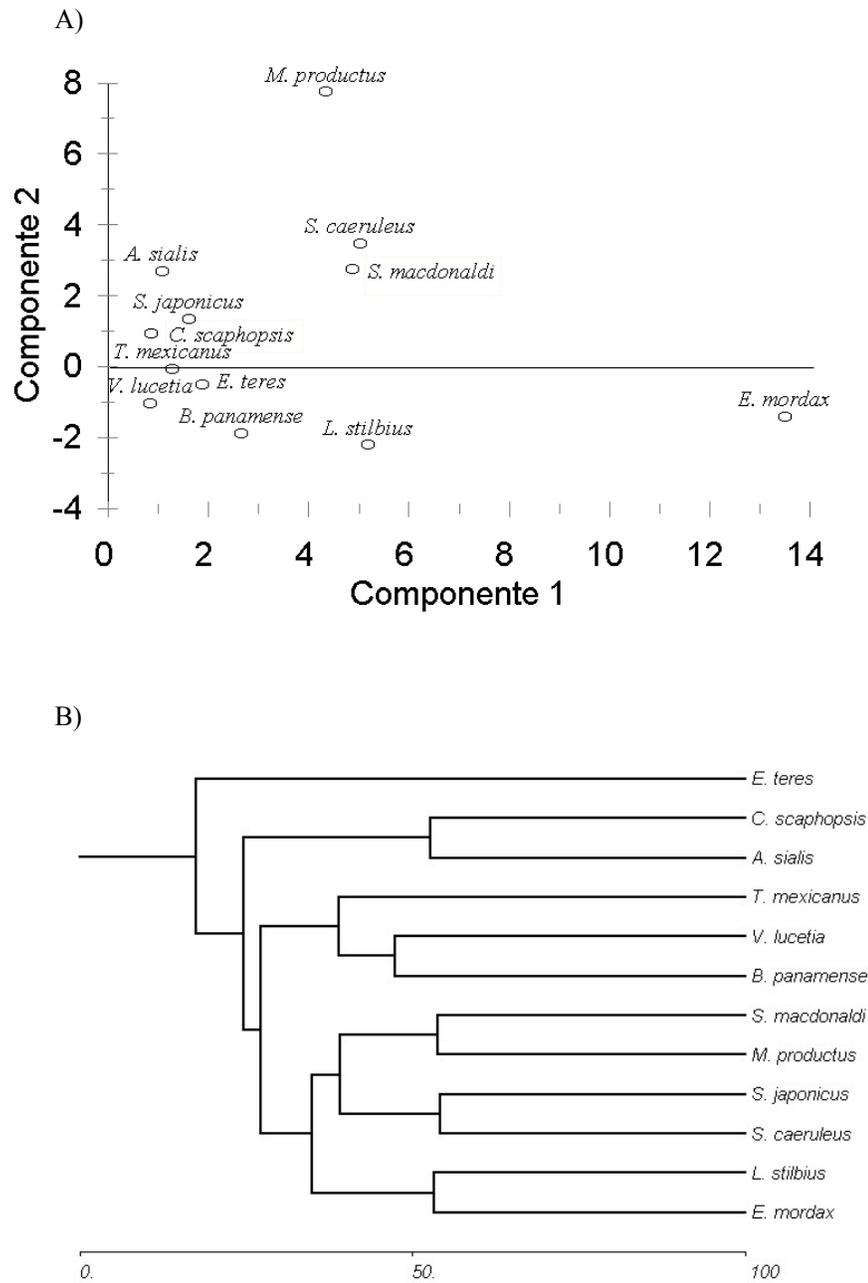


Figura 19.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Invierno.

El AG muestra tres grupos principales (Fig. 19B): El primer grupo, compuesto por una mezcla de especies epipelágicas, mesopelágicas y demersales, la mayor parte de ellas de afinidad templado subártica, como *E. mordax*, *L. stilbius*, *S. caeruleus*, *M. productus* y *S. macdonaldi*, o bien de afinidad subtropical como *S. japonicus*; dentro de este complejo de especies se presentan, en un nivel del 50% del índice de similitud, tres subgrupos *E. mordax* y *L. stilbius* cuyas mayores abundancias se encuentran en la región central del área de estudio (Fig. 20), *S. caeruleus* y *S. japonicus*, con núcleos de mayor abundancia separados al sur y norte del área, y *M. productus* y *S. macdonaldi*, distribuidos ampliamente al norte del Golfo y en la región de las grandes islas (Fig. 20). Un segundo grupo, en el que la afinidad no llega a alcanzar el 50%, estuvo formado por *B. panamense*, *V. lucetia* y *T. mexicanus*, distribuidas principalmente al sur del área de estudio (Fig. 21). El tercer grupo, formado por dos especies de afinidad templada (*Argentina sialis* y *Caelorhynchus scaphopsis*), distribuido principalmente al norte (Fig. 21).

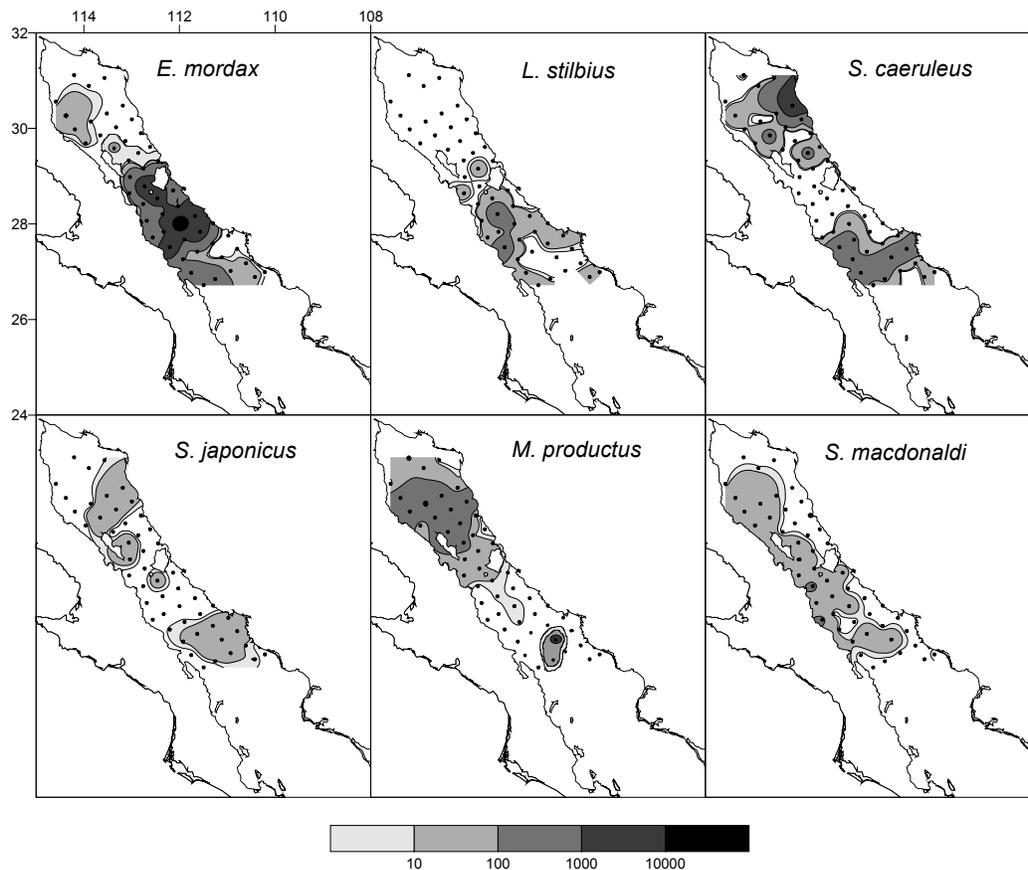


Figura 20.- Distribución de larvas de las especies de peces más abundantes durante el periodo de Invierno (GOLCA 8802). La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.

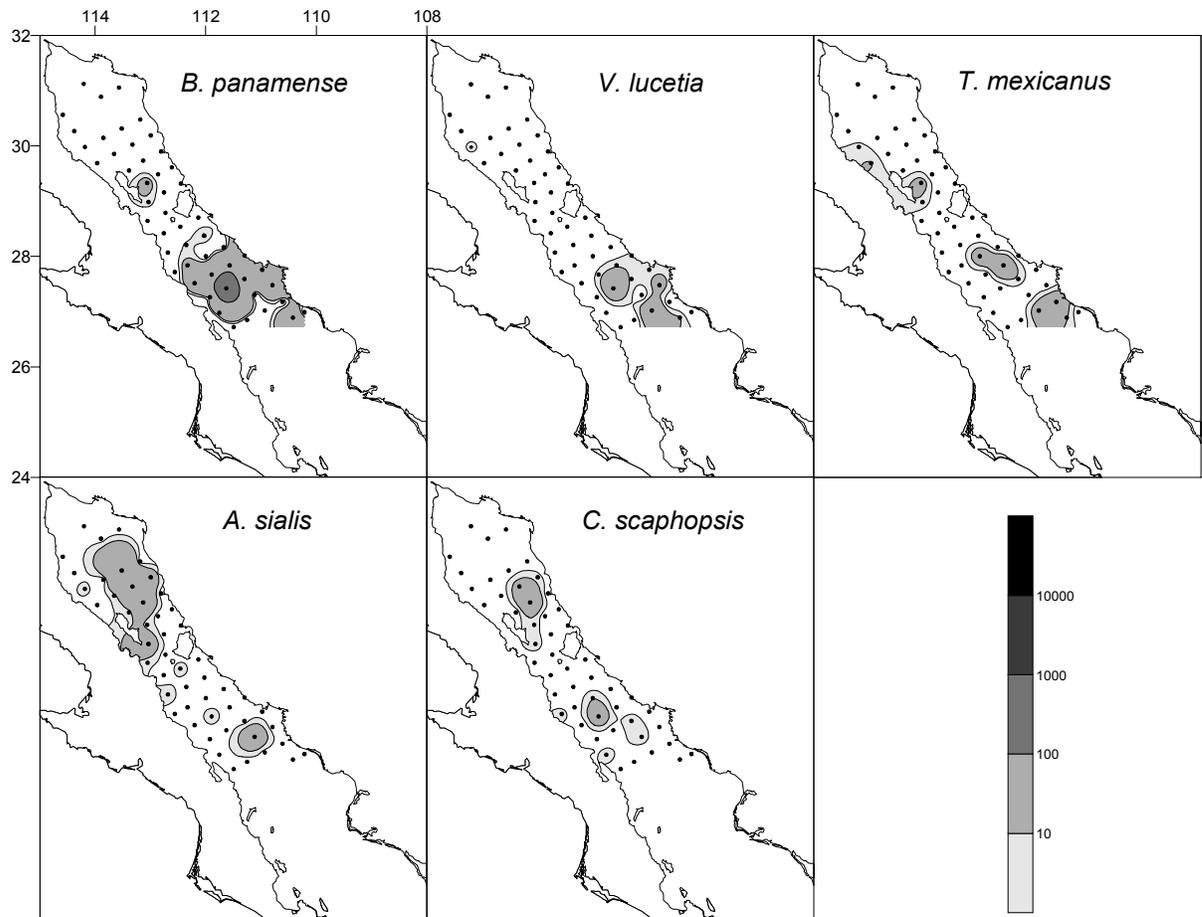


Figura 21.- Distribución de larvas de las especies de peces más abundantes durante el periodo de Invierno (GOLCA 8802). La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.

El AG por estaciones muestra dos regiones principales (Fig. 22): A) una región norte, caracterizada por presentar una temperatura superficial del mar relativamente homogénea entre 15 °C y 16 °C, y densidades altas de especies de afinidad templado-subártica, principalmente *S. caeruleus*, *M. productus* y *Sebastes macdonaldii* (Fig. 20). B) una región central, caracterizada por temperaturas entre 15 °C y 18 °C (Fig. 4), y la presencia fundamentalmente de especies mesopelágicas de afinidad tropical y subtropical (Fig. 21). Ambas regiones presentan valores altos de diversidad de acuerdo al índice de Shannon (Fig. 9) y la frontera entre ambas coincide con un descenso brusco en los índices de diversidad al sur de la región de las grandes islas.

Los resultados por estación del año muestran patrones de distribución de las especies asociados a gradientes espaciales de temperatura superficial; pero esta asociación también se observa en una dimensión temporal, como se manifiesta en el AG aplicado a la matriz de datos de la tabla 3, donde los muestreos se agrupan claramente en periodos definidos por la composición de especies (cuya distribución ya se ha descrito), que tienen en común características ambientales particulares, fundamentalmente relacionadas con la temperatura superficial del mar y a 50 m de profundidad (Fig. 23). El primer grupo en el tiempo (GT1) asocia los meses de verano (GOLCA-8606, -8608, -8709 y -8407) con temperaturas superficiales promedio por arriba de los 26 °C y temperaturas promedio a los 50 m de alrededor de 22 °C; básicamente, las especies características de este periodo son *Oligoplites* tipo 1, *L. dalli*, *Auxis* spp., *E. lineatus*, *E. dowii*, Haemullidae, *E.*

gracilis, Balistidae tipo 1, *C. caballus*, *Albula* sp., *S. williamsi*, *S. ovale* y *O. libertate* asociadas al grupo de especies 2 (GE2) y Eleotridae, *O. zophochir*, *D. pacificus*, *S. lucioiceps*, *Symphurus* spp., *B. leopardinus* y Engraulidae tipo 1 en el GE3 (Fig. 23).

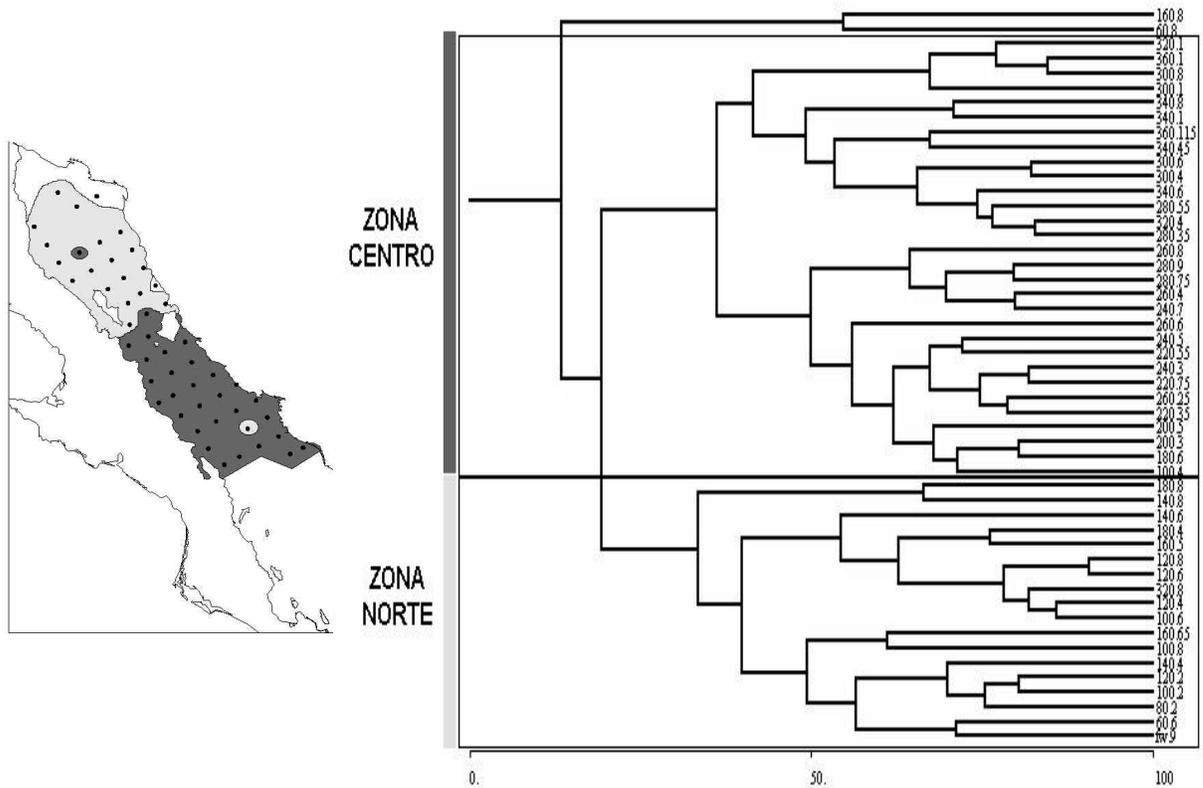


Figura 22.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización del Golfo de California para el periodo de Invierno. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis.

El segundo grupo (GT2) asocia los cruceros de otoño con temperaturas del mar promedio en superficie entre 21 °C y 22 °C, y a 50 m la temperatura promedio en poco más de 20 °C. Durante este periodo el número de especies desciende, desaparece el GE2 pero se mantienen las especies del GE3 aunque en muy baja abundancia, apareciendo además las especies *E. teres*, *S. japonicus*, *S. caeruleus* y *E. mordax* como parte del GE1. Durante los meses de invierno y primavera se adicionan al GE1 *A. sialis*, *M. productus* y *L. stilbius*, cuando la temperatura superficial promedio se encuentra entre 16 °C y 19 °C y la temperatura a 50 m se encuentra entre 16 °C y 17 °C (Fig 23).

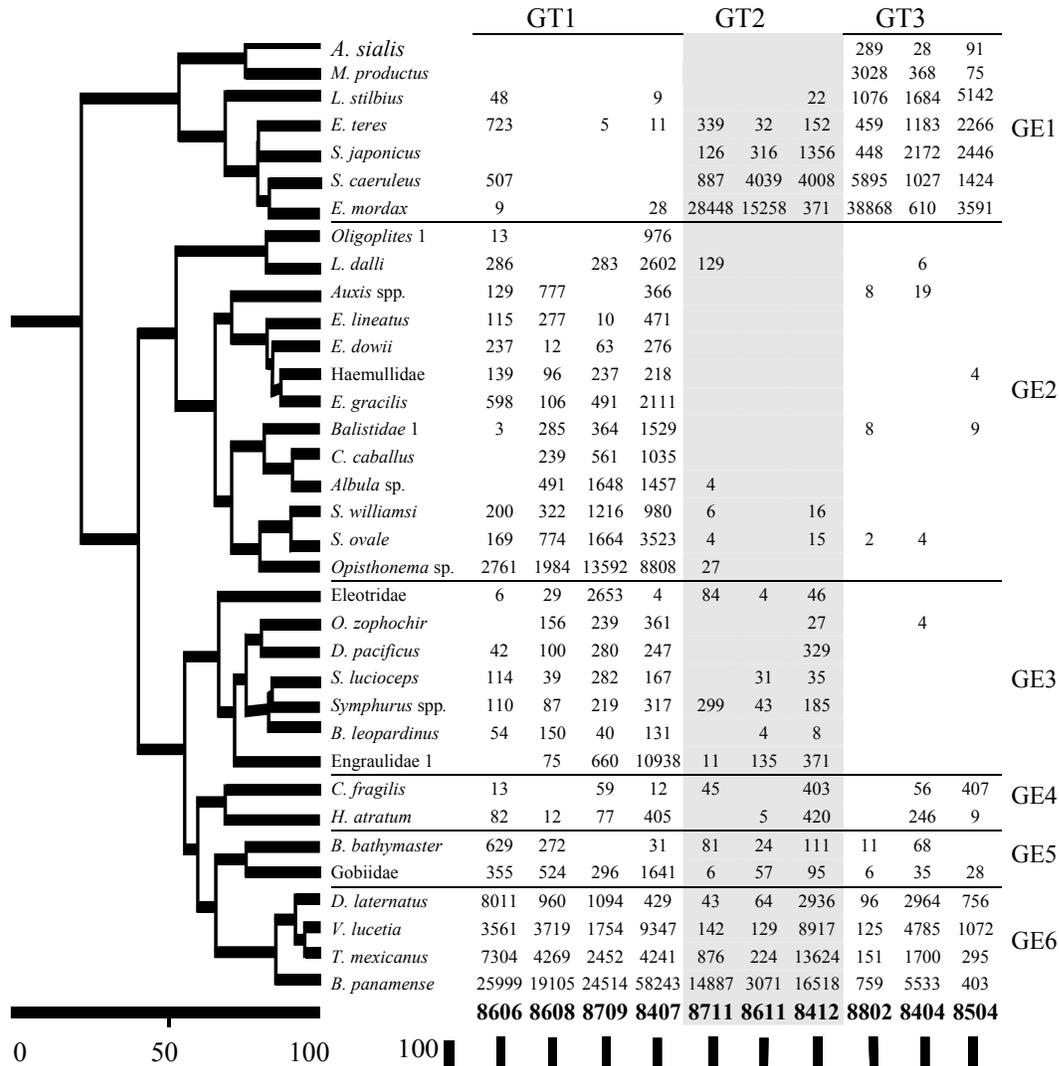
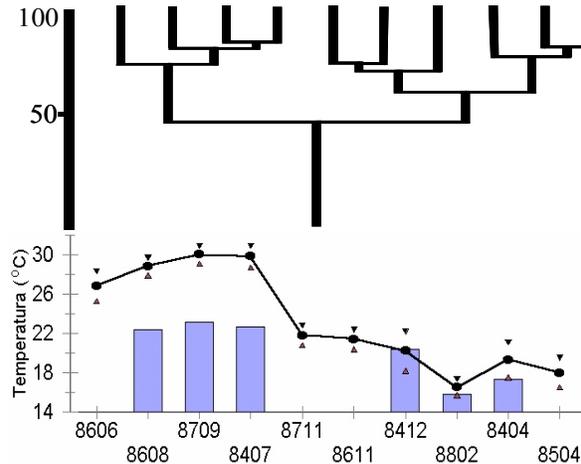


Figura 23.- Dendrograma por Grupos temporales (GT) y Grupos de especies (GE). Los valores en el eje de las gráficas de agrupación corresponden al Índice de similitud de Bray-Curtis y están expresados en % y los números en la tabla representan la abundancia total por crucero para cada especie. En la gráfica inferior se representa la variabilidad de la temperatura superficial del mar con sus respectivo error estándar (línea continua) y la temperatura promedio a 50 m de profundidad (barras).



El GE6 de los mesopelágicos *D. laternatus*, *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *B. panamense* es el más constante del Golfo de California, pero es notable la alternancia en la dominancia entre las especies del grupo GE6 durante los meses de verano, con las especies del GE1 en el invierno, y la codominancia entre ambos durante los muestreos de primavera (Fig. 23).

6.1.5 Análisis de Grupos Recurrentes

El análisis realizado a un nivel crítico de 0.3 asoció 69 especies en 27 grupos. El número máximo de especies por grupo recurrente fue de 12 (Tabla 7).

Tabla 7.- Grupos recurrentes de larvas de peces en el Golfo de California. Nivel crítico 0.3.

Grupo recurrente	Asociados	Grupo recurrente	Asociados
<i>Syacium ovale</i>	Eleotridae	<i>Opistognathus</i> sp.	
Balistidae tipo 1	Congridae	Pomacentridae	
<i>Caranx caballus</i>	<i>Scorpaena guttata</i>	<i>Etrumeus teres</i>	
<i>Triphoturus mexicanus</i>	<i>Pristigenys serrula</i>	<i>Scomber japonicus</i>	
<i>Opisthonema libertate</i>		<i>Fodiator acutus</i>	
<i>Albula</i> sp.		Lutjanidae	
<i>Euthynnus lineatus</i>		<i>Psenes sio</i>	
<i>Myrophis vafer</i>		<i>Bregmaceros</i> spp	
<i>Symphurus williamsi</i>		<i>Mugil cephalus</i>	
<i>Benthoosema panamense</i>		<i>Bregmaceros bathymaster</i>	
<i>Vinciguerra lucetia</i>		<i>Synodus lucioceps</i>	
<i>Auxis</i> spp.		<i>Diapterus peruvianus</i>	
<i>Diaphus pacificus</i>		<i>Chromis</i> sp.	<i>Hypsoblennius gentilis</i>
<i>Diogenichthys laternatus</i>		<i>Halichoeres semicinctus</i>	
<i>Hygophum atratum</i>		<i>Ophichthys zophochir</i>	
<i>Sphyraena ensis</i>	<i>Caranx sexfasciatus</i>	<i>Elops affinis</i>	
<i>Ophichthys triserialis</i>		Ophichthidae	
<i>Eucinostomus currani</i>		<i>Lutjanus</i> spp	
<i>Engraulis mordax</i>	<i>Argentina sialis</i>	<i>Citharichthys platophrys</i>	
<i>Sardinops caeruleus</i>	<i>Sebastes macdonaldi</i>	<i>Coryphaena hippurus</i>	
<i>Leuroglossus stilbius</i>		Mullidae	
<i>Merluccius productus</i>		Clupeidae	
<i>Oligoplites</i> sp. 1	Serranidae	<i>Clarkichthys bilineatus</i>	
Trichiuridae	Apogonidae	<i>Cubiceps</i> spp	
Labridae	<i>Hypsypops rubicundus</i>	<i>Stegastes rectifraenum</i>	
<i>Symphurus</i> spp.	<i>Scorpaenodes xyris</i>	Engraulidae tipo 1	
<i>Lythrypnus dalli</i>		<i>Harengula thrissina</i>	
<i>Serranus</i> sp.		<i>Uropterygius</i> sp.	
<i>Sarda orientalis</i>		<i>Engyophrys sanctilaurentii</i>	
<i>Hypsoblennius</i> spp		<i>Citharichthys gordae</i>	
<i>Eucinostomus dowii</i>		<i>Bothus leopardinus</i>	<i>Paranthias colonus</i>
<i>Gobulus crescentalis</i>		<i>Selar crumenophthalmus</i>	
<i>Symphurus atricaudus</i>		Gobiidae	<i>Eucinostomus gracilis</i>
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>		<i>Synodus</i> spp	Haemulidae

Del total de grupos, 15 fueron exclusivos del verano, constituidos únicamente por dos especies que no se encontraron en más de dos estaciones. Debido a la baja frecuencia de aparición para más de la mitad de los grupos recurrentes, este criterio de formación de grupos fue eliminado.

Con 0.4 como nivel crítico, 31 taxa se asociaron en 12 grupos recurrentes, un grupo con seis especies, uno con cuatro, uno con tres especies y nueve grupos con dos especies;

adicionalmente nueve especies se encontraron asociadas a una o más especies de los grupos. De acuerdo con la composición taxonómica y la afinidad a ambientes cálidos o fríos de cada grupo se identificaron dos complejos faunísticos: uno norteño que integró tres grupos recurrentes y una especie asociada, y uno sureño con 25 miembros integrados en nueve grupos recurrentes y ocho especies asociadas (Fig. 24).

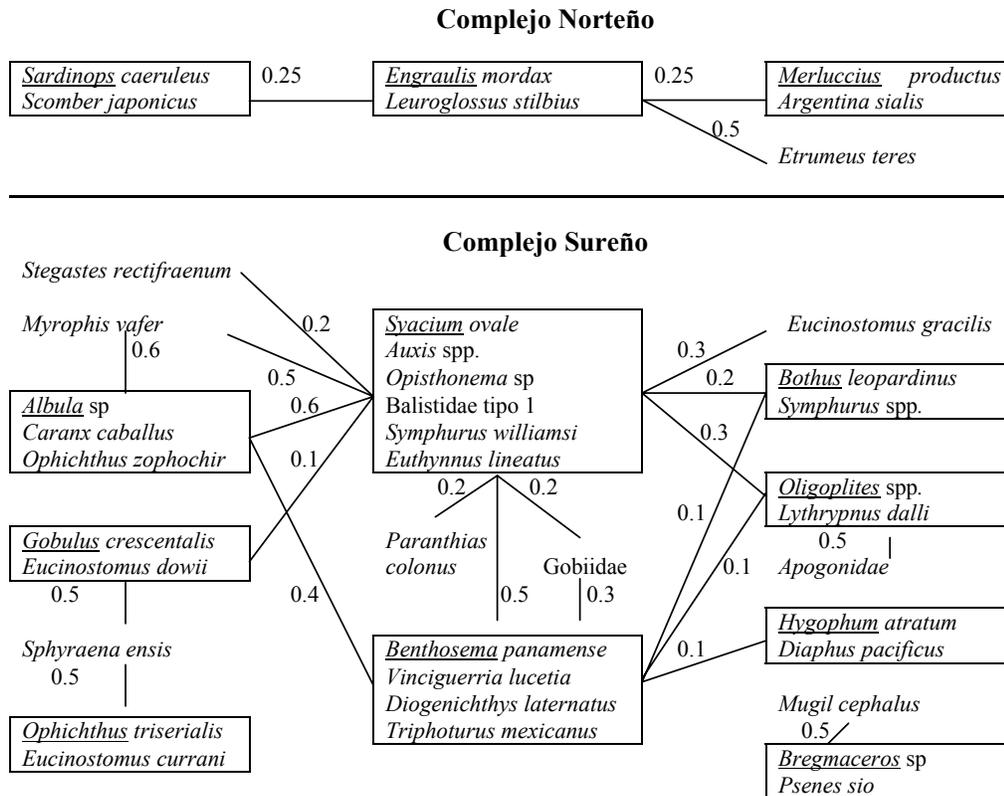


Figura 24. Grupos de larvas de peces recurrentes del Golfo de California obtenidos a un nivel crítico de 0.4. Los géneros subrayados representan el nombre asignado a cada grupo. Los valores asociados a cada línea representan el número de pares intergrupales significativos dividido por el total de pares posibles.

Complejo Norteño

El complejo norteño estuvo compuesto por los grupos recurrentes **SARDINOPS**, **ENGRAULIS** y **MERLUCCIUS**, cada uno con dos especies (Fig. 24). El grupo **SARDINOPS** (*S. caeruleus* y *S. japonicus*) se presentó de otoño a primavera (Fig. 25), con un máximo de abundancia en invierno. Las larvas se encontraron ampliamente distribuidas en otoño e invierno, pero en primavera la abundancia decreció y se concentró en la región central (Fig. 24). El grupo **SARDINOPS** se asoció con *L. stilbius*.

El grupo **ENGRAULIS** (*E. mordax* y *L. stilbius*) se presenta principalmente en la región central del Golfo y, a pesar de que la mayor abundancia se encuentra en invierno, la distribución más amplia ocurre durante primavera (Fig. 25). Este grupo se asoció con tres especies: *S. caeruleus*, *Etrumeus teres* y *Argentina sialis* (Fig. 24). Esta última especie,

asociada con *Merluccius productus*, un relicto subártico del Pacífico Norte, forman el grupo recurrente **MERLUCCIUS** cuya distribución se restringió al norte de las grandes islas durante invierno y primavera (Fig. 25).

Complejo sureño

El complejo sureño se formó de los grupos recurrentes **SYACIUM** con seis especies, **BENTHOSEMA** con cuatro especies, **ALBULA** con tres especies, y **OLIGOPLITES**, **BREGMACEROS**, **OPHICHTHUS**, **GOBULUS**, **BOTHUS** e **HYGOPHUM** cada uno con dos especies (Fig. 24).

El grupo recurrente **SYACIUM** se integra con especies que como adultos ocupan ambientes distintos pero todos ellos principalmente de afinidad tropical, tales como *Syacium ovale*, *Symphurus williamsi* (ambos demersales de fondos arenosos y aguas someras), Balistidae tipo 1, cuyas características son similares a la descripción de *Balistes polylepis* (residente de arrecifes desde la zona de entremarea hasta los 500 m de profundidad), además de *Euthynnus lineatus*, *Opisthonema* sp. y *Auxis* spp. Este grupo se presentó solamente durante los meses de verano con una gran abundancia y amplia distribución (Fig. 25). Adicionalmente, 16 especies se relacionaron con este grupo, de las cuales tres de ellas fueron asociadas únicas (*Eucinostomus gracilis*, *Stegastes rectifraenum* y *Paranthias colonus*) y el resto pertenecientes a seis de los nueve grupos que conformaron el complejo sureño (Fig. 24).

El grupo recurrente **BENTHOSEMA** (*B. panamense*, *V. lucetia*, *D.s laternatus* y *T. mexicanus*) se presentó a lo largo de todo el año, pero las mayores abundancias y la distribución más amplia se dieron durante el otoño y el verano (Fig. 25). En general este grupo fue más abundante en el sur del Golfo de California; su distribución se extendió hacia el norte comenzando la primavera y se contrajo hacia el sur en el otoño e invierno. Estuvo asociado a 11 especies, con una gran afinidad a los grupos **SYACIUM** y **ALBULA** y en menor grado con **HYGOPHUM**, **BOTHUS** y **OLIGOPLITES** (Fig. 24).

El grupo recurrente **ALBULA** se conformó de especies que como adultos presentan una distribución en aguas costeras poco profundas (*Albula* sp., *Ophichthus zophochir* y *Caranx caballus*) y se encontró exclusivamente durante los meses de verano en la región sur del Golfo. Este grupo presentó una fuerte afinidad con las especies del grupo **SYACIUM**, excepto con *E. lineatus*, y con las especies del grupo **BENTHOSEMA**, excepto *D. laternatus*. Otro grupo cuyos adultos se distribuyen en aguas costeras poco profundas fue **OLIGOPLITES** (Fig. 24), compuesto por *Lythrypnus dalli* (de hábitos demersales) y *Oligoplites* tipo 1 (pelágico-costero). Este grupo se distribuyó principalmente en las regiones norte y centro del Golfo solamente durante el verano (Fig. 25) y tuvo afinidad al grupo **SYACIUM** además de un asociado único (larvas de Apogonidae).

El grupo recurrente **BOTHUS** se formó con dos pleuronectiformes de afinidad tropical-subtropical de aguas someras (*Symphurus* spp. y *Bothus leopardinus*) y el conjunto de larvas se distribuyó de la región central hacia el sur (Fig. 25). Las larvas de *Symphurus* spp. tuvieron afinidad con las larvas de *S. ovale* y *T. mexicanus*, mientras que *B. leopardinus* con Balistidae tipo 1 (Fig. 24).

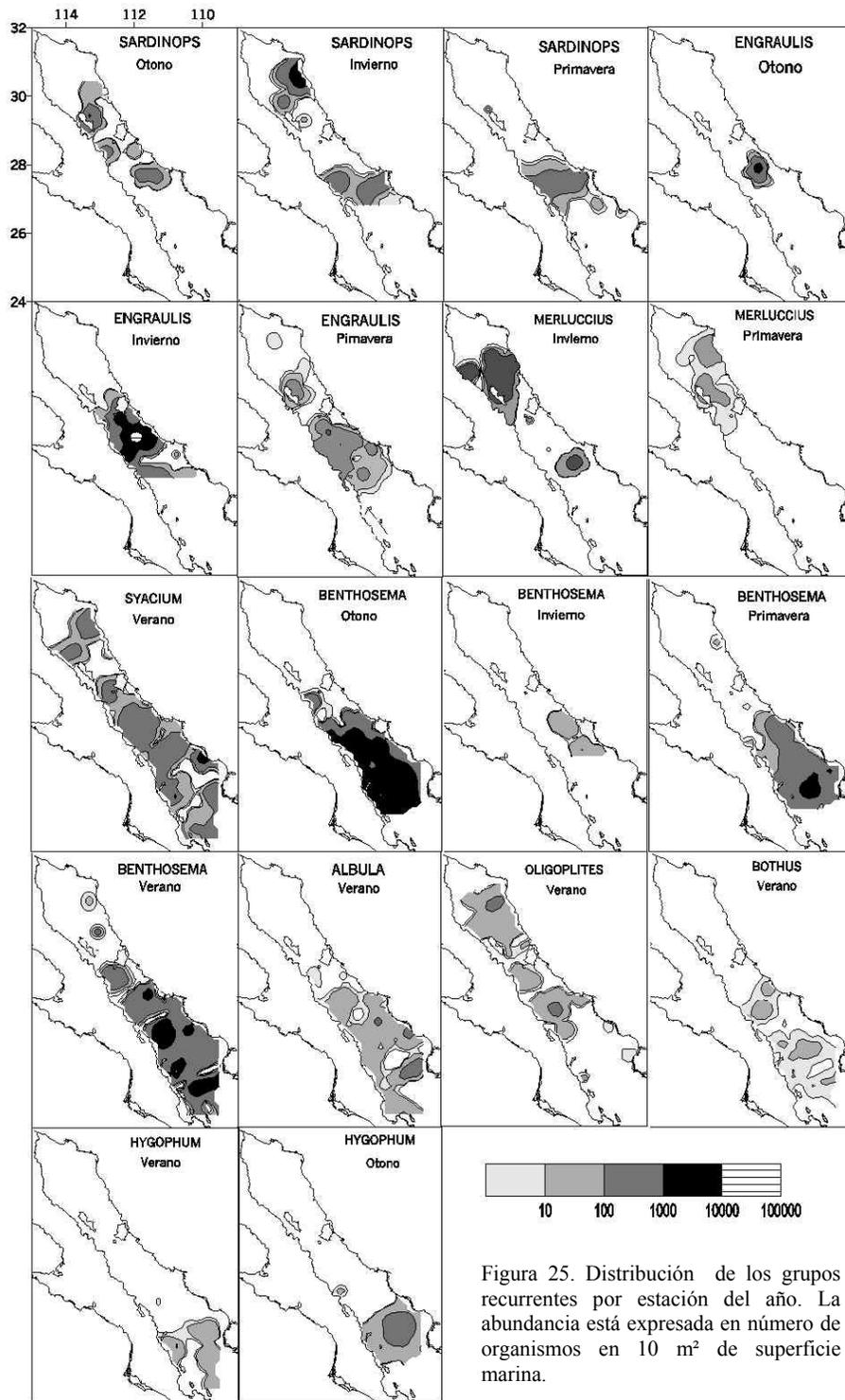


Figura 25. Distribución de los grupos recurrentes por estación del año. La abundancia está expresada en número de organismos en 10 m² de superficie marina.

El grupo recurrente **HYGOPHUM**, compuesto por *Hygophum atratum* y *Diaphus pacificus* (mesopelágicos con afinidad al Pacífico tropical oriental), se presentó durante el verano y el otoño pero restringido a la región más sureña del área de estudio (Fig. 25). Sólo *H. atratum* se asoció a *D. laternatus* (Fig. 24). Finalmente, los grupos recurrentes **BREGMACEROS**, **OPHICHTHUS** y **GOBULUS** se encontraron en el extremo sur del área muestreada; no obstante, debido a que tuvieron una frecuencia de aparición muy baja (menos del 1% de las estaciones muestreadas) no fueron considerados en el análisis de distribución.

A un nivel crítico de 0.5 (tabla 8) el complejo norteño fue eliminado y el complejo sureño se redujo a cinco grupos recurrentes, formados por 13 especies. Los grupos recurrentes **BENTHOSEMA** y **OLIGOPLITES** permanecieron prácticamente sin cambio. *S. ovale*, *Albula* sp., *C. caballus* y *S. williamsi* formaron un tercer grupo asociado a las especies *E. lineatus* y *Myrophys vafer* y dos grupos recurrentes más se formaron con *Stegastes rectifraenum* y Balistidae tipo 1, y con *Opisthonema* spp. y *E. gracilis*.

Tabla 8.- Grupos recurrentes de larvas de peces en el Golfo de California (periodo 1984-1988). Nivel crítico 0.5.

Grupo recurrente	Asociados
<i>Syacium ovale</i>	<i>Euthynnus lineatus</i>
<i>Albula vulpes</i>	<i>Myrophis vafer</i>
<i>Caranx caballus</i>	
<i>Symphurus williamsi</i>	
<i>Vinciguerria lucetia</i>	<i>Diogenichthys laternatus</i>
<i>Triphoturus mexicanus</i>	
<i>Benthosema panamense</i>	
<i>Lythrypnus dalli</i>	
<i>Oligoplites</i> sp 1	
<i>Stegastes rectifraenum</i>	
Balistidae	
<i>Opisthonema</i> spp.	
<i>Eucinostomus gracilis</i>	

6.1.6 Distribución y Abundancia vs. Temperatura superficial

Los complejos multiespecíficos formados a partir de los tres métodos estadísticos anteriores, muestran cambios espaciales (siguiendo gradientes latitudinales dentro del golfo) y cambios temporales (estacionales), tanto en la composición como en la abundancia de los grupos. Los cambios temporales en la naturaleza de los grupos parecen mostrar, al menos de manera comparativa, una estrecha relación con las variaciones de la temperatura superficial del mar, tal como se observa en la figura 23, y espacialmente se sugieren en los gradientes latitudinales de distribución evidenciados en el eje C2 del ACP, tanto para cada crucero tratado, como estacionalmente.

La figura 26 muestra la relación entre la temperatura y la abundancia de los grupos recurrentes **SARDINOPS** y **ENGRAULIS** del complejo norteño, y del grupo **BENTHOSEMA** y **SYACIUM** del complejo sureño. Estos cuatro grupos se eligieron para el análisis de distribución y abundancia en función de la temperatura superficial del mar por cinco razones principales: 1) aunque con ligeros cambios entre cruceros, las especies constituyentes de cada grupo aparecen asociadas en los tres análisis estadísticos de manera constante, lo que significa

que las asociaciones estadísticas entre ellas están sólidamente justificadas desde el punto de vista de los gradientes de abundancia de las especies, así como por su coincidencia en espacio y tiempo a lo largo del periodo de estudio completo; 2) son los grupos de mayor amplitud en su distribución; 3) son los grupos más abundantes de cada complejo faunístico; 4) son los grupos más constantes en tiempo (excepto el grupo **SYACIUM** que es exclusivo del verano); y 5) son los grupos que presentan el mayor traslape entre complejos faunísticos, por lo que en sí mismos son útiles para definir las zonas de transición entre faunas.

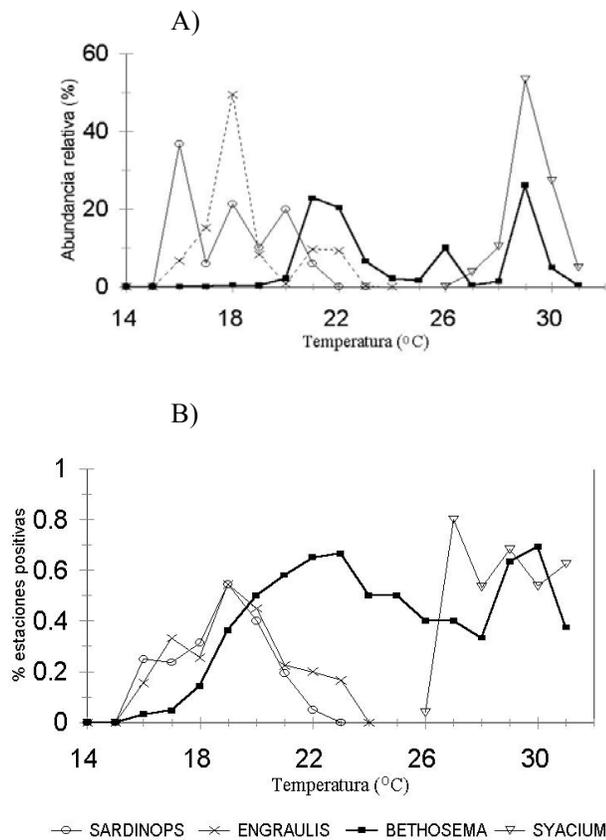


Figura 26.- A) Abundancia relativa de los grupos recurrentes por intervalo de temperatura superficial del mar y B) Porcentaje de estaciones positivas por intervalo de temperatura (1984-1988).

se puede rechazar la hipótesis nula con un 95% de confianza, por lo que se concluye que las curvas se ajustan a una distribución normal. No obstante, para el grupo **BENTHOSEMA** se rechaza la hipótesis nula y la distribución de datos no puede suponerse normal (Tabla 9). Las curvas ajustadas para los grupos con significancia estadística se muestran en la figura 27.

El 95 % de la abundancia, para **SARDINOPS** y **ENGRAULIS** estuvo entre 16 °C y 21 °C, para **BENTHOSEMA** entre 18 °C y 31 °C y para **SYACIUM** entre 27 ° y 31 °C (Fig. 26A). Paralelamente, dentro de estos mismos intervalos la proporción de estaciones positivas

Los datos de abundancia muestran que los intervalos de distribución para el complejo norteño se encuentran entre los 15 °C y 23 °C mientras que para el complejo sureño ocurren entre los 16 °C y 31 °C (Fig. 26A). El complejo norteño de otoño-primavera, se separa claramente del grupo recurrente **SYACIUM** de verano, que se presenta desde 26 °C hasta 31 °C; mientras que la permanencia del grupo **BENTHOSEMA** a lo largo de todo el año dentro del Golfo de California, se refleja en el amplio intervalo de temperaturas en que se encuentran las larvas de este grupo, traslapándose parcialmente con los grupos del complejo norteño entre 16 °C y 23 °C.

El número de estaciones positivas por intervalo de temperatura superficial del mar muestra una relación más definida (Fig. 26B). Los grupos recurrentes **SARDINOPS** y **ENGRAULIS** presentan una distribución aparentemente normal. A estas distribuciones de frecuencia se les aplicó una prueba de bondad de ajuste χ^2 -cuadrada, utilizando la hipótesis nula de que los datos obtenidos se extrajeron de una población normalmente distribuida. Para ambos grupos no se

disminuye considerablemente después de 21 °C para los grupos del complejo norteño (menos del 25% de probabilidad de éxito) y de los 18 °C para el caso del complejo sureño (Fig. 26B). Este criterio se tomó como base para establecer, tentativamente, el intervalo de 18 °C a 21°C como la transición entre la fauna del complejo norteño y la del complejo sureño, y se comparó la ubicación de dichas isotermas con las isolíneas de distribución de cada uno de los grupos analizados.

Tabla 9.- Valores de los parámetros de la prueba de bondad de ajuste χ^2 -Cuadrada, aplicados a los datos de frecuencia de temperatura para los grupos recurrentes **SARDINOPS**, **ENGRAULIS** y **BENTHOSEMA**. El nivel de significación tabulado es a 0.95.

	0	S ²	g.l.	χ^2 Calculada	χ^2 Tabulada
SARDINOPS	18.5	3.05	9	16.875	16.919
ENGRAULIS	19	4.02	9	16.382	16.919
BENTHOSEMA	25	15.2	15	154.636	24.996

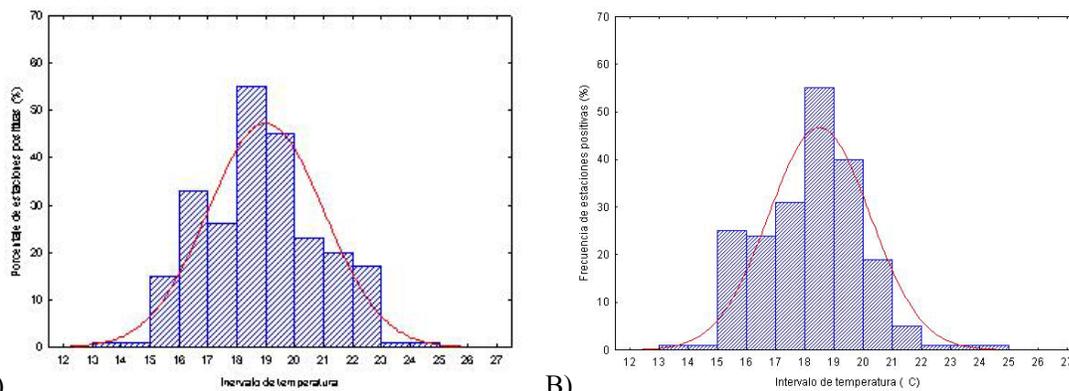


Figura 27.- Datos observados (barras) y esperados (línea continua) para los grupos A) ENGRAULIS y B) SARDINOPS.

Es notable la similitud entre los límites sureños de distribución del grupo **SARDINOPS** (Fig. 25) y las isotermas de 20 °C y 21 °C durante primavera; mientras que en otoño la isoterma de 21.5 °C en el centro del golfo marca el límite de este grupo al sur (Fig. 4). Durante el invierno se observa que la distribución, separada en dos núcleos de mayor abundancia al norte y sur del área de estudio, está asociada a una región al sur de las grandes islas, donde la temperatura superficial se encuentra por debajo de 16 °C, coincidiendo con una ausencia de estadios larvarios de dicho grupo. Asimismo, los límites sureños de distribución de **ENGRAULIS** durante la primavera (Fig. 25), son semejantes a la isoterma de los 20.5 °C de la región central del golfo (Fig. 4).

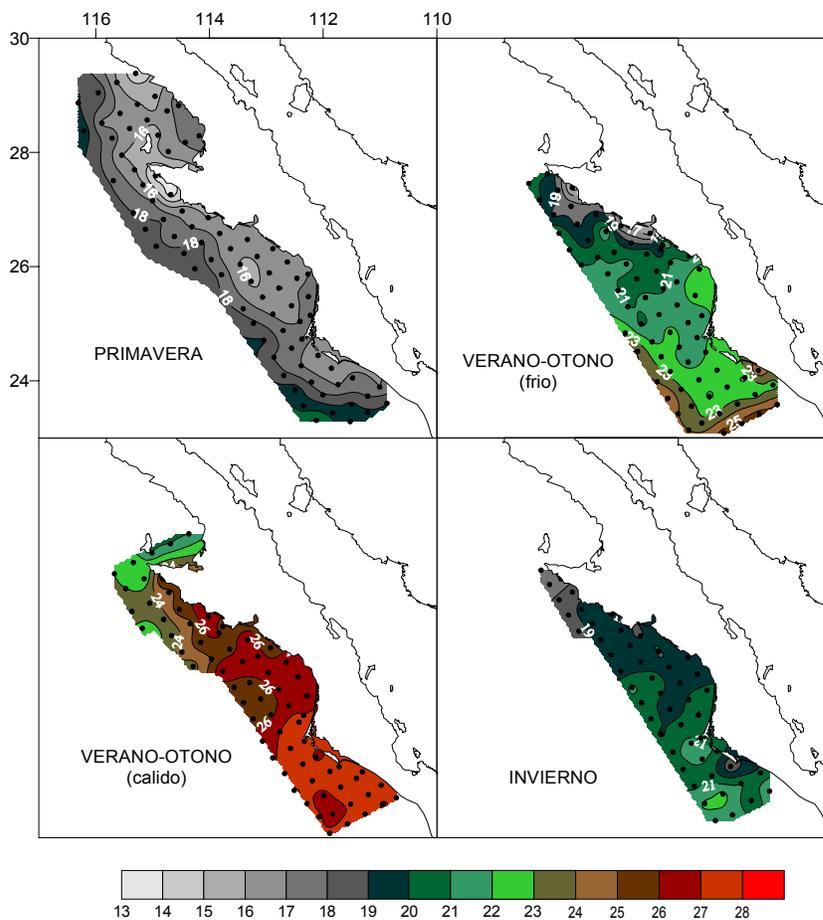
En la primavera, se observa que la isoterma de 18 °C (Fig. 4) coincide con los límites de distribución de **BENTHOSEMA** (Fig. 25) y los contornos de los gradientes de abundancia siguen un patrón muy similar a las isotermas de 19 °C y 20 °C. Durante el otoño la parte más cálida del golfo es la occidental donde se presenta la mayor abundancia de larvas, siendo también las isotermas de 19 °C y 20 °C las que definen el límite norte de distribución. En el invierno el grupo no es abundante y está restringido hacia la porción más caliente del área.

Durante el verano la temperatura superficial no parece ser el factor que limite la distribución de los grupos **BENTHOSEMA** y **SYACIUM** (este último distribuido en todo el golfo), puesto que toda la región se encuentra entre los 27 °C y 31 °C (Fig. 4), pero es evidente que el grupo **BENTHOSEMA** está limitado al sur de las grandes islas por otro tipo de factores que limitan el avance de las larvas hacia el norte (Fig. 25).

6.2 La Costa Occidental de Baja California Sur

6.2.1 Temperatura del mar

La temperatura superficial del mar muestra en general un aumento hacia el sur, pero con cambios estacionales importantes (Fig. 28 y anexo 1). La división de las estaciones invierno, primavera y verano-otoño, se refleja también en los mapas de distribución horizontal de la temperatura superficial. Durante la primavera la temperatura superficial promedio varía de 13 °C a 21 °C y, aunque la mayor se presenta al suroeste del área, el gradiente más importante es en sentido océano-costa, observándose los valores más bajos en la región costera, principalmente al sur de Punta Eugenia, en el Golfo de Ulloa y frente a Bahía Magdalena con la isoterma de 18 °C prácticamente paralela a la costa. De manera general, la primavera de 1985 parece ser ligeramente más fría que las primaveras de 84 y 86 (Figs. 29 y 30).



En el periodo de verano-otoño se presentan dos tendencias principales. La primera es de meses más cálidos (CICIMAR -8309, -8508 y -8710), con valores de temperatura superficial de 20 °C a 27 °C, pero prácticamente el 80% de las estaciones tienen valores entre 25 °C y 27 °C en una amplia región que va desde Punta Eugenia hasta el extremo sur del área de estudio (Fig 29). La segunda tendencia en los cruceros CICIMAR -8606, -8608, -8611 y -8707, con valores bajos de temperatura superficial que van de 16 °C a 25 °C, pero con el 60% de la zona dominada por temperaturas entre 19 °C

Figura 28.- Temperatura superficial promedio (°C) por estación del año.

y 22 °C, y un gradiente principalmente latitudinal, excepto entre Punta Eugenia y Laguna San Ignacio, donde se observan los valores más bajos de temperatura (Fig. 30). Durante el invierno la distribución de la temperatura superficial está en el intervalo de 17 °C a 22 °C, predominado temperaturas entre 20 °C y 21 °C.

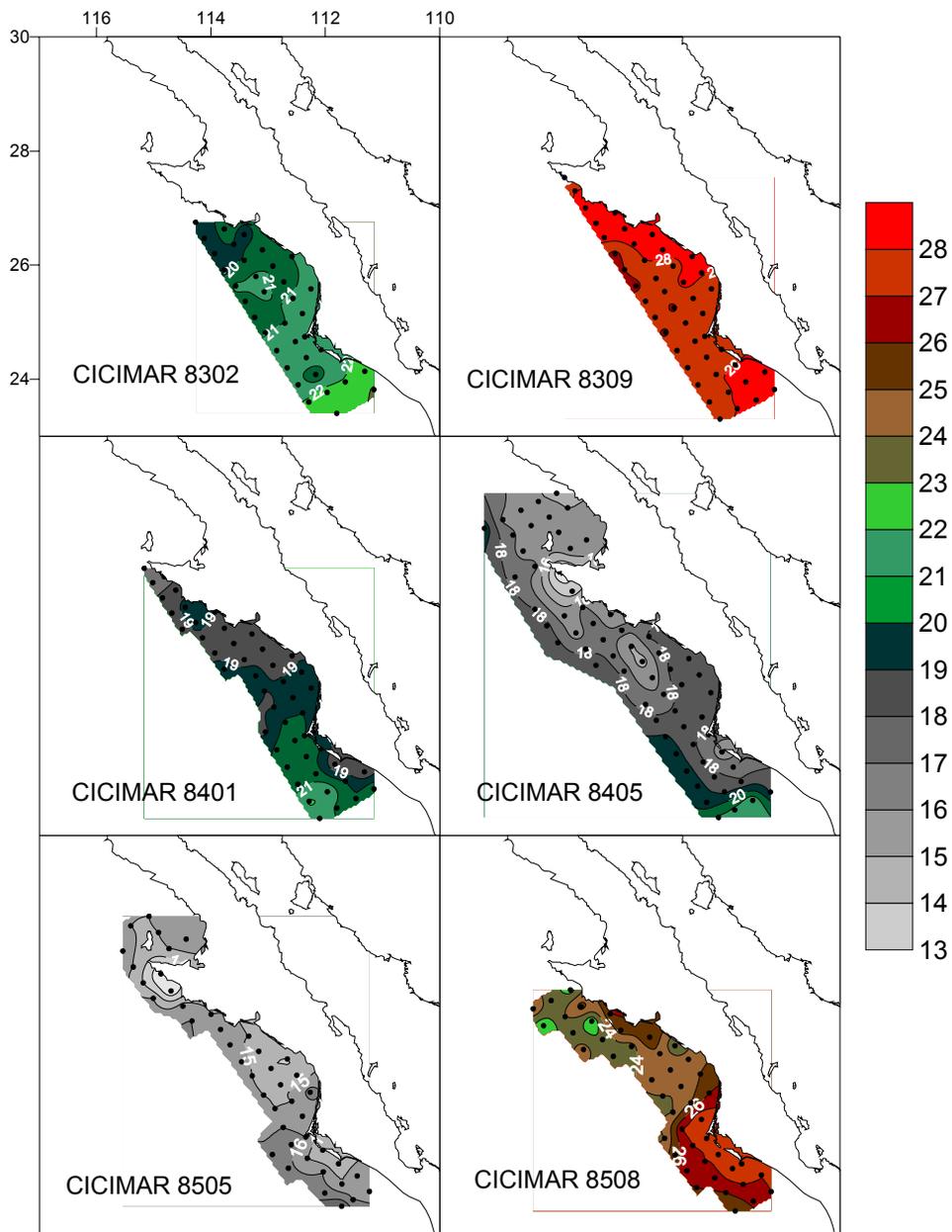


Figura 29.- Temperatura superficial (°C) por crucero oceanográfico.

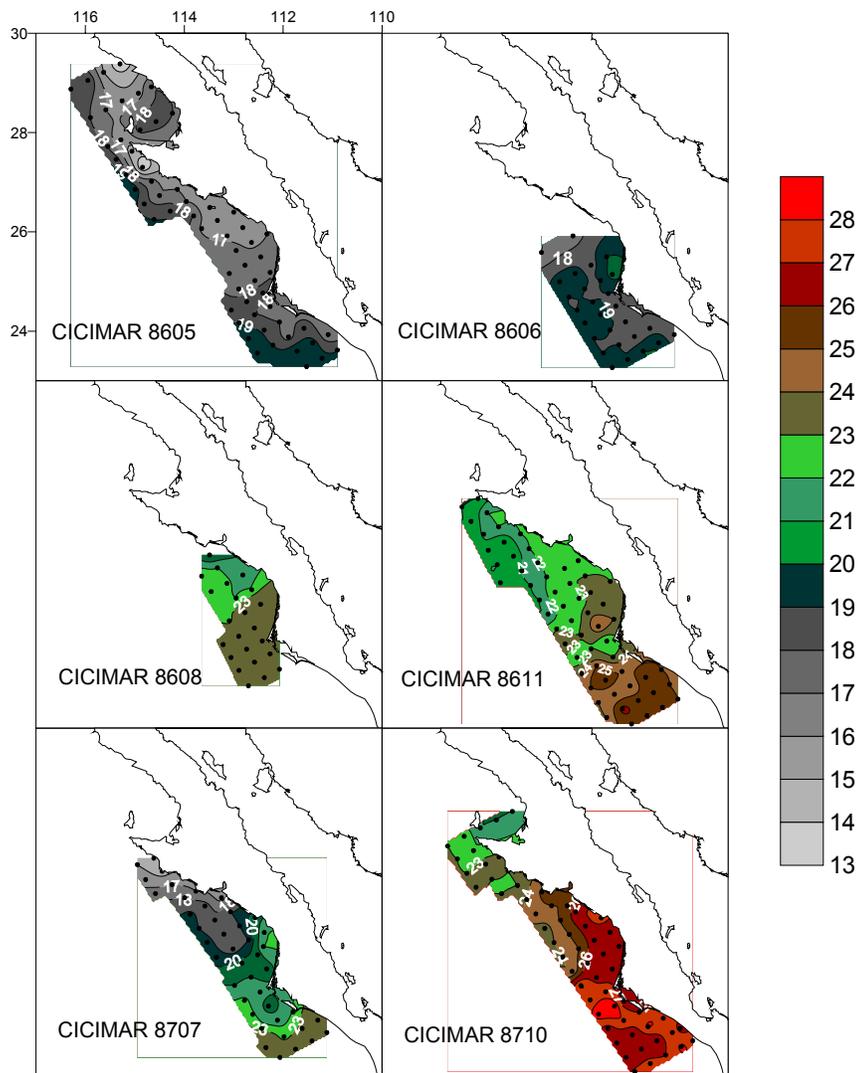


Figura 30.- Temperatura superficial (°C) por crucero oceanográfico.

6.2.2 Descripción general de la comunidad

Se encontraron un total de 241 taxa, de los cuales 153 se identificaron a nivel especie, 42 a género y 42 a nivel familia (anexo 7). Al igual que para el Golfo de California, 19 formas que no pudieron ser identificadas a nivel especie se asignaron a tipos particulares que pueden ser considerados como una sola especie. El resto de los taxa sin tipos asignados (géneros o familias) pueden incluir más de una especie.

El número de familias registradas fue de 83, de las cuales sólo 12 superan el 1% de la abundancia y representan el 94% de la captura total (tabla 10). A diferencia del Golfo de California, en la costa occidental de Baja California Sur, las formas epipelágicas Engraulidae,

Clupeidae y Scombridae dominan en número (54% de la abundancia) sobre las mesopelágicas, representadas por Myctophidae y Phosichthyidae (27% de la abundancia).

Tabla 10.- Listado taxonómico de familias ordenadas por abundancia relativa.

	Familia	%		Familia	%
1	Engraulidae	31.5	43	Coryphaenidae	<0.1
2	Myctophidae	14.2	44	Opistognathidae	<0.1
3	Phosichthyidae	14.0	45	Microdesmidae	<0.1
4	Clupeidae	14.0	46	Stromateidae	<0.1
5	Scombridae	8.2	47	Chiasmodontidae	<0.1
6	Paralichthyidae	2.6	48	Sparidae	<0.1
7	Triglidae	2.2	49	Uranoscopidae	<0.1
8	Synodontidae	1.9	50	Sternoptychidae	<0.1
9	Carangidae	1.8	51	Priacanthidae	<0.1
10	Serranidae	1.7	52	Scopelarchidae	<0.1
11	Gerreidae	1.0	53	Eleotridae	<0.1
12	Ophidiidae	1.0	54	Argentinidae	<0.1
13	Gobiidae	0.7	55	Balistidae	<0.1
14	Scorpaenidae	0.6	56	Atherinidae	<0.1
15	Pomacentridae	0.6	57	Bythitidae	<0.1
16	Labridae	0.5	58	Syngnathidae	<0.1
17	Cynoglossidae	0.3	59	Mugilidae	<0.1
18	Merlucciidae	0.3	60	Antennaridae	<0.1
19	Bathylagidae	0.3	61	Carapidae	<0.1
20	Gonostomatidae	0.3	62	Paralepididae	<0.1
21	Haemulidae	0.2	63	Lophiidae	<0.1
22	Mullidae	0.2	64	Exocoetidae	<0.1
23	Blenniidae	0.2	65	Gobiesocidae	<0.1
24	Ophichthidae	0.2	66	Derichthyidae	<0.1
25	Nomeidae	0.1	67	Scaridae	<0.1
26	Bothidae	0.1	68	Diodontidae	<0.1
27	Sciaenidae	0.1	69	Cirrhitidae	<0.1
28	Aulopidae	0.1	70	Gigantactinidae	<0.1
29	Albulidae	0.1	71	Hemiramphidae	<0.1
30	Pleuronectidae	0.1	72	Holocentridae	<0.1
31	Labrisomidae	0.1	73	Microstomatidae	<0.1
32	Lutjanidae	0.1	74	Alepocephalidae	<0.1
33	Apogonidae	0.1	75	Macrouridae	<0.1
34	Notacanthidae	0.1	76	Lobitidae	<0.1
35	Stomiidae	0.1	77	Malacanthidae	<0.1
36	Sphyraenidae	0.1	78	Trichiuridae	<0.1
37	Congridae	0.1	78	Fistularidae	<0.1
38	Melamphaidae	0.1	80	Clinidae	<0.1
39	Muraenidae	<0.1	81	Ephippidae	<0.1
40	Gempylidae	<0.1	82	Polynemidae	<0.1
41	Bregmacerotidae	<0.1	83	Kyphosidae	<0.1
42	Tetraodontidae	<0.1			

Del total de taxa registrados 24 representan el 90% de la captura (tabla 11), pero sólo *Engraulis mordax*, *Vinciguerrria lucetia*, *Sardinops caeruleus*, *Scomber japonicus*, *Triphoturus mexicanus*, *Diogenichthys laternatus* y *Opisthonema* tipo 1 son las más abundantes.

Tabla 11.- Abundancia total estandarizada por crucero oceanográfico para las especies más abundantes de la Costa Occidental de Baja California Sur. Invierno (I), Primavera (P), Verano-Otoño (V-O).

<i>Especies/crucero</i>	8302	8309	8401	8405	8505	8508	8605	8606	8608	8611	8707	8710	I	P	V-O calido	V-O frio	total
<i>Engraulis mordax</i>	21597		7968	854	2539		1101	255	93	592	1262	52	29565	4494	52	2203	36314
<i>Vinciguerria lucetia</i>	1047	5000	1447	1877	146	1730	537	139	221	654	881	2770	2494	2560	9500	1895	16449
<i>Sardinops caeruleus</i>	66		6623	371	40	310	161	66	54	18	185	165	6689	572	476	323	8060
<i>Scomber japonicus</i>	7607	45	11			20		5		1	252	54	7618		119	258	7994
<i>Triphoturus mexicanus</i>	8	351	96	921	333	1602	1855	159	216	36	358	753	104	3109	2706	769	6689
<i>Diogenichthys laternatus</i>	166	119	818	561	46	820	821	150	303	70	808	1115	984	1428	2054	1330	5795
<i>Opisthonema spp.</i>		3127				1598			491	7	164	86			4810	662	5472
<i>Etrumeus teres</i>	57	44	242	14		1183		1	368	4	424	509	300	14	1736	797	2846
<i>Benthoosema panamense</i>		2439								1	7				2439	8	2447
<i>Prionotus ruscarius</i>		87	8				18			12		1946	8	18	2033	12	2069
<i>Synodus lucioceps</i>		115	79			55			29	412		1368	79		1538	440	2057
<i>Auxis spp.</i>		1084				437				3		4			1526	3	1529
<i>Serranus spp.</i>		362	97			358			28			465	97		1186	28	1311
<i>Caranx caballus</i>		767				96						60			923		923
<i>Etropus crosotus</i>	12	356				62			16			361	12		780	16	808
<i>Hygophum atratum</i>	132	160	181	133		71		7	7			101	312	133	332	14	791
<i>Ophidion scrippsae</i>	27	43				36				67		500	27		578	67	672
<i>Chloroscombrus orqueta</i>		250				152			40	3	14	166			568	57	625
<i>Chromis punctipinis</i>		44				255			22			267			566	22	588
<i>Eucinostomus dowii</i>		37				32						428			497		497
<i>Prionotus stephanophrys</i>		156		20		129			107	2		46		20	330	109	460
<i>Anchoa spp.</i>	412					36	6						412	6	36		455
<i>Citharichthys spp.</i>	79	25	200	13							99	31	279	13	57	99	448
<i>Halichoeres displius</i>		90				160				8		189			439	8	447
<i>Merluccius productus</i>	92		271				20						363	20			383
<i>Eucinostomus gracilis</i>		294	9			13							9		307		316
<i>Citharichthys sordidus</i>						287	11		16					11	287	16	313
<i>Syacium ovale</i>		113				7				3		158			277	3	280
<i>Nannobranchium idostigma</i>	36	26	44	48	3	62	7		10	6		35	80	58	122	16	277
<i>Leuroglossus stilbius</i>				24	21		203	1						247		1	248
<i>Citharichthys fragilis</i>			8				104	2	85	4	17	18	8	104	18	109	239
<i>Gonichthys tenuiculus</i>	29	13	26	29		98	6	5	4	3	8	5	55	34	116	20	226
<i>Symphurus spp.</i>	9	85	16			18			8	17		44	25		147	25	198
<i>Cyclothone signata</i>				23		43	33	7	16		8	66		56	110	31	196

Continuación tabla 11...

Especies/crucero	8302	8309	8401	8405	8505	8508	8605	8606	8608	8611	8707	8710	I	P	V-O calido	V-O frio	total
Engraulidae	164								17						164	17	181
<i>Symphurus atricauda</i>	25					151				5					25	151	181
<i>Diplectrum</i> spp.	9	26								5	18	122	9		148	23	180
<i>Diapterus peruvianus</i>		107				34									141		141
<i>Anisotremus davidsoni</i>		17				20						90			127		127
<i>Bothus leopardinus</i>		43								1		79			122	1	123
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	8			26		12	21	6		9		35	8	47	47	15	117
<i>Citharichthys platophrys</i>				106	8									114			114
<i>Aulopus bajacali</i>	50	22										35	50		58		108
<i>Sebastes macdonaldi</i>			22	13	61								22	74			96
<i>Xenistius californicus</i>		38				5			4			46			88	4	92
<i>Protomyctophum crockeri</i>				6	6		79							92			92
<i>Lepophidium negropina</i>		33		6		41						11		6	85		91
<i>Stomias atriventer</i>		35	12			13	5	1				8	12	5	56	1	74
<i>Hypsoblennius jenkinsi</i>							7	5	43		10	6		7	6	58	71
<i>Cyclothone acclinidens</i>			9			28	11					7	9	11	34		54
<i>Hypsoblennius gentilis</i>		6	11					1				23	11		29	1	41
<i>Lythrypnus zebra</i>		5				5			14			14			23	14	37
<i>Melamphaes lugubris</i>				6			13				8	8		19	8	8	35
<i>Hippoglossina stomata</i>		5		5	13		6							23	5		28

El análisis en modo Q utilizando las especies de mayor abundancia y frecuencia (tabla 11), muestra cuatro grupos principales (Fig. 31): Un primer grupo separa aquellos cruceros de verano-otoño que se distinguen, entre otras cosas, por su mayor número de especies y por sus altos valores de temperatura superficial, que en general se encuentran por arriba del promedio de los tres grupos restantes (Fig. 32). Un



Figura 31.- Análisis de agrupación en modo Q de las especies más abundantes. Los valores en el eje del dendrograma corresponden al índice de similitud de Bray-Curtis y están expresados en %.

segundo grupo de primavera donde se observa la menor temperatura superficial del mar para todo el periodo. Un grupo formado por cruceros de verano-otoño pero con menor número de especies y menor temperatura superficial comparativamente con la observada durante el periodo cálido de verano-otoño. Un cuarto grupo formado por los cruceros de invierno.

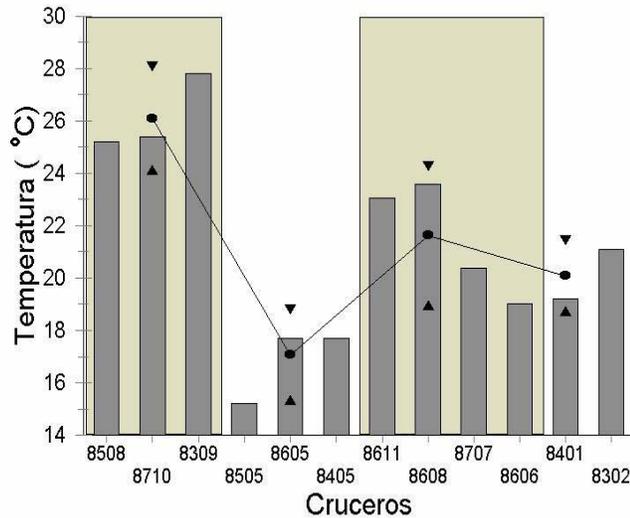


Figura 32.- Valores promedio de temperatura superficial del mar (°C) para cada crucero oceanográfico (barras), y valores promedio por periodo con sus respectivos errores estandar (lineas). Los periodos corresponden a los grupos formados en el AG en modo Q de la figura 31, separados por las zonas oscuras.

El invierno estuvo caracterizado por una baja riqueza de especies (54 taxa), y una gran abundancia de organismos pelágico-costeros que representaron poco menos del 90% de la captura total (tabla 12), con una dominancia de *E. mordax*, *S. caeruleus* y *S. japonicus* (tabla 11). Sin embargo, el número de especies pelágico costeras fue bajo (18%) comparado con los mesopelágicos (27%) y principalmente, con los demersales de aguas someras (46%) (tabla 12). Asimismo, las especies templadas y transicionales son el componente más abundante (75 y 15%), pero son las tropicales/subtropicales las que están mejor representadas en cuanto a número de especies (tabla 13)

Tabla 12.- Abundancia y número de especies de larvas de peces por hábitat: (pc) pelágico costero; (po) epipelágico oceánico; (mp) mesopelágico; (bp) batipelágico; (ds) demersal somero; (dp) demersal de profundidad; (nd) no determinados. Los números entre paréntesis son los porcentajes por estación del año calculados excluyendo nd.

Abundancia	pc	po	mp	bp	ds	dp	nd
invierno	44794(89)	0	4078 (8)	0	832 (2)	467 (1.0)	0
primavera	5099(37)	2 (0.1)	7893 (57)	22 (0.90)	516 (4)	310 (2.0)	336
v-o frío	4493(45)	28 (0.7)	4094 (41)	0	1335 (13)	6 (0.3)	6
v-o cálido	9353(22)	1685 (4.0)	15398 (35)	6 (0.01)	16171 (37)	451 (2.0)	79
Totales	63739(54)	1715 (1.5)	31463 (27)	29 (0.02)	18854 (16)	1234 (1.4)	421

No. especies	pc	po	mp	bp	ds	dp	nd	totales
invierno	9 (18.0)	0	15 (27.0)	0	25 (46.0)	5 (9.0)	0	54
primavera	6 (10.0)	1 (2.0)	22 (37.0)	2 (3.0)	22 (37.0)	6 (10.0)	1	60
v-o frío	18 (20.0)	5 (5.0)	13 (14.0)	0	52 (58.0)	3 (3.0)	2	93
v-o cálido	24 (14.0)	5 (3.0)	26 (15.0)	1(0.5)	106 (63.0)	7 (4.5)	2	176
Totales	34 (14.0)	10 (4.0)	38 (16.0)	3 (2.0)	134 (56.0)	20 (8.0)	2	241

Tabla 13.- Abundancia y número de especies de larvas de peces por afinidad faunística: (Tr-SbTr) tropical/subtropical; (Trans) transicional; (Tm) templada; (Ad) amplia distribución; y (nd) no determinados. Los números entre paréntesis son los porcentajes por estación del año calculados excluyendo nd.

Abundancia	Tr-SbTr	Trans	Tm	Ad	Nd
invierno	4393 (9)	7634 (15)	36962 (75)	339 (1)	1016
primavera	4431 (46)	3419 (36)	1482 (16)	152 (1)	4585
v-o frío	4223 (45)	1265 (14)	2862 (31)	938 (10)	346
v-o calido	30230 (75)	2989 (7)	4871 (12)	2345 (6)	2973
Totales	43277 (40)	15307 (14)	46177 (43)	3774 (3)	8920

No. especies	Tr-SbTr	Trans	Tm	Ad	Nd	Totales
invierno	24 (52)	3 (7)	14 (30)	5 (11)	9	54
primavera	14 (26)	6 (11)	22 (42)	11(21)	7	60
v-o frío	30 (45)	8 (12)	25 (37)	4 (6)	26	93
v-o cálido	80 (61)	6 (5)	31 (23)	15(11)	44	176
Totales	95 (52)	8 (4)	57 (32)	22(12)	59	241

Durante la primavera la riqueza de especies permanece similar al invierno (60 taxa), pero se observa un cambio en la dominancia y los mesopelágicos caracterizan el sistema (tabla 12), tanto en abundancia como en número de especies (57 y 37% respectivamente), siendo básicamente *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. laternatus* las que proporcionan el mayor número de individuos (tabla 11). Con este cambio se observa una consecuente disminución en la abundancia de especies templadas y un incremento en la abundancia de organismos de afinidad tropical-subtropical, que representan el 46% de las larvas capturadas durante este periodo, seguidos de las especies transicionales, con un 36% (tabla 13).

Para los meses fríos de verano-otoño se observa un incremento en la riqueza de especies (93 taxa) y una abundancia muy similar entre las especies pelágico-costeras y mesopelágicas (tabla 12), siendo las especies dominantes *E. mordax*, *V. lucetia*, *S. caeruleus*, *S. japonicus* y *T. mexicanus* (tabla 11). De la misma forma, el componente tropical-subtropical es relativamente similar en abundancia al componente templado (45% y 31%, respectivamente) (tabla 13).

Los meses cálidos de verano-otoño se caracterizan, a diferencia de los anteriores, por un incremento significativo en el número de especies (176 taxa), pero además, por ser los únicos en los que componente demersal de aguas someras es el más abundante (37%), representado principalmente por *Prionotus ruscarius*, *Synodus lucioceps*, *Serranus* spp. y *Etropus crossotus* (tablas 11 y 12), seguidas del componente mesopelágico (35%). Además hay una dominancia clara del componente tropical/subtropical, tanto en abundancia como en número de especies (75% y 61%, respectivamente) (tabla 13).

6.2.3 Diversidad

La moda en el número de especies es de 2 por estación, con un intervalo entre 0 y 34 especies y una media de 4.4 especies/estación (Fig. 33). La curva de rarefacción (Fig. 34), presenta un incremento *k* de apenas 0.001% en el número de especies por muestra a partir de las 556 estaciones obtenidas (tabla 14), lo cual indica que doblando el esfuerzo de muestreo a 1000 arrastres apenas se obtendrían 42 especies más, con lo que se estima que en cuanto a composición el muestreo es representativo para las especies capturadas con esta metodología.

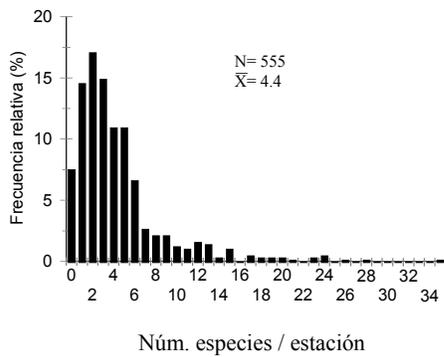


Figura 33.- Histograma del número de especies por estación de muestreo.

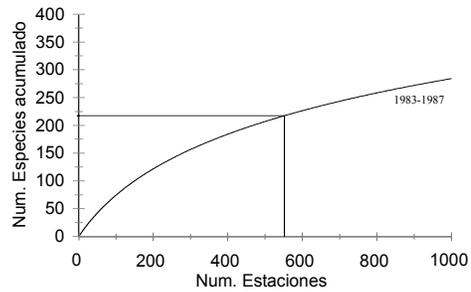


Figura 34.- Curva de rarefacción del periodo 1983-1987. Las líneas vertical y horizontal marcan el límite entre la curva ajustada con los datos observados (interior) y los datos extrapolados.

Tabla 14.- Parámetros calculados de las curvas de acumulación de especies y riqueza específica usando la función de dependencia exponencial.

Crucero	8302	8401	8405	8505	8605	8508	8606	8608	8309	8707	8611	8710
a	91.140	34.800	39.240	11.490	15.740	153.3	18.6	64.4	115.6	27.09	47.4	78.8
z	0.170	0.190	0.204	0.200	0.120	0.100	0.153	0.133	0.054	0.177	0.092	0.043
k50	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003

a = tasa de aparición de especies nuevas; z = tasa de descenso del valor "a"; k50=incremento porcentual del número de especies, calculado a partir de la muestra 50.

Las curvas de rarefacción para cada crucero (Fig. 35) muestran dos tendencias principales. La primera de muy baja diversidad de invierno y primavera, en la que se sugiere una asíntota entre los 45 y 50 taxa, con una k para todos los casos menor al 0.004% (tabla 14). La segunda tendencia es de alta diversidad durante el verano-otoño, aunque mucho mayor durante 1983 y 1987 (Fig. 35D), lo cual parece ser uno de los elementos que define los grupos formados en el AG en modo Q, ya que las curvas de rarefacción indican una mayor diversidad en los meses cálidos del verano-otoño, en donde los valores de "a" tienden a ser mucho mayores y la tasa de descenso z es menor, comparados con estos mismos valores para los meses fríos de verano-otoño.

De estas curvas, es también notable el incremento en la riqueza de especies entre febrero y septiembre de 1983, así como el observado entre abril y agosto de 1985 y entre julio y octubre de 1987. Estos fuertes cambios denotan una transformación brusca en la estructura de la comunidad. Por ejemplo, en sólo tres meses, entre julio y octubre de 1987, prácticamente se cuadruplica la cantidad de especies (Fig. 35C y D).

La distribución espacial de la diversidad para cada cada crucero oceanográfico se detalla en el anexo 8. En todos los casos el índice de diversidad de Shannon muestra una enorme variabilidad entre cada uno de los cruceros; no obstante, es posible observar que para los cruceros de primavera se presentó un gradiente en el que la menor diversidad está básicamente sobre la región costera, siendo particularmente evidente en los cruceros CICIMAR -8405 y -8605 y en el promedio para primavera, donde los valores de diversidad más altos se encontraron en la región oceánica (Fig. 36). Durante el invierno la tendencia parece ser

también a una mayor diversidad en la región oceánica, como se observa en el promedio para esta estación (Fig. 36).

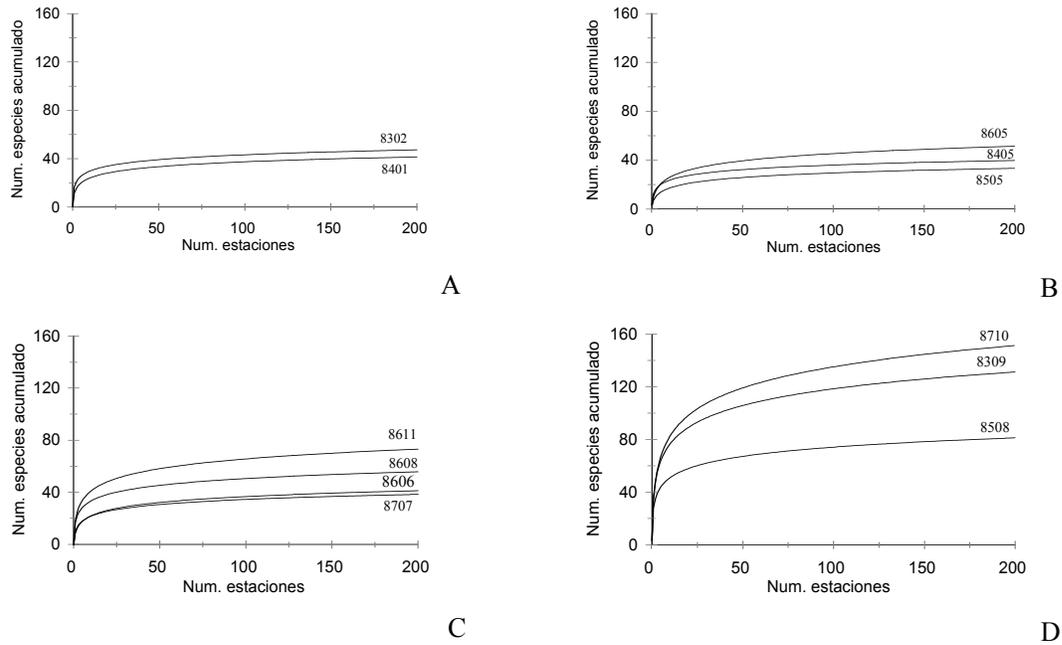


Figura 35.- Curvas de rarefacción para: A) Invierno; B) Primavera; C) Verano-Otoño (periodo frío); D) Verano-Otoño (periodo cálido).

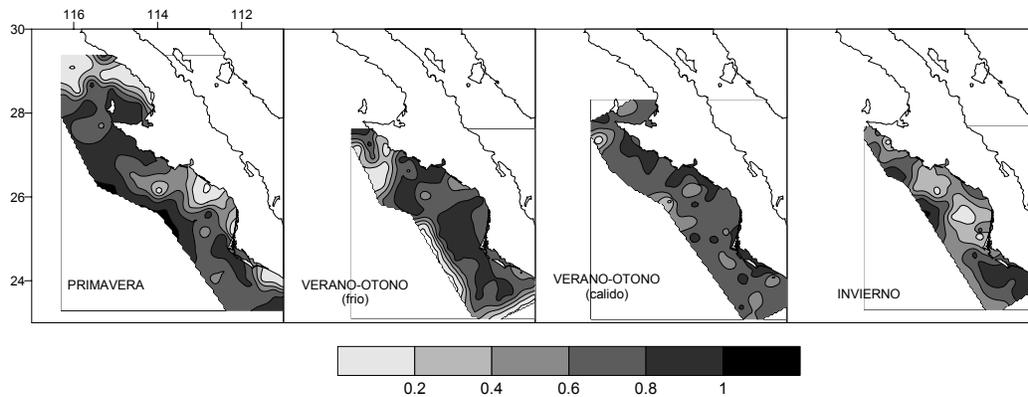


Figura 36.- Índice de diversidad de Shannon-Weaver por estación del año.

Por el contrario, los gradientes de diversidad observados en verano-otoño (tanto en el grupo de meses fríos como en los cálidos) tienen los valores más altos del índice de Shannon en la región costera, particularmente al sur de Punta Eugenia, frente a la laguna de San Ignacio y frente a Bahía Magdalena (Fig. 36). Este último sitio parece estar frecuentemente asociado a

valores altos de diversidad, ya que en ocho de los doce cruceros y en los cuatro promedios por estación se observa esta condición.

De acuerdo a esta primera observación, podría definirse a la región central del golfo de Ulloa como una zona en la que frecuentemente se observan valores bajos de diversidad, al menos durante el invierno, primavera y los meses fríos de verano-otoño, mientras que frente a Bahía Magdalena, se observan de manera frecuente valores altos de diversidad (Fig. 36).

6.2.4 Análisis de asociaciones

Primavera

Durante la primavera, el ACP explica el 59% de la variabilidad total de los datos en los dos primeros componentes (C1=33.6; C2=25.8). Tanto en los análisis individuales por crucero (anexo 9) como en el promedio para primavera, el ordenamiento de las especies en C1 está relacionado con el gradiente de distribución océano-costa (Fig. 37A). Donde se observa que las larvas de los mesopelágicos *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. laternatus* fueron más abundantes en las estaciones oceánicas (Fig. 38) coincidiendo con las áreas de mayor temperatura superficial (Fig. 28) y diversidad de especies de acuerdo al índice de Shannon (Fig. 36). En general, las isolíneas de densidad son paralelas a la costa, pero se acercan a ella principalmente entre Punta Eugenia y laguna de San Ignacio y frente a Bahía Magdalena, coincidiendo con la isoterma de los 17 °C y las isolíneas de diversidad de 0.8.

En C2 el ordenamiento sigue un gradiente latitudinal, en el que *E. mordax*, que se ubica en extremo positivo de C2, se distribuyó principalmente en la región central del golfo de Ulloa, mientras que los mesopelágicos, junto con *S. caeruleus*, fueron relativamente más abundantes al sur del área de estudio. El resto de las especies (*L. stilbius*, *P. crockeri*, *Sebastes* spp. y *S. macdonaldi*) se distribuyen tanto al norte como al sur del área de estudio, pero están ausentes en la región costera central del golfo de Ulloa.

El AG (Fig. 37B) muestra un solo agrupamiento importante entre los mesopelágicos *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. laternatus*, que adicionalmente se asocian a *E. mordax* aunque con valores de similitud menores al 31%; esta última asociación se debe a la amplia distribución de las larvas de la anchoveta norteña que, aunque en baja densidad, llega a presentarse en la región oceánica (Fig. 38). Otros dos mesopelágicos, pero de afinidad con ambientes templados (*Protomyctophum crockeri* y *L. stilbius*), se asocian con índices muy bajos al norte de Punta Eugenia y al norte de Bahía Magdalena (Fig. 38).

En general, de acuerdo al AG en modo Q, los patrones de distribución de las larvas de peces definen tres regiones principales: A) una costera delimitada por la isóbata de los 200 m (Fig. 39), caracterizada por el predominio de especies pelágico-costeras donde se presentan los valores de temperatura superficial y diversidad más bajos; y B) una oceánica donde se observan los valores más altos de temperatura y diversidad, esta última se subdivide a su vez en dos áreas distintas, una oceánica sureña en la que predominan las especies *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. Laternatus*, y una oceánica norteña en la cual disminuye la abundancia de los mesopelágicos de afinidad tropical-subtropical y aparecen mesopelágicos de afinidad templada como *L. stilbius* y *P. crockeri* (Figs. 38 y 39).

La zona oceánica central no se integra en ninguno de los grupos observados en el AG, observándose que tanto éstas como las estaciones al norte de la Bahía Sebastián Vizcaíno coinciden con las áreas de menor diversidad de la figura 36.

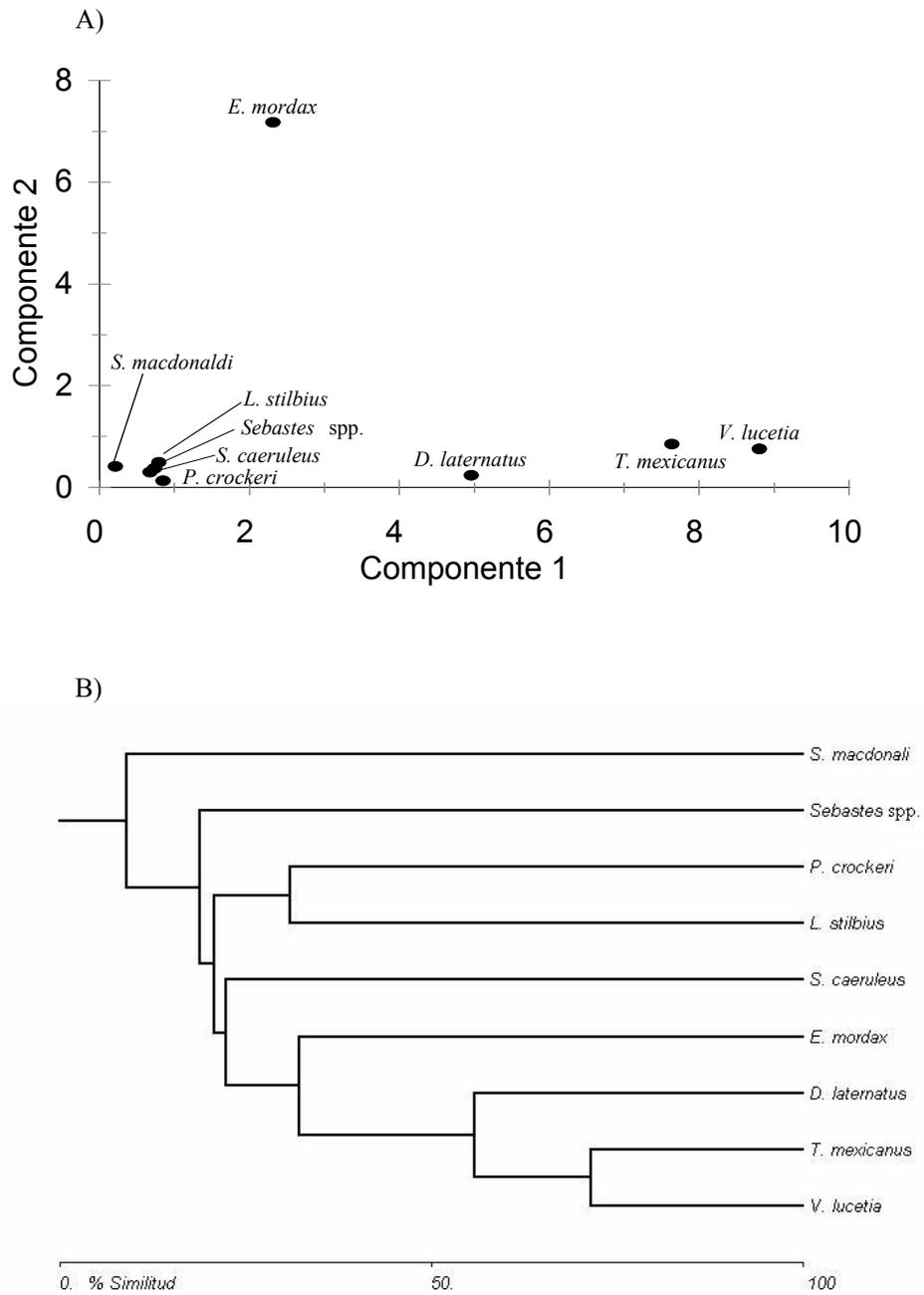


Figura 37.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Primavera.

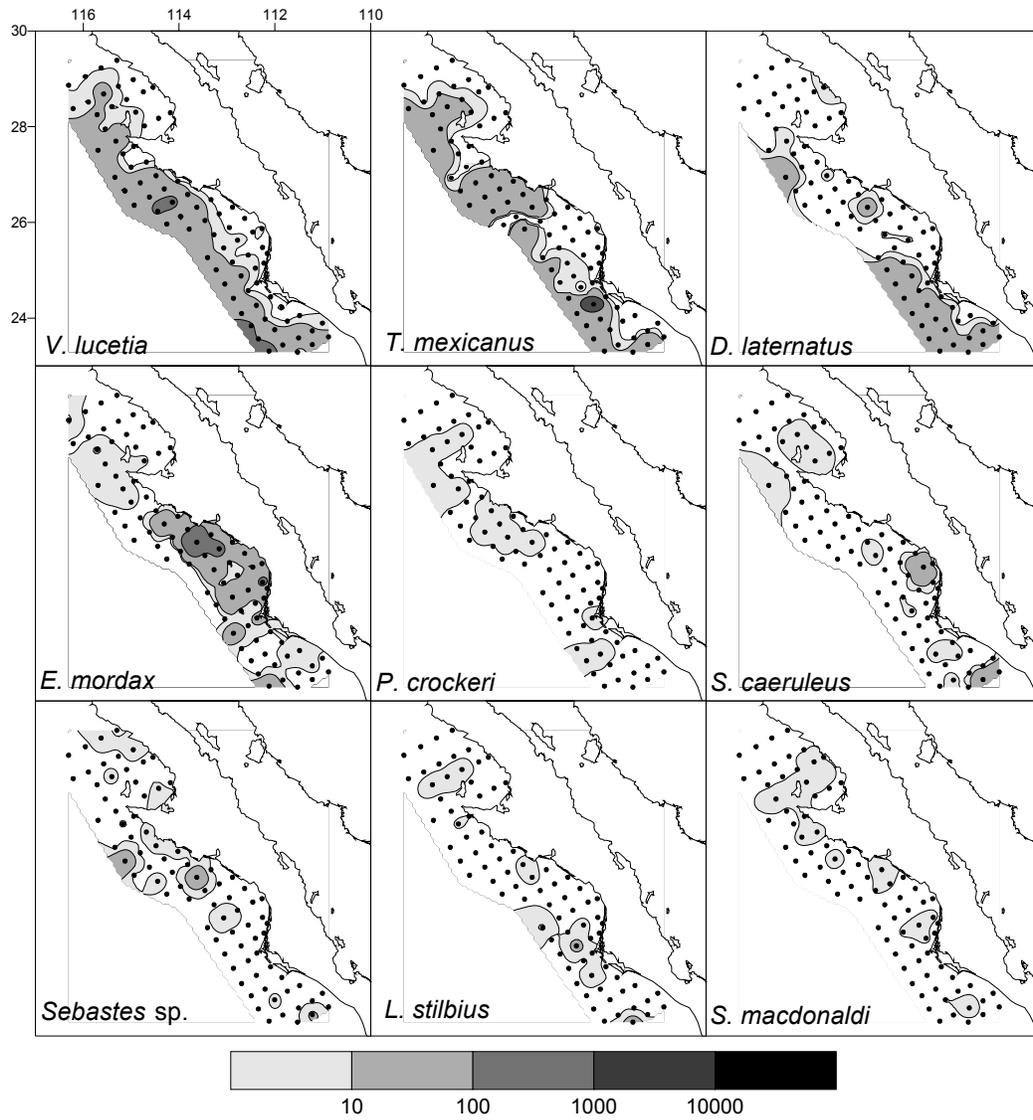


Figura 38.-Distribución de larvas de las especies más abundantes durante el periodo de primavera. La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.

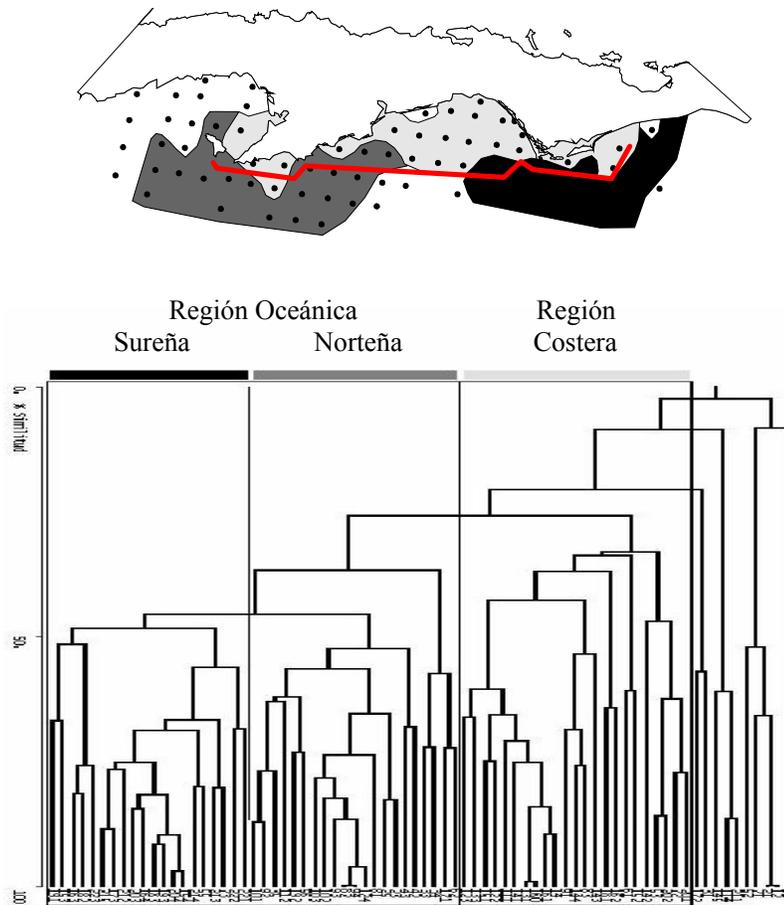


Figura 39.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización de la costa occidental de Baja California Sur para el periodo de Primavera. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis. La línea roja representa el límite de la isobata de los 200 m.

Verano-Otoño (meses fríos)

En los meses fríos de verano-otoño el número de especies se incrementó, pero el ACP (Fig. 40A) sigue mostrando en C1 el gradiente océano-costa, con *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. laternatus* como los principales representantes de las estaciones oceánicas (Fig. 41), y *E. mordax*, *S. caeruleus*, *E. teres* y *Opisthonema* sp. como las especies de distribución costera ordenadas en el extremo derecho de C1. Por su parte, el arreglo en C2 responde al gradiente latitudinal, en este caso más claro que para el invierno, y en el que se muestra una separación entre las especies más abundantes de la región norte, particularmente *E. mordax*, separadas de aquellas cuya mayor abundancia se observó en la región sur, tales como *Opisthonema* sp., *E. teres* y *Coryphopterus nicholsii*. Nuevamente las isotermas de 17 °C y 18 °C coinciden con los límites norte de distribución de las tres principales especies de mesopelágicos (Fig. 28).

El AG separa básicamente tres grupos (Fig. 40B), el primero de ellos compuesto por *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. laternatus* de distribución oceánica, pero asociado con *E. mordax* y *S. japonicus* en baja proporción (<35%). La razón de esta agrupación es que, aunque en baja densidad, los epipelágicos mencionados comparten estaciones oceánicas con el grupo de mesopelágicos. Los dos restantes grupos se componen de demersales de distribución costera, pero el grupo constituido por *Opisthonema* sp., *E. teres* y *S. caeruleus* tiene sus mayores abundancias principalmente al sur del Golfo de Ulloa, mientras que *H. stomata*, *C. fragilis* y *S. lucioceps* tienden a ser más abundantes al centro y norte del Golfo de Ulloa.

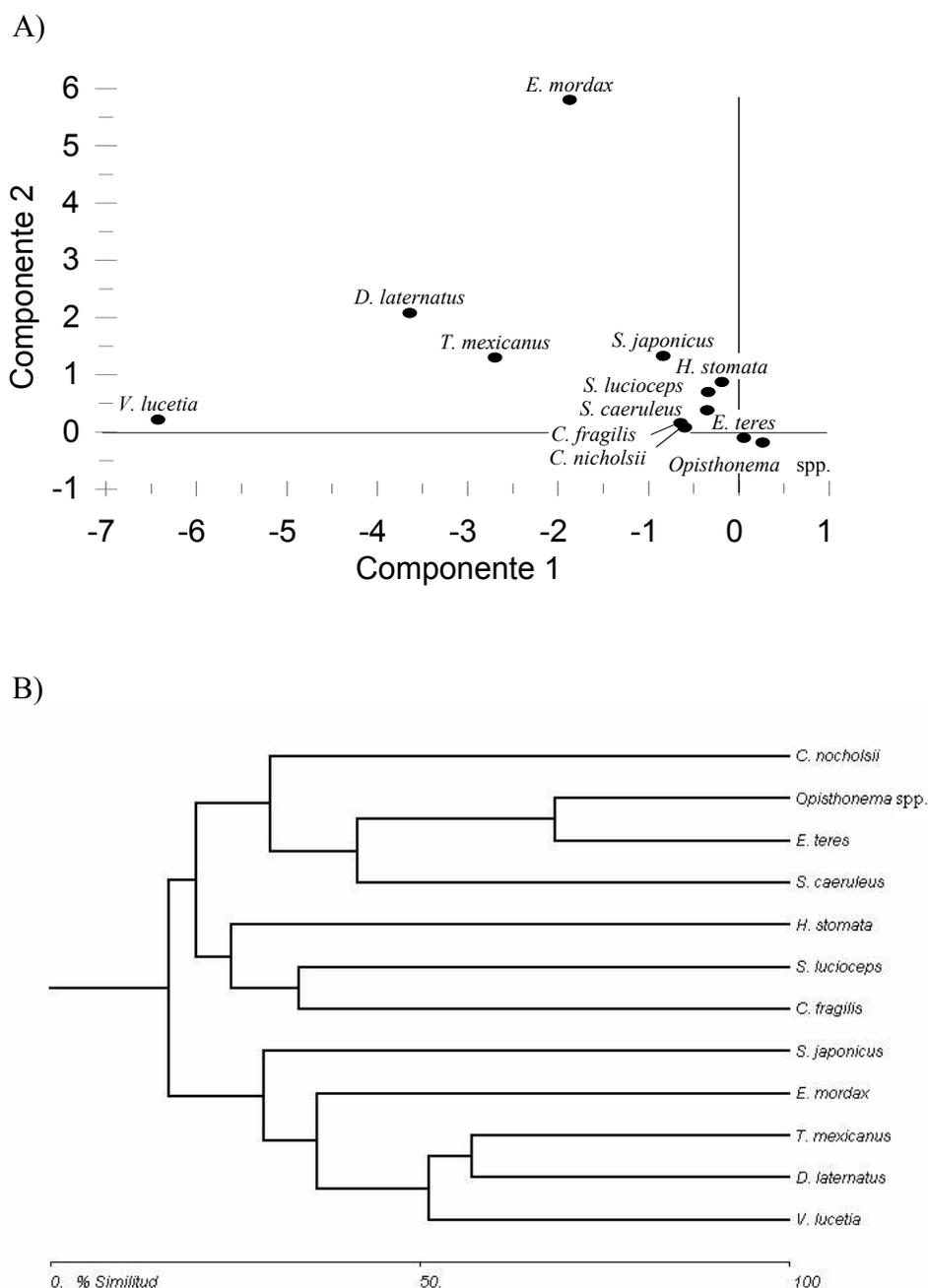


Figura 40.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Verano-Otoño (periodo frío).

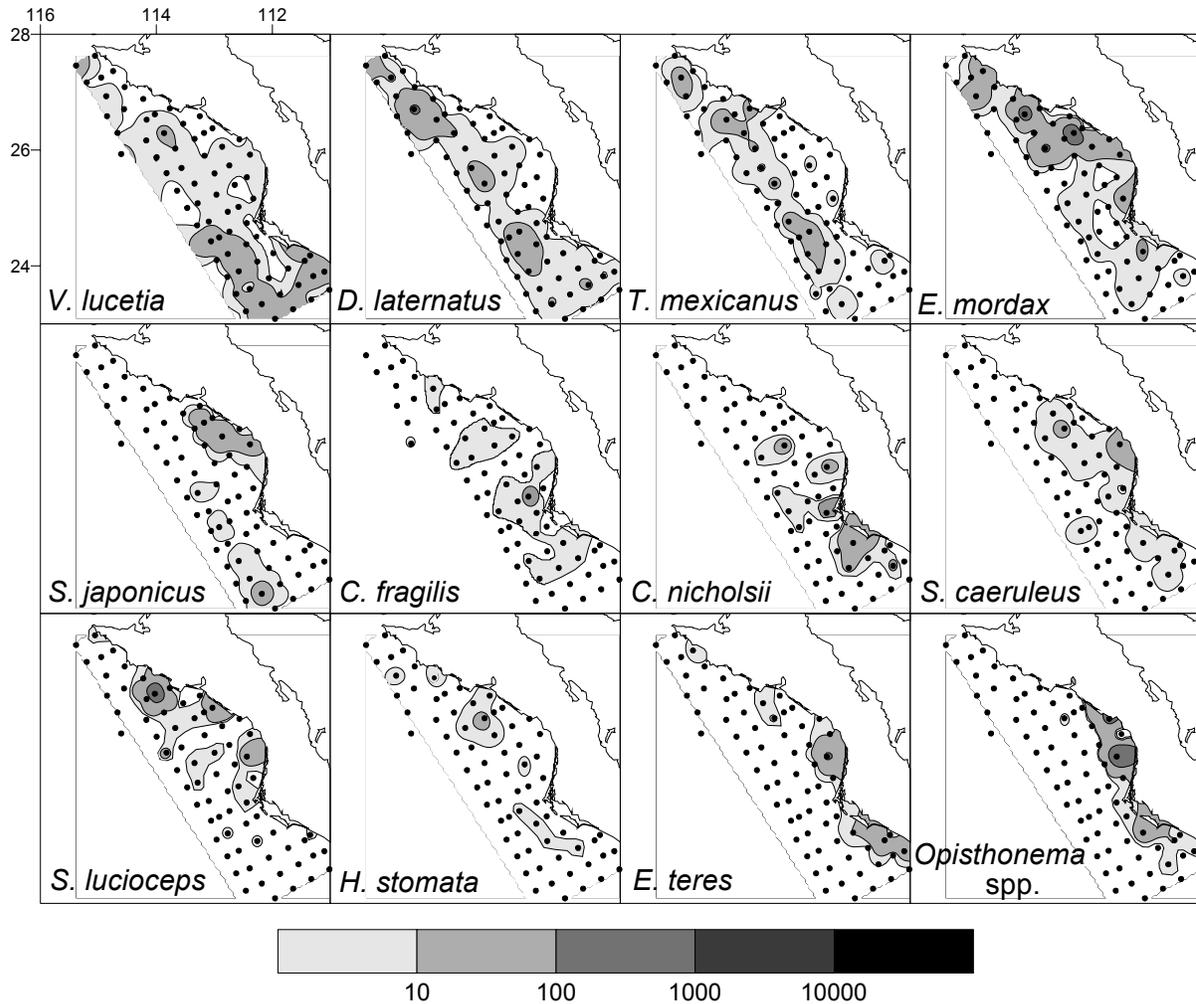


Figura 41.-Distribución de larvas de las especies más abundantes durante el periodo frío de verano-otoño. La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.

El AG en modo Q (Fig. 42) muestra cuatro principales agrupaciones de estaciones: A) Una región oceánica norte, cuyo límite de distribución al oriente es la isóbata de 200 m, en la que se presentan los mesopelágicos *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. laternatus*, con un predominio numérico de *T. mexicanus*; en esta región se presentan valores de temperatura bajos, entre 19 °C y 21 °C (Fig. 28). B) Una región oceánica sur, de composición similar a la anterior, pero donde *V. lucetia* domina en número de organismos, y los valores de temperatura son los más altos, entre 22 °C y 25 °C. C) Una región costera norte, dominada por *E. mordax* donde se presentan los valores más bajos de diversidad y temperatura superficial del mar 16 °C a 21 °C. D) Una región costera sur dominada por las larvas de *Opisthonema* spp. y *E. teres*, donde se presentan los valores más altos de temperatura superficial, entre 21 °C y 25 °C, así como valores altos de diversidad.

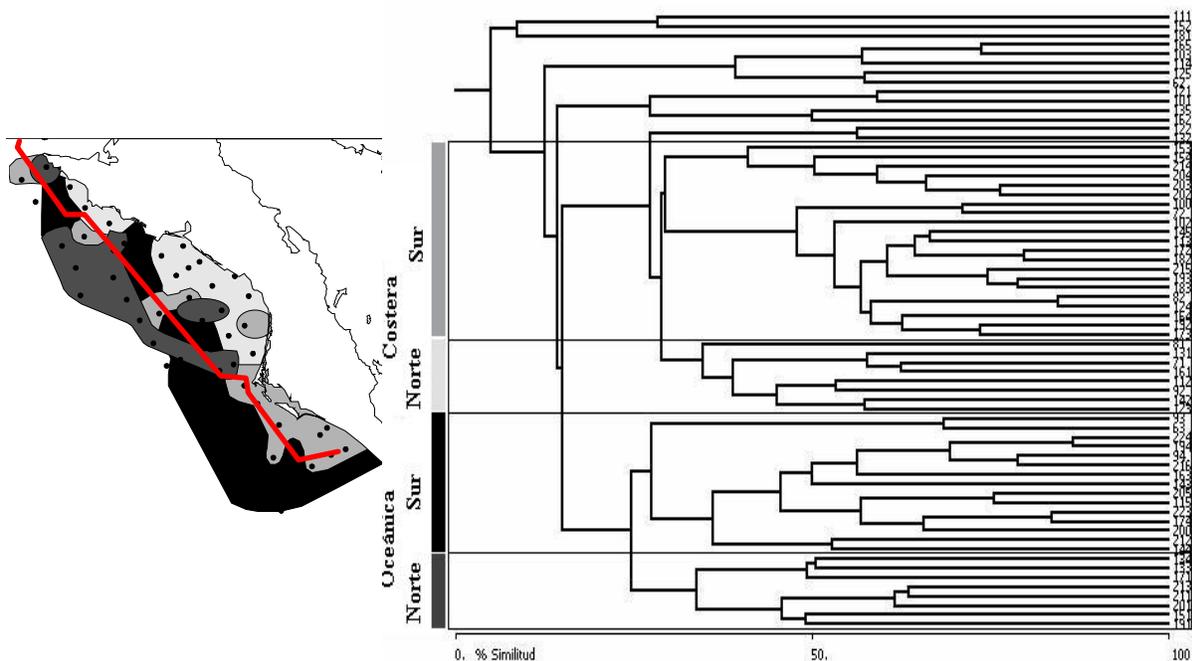


Figura 42.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización de la costa occidental de Baja California Sur para el periodo frío de Verano-Otoño. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis. La línea roja representa el límite de la isóbata de los 200 m.

Verano-Otoño (meses cálidos)

En el verano-otoño cálido, la comunidad es predominantemente tropical-subtropical y hay 31 especies cuya frecuencia de aparición es mayor o igual al 15%. El ACP explica el 48% de la variabilidad en los dos primeros componentes, dando mayor peso (39%) al gradiente océano-costa en C1 (Fig. 43A), siguiendo al gradiente latitudinal en C2. En general el arreglo en los dos componentes está determinado por la distribución de las larvas de mesopelágicos, con su mayor abundancia en la región oceánica, comparada con la distribución de los epipelágicos y demersales costeros *Opisthonema* spp., *E. teres*, *S. caeruleus*, *Prionotus ruscarius*, *Serranus* spp. y *Syacium ovale* (Figs. 44 y 45). En este caso el gradiente de diversidad océano-costa se invierte y la mayor diversidad se presenta en las estaciones cercanas a la costa (Fig. 36).

Las especies en el extremo positivo del eje C2 se distribuyeron básicamente en la región central del Golfo de Ulloa, mientras que en el extremo negativo se presentan aquellas especies cuya mayor abundancia está en la región norte del área de estudio (Fig. 44 y 45).

El AG por especies muestra dos agrupaciones principales (Fig. 43B), la primera constituida exclusivamente por especies distribuidas en la región oceánica y un segundo grupo compuesto de especies demersales y epipelágicas. Dentro del primer grupo se presentan tres subgrupos: A) *V. lucetia*, *T. mexicanus* y *D. laternatus* presentan una mayor afinidad entre sí de acuerdo al índice de similitud estimado (60%), pero las dos últimas son más abundantes al norte del área de estudio (Fig. 44). B) *B. panamense* y *H. atratum* (mesopelágicos de afinidad tropical) son más abundantes al sur del área de estudio. C) *N. idostigma*, *C. signata* y *C. punctipinnis*, con sus mayores abundancias al norte. Las dos primeras especies del subgrupo C son

mesopelágicos de afinidad con climas templados, mientras que *C. punctipinnis* es una especie demersal de arrecifes distribuida al norte de la península; no obstante, aunque sus larvas se encontraron en mayor densidad sobre la plataforma de la Bahía de Sebastián Vizcaíno y al sur de Punta Eugenia, algunos ejemplares fueron colectados más allá de la plataforma continental (Fig. 45), por lo que se asocia con el grupo de mesopelágicos norteños. Estos patrones de distribución definen dos regiones principales de carácter oceánico obtenidas en el AG en modo Q (Fig. 46).

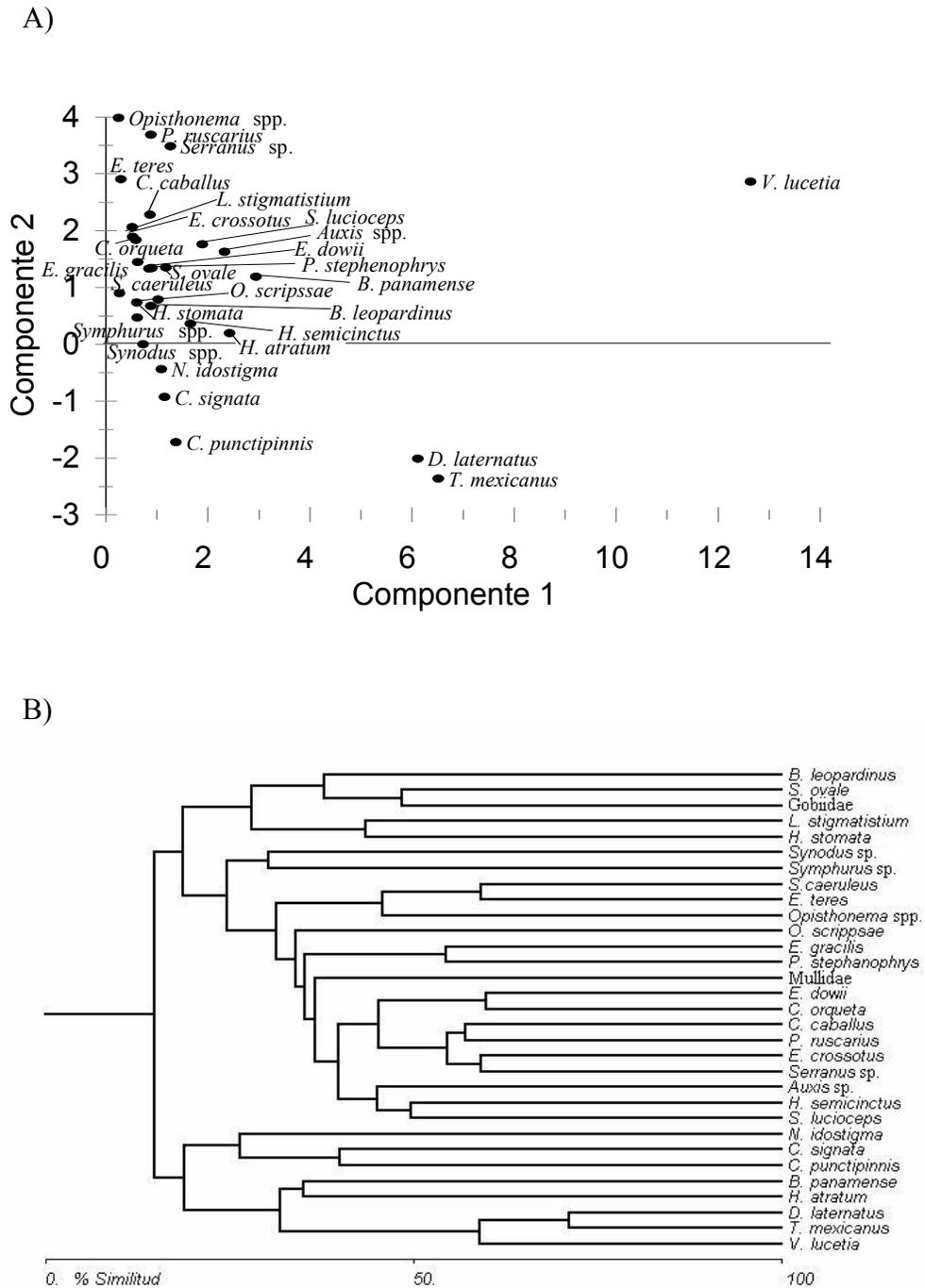


Figura 43.- A) Análisis de componentes principales y B) Dendrograma en modo R para el periodo de Verano-Otoño (periodo cálido).

En el segundo grupo del AG por especies se presentan tres subgrupos (Fig. 43B) que definen tres regiones principales (Fig. 46): A) una región costera norteña con límite sur en la laguna de San Ignacio, donde predominan *S. caeruleus* y *E. teres* en un grupo, así como *Synodus* spp. y *Symphurus* spp. en otro (Fig. 44 y 45) y se observan los valores más bajos de temperatura superficial (21 °C y 26 °C). B) Una costera central desde la Laguna de San Ignacio hasta la Bahía Magdalena (Fig. 46), donde predominan *Auxis* spp., *P. ruscarius* y *Serranus* spp. (Figs. 44 a 45), con temperaturas entre 24 °C y 26 °C. C) Una costera sur a partir de Bahía Magdalena (Fig. 46) donde predominan *S. ovale*, *H. stomata* y *B. leopardinus* (Fig. 45).

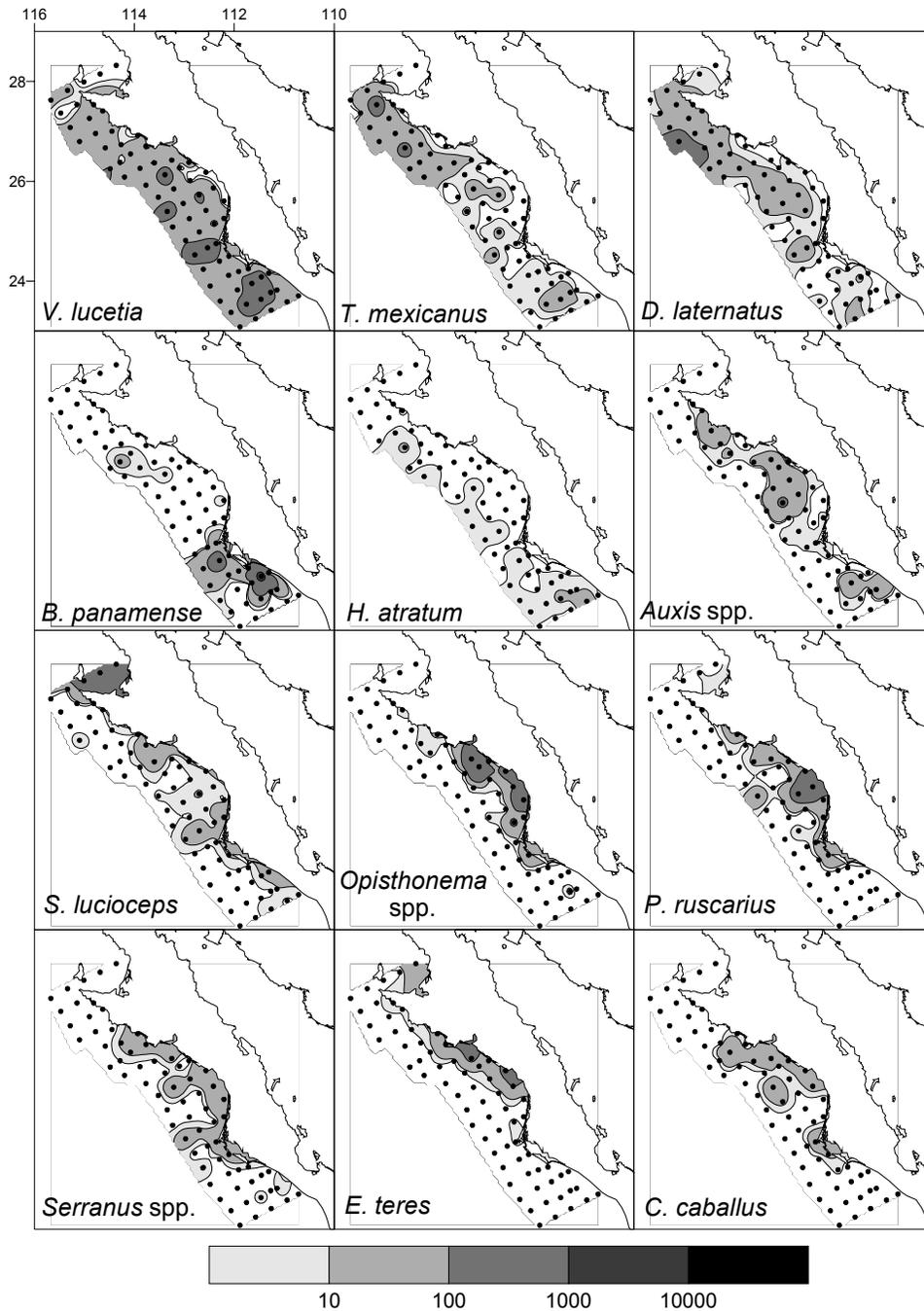


Figura 44.-Distribución de larvas de las especies más abundantes durante el periodo cálido de verano-otoño. La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.

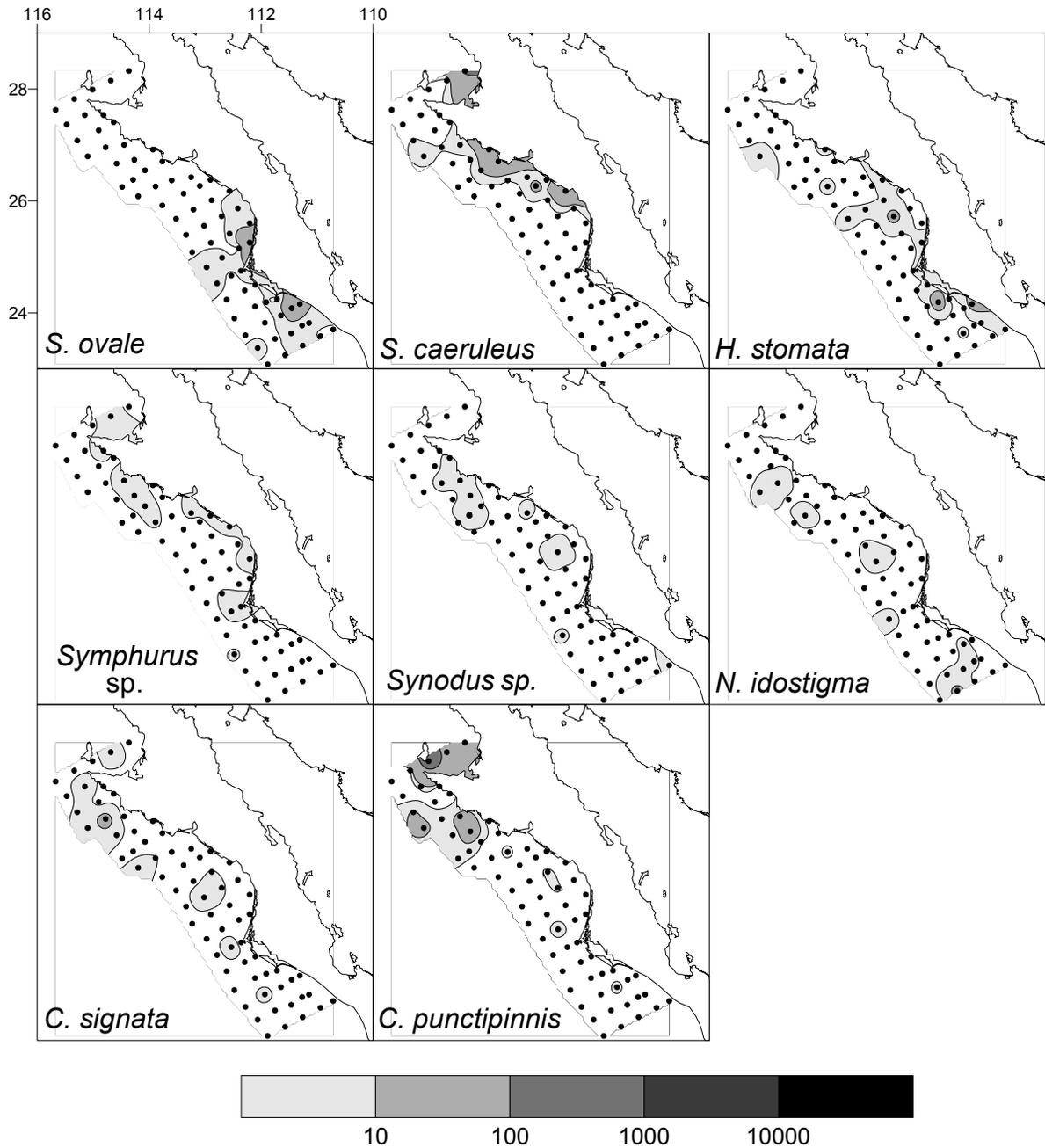


Figura 45.-Distribución de larvas de las especies más abundantes durante el periodo cálido de verano-otoño. La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.

Los límites de las regiones oceánica y costera coinciden nuevamente con la isóbata de 200 m y, además de encontrar un gradiente de diversidad contrario al de primavera con los mayores valores en el índice de Shannon en la región costera, también se observa un efecto de borde entre los límites de cada una de las cinco áreas definidas con anterioridad en el incremento en los índices de diversidad de estas fronteras (Fig. 36).

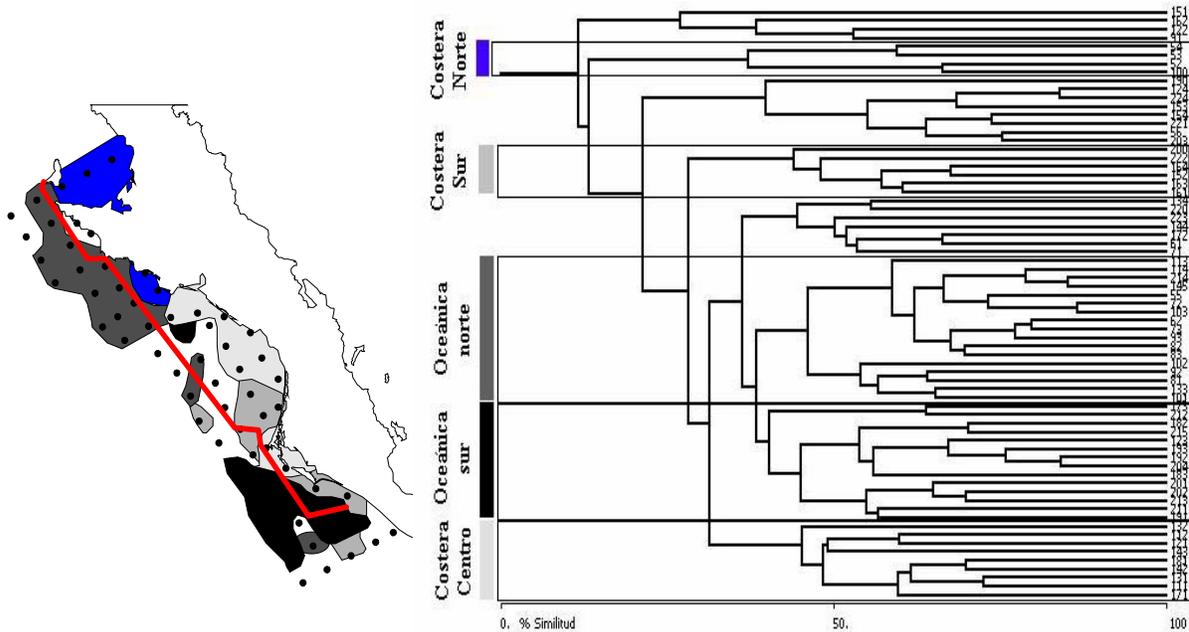


Figura 46.- Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización de la costa occidental de Baja California Sur para el periodo frío de Verano-Otoño. Los valores del eje están calculados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis. La línea roja representa el límite de la isobata de los 200 m.

Invierno

Durante el invierno, el número de especies disminuye y sólo 8 se tomaron en cuenta en el ACP, que para este periodo explica el 68% de la variabilidad en los dos primeros componentes. En este caso, C1 estuvo relacionado con el gradiente latitudinal y C2 con el gradiente océano-costa (Fig. 47). Sobre el extremo derecho de C1, que explicó el 45% de la variabilidad, se presenta *E. mordax* como la especie más abundante en el norte, contrastando con la distribución principalmente sureña del resto de las especies (Fig. 48), mientras que en C2, que explica el 23% de la variabilidad, se observa en el extremo positivo a las especies de distribución costera (*S. caeruleus*, *S. japonicus*, *Citharichthys* spp. y *E. mordax*), y a las especies de distribución oceánica en el extremo negativo (*N. idostigma*, *G. tenuiculus*, *M. productus*, *H. atratum*, *D. laternatus* y *V. lucetia*) (Fig. 48). Esta misma agrupación es evidente en el AG por especies (Fig. 49), en el cual la distribución de las especies de cada grupo define dos regiones principales también asociadas al ambiente costero sobre la plataforma continental, limitados del ambiente oceánico por la isobata de los 200 m (Fig. 50).

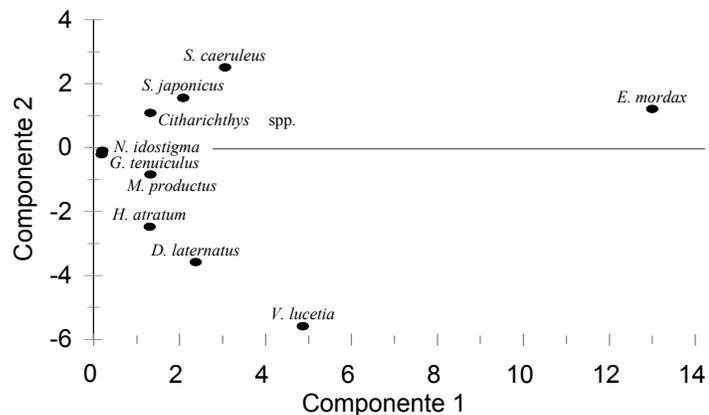


Figura 47.- Análisis de componentes principales para el periodo de Invierno.

Esta misma agrupación es evidente en el AG por especies (Fig. 49), en el cual la distribución de las especies de cada grupo define dos regiones principales también asociadas al ambiente costero sobre la plataforma continental, limitados del ambiente oceánico por la isobata de los 200 m (Fig. 50).

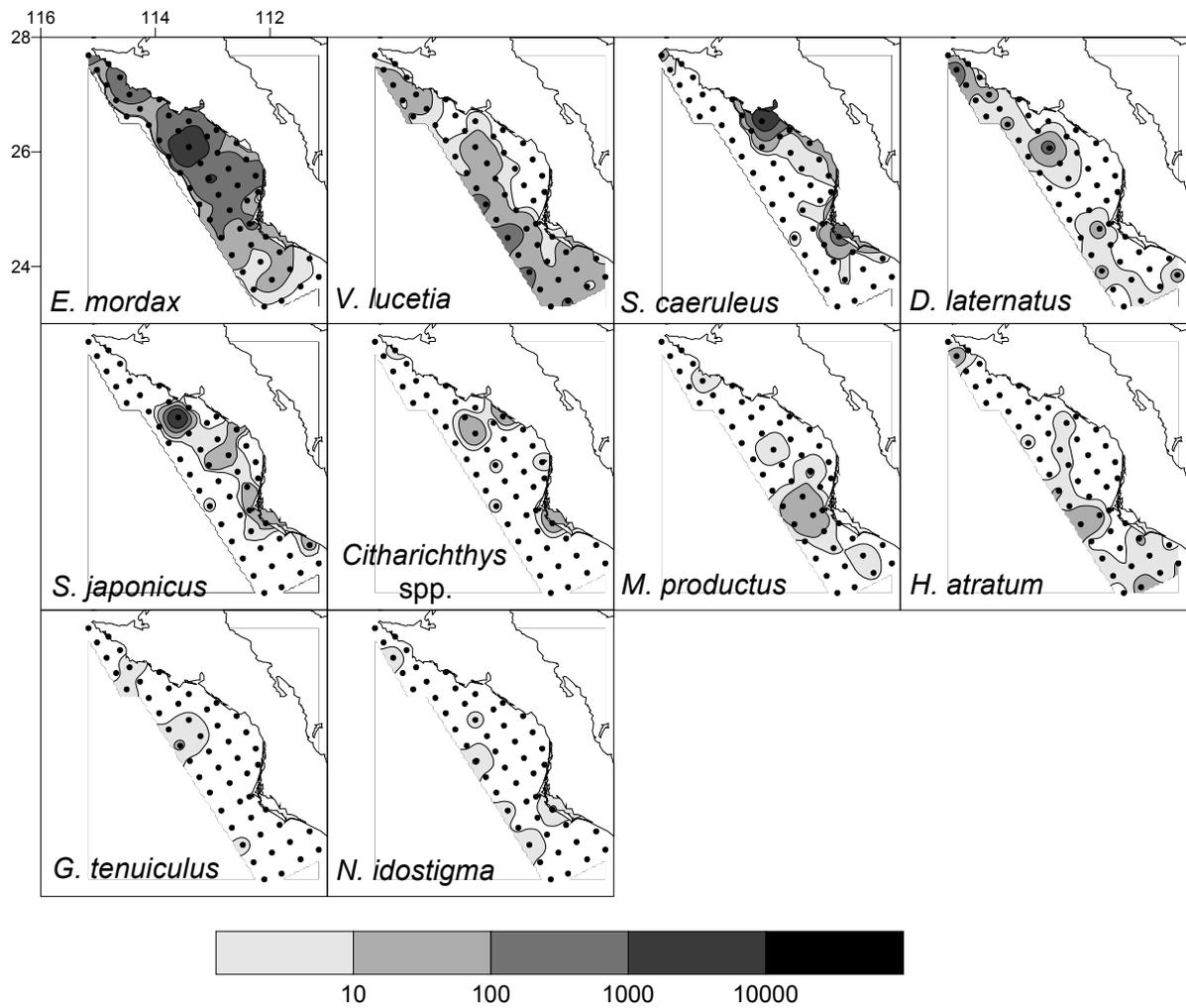


Figura 48.-Distribución de larvas de las especies más abundantes durante el periodo de invierno. La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.

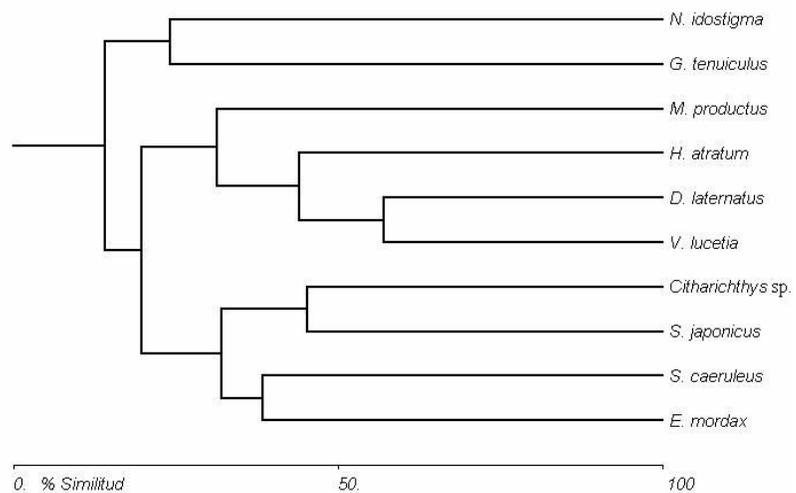


Figura 49.- Dendrograma en modo R para el periodo de Invierno.

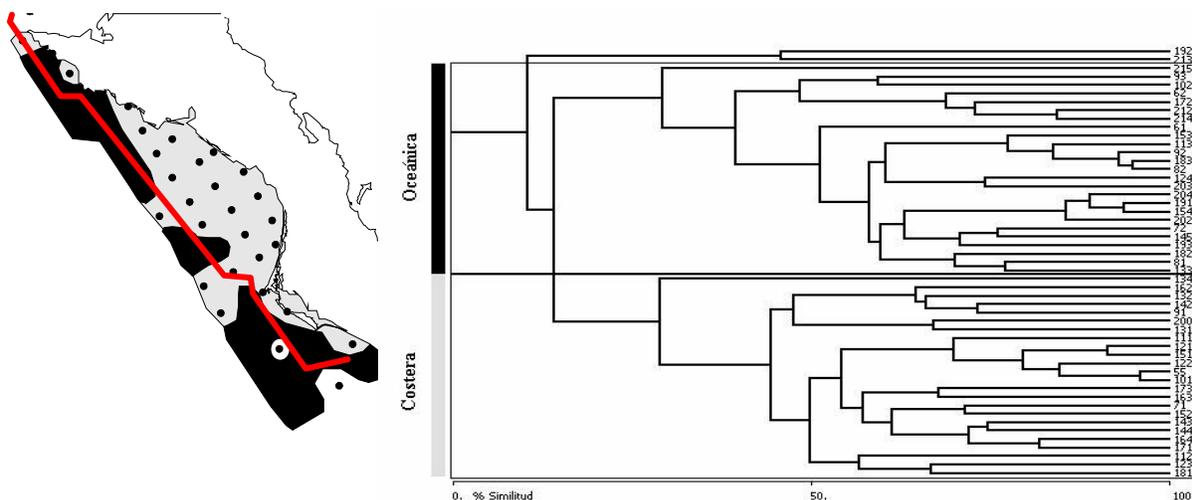


Figura 50 Dendrograma de grupos en modo Q y regionalización de la costa occidental de Baja California Sur para Primavera. Los valores del dendrograma corresponden al índice de similitud de Bray-Curtis. La línea roja representa el límite de la isóbata de 200 m.

El AG para la abundancia total de larvas por crucero de las especies más abundantes y frecuentes se muestra en la figura 51; en ésta se separan básicamente 8 grupos principales que caracterizan, a su vez, a los cuatro periodos definidos anteriormente: primavera, verano-otoño (meses fríos), verano-otoño (meses cálidos) e invierno.

El primer grupo de cruceros del periodo verano-otoño es el de los meses cálidos (GT1) y se caracteriza por la predominancia de especies tropical-subtropicales, pero se diferencia del resto por tres conjuntos de especies que coinciden dentro del área. El primero (GE2), compuesto por *D. peruvianus*, *E. gracilis* y *B. panamense*, un segundo grupo (GE3) con *P. ruscarius*, *H. gentilis*, *C. acclinidens* y *S. atriventer*; y un tercero (GE4) de 12 especies (*L. zebra*, *X. californicus*, *B. leopardinus*, *A. davidsoni*, *E. dowii*, *S. ovale*, *H. semicinctus*, *L. negropina*, *C. caballus*, *Auxis* spp., *A. bajacali* y *Diplectrum* spp). Si bien estas especies están presentes en otros muestreos, la agrupación sólo existe los meses cálidos de verano-otoño.

Un cuarto grupo (GE5) se presenta durante el verano-otoño pero es compartido entre los meses fríos (GT3) y cálidos (GT1) de esta estación del año. El grupo está compuesto por 15 especies básicamente de afinidad tropical y/o subtropical: *C. punctipinis*, *E. crosotus*, *P. stephanophrys*, *C. orqueta*, *Serranus* spp., *S. lucioceps*, *O. scrippsae*, *Symphurus* spp., *Opisthonema* spp., *E. teres*, *Citharichthys* spp., *S. japonicus*, *H. atratum*, *N. Idostigma* y *G. tenuiculus*. Este grupo, junto con el conjunto *L. parvicauda*, *C. signata*, *M. lugubris*, *H. jenkinsi* y *C. fragilis*, definen el grupo de meses fríos de verano-otoño.

La primavera se distingue con el grupo *C. platophrys*, *S. macdonaldi*, *H. stomata*, *P. crockeri* y *L. stilbius* (GE1), y en el invierno (GT4) no se encuentra una agrupación única que sirva de criterio para separarla del resto (Fig. 51). No obstante, por las especies presentes se trata de una mezcla de los grupos compartidos con la comunidad cálida de verano-otoño y la fría de primavera. El grupo *E. mordax*, *S. caeruleus*, *T. mexicanus*, *D. laternatus* y *V. lucetia* (GE8) se observa a lo largo de todo el año, aunque durante los meses cálidos de verano-otoño parece estar constituido principalmente por los mesopelágicos de aguas cálidas. Por el contrario, *T. mexicanus* se ve disminuida en abundancia durante el invierno.

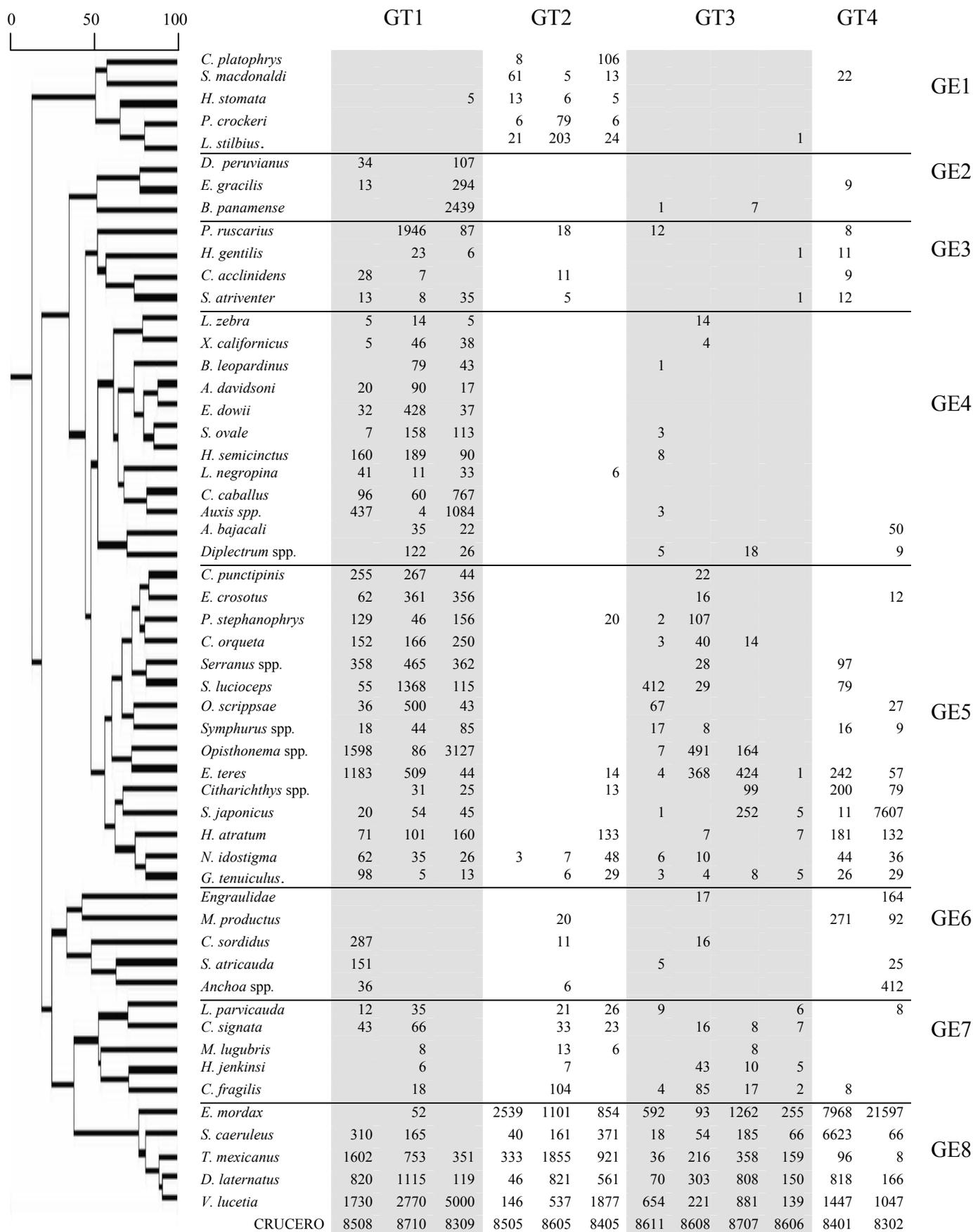


Figura 51.- Análisis de grupos en modo R. Los valores en el dendrograma (%) corresponden al índice de similitud de Bray-Curtis y en la tabla se observa la abundancia total por crucero.

La primavera se distingue con el grupo *C. platophrys*, *S. macdonaldi*, *H. stomata*, *P. crockeri* y *L. stilbius* (GE1), y en el invierno (GT4) no se encuentra una agrupación única que sirva de criterio para separarla del resto (Fig. 51). No obstante, por las especies presentes, se trata de una mezcla de los grupos compartidos con la comunidad cálida de verano-otoño y la fría de primavera. El grupo *E. mordax*, *S. caeruleus*, *T. mexicanus*, *D. laternatus* y *V. lucetia* (GE8) se observa todo el año, aunque durante verano-otoño está constituido por los mesopelágicos de aguas cálidas. Por el contrario, *T. mexicanus* disminuye su abundancia en invierno. Adicionalmente a la composición de especies, las agrupaciones por muestreo reflejan similitudes en los valores promedios de temperatura superficial observados para cada grupo (Fig. 32) como en los patrones de distribución de dicha variable.

6.2.5 Análisis de Grupos Recurrentes

El análisis de grupos recurrentes, utilizando un nivel crítico de 0.3, asoció a 91 taxones en 28 grupos (Tabla 15), de los cuales los primeros 5 grupos se presentan frecuentemente en más de un crucero o al menos en más del 15% de las estaciones muestreadas, y los 23 restantes se presentaron en un solo crucero durante el verano de 1983 y en menos de 5 estaciones. Debido al bajo nivel utilizado, especies poco frecuentes alcanzan el nivel crítico y es notable en este crucero que más del 75% de los grupos se encontraron en una sola estación.

Tabla 15.- Grupos recurrentes de larvas de peces en la costa occidental de Baja California Sur. Nivel crítico 0.3. El área sombreada representa los grupos presentes en más de un crucero o en más del 15% del total de estaciones.

Grupo Recurrente	Asociados	Grupo Recurrente	Asociados
<i>Eucinostomus gracilis</i>	<i>Clarkichthys bilineatus</i>	<i>Myctophum aurolaternatum</i>	
<i>Caranx caballus</i>		<i>Paraconger californicus</i>	
<i>Apogon retrosella</i>		<i>Sebastes carnatus</i>	
Gerreidae		<i>Pleuronichthys verticalis</i>	
<i>Prionotus stephanophrys</i>		<i>Prionotus</i> spp.	
<i>Eucinostomus dowii</i>		<i>Engyophrys sanctilaurentii</i>	
<i>Synodus lucioceps</i>		<i>Diapterus peruvianus</i>	
<i>Lepophidium stigmatistium</i>		<i>Xenistius californiensis</i>	
<i>Serranus</i> spp.		<i>Bolinichthys longipes</i>	
<i>Etropus crossotus</i>		<i>Bregmaceros</i> spp.	
<i>Prionotus ruscarius</i>		<i>Stegastes rectifraenum</i>	
<i>Ophiodon</i> spp.		Triglidae	
Gobiidae		Congridae	
<i>Vinciguerria lucetia</i>		<i>Merluccius productus</i>	
<i>Diogenichthys laternatus</i>		<i>Paranthias colonus</i>	
<i>Triphoturus mexicanus</i>	<i>Hygophum atratum</i>	<i>Paralabrax</i> spp.	
Mullidae	Ophichthidae	<i>Anchoa</i> spp.	<i>Ophidion scrippsae</i>
<i>Auxis</i> spp.	<i>Syacium ovale</i>	<i>Ilypnus gilberti</i>	
<i>Pristigenys serrula</i>		<i>Melamphaes</i> spp.	<i>Lutjanus</i> spp.
<i>Sphoeroides annulatus</i>		<i>Bathylagus wesethi</i>	
<i>Fistularia corneta</i>		<i>Ophichthus</i> spp.	<i>Scorpaenodes xyris</i>
<i>Gempylus serpens</i>		<i>Sphyraena ensis</i>	
<i>Hypsypops rubicundus</i>		<i>Euthynnus lineatus</i>	<i>Chloroscombrus orqueta</i>
<i>Antennarius avalonis</i>		<i>Aulopus bajacali</i>	
<i>Apogon atricaudus</i>		<i>Calamus brachysomus</i>	<i>Umbrina roncador</i>
<i>Selar crumenophthalmus</i>		<i>Decapterus</i> spp.	<i>Citharichthys xanthostigma</i>
<i>Abudefduf troschelii</i>		<i>Lythrypnus dalli</i>	<i>Halichoeres semicinctus</i>
Muraenidae		<i>Anisotremus davidsoni</i>	
<i>Sphoeroides</i> spp.		<i>Diplectrum</i> spp.	<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>
<i>Benthoosema panamense</i>	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	<i>Hippoglossina stomata</i>	
<i>Albula</i> spp.		Haemulidae	Mullidae
<i>Eucinostomus currani</i>		<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	
<i>Lythrypnus zebra</i>			

Continuación Tabla 15.- Grupos recurrentes Nivel crítico 0.3.

Grupo Recurrente	Asociados	Grupo Recurrente	Asociados
<i>Gobulus crescentalis</i> <i>Peprilus simillimus</i> <i>Symphurus atricaudus</i>		<i>Citharichthys sordidus</i> <i>Scorpaena guttata</i>	<i>Sardinops caeruleus</i> <i>Chromis punctipinnis</i>
<i>Oligoplites</i> spp. <i>Hypsoblennius brevipinnis</i>		<i>Nansenia crassa</i> <i>Nannobranchium niger</i>	

A nivel de 0.4 el análisis ordena 60 taxa en 24 grupos recurrentes (Tabla 16); de éstos, sólo 8 superan el 15% de frecuencia de aparición o se presentan en más de un crucero y son los que se tomaron en cuenta para el análisis de los datos (Fig. 52). De acuerdo con la composición taxonómica y el tipo de ambientes propios de los adultos, encontramos una separación entre un complejo faunístico oceánico y uno costero, el último de los cuales se presenta principalmente durante los meses del verano-otoño cálido (Fig. 53). La afinidad faunística de las especies de los 8 grupos recurrentes considerados es básicamente tropical y/o subtropical, excepto por *S. lucioceps*, distribuida en la región templado/subtropical.

Tabla 16.- Grupos recurrentes de larvas de peces en la costa occidental de Baja California Sur. Nivel crítico 0.4.

Grupo Recurrente	Asociados	Grupo Recurrente	Asociados
<i>Pristigenys serrula</i> <i>Etropus</i> spp. <i>Sphoeroides annulatus</i> <i>Fistularia corneta</i> <i>Gempylus serpens</i> <i>Hypsypops rubicundus</i>		<i>Gobulus crescentalis</i> <i>Peprilus simillimus</i> <i>Sebastes carnatus</i> <i>Pleuronichthys verticalis</i> <i>Prionotus</i> spp. <i>Engyophrys sanctilaurentii</i>	
<i>Symphurus atricaudus</i> <i>Scorpaena guttata</i> <i>Citharichthys sordidus</i>		<i>Halichoeres dispilus</i> <i>Etropus crossotus</i> <i>Decapterus</i> spp. <i>Calamus brachysomus</i>	
<i>Apogon atricaudus</i> <i>Selar crumenophthalmus</i> <i>Abudefduf troschelii</i>		<i>Hypsoblennius brevipinnis</i> <i>Oligoplites</i> spp.	
<i>Anisotremus davidsoni</i> <i>Lythrypnus dalli</i> <i>Ophiodon</i> spp.	<i>Lepophidium stigmatistium</i>	<i>Eucinostomus currani</i> <i>Albula</i> spp. <i>Benthoosema panamense</i> <i>Cubiceps pauciradiatus</i>	
<i>Apogon retrosella</i> <i>Clarkichthys bilineatus</i> Gerreidae		<i>Diapterus peruvianu</i> <i>Xenistius californiensis</i>	
<i>Eucinostomus dowii</i> Mullidae <i>Syacium ovale</i>	<i>Chloroscombrus orqueta</i> <i>Auxis</i> spp.	<i>Caranx caballus</i> <i>Prionotus stephanophrys</i> <i>Diogenichthys laternatus</i> <i>Triphoturus mexicanus</i>	<i>Apogon retrosella</i>
Muraenidae <i>Sphoeroides</i> spp.		<i>Vinciguerria lucetia</i> <i>Hygophum atratum</i>	
<i>Paranthias colonus</i> <i>Paralabrax</i> spp.		<i>Serranus</i> spp. <i>Eucinostomus gracilis</i>	<i>Clarkichthys bilineatus</i>
<i>Nansenia crassa</i> <i>Nannobranchium niger</i>		<i>Prionotus ruscarius</i> <i>Synodus lucioceps</i>	<i>Ophidion scrippsae</i>
<i>Myctophum aurolateratum</i> <i>Paraconger californicus</i>			

El complejo faunístico oceánico integró seis especies en tres grupos recurrentes, mientras que el complejo costero se formó con 11 especies en cinco grupos recurrentes, además de 5 especies asociadas a una o más especies de los grupos mencionados (Fig. 52).

Complejo oceánico

El complejo oceánico estuvo formado por los grupos recurrentes **TRIPHOTURUS**, **VINCIGUERRIA** y **CUBICEPS**, cada uno con dos especies. Sólo *T. mexicanus* se asoció a *V. lucetia*, mientras que **CUBICEPS**, constituido por *Cubiceps paucirradiatus* y *B. panamense* se presentó como un grupo aislado porque sólo aparece de manera abundante en un crucero de septiembre de 1983 (CICIMAR 8309), distribuido en el extremo sur del área. Los dos grupos restantes aparecen a lo largo de todo el año (Figs. 53 y 54).

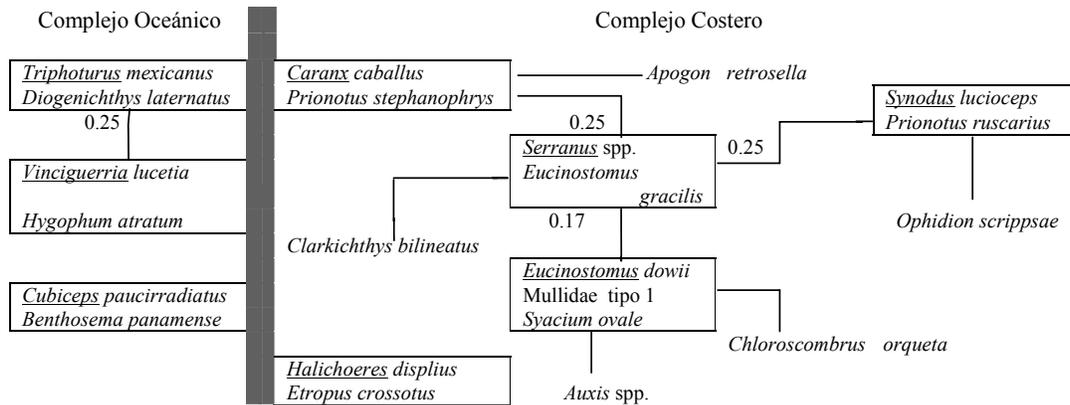


Figura 52.- Grupos recurrentes de larvas de peces de la costa occidental de Baja California Sur, obtenidos a un nivel crítico de 0.4. Los géneros subrayados representan el nombre asignado a cada grupo. Los valores asociados a cada línea representan el número de pares intergrupales significativos dividido entre el total de pares posibles

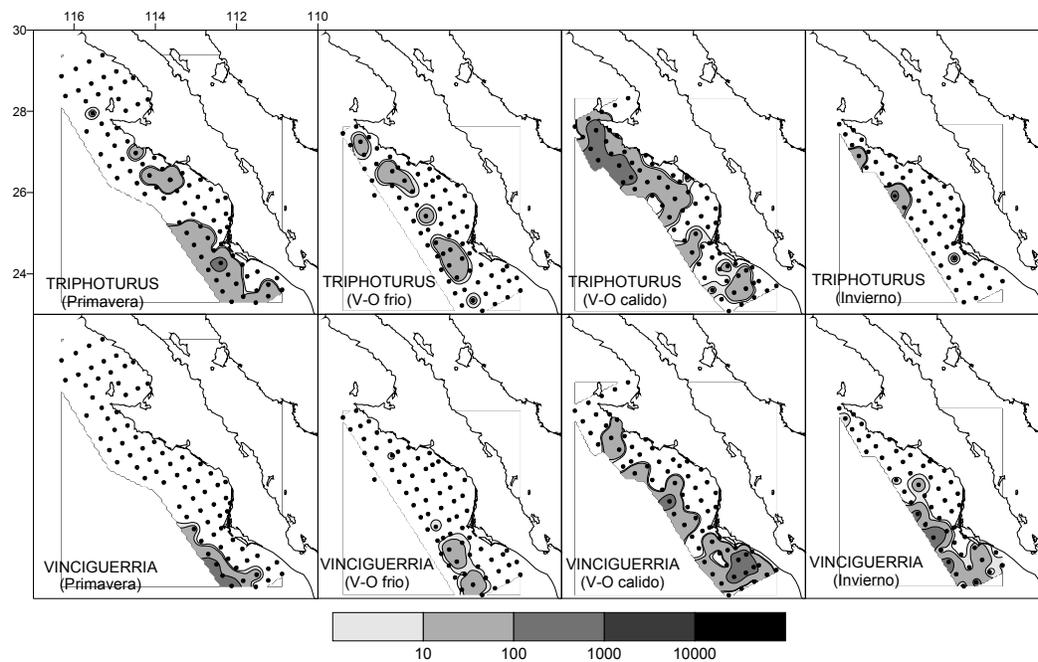


Figura 53.- Distribución del grupo recurrente **TRIPHOTURUS** y **VINCIGUERRIA** por estación del año. V-O (Verano-Otño). La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.

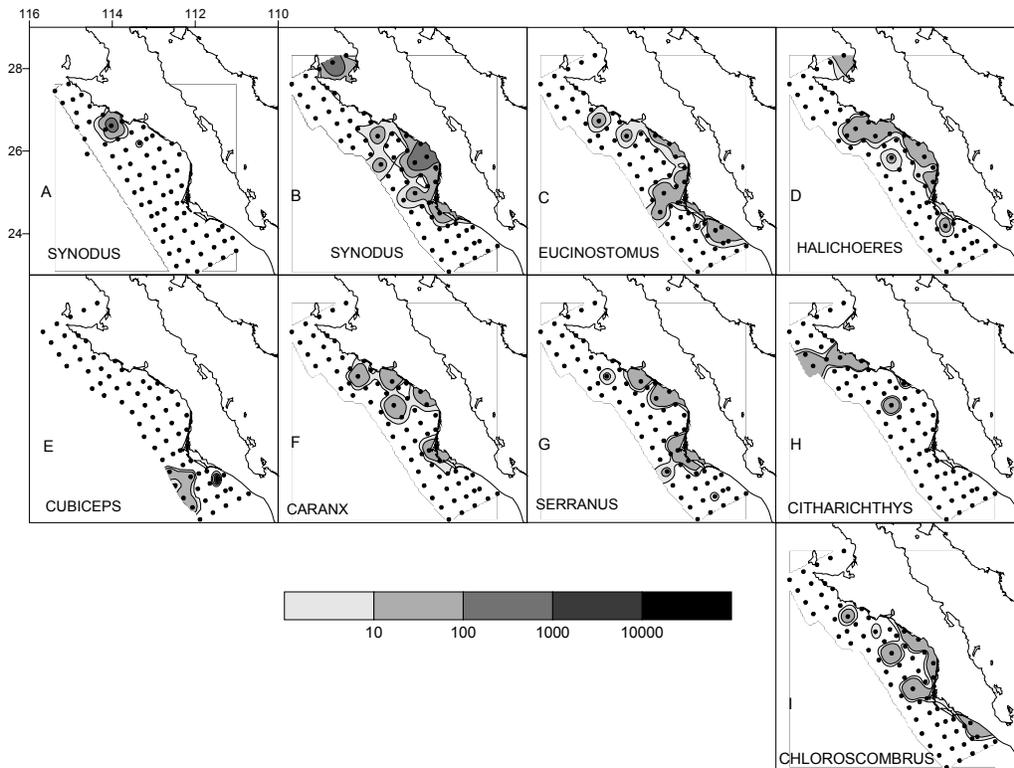


Figura 54.- Distribución de los grupos recurrentes durante: A) primavera; B a I) verano-otoño (cálido). La abundancia está referida a 10 m² de superficie marina.

El grupo **TRIPHOTURUS**, formado por *T. mexicanus* y *D. laternatus*, se distribuye básicamente en toda la región oceánica del área de estudio en los periodos cálidos del año, particularmente en el verano otoño cálido se acerca a las estaciones costeras frente a Bahía Magdalena y al sur de Punta Eugenia. Excepto por la primavera, el grupo parece ser más abundante de la región central hacia el norte. La mayor abundancia es durante el verano-otoño cálido cuando ocupa poco menos del 60% de las estaciones muestreadas y durante el invierno apenas se encuentra en unas cuantas estaciones al norte del golfo de Ulloa (Fig. 53).

El grupo **VINCIGUERRIA** (*Vincigerria lucetia* e *Hygophum atratum*) es de distribución oceánica pero fundamentalmente sureña, reflejando más la distribución de *H. atratum* a lo largo de todo el periodo de estudio. Si bien el grupo se extiende al extremo norte durante el verano-otoño cálido, sus mayores abundancias constantemente se ubican al sur de Bahía Magdalena (Fig. 53).

Complejo costero

El complejo costero estuvo formado por los grupos recurrentes **CARANX**, **HALICHOERES**, **SERRANUS**, **EUCINOSTOMUS** y **SYNODUS**; todos excepto el último fueron exclusivos de los meses cálidos de verano-otoño. El grupo **SYNODUS** (*Synodus lucioceps* y *Prionotus ruscarius*) es poco abundante durante los meses fríos de verano-otoño y su abundancia

aumenta en los meses cálidos de esta misma estación. Este grupo, al igual que **CARANX** (*Caranx caballus* y *Prionotus stephanophrys*), **HALICHOERES** (*Halichoeres displius* y *Etropus crossotus*), **SERRANUS** (*Serranus* spp. y *Eucinostomus gracilis*) y **EUCINOSTOMUS** (*Eucinostomus dowii*, Mullidae tipo 1 y *S. ovale*) se distribuyen principalmente en la región costera del golfo de Ulloa, aunque el último parece tener una distribución más sureña (Fig. 54). Básicamente, todos los grupos, excepto **HALICHOERES**, están asociados con el grupo **SERRANUS**, además de presentar 5 especies asociadas que también tuvieron una distribución principalmente costera (Fig. 52).

A nivel crítico de 0.5 se agruparon 14 especies en 7 grupos, desapareciendo el complejo oceánico. De éstos, sólo el formado por *Citharichthys sordidus* y *Symphurus atricaudus* y un segundo formado por *Chloroscombrus orqueta* y *E. dowii* aparecen en 15% o más de las estaciones muestreadas, el resto son asociaciones definidas por una baja frecuencia de aparición de las especies involucradas junto con una alta coincidencia que incrementa el índice de afinidad.

De los 7 grupos, los cuatro primeros mostrados en la tabla 17 son exclusivos del crucero CICIMAR 8309 con una frecuencia de aparición máxima de 3 estaciones en los tres primeros casos y seis estaciones positivas para el grupo de *C. caballus* y *Diapterus peruvianus*. El quinto grupo es exclusivo del crucero CICIMAR 8710 y sólo se presentó en una estación. El grupo **CITHARICHTHYS** (*C. sordidus* y *S. atricaudus*) es exclusivo del crucero CICIMAR 8508, con poco más del 15% de la frecuencia de estaciones positivas y una distribución principalmente norteña; mientras que el grupo **CHLOROSCOMBRUS** (*Ch. Orqueta* y *E. dowii*); distribuido en la costa desde del centro del golfo de Ulloa hacia el sur (Fig. 54), es el único presente en todos los cruceros del grupo de meses cálidos de verano-otoño y supera el 15% de las estaciones positivas. En ninguno de los casos se presentan especies asociadas a alguno de los grupos recurrentes.

Tabla 17.- Grupos recurrentes de larvas de peces en la costa occidental de Baja California Sur. Nivel crítico 0.5.

Grupo Recurrente	Asociados	Grupo Recurrente	Asociados
<i>Eucinostomus currani</i> <i>Albula</i> spp.		<i>Paranthias colonus</i> <i>Paralabrax</i> spp.	
<i>Apogon retrosella</i> <i>Clarkichthys bilineatus</i>		<i>Symphurus atricaudus</i> <i>Citharichthys sordidus</i>	
Muraenidae <i>Sphoeroides</i> spp.		<i>Chloroscombrus orqueta</i> <i>Eucinostomus dowii</i>	
<i>Caranx caballus</i> <i>Diapterus peruvianus</i>			

6.2.6 Distribución y abundancia en función de la temperatura superficial

En la costa occidental de Baja California Sur, la composición y abundancia de las larvas de peces muestra cambios espaciales (principalmente en un gradiente océano-costa) y cambios temporales que, a diferencia del Golfo de California, se definen en tres periodos estacionales (primavera, verano-otoño e invierno). Estos cambios coinciden, de manera general, con los cambios temporales, y con los gradientes espaciales de temperatura superficial del mar, como se observa en los ACP y en los AG, donde las especies se agrupan por afinidades con diferentes tipos de ambientes.

En la definición de asociaciones entre especies, el análisis de grupos recurrentes muestra sólo dos grupos presentes durante las tres estaciones del año definidas para esta área (**TRIPHOTURUS** y **VINCIGUERRIA**). El resto se presentan casi exclusivamente durante los meses del periodo de verano-otoño cálido y eventualmente en algunos de los meses fríos de esta misma estación, cuando la temperatura superficial está en promedio arriba de 21°C. La relación entre la abundancia de los grupos recurrentes del complejo costero de verano-otoño y la temperatura superficial del mar es aparentemente, lineal (Fig. 55A), en la que prácticamente el 90% de la abundancia está en un intervalo muy estrecho, entre 24 °C y 28 °C, mismo límite en el que la frecuencia de estaciones positivas (Fig. 55B) alcanza valores arriba del 20%.

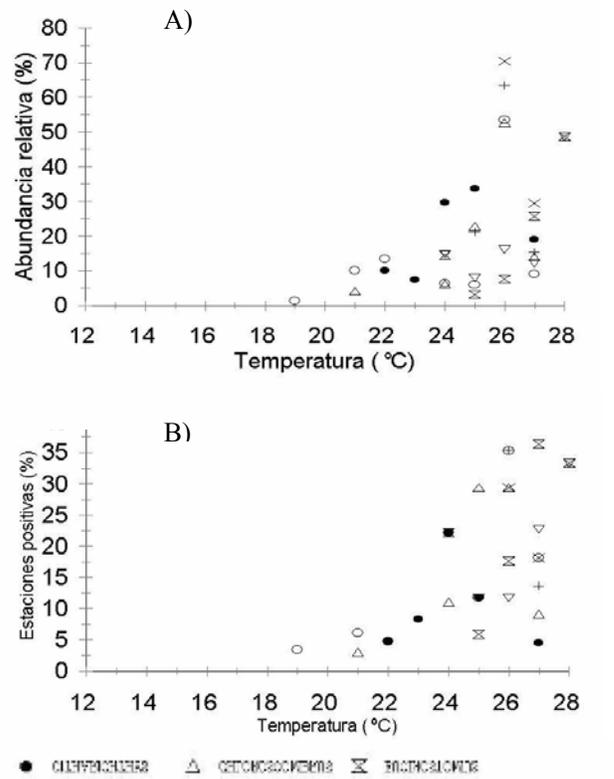


Figura 55.- A) Abundancia relativa de los grupos recurrentes de la costa occidental de Baja California Sur por intervalo de temperatura superficial del mar; B) Porcentaje de estaciones positivas por intervalo de temperatura (1983-1987).

Igual que para el complejo costero, el grupo recurrente oceánico sureño **VINCIGUERRIA** parece incrementar su abundancia y la frecuencia de estaciones positivas con el incremento de la temperatura superficial (Fig. 56A). El grupo **VINCIGUERRIA** está definido básicamente por la distribución sureña de *H. Atratum*, ya que *V. lucetia* se encuentra ampliamente distribuido en toda la zona; no obstante, la distribución del grupo refleja el hábitat de los adultos, que son afines principalmente a las aguas cálidas del Pacífico central. De esta forma, aunque las larvas están presentes desde los 17 °C hasta los 28 °C, la mayor frecuencia de estaciones positivas se encuentra arriba de los 19 °C, límite en el que se presenta el 98% de la abundancia. Esta relación se hace evidente en la correlación de los datos de la figura 56 ($r=0.757$).

A diferencia del anterior, el grupo **TRIPHOTURUS** muestra un pico de abundancia a 23 °C, pero se encuentra desde los 16 °C hasta los 27 °C. Aunque después de los 23 °C la abundancia disminuye paulatinamente al incrementarse la temperatura, la proporción de estaciones positivas se mantiene por arriba del 25% en la mayoría de los casos (Fig. 56B). Excepto por el grupo **TRIPHOTURUS**, ninguna de las distribuciones de frecuencia observadas parece acercarse a la distribución normal; confirmado por la prueba de χ^2 -cuadrada (Tabla 18).

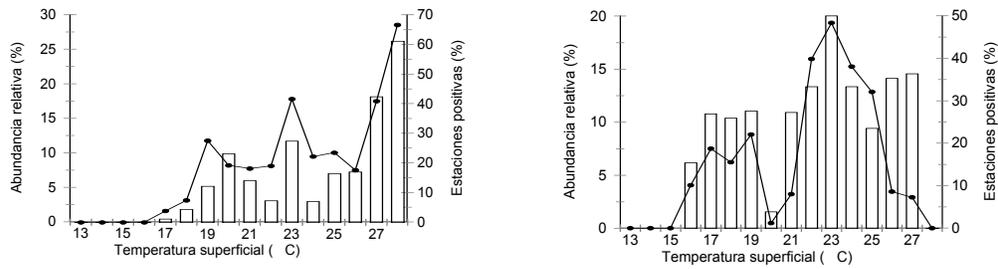


Figura 56.- Abundancia relativa por intervalo de temperatura superficial del mar (línea continua) y porcentaje de estaciones positivas por intervalo de temperatura (barras) para: A) Grupo **VINCIGUERRIA**; B) Grupo **TRIPHOTURUS**.

Otro aspecto que muestra la relación entre la abundancia de los grupos y la temperatura del mar se observa al correlacionar la abundancia promedio por crucero con las anomalías térmicas de la costa occidental de Baja California Sur para el periodo de 1981 a 1988 registradas por Gómez-Gutiérrez *et al.* (1995).

Para el grupo **VINCIGUERRIA** la relación es evidente y en ella se observan anomalías térmicas positivas asociadas a anomalías de la abundancia promedio por crucero positivas y a la inversa. Asimismo, la correlación entre las anomalías térmicas y la abundancia promedio del grupo muestra un buen ajuste ($r=0.758$).

Para el caso del grupo **TRIPHOTURUS** no se observa esta misma relación ($r=0.2617$); con anomalías térmicas muy altas o muy bajas la abundancia disminuye, mientras que anomalías cercanas a cero muestran las mayores abundancias de este grupo.

Tabla 18.- Valores de los parámetros de la prueba de bondad de ajuste *Ji-Cuadrada*.

	χ^2	g.l.	p	0	S^2
VINCIGUERRIA	100.65	11	0.00	21.3	10.9
TRIPHOTURUS	100.67	12	0.00	21.3	10.8

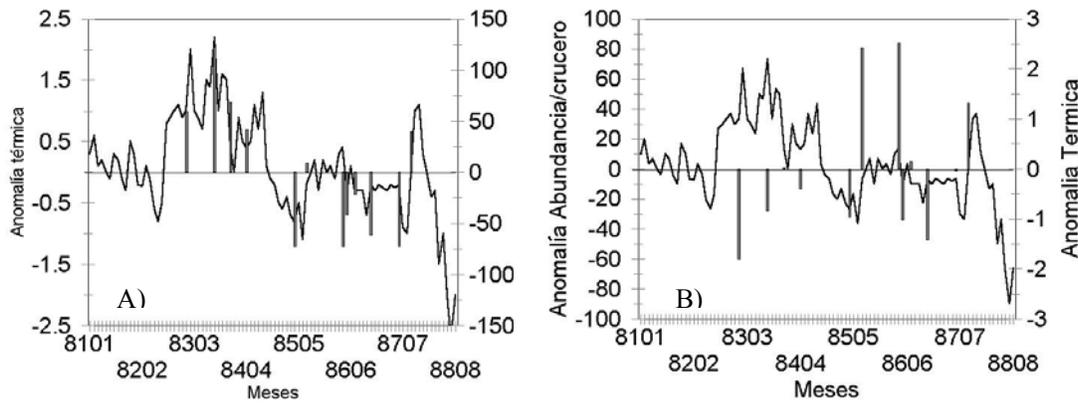


Figura 57.- Anomalías térmicas para la costa occidental de Baja California (línea continua) vs. Anomalías de la abundancia promedio por crucero (Barras) para: A) Grupo **VINCIGUERRIA**; B) Grupo **TRIPHOTURUS**.

7. DISCUSIÓN

7.1 El Golfo de California

Uno de los productos de este trabajo es el listado taxonómico más completo en lo que se refiere a larvas de peces en el Golfo de California (Aceves-Medna *et al.* 2003). Los 283 taxa identificados constituyen el 38% de las 753 especies registradas como adultos en el área (Castro-Aguirre *et al.* 1995). Sin embargo, esta lista se incrementará conforme se avance en la descripción de las larvas aún no reconocidas, ya que al menos 32 de los taxa pueden incluir más de una especie. Adicionalmente, la selectividad del arte de muestreo se limita a aquellas especies cuyas larvas se encuentran fuera de la costa.

El Golfo de California es uno de los ecosistemas más diversos en el Pacífico Este (Castro-Aguirre *et al.* 1995), lo cual se confirma con el número de especies identificadas en este trabajo. Lo anterior queda de manifiesto al comparar los 283 taxa identificados en nuestra área de estudio con los publicados en otros trabajos mucho más exhaustivos como los realizados en la Corriente de California, donde se registraron 249 taxa recolectados en 31,214 muestras (Moser y Smith 1993), Jiménez-Rosenberg *et al.* (2000) describen la presencia de 214 taxa en la región norte de la costa de Baja California y Franco-Gordo *et al.* (1999) registran apenas 102 provenientes de la región de Jalisco y Colima. A niveles taxonómicos superiores, Aguilar-Ibarra y Vicencio-Aguilar (1994) encontraron 37 familias en la vecindad del Domo de Costa Rica, Ahlstrom (1972 a) obtuvo 56 familias en un área muy amplia del Pacífico tropical oriental, y Moser *et al.* (1974) recolectaron larvas de 50 familias durante 1956-1957 en el Golfo de California, valores que resultan bajos comparados con las 95 encontradas en este trabajo.

Las diferencias de diversidad a nivel de familia entre éste y el trabajo de Moser *et al.* (1974) pueden ser reflejo de una falta de muestreos en el último durante el verano, ya que durante dicho periodo se encontró un considerable incremento en el número de especies. No obstante, las diferencias, tanto en la abundancia como en la composición de especies, fueron también evidentes aun comparando estaciones similares. Las especies más abundantes durante 1956-1957 en el Golfo de California fueron *V. lucetia* y *B. bathymaster* (Tabla 19; Moser *et al.* 1974); mientras que *B. panamense*, *L. stilbius* y Engraulidae fueron encontradas con abundancias muy bajas. En contraste, durante 1984-1987, *B. panamense* y *E. mordax* fueron las más abundantes y *B. bathymaster* se ubicó apenas en el lugar 27, con menos del 0.3% del total de las capturas. Asimismo, los taxa mesopelágicos contribuyeron con el 39% de la captura total en 1956-57 comparados con el 55% in 1984-87, mientras que para los pelágico-costeros los valores fueron de 22% y 34% respectivamente. Es interesante notar que las larvas de *E. mordax* estuvieron ausentes en el Golfo de California al menos hasta 1972 (Moser *et al.* 1974), pero en 1984 fue una de las especies más abundantes; esto es, dos años antes del inesperado incremento de la pesquería comercial de la anchoveta norteña en esta región.

A pesar de la creencia generalizada de que la anchoveta norteña no se presentaba en el Golfo de California (Ahlstrom 1967), las grandes capturas de esta especie durante 1986 (acompañadas por un declive dramático de la captura de sardina) y el análisis de escamas en sedimentos laminares, mostraron que *E. mordax*, así como la macarela (*S. japonicus*), la familia Myctophidae y la sardina (*Sardinops caeruleus*) presentaban ciclos decadales o

mayores de alta y baja abundancia (Holmgren-Urba y Baumgartner 1993) asociados con cambios climáticos ocurridos entre 1730 hasta casi 1980, y que tuvieron fuertes efectos sobre la estructura del ecosistema. Cambios similares fueron observados en la abundancia de las larvas de peces en la región de la Corriente de California entre el régimen frío de 1950-1975 y el régimen cálido de 1975-2000 (Moser *et al.* 2001). En el Golfo de California, Bernal *et al.* (2001) describen el inicio de una tendencia de calentamiento de largo periodo a partir de 1982-1983, manifestándose en el incremento de la temperatura superficial, y asociado a anomalías positivas del índice El Niño y la Oscilación Austral (ENOA), y negativas del índice de la Oscilación Decadal del Pacífico Norte (ODPN); dicha tendencia fue registrada en diversas variables físicas del mar y la atmósfera pero sus efectos en la comunidad ictioplanctónica no habían sido registrados. La presencia de *E. mordax*, como una de las larvas de peces más abundante durante la primavera de 1984 y 1985, puede ser reflejo del cambio en las tendencias de temperatura superficial descritas por Bernal *et al.* (2001), y lo mismo puede ser cierto para los cambios en abundancia de *B. panamense*, *B. bathymaster* y *L. stilbius*, con respecto a lo observado por Moser *et al.* (1974).

Tabla 19.- Cuadro comparativo para los 23 *taxa* más abundantes en el Golfo de California durante 1956-1957 (Moser *et al.* 1974) y 1984-1988. No se incluyen los *taxa* no identificados ni los desintegrados.

<i>Taxa</i>	1956-1957		1984-1988	
	Orden por abundancia	Abundancia relativa	Orden por abundancia	Abundancia relativa
<i>Vinciguerria lucetia</i>	1	21.9	4	6.78
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	2	19.0	25	0.25
<i>Opisthonema</i> spp.	3	9.2	5	5.49
<i>Triphoturus mexicanus</i>	4	7.5	3	7.10
<i>Scomber japonicus</i>	5	6.5	10	1.39
<i>Diogenichthys laternatus</i>	6	5.1	7	3.51
<i>Sardinops caeruleus</i>	7	3.2	6	3.59
<i>Benthoosema panamense</i>	8	2.9	1	34.15
<i>Leuroglossus stilbius</i>	9	2.0	9	1.61
Trichiuridae	10	2.0	94	<0.1
Bothidae	11	1.7	22	<0.1
Sciaenidae	12	1.5	84	<0.1
Serranidae	13	1.5	17	0.40
Engraulidae	14	1.4	*9	*2.50
<i>Etrumeus teres</i>	15	1.1	12	1.04
Scorpaenidae	16	1.0	20	0.30
Gerridae	17	0.8	12	0.70
<i>Auxis rochei</i>	18	0.7	**22	**0.26
Carangidae	19	0.7	10	0.70
Gobiidae	20	0.7	8	1.20
Pomadasyidae	21	0.5	----	----
<i>Synodus</i> spp.	22	0.5	21	0.10
<i>Symphurus</i> spp.	23	0.4	11	0.70
<i>Engraulis mordax</i>	----	----	2	17.60
<i>Albula</i> sp.	----	----	13	0.73
<i>Merluccius productus</i>	----	----	14	0.70
Eleotridae	----	----	18	0.57

*Excluye a *E. mordax*;

** en este trabajo las larvas del género *Auxis* no se identificaron a nivel especie y puede incluir *A. rochei* y *A. thazard*.

Desafortunadamente, debido a que la mayor parte de los taxa en el periodo 1956-1957 no fueron identificados a nivel de especie, no fue posible definir cambios en las afinidades faunísticas, excepto notar que basados en las especies más abundantes, en ambos periodos se tienen un fuerte componente faunístico tropical/subtropical con importantes cambios estacionales en cuanto a composición y abundancia de especies.

En general, en el periodo 1984-1986 la comunidad de larvas de peces del Golfo de California estuvo dominada por especies tropicales, tanto en composición como en abundancia (70 especies y 62% del total de larvas), reflejando las afinidades faunísticas de los adultos que habitan el área (Walker 1960, Briggs, 1974, Thomson *et al.* 1979, Castro-Aguirre *et al.* 1995). Sin embargo, la variabilidad intra-anual muestra cambios contrastantes entre una bien desarrollada comunidad tropical durante el verano, claramente dominada por taxa mesopelágicos, y una comunidad templada durante el invierno, dominada por formas pelágico-costeras, y caracterizada también por una menor riqueza de especies. Entre estos dos escenarios se presentan dos periodos de transición en primavera y otoño, que se caracterizan por una codominancia entre taxa tropical/subtropicales y templados, pero con los mesopelágicos como el grupo más abundante de primavera. Otra característica general de la comunidad de larvas de peces es la riqueza de especies de taxa demersales de aguas someras, que representan casi el 50% del total de especies a lo largo del año, y que es especialmente alta durante el verano.

Los cambios estacionales observados en el Golfo de California, en la composición, la abundancia y las afinidades al tipo de hábitat de las especies, son un reflejo de los fuertes cambios climáticos entre el invierno y el verano que se han descrito, por ejemplo, en la temperatura superficial del mar, que adquiere valores entre 9 °C y 38 °C entre invierno y verano en la región norte, pero sólo de 22 °C a 31 °C en el sur (Soto-Mardones *et al.* 1999). El agua del Pacífico tropical, caliente y de baja salinidad alcanza el límite sur del golfo durante el invierno, pero en la primavera fluye hacia el norte a lo largo de la costa este (Álvarez-Borrego 1983), de forma que a mediados del verano toda el área presenta condiciones tropicales (Rosas-Cota 1977), coincidiendo con la reproducción de las especies demersales de aguas someras de afinidad tropical y/o subtropical que habitan las costas del golfo, y promoviendo también la dominancia de especies mesopelágicas con estadios larvales epipelágicos del Pacífico tropical oriental. Durante el otoño el agua del Pacífico tropical comienza a fluir hacia el sur, retirándose por completo de la zona durante el invierno, con lo cual decrece la temperatura superficial y la fauna templado/subártica comienza su reproducción. En este periodo las surgencias costeras se incrementan, promoviendo la remoción de nutrientes del fondo y permitiendo el incremento en la producción primaria del área, que parece estar asociada con el periodo reproductivo de las especies pelágico-costeras observadas en dicha estación.

Los cambios intra e interanuales en la composición de especies del ictioplancton observados desde los primeros estudios en el Golfo de California reflejan una fuerte relación con los cambios ambientales ocurridos. La aparición de larvas de *E. mordax* en 1984, antes de que los adultos fueran detectados y de que la pesquería de anchoveta apareciera como tal, así como los cambios en la abundancia de varias especies, muestran la utilidad de los estudios ictioplanctónicos en la predicción de los cambios en las pesquerías de este ecosistema y en el análisis de los cambios asociados al ambiente.

7.1.1 Patrones de diversidad

La riqueza específica es alta en relación con otras áreas aledañas; por ejemplo, aunque la moda en el número de especies por estación de muestreo es ligeramente menor que la observada para la Corriente de California, el número máximo reportado para los 25 años de la serie CALCOFI es de apenas 29 especies por estación de muestreo (Moser y Smith 1993), mientras que en el Golfo de California alcanza hasta 60 especies por estación.

La variación temporal de la diversidad muestra dos tendencias principales en las curvas de rarefacción, una de baja diversidad de invierno – primavera y otra de alta diversidad de verano – otoño. En el primer caso están dominadas principalmente por especies templadas y ártico boreales como *E. mordax*, *S. caeruleus*, *M. productus* y *L. stilbius* durante el invierno (GOLCA 8802), y por *L. stilbius*, *E. mordax*, *Scomber japonicus*, *E. teres*, *S. caeruleus*, durante primavera (GOLCA 8504).

Los dos cruceros anteriormente mencionados presentan mayor similitud entre sí con respecto a la composición y abundancia de las especies, que la observada entre los dos muestreos de primavera, ya que la temporada respectiva de 1984 estuvo dominada por *B. panamense*, *V. lucetia*, *D. laternatus*, *S. japonicus*, *T. mexicanus*, *L. stilbius*, *E. teres* y *S. caeruleus*. Si bien tres de estas especies son de afinidad templada o ártico-boreal, las más abundantes durante la primavera de 1984 son del Pacífico Tropical. Un elemento importante es el hecho de que 1985 ha sido considerado frío, al menos durante el primer semestre del año (Cole y McInain 1989, Soto-Mardones *et al.* 1999), mientras que la primera mitad de 1984 después de “El Niño” 1982-1983 fue relativamente cálida, lo que podría explicar la similitud en la composición de especies entre el invierno de 1988 y la primavera de 1985.

En las curvas de rarefacción del periodo verano-otoño se observa que, si bien existe similitud en la tendencia y en la riqueza de especies, aquellas de otoño presentan una diversidad más baja. Durante el verano, la especie dominante es *B. panamense* sistemáticamente, y con mínimos cambios en el orden de abundancia, *V. lucetia*, *T. mexicanus*, *Opisthonema* spp., *D. laternatus* y *S. ovale*. No obstante, al igual que para la primavera, el verano de 1984 tuvo un comportamiento distinto al resto. La curva de rarefacción muestra una riqueza de especies por arriba del promedio para este periodo, lo cual fue notado por Esquivel (1990) en el grupo de sifonóforos, así como por González (1987) y Lara-Lara y Valdez-Holguín (1988) en la composición taxonómica del fitoplancton y la productividad primaria, respectivamente. En general, creemos que estos resultados apoyan la hipótesis de que el fenómeno de calentamiento “El Niño” 1982-1983 tuvo efectos en la composición de las comunidades pelágicas hasta 1984.

Contrario a lo anterior, Lavaniegos-Espejo *et al.* (1989) no encontraron diferencias significativas en la abundancia ni en la composición de las especies de eufáusidos entre las primaveras de 1983 y 1984, concluyendo que los cambios estacionales son más importantes que los ocurridos entre años, aunque mencionan que la distribución de especies de afinidad templada o tropical sí puede ser un indicativo importante de la presencia de “El Niño”. No obstante, en un trabajo posterior Lavaniegos-Espejo y Lara-Lara (1990), registraron un efecto diferencial, entre la parte sur y central del golfo, en la abundancia promedio del zooplancton y en el que básicamente se concluye que mientras que no existen diferencias significativas entre las primaveras de 1983 y 1984 en la región central del golfo, en la región sur se observa un

incremento importante en la abundancia del zooplancton durante 1984, resultado de diferencias en las características físicas que conducen a respuestas desiguales en la productividad primaria de cada región como fue anteriormente observado por Valdéz-Holguín y Lara-Lara (1987). En nuestros resultados se observa que si bien en la primavera de 1984 este efecto es apenas perceptible en el análisis de la composición de especies, en verano es evidente y se refleja en una alta diversidad y una abundancia de larvas de formas tropicales mucho mayor a la encontrada en años no-El Niño, aún en la región central del Golfo de California.

Este efecto en la comunidad es interesante porque en lo que a anomalías térmicas se refiere, éstas parecen ser importantes con valores positivos, al menos para el primer trimestre del año 1984, mientras que para 1987 cuando las anomalías térmicas son aparentemente de la misma magnitud (Soto-Madrones *et al.* 1999), no se observa el mismo comportamiento. Lo que sugiere un efecto diferencial de El Niño en el cambio de las comunidades del plancton durante estos dos periodos.

En lo que respecta al análisis espacial de la diversidad, si bien es notable el incremento de los valores de norte a sur, la persistencia de áreas de alta diversidad con relación al resto de las zonas aledañas muestra tres regiones separadas entre sí por dos áreas de baja diversidad cuya ubicación varía de acuerdo a la estación del año.

Durante las cuatro estaciones del año la distribución de la diversidad muestra la persistencia de la zona norte (R1), separada de aquellas al sur de las grandes islas por un área de baja diversidad, que en primavera y otoño se ubica desde el este de Isla Ángel de la Guarda hasta el sur de Isla Tiburón y en invierno está desplazada hacia el sur desde Isla Tiburón – Punta San Gabriel hasta Punta Blanca - Punta Trinidad. Durante el verano las zonas de baja diversidad no son tan evidentes como en los tres periodos anteriores, pero se observan entre aproximadamente Isla Ángel de la Guarda y Punta San Gabriel – Punta Blanca.

La segunda área de alta diversidad, que separa la zona centro y sur (R2), se ubica entre Bahía Concepción y Guaymas durante la primavera y el otoño. En invierno, sin embargo, no es posible definir el límite sur de R2, ya que el crucero correspondiente apenas llegó hasta Bahía Concepción. Por otro lado, durante el verano el límite norte de R2 es claro, pero hacia el sur los valores de diversidad son altos desde Punta Trinidad y Guaymas hasta Bahía de La Paz, por lo que hacia el sur, toda el área parece ser homogénea.

En primavera y otoño (periodos en los que se define mejor la separación en las tres regiones) los gradientes de temperatura son mucho mayores y la división entre la región 1 y la 2 es coincidente con las isotermas de 18 °C y 19 °C; mientras que en invierno el desplazamiento hacia el sur de la zona de baja diversidad entre la zona 1 y la 2 coincide con el de las isotermas de los 17 °C y 18 °C. Por su parte, los límites de la región 2 y la 3 coinciden aproximadamente con las isotermas de los 20 °C y 21 °C.

7.1.2 Patrones generales de distribución

La regionalización en función a los patrones de diversidad de especies en el golfo guarda una estrecha relación con los gradientes de distribución de las especies, lo cual se refleja en el

ACP que, aunque dio mayor peso a la abundancia de las especies en el componente 1, asoció el segundo componente al gradiente latitudinal de la abundancia en 9 de los 10 casos.

De manera general, el ACP y el AG, tanto en los análisis individuales por crucero como los realizados con los promedios por estación del año, agruparon a las especies de acuerdo a cuatro tendencias generales de distribución:

- Especies distribuidas principalmente al norte del golfo, o que sus mayores abundancias se presentaban en la Región 1 (*M. productus*, *A. sialis*, *C. fragilis*, *Oligoplites* tipo 1, *Engraulidae* tipo 1)
- Especies distribuidas principalmente en la región central o que sus máximas abundancias se presentaron en la Región 2 (*S. caeruleus*, *E. mordax*, *L. stilbius*, *E. teres*, *S. japonicus*).
- Especies distribuidas principalmente en la región sur o que sus máximas abundancias se presentaron en la Región 3 (*V. lucetia*, *D. laternatus*, *H. atratum*, *S. williamsi*, *C. caballus*, *Auxis* spp., *Albula* sp.).
- Especies distribuidas de manera amplia en toda el área, cuya abundancia fue independiente de las regiones establecidas, al menos en alguna de las épocas del año (*S. ovale*, *B. panamense*, *Opisthonema* spp.).

Los patrones de distribución muestran gradientes de distribución de especies de afinidad templado/subártica cuya densidad disminuye hacia el sur, especies de afinidad tropical cuya densidad disminuye hacia el norte y especies asociadas a zonas de surgencia y especies subtropicales o transicionales, en las que se observan las mayores densidades en el centro del golfo, disminuyendo latitudinalmente hacia los extremos.

Estos comportamientos parecen responder a los gradientes latitudinales observados en los datos de temperatura, tanto para cada crucero como en los promedios observados; no obstante, otras variables, como la concentración de clorofila, siguen gradientes similares (Arias 1998), que pueden asociarse de manera directa o indirecta a los cambios en la composición y abundancia de las especies en el ictioplancton. Sin embargo, esta relación es también observada en el AG, en los que los grupos de especies formados determinan similitudes entre cruceros que tienen en común sus valores promedio de temperatura superficial (Fig. 51).

La presencia de larvas de peces es dependiente de la actividad reproductiva de los adultos y los resultados sugieren una sincronización del desove con los factores ambientales que caracterizan a cada periodo representado por los cruceros de verano, otoño, invierno y primavera, tal como ha sido demostrado en otras áreas por diversos autores (Frank y Legget 1983, Somarakis *et al.* 2000). A pesar de que las condiciones propicias para la reproducción de las diferentes especies varían en un intervalo amplio cuando se consideran en conjunto, es sólo el intervalo en el que estos valores (por ejemplo de temperatura) se traslapan cuando la asociación adquiere una identidad. Si esta nueva entidad es constante o se vuelve a presentar en tiempo y espacio de manera periódica bajo las mismas condiciones, la asociación adquiere

un valor como indicador biótico, particularmente cuando las condiciones en las que esta asociación puede repetirse dependen de intervalos muy pequeños.

Con el ACP y el AG se ha obtenido una primera aproximación con relación a las asociaciones de larvas de peces en el Golfo de California que, debido a la distribución binomial negativa del ictioplancton (Fager 1957, Smith y Richardson 1979, Moser y Smith 1993) y a las limitaciones de la técnica (Ludwig y Reynolds 1988), está sesgada hacia la comparación entre los gradientes de abundancia y similitud entre muestreos de poblaciones con distribución normal. Debido a esto, en muchos casos los grupos formados no responden a especies que se encuentran compartiendo el mismo ambiente, sino que simplemente pueden estar presentando los mismos gradientes, sobre todo cuando el número de especies es grande (Fager 1957). No obstante, la delimitación de regiones mediante el análisis espacial de la diversidad y el ordenamiento estadístico de los gradientes de distribución y abundancia permiten obtener un parámetro de referencia para comparar las agrupaciones obtenidas mediante técnicas no paramétricas que en este caso particular están referidas a los grupos recurrentes.

Tomando en cuenta los patrones de distribución espacial de la diversidad, así como la coincidencia entre la ubicación de las isotérmicas de 19 °C a 20 °C y de 18 °C a 19°C con los límites de distribución de las especies templado-subárticas y tropicales, respectivamente, éstas se tomaron como criterio para realizar una primera regionalización faunística del golfo (Fig. 58).

A partir de esta regionalización, nuestro interés se centró en establecer si existían asociaciones entre especies de larvas de peces características de cada región, su persistencia en tiempo y espacio y las características ambientales asociadas a esos complejos multiespecíficos, así como examinar si las asociaciones identificadas podían ser utilizadas como entidades individuales que reflejaran mejor las fronteras entre complejos faunísticos y los cambios ambientales ocurridos dentro del Golfo de California durante el periodo de estudio.

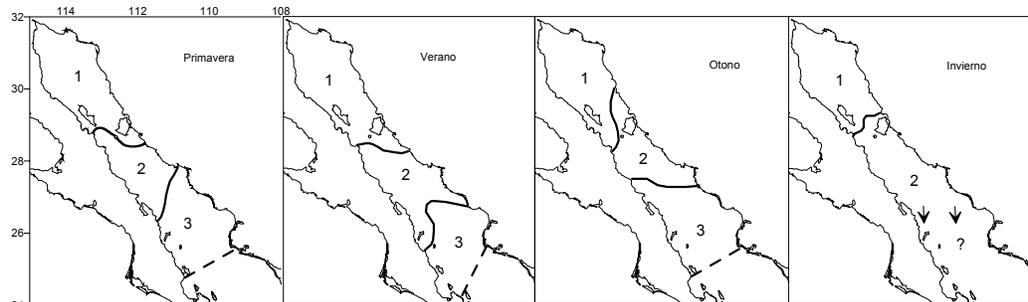


Figura 58.- Regionalización del Golfo de California basada en la diversidad y composición de especies, así como en los patrones de distribución y abundancia de larvas de peces recolectadas entre 1984-1988.

7.1.3 Asociaciones

En general, los grupos recurrentes formados y sus patrones de distribución reflejaron las características faunísticas del golfo. No obstante, a un nivel crítico de 0.3, el resultado es la formación de un gran número de grupos pequeños de baja frecuencia de aparición que carecen de sentido biológico y práctico, así como de la formación de grupos con una gran cantidad de

especies que incluyen especies exclusivas del verano y otras presentes durante todo el año; lo cual, es resultado de la amplia distribución de todas éstas especies durante el periodo cálido del año. El uso de este nivel crítico, implica que los mesopelágicos del grupo **BENTHOSEMA** se eliminen como elemento característico de otoño a primavera, puesto que el 50% de las especies se presentaron sólo durante el verano, lo cual carece de sentido dado que estos mesopelágicos son claramente residentes permanentes del golfo.

Por otra parte, mientras que a 0.5 la identidad de ciertos grupos formados con niveles críticos inferiores se mantiene (lo que da un mayor peso a los grupos **BENTHOSEMA**, **OLIGOPLITES** y **SYACIUM**, por ejemplo), el complejo norteño desaparece, ocultando así la composición faunística del área. En este sentido, no puede dejarse de lado que, al igual que con el grupo **BENTHOSEMA**, los grupos recurrentes del complejo norteño obtenidos a nivel 0.4 son reconocidos constantemente como agrupaciones en los ACP y AG realizados.

De esta forma, los mejores resultados se encontraron con un nivel de 0.4, en donde la composición faunística del Golfo de California está bien reflejada durante todo el año y el número de grupos de baja frecuencia de aparición disminuye a tres (**OPHICHTHUS**, **GOBULUS** y **BREGMACEROS**). Los grupos formados con este nivel crítico reflejan dos estados principales del ecosistema, caracterizados por un fuerte componente estacional en el cual las asociaciones presentan un ciclo anual de expansión y contracción. El periodo frío es de baja diversidad y está dominado por asociaciones formadas con especies de afinidad templada (grupos **SARDINOPS**, **ENGRAULIS** y **MERLUCCIUS**), y el periodo cálido es de alta diversidad, dominado por asociaciones entre especies de afinidad tropical/subtropical (grupos **SYACIUM**, **ALBULA**, **BENTHOSEMA**, **OLIGOPLITES**, **BOTHUS** e **HYGOPHUM**). Entre estos dos estados se presentan dos periodos de transición, caracterizados por una mezcla de asociaciones faunísticas de especies templadas y de especies tropicales que convergen en la región central del Golfo de California.

De acuerdo a la distribución espacial de los grupos, en el periodo de invierno se definieron dos regiones caracterizadas como sigue (Fig. 59):

- 1) Una región dominada por los grupos del complejo norteño y subdividida en dos zonas.
 - A) Una zona norteña dominada por los grupos **MERLUCCIUS** y **SARDINOPS**, caracterizada por valores bajos en el índice de diversidad de Shannon (0.1-0.7), coincidiendo con la Región 1 definida anteriormente por los gradientes de diversidad, del ACP y del AG y con valores de temperatura entre 14 °C y 16 °C.
 - B) Una zona central peninsular dominada por los grupos **SARDINOPS** y **ENGRAULIS**, con valores bajos de diversidad (0.1-0.5), integrada en la porción norte-oriental de la Región 2, y con temperatura de entre 15 °C y 17 °C.
- 2) Una porción central-occidental, donde se mezclan los complejos norte y sur con los grupos **SARDINOPS**, **ENGRAULIS** y **BENTHOSEMA**, integrada en la porción suroriental de la Región 2, en la que se observan los valores más altos de diversidad (hasta 0.9) y las mayores temperaturas (17 °C a 18 °C). Esta región es considerada como zona de transición por la presencia de asociaciones de ambos complejos faunísticos.

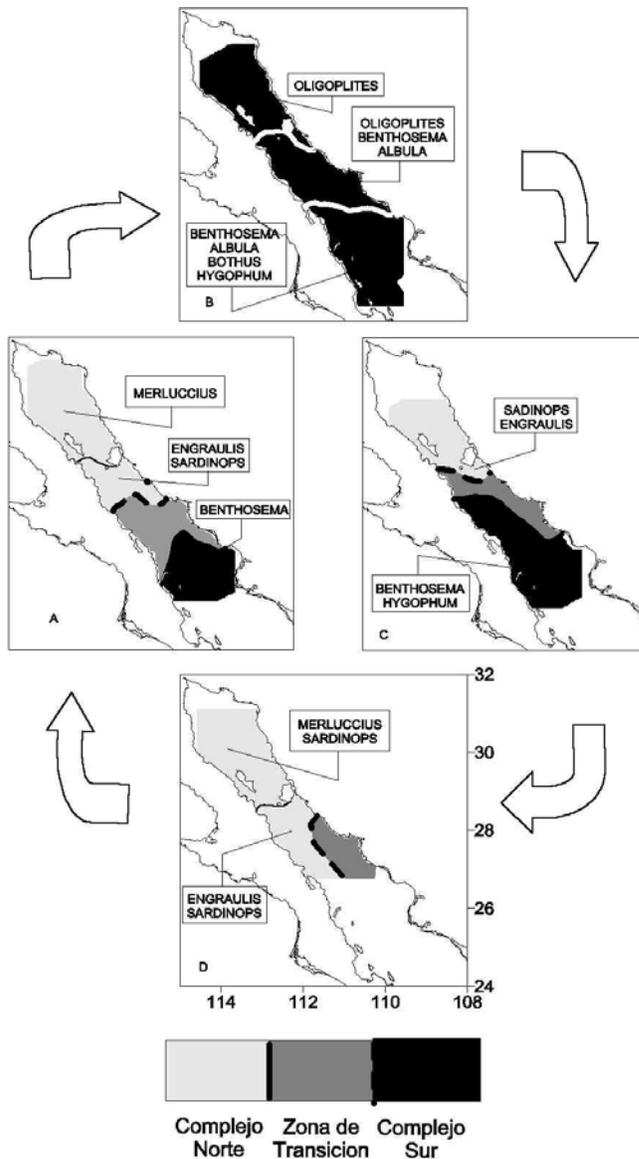


Figura 59.- Regionalización del Golfo de California basada en las asociaciones de larvas de peces entre 1984-1988. A) Primavera; B) Verano; C) Otoño; y D) Invierno

Durante el verano, el golfo está dominado por especies del complejo sureño; en este periodo el grupo **SYACIUM** se distribuye en toda el área, pero se pueden observar tres zonas principales:

A) Una zona norte equivalente a la Región 1, donde predomina el grupo **OLIGOPLITES**, con valores de diversidad entre 0.1 y 0.7 y temperatura entre 27 °C y 29 °C.

B) Una zona central en la que aparecen adicionalmente los grupos **BENTHOSEMA** y **ALBULA** asociada a valores de diversidad entre 0.1 y 0.6, coincidente con la Región 2 y con temperaturas entre 29 °C y 30 °C.

C) Una zona sur donde desaparece el grupo **OLIGOPLITES** y aparecen los grupos **BOTHUS** e **HYGOPHUM**, con los valores de diversidad más altos (hasta 0.9) y temperaturas principalmente entre 30 °C a 31 °C.

Los periodos de transición de primavera y otoño muestran la presencia de dos complejos faunísticos que, particularmente durante la primavera, dividen el área de estudio en tres regiones principales:

- 1) Una región dominada por las especies del complejo norteño, dividida en dos zonas
 - A) Una norte en la que se distribuye el grupo **MERLUCCIUS**, correspondiendo a la región 1, con valores de diversidad entre 0.1 y 0.7 y temperaturas entre 16° C y 18 °C.

B) Una zona sur donde se distribuye el grupo **ENGRAULIS** y **SARDINOPS**, con valores de diversidad entre 0.1 y 0.7, correspondiendo con la porción norte de la Región 2 y temperaturas entre 15 °C y 19 °C.

2) Una región de transición entre complejos faunísticos, con los valores de diversidad más bajos (0.1-0.5), correspondiendo a la porción sur de la Región 2 y temperaturas entre 20 °C y 22 °C.

3) Una región de dominio del complejo sur, principalmente el grupo **BENTHOSEMA**, con los valores de diversidad más altos (0.5-0.9), y temperatura muy homogénea entre 21 °C y 22°C.

En el otoño se observan las mismas tres regiones:

1) La región norte dominada por la presencia de los grupos **ENGRAULIS** y **SARDINOPS**, con valores de diversidad entre 0.1 y 0.6, correspondiendo con la Región 1, y gradientes térmicos fuertes, con valores entre 18 °C y 22 °C.

2) Una región de transición estrecha, cargada hacia la porción peninsular, con valores de diversidad entre 0.4 y 0.8, correspondiente a la porción norte-oriental de la Región 2 y parcialmente de la Región 3 y con temperaturas de entre 19 °C y 21 °C.

3) Una región dominada por el complejo sureño, principalmente **BENTHOSEMA** e **HYGOPHUM**, con valores de diversidad entre 0.4 y 1.0, correspondiendo a la Región 3 y la porción suroccidental de la Región 2, con valores de temperatura superficial entre 22 °C y 24 °C.

Comparativamente con el AG y el ACP, en los que la división entre las regiones 2 y 3 durante el verano no es clara ya que presentan índices de afinidad mayores al 65%, en el análisis de grupos recurrentes se observa que aun en verano si bien el área está dominada por un sólo complejo faunístico, puede ser dividida en tres regiones, aspecto que se sugiere de igual forma en los análisis de diversidad, particularmente durante el verano de 1984; sin embargo, la regionalización basada en los análisis de abundancia se dificulta porque aunque las regiones se definen en modo Q, las agrupaciones obtenidas en modo R frecuentemente incluyen especies distribuidas en toda el área de estudio y no reflejan las divisiones entre regiones. En este sentido, el análisis de grupos recurrentes muestra su utilidad práctica en el reconocimiento de patrones de distribución de las especies.

A pesar de que no existen datos de ictioplancton durante el invierno al sur de Bahía Concepción, la distribución de especies tropicales al sur del área de muestreo y la tendencia a incrementar su abundancia en esta misma dirección sugieren una tercera región más allá. De esta forma, como consecuencia de la variabilidad estacional y espacial en el ambiente físico del Golfo de California, la primavera y otoño son estados transicionales entre el periodo frío de invierno y el cálido de verano, y el área entre las isotermas de los 19 °C y 21 °C es la región de transición entre la norteña dominada por especies templado-subárticas y la sureña por especies tropicales.

La división del Golfo de California en tres regiones distintas de acuerdo a la composición de especies es constante en el AG, el ACP y el análisis de grupos recurrentes. No obstante, excepto por la primavera, en el resto de las estaciones del año se observan diferencias importantes en cuanto a la ubicación de las fronteras entre regiones (Figs. 58 y 59). Estas diferencias son debidas a la variable utilizada en cada análisis, ya que en el AG y el ACP la abundancia es el elemento fundamental en la formación de grupos, mientras que en el análisis de grupos recurrentes es fundamentalmente la coincidencia en espacio y tiempo. De esta forma, aunque la similitud en la composición de especies es importante en los dos primeros análisis (AG y ACP), los agrupamientos están fuertemente influenciados por las especies dominantes, sobre todo cuando éstas aparecen de manera frecuente en los muestreos.

A pesar de que tanto en el AG como en el ACP se observan coincidencias importantes entre la composición de especies y la distribución de los grupos formados con la temperatura del mar a lo largo de todo el periodo de estudio, los límites entre las regiones formadas para cada estación no parecen estar asociados a las isotermas, aspecto que en la escala espacial limita el uso de los grupos obtenidos como indicadores del cambio ambiental.

En contraste, los límites establecidos mediante el análisis de grupos recurrentes estrechan estos intervalos en los que, adicionalmente, se observan fuertes coincidencias entre las isolíneas de densidad de los grupos y las isotermas de temperatura superficial. Nótese, por ejemplo, la similitud en otoño y primavera entre las isotermas de los 21 °C y 20 °C con los límites de distribución del grupo **BENTHOSEMA**, o bien los del grupo **SARDINOPS** en primavera con las isotermas de 19 °C y 21 °C.

Basados en la distribución de los grupos recurrentes se utilizó la isoterma de 19 °C como límite norte del complejo sureño, mientras que para el complejo norteño el límite sur de distribución se ubicó entre las isotermas de 20 °C a 21 °C. La validez de estos límites no sólo se refleja en la similitud de las isolíneas de densidad de los grupos con la de las isotermas superficiales del mar, también es evidente en las curvas de distribución de frecuencia de estaciones positivas por intervalo de temperatura, donde la probabilidad de encontrar una estación positiva muestra una relación muy estrecha con la abundancia de los grupos.

Por ejemplo, la distribución de la abundancia por intervalo de temperatura superficial, y particularmente la distribución de las frecuencias de aparición de estaciones positivas para los grupos del complejo norteño, muestra una forma de campana que para el caso del grupo **ENGRAULIS** se ajusta bien a una distribución normal con media de 19 °C y una varianza 4.02 que ubican los límites al sur en la isoterma de los 21°C con un 95% de significación estadística.

Aunque este tipo de distribución normal de frecuencias no fue significativo en ninguno de los grupos del complejo sureño, por razones que se explican adelante, es evidente que el número de estaciones positivas para el grupo **BENTHOSEMA** comienza a incrementarse de manera casi exponencial entre los 18 °C y 19 °C. A menos de 18 °C, la probabilidad de encontrar una muestra que contenga a las especies de este grupo, independientemente de la densidad, es menor al 5%, mientras que a los 19 °C se incrementa hasta casi el 40%.

Pueden ser dos las razones por las que el grupo **BENTHOSEMA** no se ajuste a una distribución normal de frecuencias. Una de ellas es que, a diferencia de los epipelágicos costeros del grupo norteño, está constituido por especies mesopelágicas que realizan migraciones verticales al estrato epipelágico en diferentes magnitudes (Moser y Smith 1993). La actividad reproductiva, y por ende la distribución de larvas, está probablemente más influenciada por las temperaturas en aguas profundas y la relación observada con la temperatura superficial es un reflejo, simplemente, del avance de la masa de agua tropical que precede al avance de las condiciones tropicales y que favorecen la reproducción de estas especies dentro del golfo. No obstante, se ha demostrado que, aunque los adultos sean mesopelágicos, las larvas de estas especies dependen de manera importante del estrato epipelágico, ya que sus estadios de preflexión a postflexión se encuentran distribuidos en los primeros 75 m de la columna de agua tanto en la Corriente de California (Moser y Smith 1993), como en el Golfo de California (Jiménez y Sánchez 2002), lo que supone que las temperaturas de aguas superficiales y subsuperficiales pueden tener un efecto importante en la sobrevivencia de las larvas.

La segunda razón es que, además de la temperatura, la distribución del grupo parece estar limitada también por las grandes islas. Aun en el periodo de máximo avance de la masa de agua tropical durante el verano, el grupo no atraviesa esta barrera faunística que funciona igual para muchas otras especies tropicales en el plancton como resultado de las fuertes corrientes, la intensa mezcla vertical en los canales de Salsipuedes y Ballenas, así como por el fuerte gradiente térmico que la caracteriza (Brinton y Townsend 1980, Brinton *et al.* 1986). De esta forma, los gradientes de temperatura observados muestran que, durante el verano, la porción al norte de las grandes islas incrementa los valores de temperatura principalmente entre los 22 °C y 28 °C, lo cual incrementa a su vez el número de estaciones muestreadas dentro de este intervalo y disminuye por consiguiente la proporción de estaciones positivas con respecto del total. No obstante la caída en las abundancias observada entre los 22° y 28°C (fig. 27), las frecuencias relativas de aparición siguen siendo altas, superando en todos los casos el 30% de la probabilidad de éxito.

El grupo parece ser un indicador del avance de la masa de agua tropical que se relaciona, directa o indirectamente, ya sea con la advección de larvas en superficie, o bien con el incremento de la temperatura en el estrato epipelágico que favorece la supervivencia y el desarrollo de las larvas. Además, la isoterma de los 19 °C parece ser un buen indicador del límite norte de distribución de este grupo de mesopelágicos dentro del Golfo de California.

Otro factor involucrado en los patrones de distribución y composición de los grupos es la circulación general del Golfo de California descrita por diversos autores (Rosas-Cota 1977, Alvarez 1983, Lavín *et al.* 1997), que pueden ayudar a explicar buena parte de la variabilidad estacional en nuestros resultados. De acuerdo a Rosas-Cota (1977), el principal flujo de salida durante el invierno es a lo largo de la costa de Baja California, cuando el agua del Pacífico tropical sólo alcanza la boca del golfo. Este periodo frío permite la permanencia de la ictiofauna relictiva subártica-templada que habita la región norteña del golfo (Castro-Aguirre *et al.* 1995), así como la expansión hacia el sur de las áreas de desove de las especies del complejo norteño, provocando a su vez la contracción de las áreas de desove de las especies del complejo sureño hacia su posición más austral. Durante la primavera, el flujo de entrada de la corriente tropical comienza a ser aparente en una delgada banda a lo largo de la costa

continental (Lavín *et al.* 1997); consecuentemente, la contracción del complejo norteño y la expansión del complejo sureño sobre el lado continental se hace, ya que a pesar de que la zona de transición entre ambos complejos es amplia, ambos muestran una tendencia a presentar sus áreas de mayor concentración de larvas en zonas relativamente separadas. Durante la primavera, la mayor abundancia del grupo **ENGRAULIS** se observa sobre el lado peninsular, y la del grupo **BENTHOSEMA** sobre el lado continental, coincidiendo en espacio y tiempo con la entrada de aguas tropicales. La situación inversa se observa durante el otoño en la zona de transición, donde los grupos **SARDINOPS** y **ENGRAULIS** son más abundantes sobre el lado continental y el grupo **BENTHOSEMA** sobre el lado peninsular.

Al respecto de la distribución de las larvas de mesopelágicos hacia la parte oriental u occidental del golfo, Moser *et al.* (1974) mencionaron la tendencia de las larvas de mesopelágicos a distribuirse sobre las regiones más profundas del golfo (lado oeste); no obstante, ésta no parece ser una condición permanente, ya que el grupo **BENTHOSEMA** fue más abundante en el lado este del golfo durante la primavera y el invierno, mientras que durante el verano y otoño fue más abundante a lo largo de la región oeste, lo cual se puede explicar porque, a pesar de que los adultos son principalmente mesopelágicos, las larvas tienden a estar concentradas en el estrato epipelágico (Moser y Smith 1993, Jiménez y Sánchez 2002), y su distribución depende en gran medida de las corrientes superficiales.

Durante el invierno y la primavera la masa de agua del golfo se mueve superficialmente por el lado peninsular y la advección de larvas es hacia el sur, mientras que en la porción continental es hacia el norte, por lo que éstas se concentran hacia la parte continental. En el verano, el golfo está invadido por agua tropical y la distribución de larvas es similar a la de los adultos, siendo éstos más abundantes en la porción oeste, mientras que en otoño la circulación se invierte, y las larvas se concentran en la región peninsular. No obstante que las observaciones de Moser *et al.* (1974) fueron parcialmente ciertas, sus conclusiones parecen estar sesgadas, fundamentalmente porque el esfuerzo de muestreo estuvo cargado hacia la parte oeste del golfo en la mayor parte de los cruceros.

Además de las consecuencias de la advección latitudinal que genera la circulación del golfo, una secuela importante que poco se ha explorado es la formación de giros ciclónicos y anticiclónicos y su influencia en los patrones de distribución del zooplancton en el Golfo de California. Figueroa *et al.* (Com. Pers.) enfatizan que la formación de estos giros es variable y no parecen presentar un comportamiento regular en tiempo ni en espacio, pero los giros alcanzan profundidades de cuando menos 500 m y en algunos casos hasta 1000 m. La presencia de chorros de agua ente los giros es común y se ha propuesto como mecanismo de transporte de huevos y larvas de sardina desde la costa oriental hacia la occidental (Hamman *et al.* 1988), pero los giros en general pueden funcionar, además, como mecanismos de retención y concentración de larvas, en el caso de los giros anticiclónicos, o bien de dispersión en el caso de los giros ciclónicos (Bakun 1996). Particularmente en el Golfo de California los datos sugieren un acoplamiento entre el periodo de reproducción de algunas especies con la formación de giros.

En los anexos 10 y 11 se presenta un análisis de la distribución de larvas por estadios de desarrollo de las especies *Syacium ovale* y *Symphurus williamsi* recolectados en el Golfo de California durante el periodo de estudio. Básicamente, los manuscritos proponen la hipótesis de que las dos especies de lenguados desovan en áreas someras cerca de la costa, puesto que

los adultos no han sido encontrados en profundidades mayores a los 50 m; posteriormente los huevos se transportan de la costa hacia el eje central del Golfo de California, las larvas se desarrollan en áreas más profundas y luego retornan a las áreas de asentamiento, en donde los juveniles se distribuyen a mayor profundidad que los adultos.

Este comportamiento ha sido descrito en especies de arrecifes costeros (Victor 1991, Öhman *et al.* 1998) así como en diversas especies de Pleuronectiformes (Grioche *et al.* 1997, 2000, Bailey y Picquelle 2002, Gibson *et al.* 2002). Si bien el análisis se realizó únicamente con estas dos especies, la distribución de especies netamente costeras como las larvas de la familia Gobiidae y las larvas de *Albula* sp., con concentraciones muy altas en el eje central del Golfo de California sugieren un comportamiento similar (Anexo 11).

Es interesante observar que las zonas de concentración de las larvas más cercanas al estadio de huevo (preflexión) de *Symphurus williamsi*, *Syacium ovale*, *Albula* sp. tipo 1 y Gobiidae, coinciden con los núcleos de mayor diversidad descritos anteriormente en la regionalización de acuerdo a la diversidad espacial del Golfo de California. Pero también resalta el hecho de que el flujo geostrófico estimado por Figueroa *et al.* (Com. Pers.), con datos tomados durante el mismo periodo de muestreo (particularmente para los cruceros de abril 1984, abril 1985 y diciembre 1984), muestra giros anticiclónicos y ciclónicos coincidentes con los centros de mayor diversidad de larvas, alternados con los sitios de menor diversidad. Particularmente Figueroa *et al.* (Com. Pers.) registran un giro ciclónico frente a Bahía de La Paz en abril de 1984, que corresponde a la zona de baja diversidad observada en este trabajo entre la región 2 y 3, alternada con un giro anticiclónico frente a isla del Carmen, coincidente con la zona de mayor diversidad reconocida como el centro de alta diversidad de la región 3.

Debido a la permanencia a lo largo del año de estas áreas de mayor diversidad en la región central del Golfo de California, al carácter repetitivo en la distribución y abundancia de especies netamente costeras en áreas de mayor profundidad sobre el eje central del golfo (alternadas con áreas de baja abundancia y diversidad de especies) y a la coincidencia en espacio y tiempo de ambas variables con los giros observados en el Golfo de California, es posible establecer una relación entre estos procesos de mesoescala con la distribución y abundancia de las comunidades de peces del área de estudio, y establecer la hipótesis de que estos giros juegan un papel fundamental en la definición de las regiones faunísticas observadas, siendo también un mecanismo que puede estar asociado a las estrategias reproductivas y al éxito en el reclutamiento de las especies involucradas. Diversos autores, entre ellos Bailey y Picquelle (2002) y Gibson *et al.* (2002), describen la importancia de la separación del hábitat entre adultos, juveniles y larvas por la disminución de competencia intraespecífica y la disminución de la tasa de depredación al alejarse de áreas en donde los depredadores naturales abundan. Siguiendo la hipótesis de Frank y Legget (1983), la sincronización de los desoves de varias especies con la formación de dichos giros y la consecuente concentración de éstas resulta en áreas de alta abundancia y diversidad que disminuyen aún más la presión de depredación por la reducción de la posibilidad de encuentro con el depredador, particularmente en especies que son poco abundantes. Si este comportamiento resulta en un incremento en la sobrevivencia de las larvas, entonces con el tiempo se favorece y se selecciona por representar una ventaja con respecto a otras estrategias, de forma tal que las especies involucradas se constituyen en una unidad funcional sujeta a la selección natural. Es claro, sin embargo, que este trabajo está muy lejos de probar la hipótesis planteada en el párrafo anterior; no obstante, hemos establecido grupos de especies, así como

variables ambientales y áreas muy concretas, que deben ser consideradas en el diseño de experimentos futuros.

La propuesta de regionalización con las larvas de peces muestra más similitudes con las propuestas para otros grupos planctónicos que con aquellas realizadas con peces adultos. La presencia de tres regiones durante todo el periodo de estudio coincide con las regiones fitogeográficas descritas por Gilbert y Allen (1943) y Round (1967) entre Bahía de La Paz y el norte del golfo, pero no con las descritas por Walker (1960) y Thomson *et al.* (1979) realizadas tomando en cuenta únicamente la distribución de peces de costas rocosas. A pesar de que las especies que como adultos se encuentran en este tipo de ambientes son un componente importante del ictioplancton analizado en nuestras muestras, la inclusión de especies de mayor abundancia y distribución de los ambientes epipelágicos, mesopelágicos y batipelágicos, modifican los patrones de distribución de las comunidades cuando se analizan en conjunto.

Adicionalmente a esta última consideración, debe recordarse que en general las larvas de peces son estenócoras con relación a los adultos, en principio porque las condiciones de desove requieren condiciones ambientales muy específicas que en muchos casos concentran a los adultos de amplia distribución en sitios relativamente muy reducidos solamente para desovar (como es el caso de la sardina), y porque también existen procesos oceanográficos de concentración y retención de larvas (Bakun 1996), que dentro del Golfo de California se observan, por ejemplo, en diversas especies de lenguados (anexos 10 y 11); consecuentemente son esperables las diferencias entre las regiones faunísticas basadas en la distribución de adultos y larvas.

Por otro lado, la sincronización de los desoves en espacio y tiempo con los ciclos de producción (Cushing 1975) implica que las larvas de peces deben encontrarse en regiones donde la cantidad y calidad de alimento asegure la sobrevivencia de las larvas, de forma tal que su distribución debe estar estrechamente relacionada con la distribución de los grupos fito y zooplanctónicos que forman parte de sus dietas. Las similitudes observadas entre las regiones faunísticas del ictioplancton y otros grupos zooplanctónicos sugieren la relación existente entre éstos y reflejan de manera indirecta la estructura y complejidad de las cadenas alimenticias en cada comunidad y sus patrones generales de respuesta relacionados con los cambios ambientales.

En resumen, podemos decir que los grupos recurrentes de larvas de peces encontrados dentro del Golfo de California presentan una buena definición en espacio y tiempo, que permite estimar la ubicación de fronteras entre faunas y que en términos generales se acoplan en diferentes escalas de espacio y tiempo a las principales divisiones faunísticas y florísticas propuestas en otras investigaciones.

El cambio en la composición y abundancia de estos grupos, como resultado de los cambios ambientales ocurridos durante el periodo de estudio, así como el mantenimiento de su identidad de manera coherente en espacio y tiempo asociada a condiciones ambientales específicas dentro del Golfo de California sugieren la gran sensibilidad de estas asociaciones al entorno que les rodea, y permiten suponer que pueden ser utilizadas como indicadores bióticos confiables del cambio ambiental. A pesar de que la definición de asociaciones entre especies en el medio pelágico marino es problemática, debido a las características inherentes

al medio (alta energía y cambios constantes en tres dimensiones), a los organismos en cuestión (los organismos planctónicos realizan migraciones verticales en periodos de tiempo relativamente cortos) y a las limitaciones del muestreo (integración de organismos entre los 0 y 220 m de profundidad), la repetición de eventos de co-ocurrencia de especies en periodos de tiempo largos y en un gran número de muestras que comparten condiciones ambientales similares sugiere similitud y sincronización de los organismos al medio, más aún cuando el mismo grupo, o grupos similares son encontrados en ecosistemas separados pero que comparten características particulares.

Por ejemplo, dos grupos similares al grupo **BENTHOSEMA** fueron caracterizados por Moser *et al.* (1987) y Moser y Smith (1993) como representativos del componente oceánico de afinidad tropical/subtropical en la Corriente de California (grupos **VINCIGUERRIA** y **TRIPHOTURUS**), identificados como indicadores de la presencia de agua del Pacífico tropical oriental. De la misma forma, el grupo **SARDINOPS** también se presenta en ambos ecosistemas como representante de la comunidad templado/subártica y aunque las especies del grupo **ENGRAULIS** no se presentan juntas en el análisis completo de la serie CalCOFI, fueron comúnmente encontradas formando parte de un mismo grupo recurrente en los análisis individuales para cada año, también formando parte de un complejo norteño.

7.2 La costa occidental de Baja California Sur

La costa occidental de Baja California Sur es un ecosistema comparativamente mejor estudiado que el Golfo de California, particularmente en lo que se refiere a las larvas de peces. Por ejemplo, para el área de la CC han sido descritas detalladamente 467 especies a nivel larvario y otras 119 parcialmente, todas ellas contenidas en 418 géneros y 158 familias (Moser 1996). De las 586 especies descritas como larva en la CC, sólo 434 pueden ser encontradas en el área de la costa occidental de Baja California Sur, de acuerdo a las áreas de distribución de los adultos y a las larvas capturadas por el programa CalCOFI desde 1951 a 1994 (Moser 1996).

En la región norte, que básicamente abarca desde Ensenada hasta el norte del golfo de Ulloa, el programa IMECOCAL ha realizado cruceros desde 1997 a la fecha, en los que hasta 1998 se habían reportado 214 especies en 75 familias. Asimismo, para la costa occidental de Baja California Sur, Funes (2001) registra entre 1983 y 1985, un total de 111 taxones incluidos en 85 géneros y 53 familias. Debe mencionarse aquí que estos últimos constituyen la mitad de la base de datos para la costa occidental de Baja California Sur incluidos en este trabajo.

Durante el periodo 1983-1987 que abarca este trabajo, el total de taxa registrados es de 241 y en general la composición de larvas de peces muestra una codominancia en cuanto a abundancia, entre especies de afinidad templada (43%) y tropical/subtropical (40%), aunque a nivel de especies se observa un mayor número de afinidad tropical/subtropical. Comparativamente, la costa occidental de Baja California Norte presenta un componente mayoritariamente templado subtropical y transicional en cuanto a número de especies (Jiménez-Rosenberg *et al.* 2000), mientras que el Golfo de California está dominado por una fauna tropical-subtropical, como se describió en la sección anterior. Esto pone de manifiesto el carácter transicional del área de estudio anteriormente descrito en otros trabajos (Moser *et al.* 1987, Moser y Smith 1993, Funes 2001).

Otro punto de comparación importante es el hábitat que ocupan los adultos de las larvas identificadas, ya que mientras que en la costa norte de Baja California, de acuerdo a los datos de Jiménez-Rosenberg *et al.* (2000), el componente más abundante es el mesopelágico (84%), en la costa occidental de Baja California Sur se observa una dominancia del componente pelágico costero (54%) y en el Golfo de California las especies mesopelágicas son abundantes (55%), aunque en menor magnitud que en la costa norte de Baja California (tabla 20).

Tabla 20.- Abundancia relativa (%) por hábitat de acuerdo a la distribución de los adultos

	Baja California Norte	Baja California Sur	Golfo de California
Mesopelágicos	84	27	55
Pelágico/costeros	10	54	34
Demersales	5	18	11
otros	1	1	-

La dominancia de especies mesopelágicas en la porción norte de Baja California Sur es reflejo de una mayor influencia del ecosistema oceánico, resultado de la estrecha plataforma continental al norte de Bahía Sebastián Vizcaíno. Por su parte, en el Golfo de California la diversidad de ambientes y la circulación de las corrientes permite el desarrollo de las formas mesopelágicas, pero la cercanía de las costas de la península de Baja California con las de Sonora y Sinaloa, así como los procesos de surgencia favorecen una codominancia entre mesopelágicos y pelágico/costeros. Para el caso de la costa occidental de Baja California Sur, la dominancia de los pelágico-costeros resalta en relación a las áreas adyacentes, así como la mayor abundancia de las especies demersales encontradas. Esta composición es probablemente consecuencia de la mayor amplitud de la plataforma continental en el golfo de Ulloa, pero el transporte de agua hacia el océano, provocado por los procesos de surgencia principalmente durante los meses de primavera, favorece un incremento considerable en la reproducción de especies pelágico/costeras, así como una extensión hacia el océano de las áreas de distribución de las especies de peces demersales con larvas planctónicas, a la vez que establece una barrera en la distribución de las especies mesopelágicas.

Si bien, desde el punto de vista físico, la costa occidental de Baja California Sur está dividida en un régimen frío de primavera-verano y un régimen cálido de otoño-invierno, la composición de la comunidad de larvas de peces muestra una fuerte semejanza entre los meses de verano y otoño y diferencias significativas entre éstos con el invierno y la primavera, conformándose el área en la escala temporal en tres estados (invierno, primavera y verano-otoño) atendiendo al componente biológico. De acuerdo a Parés-Sierra *et al.* (1997) la transición del periodo primavera-verano al de otoño-invierno es lenta; durante el verano las surgencias disminuyen con respecto al invierno de igual forma que la intensidad de la CC, con lo que consecuentemente se incrementa el número de especies de afinidad tropical presentes en la zona. El cambio en la composición de especies entre el verano y el otoño es también gradual, por lo que la diferencia en la composición de especies entre éstos es mucho menor a la observada entre cualquiera de los dos periodos y el invierno o la primavera. Por el contrario, de acuerdo con el mismo autor, el cambio entre el régimen de otoño-invierno al de primavera-verano es mucho más brusco y, consecuentemente (excluyendo los muestreos en los que se observó la influencia de “El Niño”), el índice de similitud de Bray-Curtis es mayor entre el grupo de verano-otoño y el de invierno que con el de primavera.

De acuerdo a este patrón general, en la costa occidental se observan fuertes cambios estacionales en la composición y abundancia de especies, asociados a cambios en las variables ambientales, que van de una comunidad básicamente dominada por especies pelágico/costeras de afinidad templada, transicional o subártica durante el invierno (fundamentalmente *E. mordax* y *S. caeruleus*), a una comunidad de primavera en la que existe una codominancia entre especies tropical/subtropicales y especies transicionales, con predominio del componente mesopelágico y pelágico/costero, hasta una de verano-otoño en la que predominan las formas tropical-subtropicales y una codominancia entre el componente demersal (37% de la captura total), mesopelágico (35%) y pelágico costero (22%).

Esta diferenciación es claramente observada en el AG de la abundancia total de especies por crucero, en la que además de evidenciar los cambios en la composición de especies por afinidad faunística y tipo de hábitat, se observa una diferenciación en cuanto a los valores observados de temperatura superficial. De manera general, el invierno se caracteriza por la máxima influencia de la Corriente de California hacia el sur, fría y de baja salinidad (Hickey 1979), favoreciendo la reproducción de especies de ambientes templados y transicionales. De acuerdo a Parés-Sierra *et al.* (1997), durante el otoño y los primeros meses del invierno los vientos son muy débiles y la estabilidad de la columna de agua es alta, lo cual está asociado con los periodos de máxima abundancia del ictioplancton (Loeb *et al.* 1983 a, Doyle *et al.* 1993). Esta situación parece verse también reflejada en la costa occidental de Baja California Sur, ya que a pesar de que el número de estaciones muestreadas durante el invierno es apenas del 15% con respecto al total, la abundancia relativa para este periodo es el 43% del total de larvas capturadas.

En contraste, durante la primavera se obtuvieron un total de 198 muestras (36%) y la abundancia relativa de larvas apenas alcanzó el 12%. Este periodo se caracterizó por el predominio de la CC en la zona de estudio hasta Bahía Magdalena y por procesos de surgencia frente a Bahía Magdalena y Punta Eugenia (Funes 2001) que en este trabajo se sugieren en la distribución de temperatura superficial, coincidiendo con el periodo en el que se presentan los procesos de mezcla vertical más fuertes para Baja California Sur (Parés-Sierra *et al.* 1997).

En el verano-otoño la CC tiene un mínimo de intensidad (Sverdrup *et al.* 1942) y de acuerdo a Gómez y Vélez (1982), ésta es la zona de dominio de la masa de agua Ecuatorial que recibe aguas con temperaturas elevadas, alta salinidad y baja concentración de oxígeno disuelto, promoviendo la reproducción de especies de afinidad con ambientes cálidos y explicando la mayor abundancia de especies de afinidad tropical y/o subtropical. Teóricamente, durante el verano los vientos promedio son hacia el sur en todas las latitudes, el nivel de mar es menor y la temperatura desciende (Parés-Sierra *et al.* 1997). Este comportamiento es apreciado sólo en tres de los cinco cruceros de verano muestreados, en los que la temperatura superficial promedio fue sólo ligeramente mayor a la del periodo de invierno pero menor a la de cualquiera de los cruceros de otoño. Los cruceros de verano de 1983 y 1985, sin embargo, mostraron valores de temperatura superficial por encima incluso de los muestreos de otoño, y el AG agrupa a estos dos con el otoño de 1987 en un conjunto aparte de los cruceros de verano de 1986 y 1987 y el de otoño de 1986. Las diferencias en los valores de temperatura superficial promedio para ambos grupos son evidentes, pero la estructura de la comunidad cambió también de manera significativa.

Durante el grupo de meses fríos de verano-otoño la estructura es muy similar a la de primavera, con codominancia entre el componente mesopelágico y el pelágico/costero, con la diferencia de que se observa un incremento en la abundancia de las especies demersales que durante invierno y primavera están prácticamente ausentes. Pero en el grupo de meses cálidos de verano-otoño el componente pelágico-costero disminuye sus niveles de abundancia y la codominancia se presenta entre las formas demersales, que conforman el 37% de la captura, y las mesopelágicas con el 35%.

Funes (2001) menciona que tanto los valores altos de temperatura superficial como la composición de especies en el verano de 1983 respondieron al fenómeno de “El Niño” 1982-1983; particularmente por la presencia de especies que normalmente no se encuentran en esta región, como es el caso de *Benthoosema panamense*, así como por el predominio y la extensión hacia el norte en la distribución de taxa neríticos de afinidad tropical (*Opisthonema* spp., *Etrumeus teres*, *Chloroscombrus orqueta*, *Prionotus stephanophrys*, *Auxis* spp. y *Etropus crossotus*). Siguiendo a este autor, 1983 se define como la etapa de máxima influencia del evento de “El Niño” de acuerdo a las asociaciones de larvas de peces observadas, 1984 como la etapa de recuperación y 1985 como la etapa de estabilización. No obstante, con la visión hacia delante de los muestreos realizados durante 1986 y 1987 es posible obtener información adicional al respecto.

De acuerdo al Índice Multivariado ENSO (MEI), durante el periodo de estudio ocurrieron dos eventos “El Niño”, el primero de los cuales fue de mayor magnitud entre 1982 y 1983 y el segundo, de menor intensidad, entre 1986 y 1987, con un periodo intermedio de anomalías negativas, tanto en el MEI como en los valores de temperatura superficial (Fig. 60). Estas anomalías estuvieron positivamente correlacionadas con descensos e incrementos en la diversidad y riqueza específica de la comunidad de copépodos, observándose durante ambos fenómenos un incremento en la cantidad de especies de afinidad tropical (Hernández 1999 b).

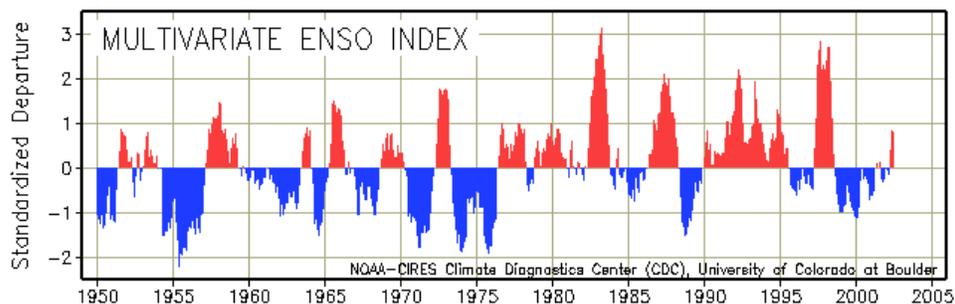


Figura 60.- Índice Multivariado ENSO (MEI). Fuente www.cdc.noaa.gov/ENSO/enso.mei_index.html.

Si bien 1985 puede ser considerado como un año frío, específicamente para la zona entre los 21° y 27° N los meses de agosto, octubre y noviembre de ese año presentan anomalías térmicas positivas (Gómez-Gutierrez *et al.* 1995; figura 84) siendo este, probablemente el factor que promueve el incremento del número de especies recolectadas así como del número de especies de afinidad tropical-subtropical, que ubican dicho año como parte del grupo de meses cálidos de verano-otoño. De la misma forma, las anomalías térmicas en el área de estudio son negativas durante la mayor parte del fenómeno de “El Niño” 1986-1987, pero durante octubre de 1987 es positiva y la más alta de todo el periodo (Fig. 61).

Las curvas de rarefacción muestran, de manera general, el mismo esquema propuesto por Hernández (1999 b) y complementan la información de Funes (2001). El año 1983, considerado como la etapa de máxima influencia del fenómeno El Niño, resalta particularmente en el verano por presentar las curvas con mayor tasa de aparición de nuevas especies (a) y la menor tasa de descenso (z), mientras que 1984 muestra en todos los casos curvas con valores más bajos que 1983, pero mayores que 1985 (año de estabilización).

Durante 1986 y la primera parte de 1987 los efectos del fenómeno de “El Niño” no se reflejan en las anomalías térmicas para la zona de estudio, ni en la diversidad de especies, ni en la composición de las asociaciones de larvas de peces; pero en octubre de 1987 este efecto se hace evidente tanto en las curvas de rarefacción como en las tres variables ya mencionadas. Al igual que en 1983, durante octubre de 1987 se presentaron especies de afinidad tropical en regiones muy norteñas, como el sur de Punta Eugenia, que son poco frecuentes en la zona (*B. leopardinus* y *S. ovale*), así como especies del complejo costero sureño consideradas por Moser y Smith (1993) como representantes de la fauna tropical de la zona (*Opisthonema* spp., *E. teres*, *Ch. orqueta*, *E. dowii*, *S. lucioceps*, *Auxis* spp. y *E. crossotus*). La comparación de las curvas de rarefacción de los veranos muestra una mayor similitud en cuanto a diversidad durante años “El Niño” (1983 y 1987) que durante los años en los que no se manifestó este evento; no obstante, en 1983, tanto la composición de especies (particularmente *B. panamense* fue de las especies más abundantes casi hasta Punta Eugenia), como la proporción de especies de afinidad a ambientes cálidos es mayor que la observada en 1987, pero en éste se encontró la mayor riqueza específica.

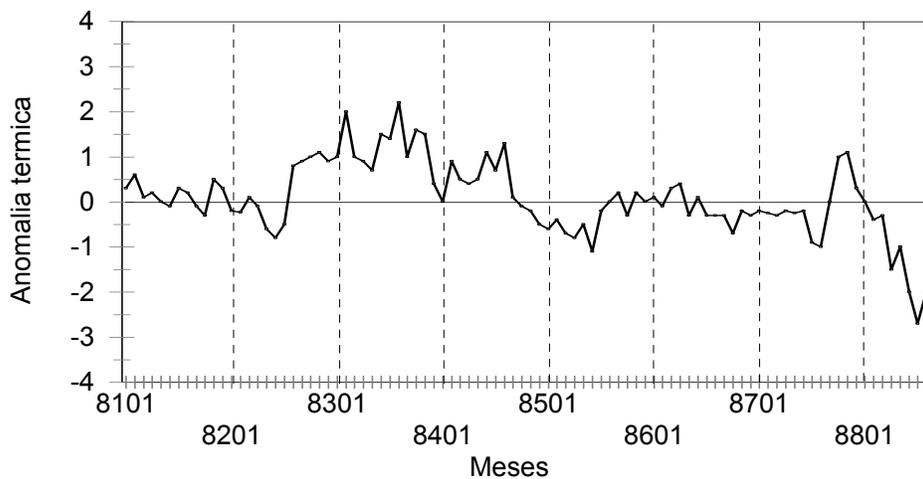


Figura 61. Anomalías térmicas registradas para el área del Pacífico mexicano entre 21° y 17° latitud norte, de acuerdo a los datos presentados por Gómez-Gutierrez *et al.* (1995).

Hernández (1999 b) estableció que, para el caso de los copépodos, la proporción de especies tropicales es aproximadamente de 50% durante años no-El Niño y se incrementa hasta 80% durante años ‘El Niño’. En este trabajo se encontró un 52% de especies tropicales durante el verano de 1985 y 70% en verano de 1983, con igual proporción en el otoño de 1987. De

acuerdo a esto, la agrupación formada para el grupo de meses cálidos de verano es consecuencia de dos procesos distintos; el verano de 1983 y otoño de 1987 presentan mayor afinidad entre sí, que con el verano de 1985, porque comparten entre ellos un mayor número de especies (principalmente tropicales) resultado de un proceso de mayor duración en tiempo como lo fue “El Niño”, que permitió la expansión hacia el norte de la distribución de especies tropicales que en algunos casos no son comunes en el área. El segundo proceso es un calentamiento anómalo en un periodo de tiempo muy corto (2 a 3 meses) que bien puede incrementar la sobrevivencia de huevos y larvas de especies con afinidad tropical-subtropical que normalmente se distribuyen en la zona y/o incrementar el periodo de reproducción de éstas; el incremento de la abundancia de especies de afinidad tropical, se refleja en la similitud entre los muestreos realizados durante 1985 y los de 1983 y 1987, pero durante 1985 no existe una expansión hacia el norte en la distribución de las especies tropicales. Esto significa que la proporción de especies tropicales de larvas de peces en la costa occidental de Baja California Sur puede ser un buen estimador del efecto de “El Niño”, tal como se propuso anteriormente con los copépodos (Hernández 1999 b).

Comparativamente con el Golfo de California, la costa occidental de Baja California Sur parece reflejar mejor el efecto del fenómeno de “El Niño” en el cambio de la composición de las asociaciones de larvas de peces (específicamente en el periodo 1986-1987), ya que en el Golfo de California no se perciben diferencias significativas en los patrones generales de composición, distribución y abundancia de larvas de peces observados entre ambos años. Por el contrario, 1984 es el único en el que se observa un comportamiento anómalo en el Golfo de California, donde se incrementa de manera clara la diversidad, distribución y abundancia de las larvas de peces y otros grupos planctónicos y variables ambientales, entre ellos los sifonóforos (Esquivel 1990), el fitoplancton (González 1987) y la productividad primaria (Lara-Lara y Valdez-Holguín 1988).

Debido a la falta de datos en el golfo para 1983, la mayoría de los autores coinciden en apoyar la hipótesis de que los patrones observados en 1984 son evidencia de que el fenómeno de “El Niño” tuvo efectos que duraron hasta 1984. Sin embargo, mientras que en la costa occidental el cambio hacia una condición cálida es evidente a partir de 1975 (Moser *et al.* 2001), en el Golfo de California se presenta hasta 1982-1983 (Bernal *et al.* 2001), por lo que las diferencias mencionadas en 1984 en el golfo deben ser resultado de la suma de ambos efectos, mientras que en la costa occidental fue sólo el fenómeno de “El Niño” el responsable principal de los cambios. Esta hipótesis es parcialmente apoyada por tres elementos principales:

Las diferencias en la composición de faunas en el golfo, entre el periodo 1956-57 y el periodo 1984-88, manifestadas por la aparición repentina en 1984 de *E. mordax*, así como en los fuertes cambios en la abundancia de especies como *B. panamense* y *B. bathymaster* que no se observan en el lado del Pacífico.

La presencia de una tendencia de calentamiento de largo plazo en el Golfo de California en los datos de Bernal *et al.* (2001) coincidente con el fenómeno de El Niño registrado para esta zona durante 1982-1983.

La hipótesis explicaría por qué durante 1984 los efectos de tropicalización en el golfo estaban todavía muy marcados, mientras que en la costa occidental de Baja California Sur parecen

haber ido disminuyendo, lo que se reflejó en un descenso del componente tropical, tanto en la comunidad de larvas de peces como en la de copépodos (Hernández 1999 b).

Las diferencias estacionales de las características físicas y biológicas del ecosistema del Golfo de California son mucho más fuertes que las diferencias entre años, lo cual ha sido también manifestado por otros autores (Lavaniegos-Espejo *et al.* 1989, Lavaniegos-Espejo y Lara-Lara 1990); mientras que en la costa Pacífico de Baja California Sur, aunque el cambio entre estaciones del año es perceptible en todas las variables mencionadas, las diferencias entre los años son también muy evidentes, particularmente entre años “El Niño” y no “El Niño”.

No obstante, el análisis comparativo de la distribución y abundancia de algunas especies, como *E. mordax*, en años distintos muestra cambios anuales importantes. Por ejemplo, el análisis comparativo entre los muestreos realizados en marzo-abril 1984 y 1985 en este trabajo, con los muestreos de marzo 1998 y 1999 registrados por Sánchez-Velázco *et al.* (2000) demuestra una tendencia a disminuir el área de desove de *E. mordax* durante años cálidos y a extenderse durante años fríos. Aunque esta disminución en el área del desove no es tan marcada entre 1984 y 1985, entre 1998 y 1999 sí es evidente, observándose una distribución de larvas restringida a la región de las grandes islas durante años “El Niño”. Adicionalmente, se observa una diferencia importante en las variables abundancia y frecuencia de aparición que son menores durante el periodo 1984-1985, con respecto a lo registrado por Sánchez-Velázco *et al.* (2000) en el periodo 1998-1999 (Tabla 21).

Tabla 21.- Comparativo de la abundancia y frecuencia de aparición de *E. mordax* en la región central del Golfo de California. Los datos de abundancia total, número total de estaciones muestreadas y número de estaciones positivas del periodo 1998-1999, fueron tomados directamente de Sánchez-Velázco *et al.* (2000). La abundancia promedio por estación y la frecuencia porcentual de aparición de ese mismo periodo son calculadas aquí a partir de los datos base.

	Abundancia total normalizada	Abundancia promedio por estación	Núm. Total de estaciones	Núm. Estaciones positivas	Frecuencia de aparición (%)
Marzo 1984	610	10	60	12	20%
Marzo 1985	3591	67	54	22	40%
Marzo 1998	445	23	19	6	31%
Marzo 1999	7201	342	21	21	100%

7.2.1 Patrones de diversidad

La diversidad observada en la costa occidental de Baja California Sur es menor que la del Golfo de California. Los valores observados en la primera, muestran una moda de dos taxa por muestra con un máximo de 34, mientras que en el Golfo de California los valores duplican estas cifras.

El componente permanente más abundante de la costa occidental de Baja California Sur está compuesto por dos especies de mesopelágicos del Pacífico central tropical, *V. lucetia* y *D. laternatus*, que presentaron la mayor frecuencia de aparición y se ubicaron siempre entre las cinco especies más abundantes. Esto denota una fuerte influencia del ecosistema oceánico del Pacífico Central, particularmente entre primavera y verano-otoño. *Sardinops caeruleus* y *E.*

mordax se encontraron entre las especies más abundantes entre invierno y primavera, pero prácticamente ausentes, en el caso de *E. mordax*, o con abundancias muy bajas, en el caso de *S. caeruleus*, durante verano-otoño. Por su parte, *T. mexicanus* (mesopelágico de afinidad subtropical) presentó un comportamiento opuesto, ya que se capturó durante todo el año, pero con muy pocas larvas durante el invierno, ubicándose en los últimos lugares de abundancia; finalmente, *E. teres* también se presenta durante todo el año pero con abundancia mínima durante la primavera. Los cambios de diversidad están definidos en gran parte por cambios en la abundancia y distribución de estas especies y por la aparición de especies demersales someras de ambientes tropicales y subtropicales, principalmente durante el verano-otoño, tales como *S. lucioceps*, *Serranus* spp., *E. crossotus*, *Ch. orqueta*, *C. fragilis* y *Sebastes* spp., que son las más abundantes y de mayor frecuencia de aparición.

Espacialmente, si bien es posible observar en algunos casos un gradiente latitudinal de diversidad, con valores altos del índice de Shannon hacia el sur del área de estudio, ésta no es la regla general y, a diferencia del Golfo de California, los patrones de diversidad están definidos en un gradiente océano-costa, como fue anteriormente observado por Funes (2001) para el periodo 1983-1985. No obstante, algunas observaciones adicionales pueden ser resaltadas cuando se considera el periodo más amplio entre 1983 y 1987 y las tendencias estacionales en la distribución espacial de la diversidad.

El gradiente océano-costa observado claramente durante la primavera y el invierno muestra los valores más bajos en la costa incrementándose en dirección a la zona oceánica; mientras que el periodo de verano-otoño muestra un comportamiento opuesto. A pesar de esta diferencia en la dirección del gradiente de diversidad, es interesante observar que el cambio más brusco en los valores, sin importar el gradiente, muestra una estrecha coincidencia espacial con la isóbata de 200 m. El centro del Golfo de Ulloa por ejemplo, es una región de baja diversidad durante la primavera y el invierno, pero tanto al norte como al sur (donde se estrecha la plataforma continental) la diversidad tiende a incrementarse.

De acuerdo con estos datos, la isobata de 200 m parece ser útil para definir el ecotono entre la comunidad oceánica y costera, aspecto que fue demostrado para la costa Pacífico y Atlántico de Estados Unidos y la zona de influencia de la Corriente de Benguela (Doyle *et. al.* 1993, Oliver y Shelton 1993) y que definitivamente se refleja en los patrones generales de distribución de las larvas de peces, así como en las agrupaciones observadas en el AG, el ACP y el análisis de grupos recurrentes de la costa Pacífico de Baja California Sur.

7.2.2 Patrones generales de distribución

Los patrones de distribución muestran básicamente cuatro tendencias generales, independientes de la variabilidad estacional de la composición y abundancia de especies, las dos primeras y más constantes son las relacionadas con el gradiente océano-costa y las dos últimas con el gradiente latitudinal:

Aquellas especies distribuidas principalmente en la región oceánica, básicamente especies cuyos adultos habitan la zona mesopelágica, principalmente *V. lucetia*, *T. mexicanus*, *D. laternatus* e *H. atratum* dentro de las más abundantes y frecuentes, pero ocasionalmente *B. panamense* y *N. idostigma*.

Especies distribuidas principalmente en la región nerítica, cuyos adultos habitan la zona pelágico-costera o demersal nerítica, como es el caso de *S. caeruleus*, *E. mordax*, *E. teres*, *Opisthonema* spp., *S. lucioiceps*, *Ch. orqueta*, *S. ovale*, *E. crossotus* y *C. fragilis*, entre otras.

Especies distribuidas en la región sureña del área de estudio o que sus mayores abundancias se encuentran al sur en el caso de *D. laternatus*, *H. atratum*, *B. panamense*, *S. ovale* y *B. leopardinus*.

Especies distribuidas en la región norte o con sus mayores abundancias al norte del área de estudio: *Ch. punctipinnis*, *P. crockeri*, *S. macdonaldi*.

El grupo costero de primavera está definido prácticamente por *E. mordax*, *S. caeruleus*, *S. macdonaldii* y *Sebastes* spp., concentrado en la región nerítica del golfo de Ulloa y Bahía Sebastián Vizcaíno. En contraste con la característica transicional a subártica de las especies costeras, el componente oceánico está representado principalmente por especies con afinidad a ambientes cálidos como *V. lucetia* y *D. laternatus* o subtropicales como *T. mexicanus*.

Básicamente la mayor distribución hacia el norte de *V. lucetia* y *T. mexicanus*, así como la presencia al norte de *P. crockeri* y al sur de *D. laternatus* establecen una diferencia entre estaciones oceánicas norteñas y sureñas, cuyo límite puede ubicarse al centro del golfo de Ulloa (Fig. 40). Es notable la similitud entre la isobata de 200 m y la separación entre las estaciones asociadas al complejo oceánico y costero, así como entre la isoterma de los 17 °C a 19 °C.

Los datos obtenidos en el trabajo de Cervantes-Duarte y Guerrero-Godínez (1992) en relación con la temperatura y salinidad superficial y a 50 m durante la primavera de 1986 (CICIMAR 8605) (Fig. 62 A-C) pueden explicar esta distribución. Básicamente la comparación entre la distribución de temperatura superficial y a 50 m sugiere surgencias costeras, que se manifiestan también en el incremento de la salinidad sobre la costa peninsular como resultado del arribo a la superficie de agua de mayor densidad (más fría y más salina). Estos procesos de surgencia son también detectados durante las primaveras de 1984 y 1985 en el análisis de la distribución de la temperatura en superficie y a 75 m frente a Bahía Magdalena y Punta Eugenia por Funes (2001).

La presencia de procesos de surgencia implica transporte de agua en dirección costa a océano, que limita la dispersión hacia la costa de las larvas de especies mesopelágicas; sin embargo, para el caso de las especies pelágico-costeras y demersales, éstas aparentemente evitan desovar directamente en las zonas de surgencia para evadir el transporte de larvas hacia el océano, como es sugerido por Loeb *et al.* (1983 a), Doyle *et al.* (1993) y Olivar y Shelton (1993). Lo que explica por qué las larvas del componente pelágico-costero y demersal no sobrepasan de manera significativa la zona nerítica definida por la isobata de los 200 m. Por otra parte, la distribución del componente oceánico sur está asociada a los valores más altos de temperatura y bajos en salinidad, tanto en superficie como a los 50 m de profundidad.

Asimismo, los valores de temperatura y salinidad en superficie y a 50 m demuestran el predominio de la CC durante las primaveras de 1984, 1985 y 1986, como se deduce de los datos de Cervantes-Duarte y Guerrero-Godínez (1992), con temperaturas entre 14 °C y 20 °C y salinidades menores a 34 ppm, que caen dentro del intervalo característico de la CC, de

acuerdo a los trabajos de Huyer (1983) y Durazo y Baumgartner (2002). Esto explica el carácter transicional a subártico del componente demersal y epipelágico-costero más abundante para estos meses y la presencia de *P. crockeri* al norte del área de estudio. Los cambios entre las primaveras analizadas parecen conservar en todos los casos la separación entre una región oceánica norte y una región sur, más o menos en los mismos límites ya establecidos, y el mismo caso se observa para los límites establecidos entre la región oceánica y costera. No obstante, particularmente durante la primavera de 1985, el componente oceánico parece estar un poco más restringido hacia el oeste, probablemente como resultado de una mayor intensidad en los procesos de surgencia, pero también por el hecho de ser un año mucho más frío dentro del periodo de estabilización ambiental después de los efectos del fenómeno de “El Niño”.

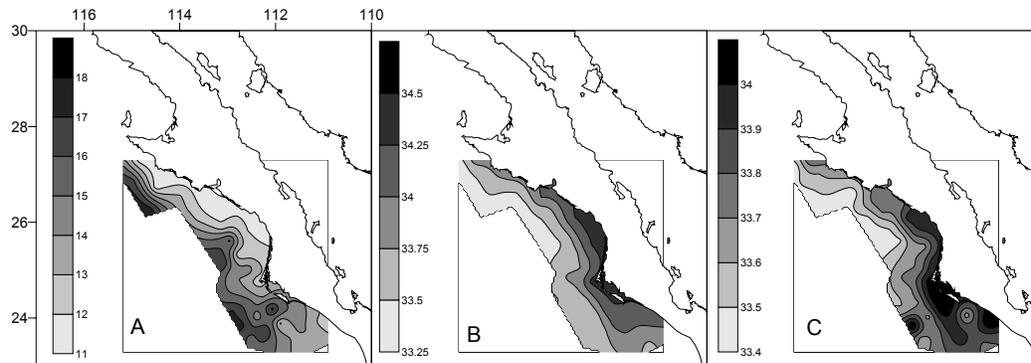


Figura 62.- A) Distribución horizontal de la temperatura (°C) a 50 m de profundidad; B) Distribución horizontal de la salinidad a 50 m de profundidad y C) salinidad en superficie. Los mapas se realizaron tomando como base los datos de Cervantes-Duarte y Guerrero-Godínez (1992) para la primavera de 1986.

Durante el grupo de meses fríos de verano-otoño sigue observándose el gradiente océano-costa, igualmente dividido en un grupo de estaciones sureño con límites aproximadamente entre el centro del golfo de Ulloa y el norte de Bahía Magdalena (Fig. 43), pero más bien definido por el incremento en las proporciones de *D. laternatus* y *T. mexicanus* al norte de dichos límites y por la dominancia en el sur de *V. lucetia* sobre aquellas dos especies. No obstante, el complejo costero también se divide latitudinalmente al norte de Bahía Magdalena, con un grupo norteño que se define por la distribución de *E. mordax* y *S. lucioceps*, y un grupo sureño en donde las especies dominantes son *Opisthonema* spp., *E. teres*, *Coryphopterus nicholsii* y *S. caeruleus*.

Como puede observarse de lo anterior, el complejo oceánico está formado principalmente por especies tropicales y subtropicales y es la variabilidad en las proporciones lo que separa a las estaciones, pero el componente costero está definido al norte por una especie templado-transicional (*E. mordax*) y al sur por una mezcla de especies tropicales, subtropicales y templado-subárticas. Para los cruceros de 1986 no contamos con datos completos de temperatura del mar y salinidad en diferentes niveles que nos permitan bosquejar la estructura de las masas de agua durante los muestreos. Sin embargo, el cambio de un gradiente de temperatura océano-costa hacia un gradiente latitudinal, sugiere al menos un descenso en la

intensidad de las surgencias, y los intervalos de temperatura superficial y a 40 m, en el caso del crucero de verano de 1986 (CICIMAR 8608), fluctúan entre los 17 °C y 25 °C, aunque en un 90% están entre los 17 °C y 22 °C. Los 20 °C se pueden tomar, con reserva, como el límite del agua de la CC, cuya isoterma se ubica cercana al centro del golfo de Ulloa; después de este intervalo, y dependiendo de la salinidad, la masa de agua puede considerarse como una mezcla de la CC con el agua tropical superficial, el agua ecuatorial superficial, o el agua superficial subtropical. Durante el verano de 1987 (CICIMAR 8707), los datos proporcionados por Cervantes-Duarte *et al.* (1989) muestran que, de acuerdo a la temperatura y salinidad medidas por niveles, entre los 0 y 5 m de profundidad sólo las estaciones en el extremo sur costero pueden considerarse dentro de los límites del agua tropical superficial; desde el extremo sur oceánico hasta el norte de Bahía Magdalena el agua es aparentemente una mezcla entre la de la CC y la tropical superficial, y sólo una estación hacia el extremo sur oceánico presenta características del agua ecuatorial superficial. En profundidades entre 25 y 75 m todas las estaciones caen dentro del intervalo del agua de la CC (Fig. 63).

La comparación entre los resultados de este trabajo y los datos proporcionados por Cervantes-Duarte *et al.* (1989) muestra una fuerte coincidencia entre los límites de los grupos norteño y sureño del complejo oceánico y el costero con los límites de máxima influencia de la CC y el agua modificada de la CC. Durante el verano, el área donde se observa la CC está caracterizada por la presencia de larvas de *E. mordax* y la zona de mezcla por las larvas de *Opisthonema* spp., *E. teres*, *Coryphopterus nicholsii* y *S. caeruleus*. Esta mezcla de especies tropicales, templadas y templado-subárticas puede ser explicada utilizando los perfiles de distribución vertical de la temperatura sobre un transecto paralelo a la costa (Fig. 63). Dichos perfiles muestran al sur de la zona de estudio, agua superficial cálida, donde el desarrollo de especies tropicales se favorece, coincidiendo con el área de distribución de *Opisthonema* spp.

A profundidades entre 5 y 20 m, entre el sur y centro del golfo de Ulloa, las temperaturas se encuentran entre 21 °C y 23 °C, de forma que especies subtropicales transicionales y templadas pueden encontrar ambientes favorables para su reproducción, y por debajo de los 20 m, de profundidad especies subárticas que habitan la zona encuentran también temperaturas favorables para este fin. Dada la naturaleza de los muestreos, larvas de distintas profundidades son comúnmente capturadas en una misma estación cuando se utilizan arrastres oblicuos, lo que explica la composición de taxa de distinta afinidad encontrada en las estaciones sureñas del complejo costero.

El gradiente océano-costa observado para el grupo de meses fríos del verano-otoño, sigue aparentemente asociado a la plataforma continental con la isobata de los 200 m, más no con los gradientes de temperatura, lo que sugiere que también en este caso es el hábitat de desove de los adultos es el que modela los patrones de distribución de las larvas.

Para el grupo de meses cálidos de verano-otoño la separación entre los grupos sureños y norteños del componente oceánico se hace mucho más clara. La distribución de las larvas de mesopelágicos *D. laternatus*, *T. mexicanus* y *V. lucetia* es muy amplia en toda el área e invade en mayor proporción la zona costera con relación al resto del año. No obstante, las dos primeras especies son más abundantes al norte, mientras que *V. lucetia* predomina al sur. Adicionalmente, la presencia de *H. atratum* en el sur de área de estudio, así como de *B. panamense* durante verano de 1983, son determinantes en la división latitudinal en estaciones norteñas y sureñas. Por otro lado, es durante este periodo cuando se presenta una mayor

diferenciación en cuanto a la composición de especies entre las regiones norte-centro-sur y también es un elemento más de diferenciación entre los meses fríos y cálidos de verano-otoño. En general, la distribución del componente costero muestra una ampliación hacia el océano, particularmente en la porción central del Golfo de Ulloa, produciendo una diferenciación en cuanto a composición y abundancia entre las estaciones centrales con respecto a las del norte y sur. Especies como *Auxis* spp., *Serranus* spp., *S. lucioceps*, *P. ruscarius* y *C. caballus* fueron muy abundantes en la región costera central del golfo, pero se extendieron ampliamente hacia las estaciones oceánicas. Al mismo tiempo, la faunas costeras al norte y sur estuvieron restringidas a las estaciones más cercanas a la costa, lo que produce los descensos de diversidad y la división en tres grupos faunísticos costeros diferentes, cuyo traslape ocasiona un efecto de borde que se observa en los incrementos de diversidad frente a la laguna de San Ignacio y frente a la Bahía Magdalena.

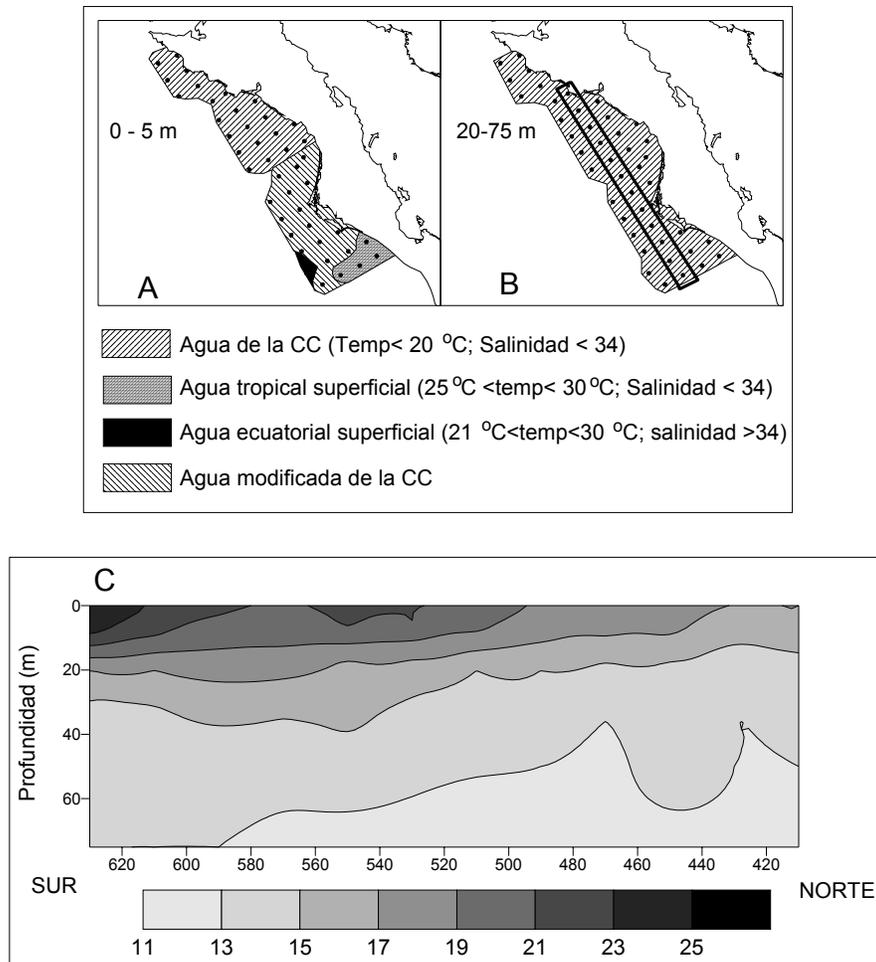


Figura 63.- A) Distribución de las masas de agua de acuerdo a los valores de temperatura y salinidad, entre 0 y 5 m; B) Distribución de las masas de agua de acuerdo a los valores de temperatura y salinidad entre 20 y 75 m; C) Perfil vertical de temperatura (°C) sobre el transecto paralelo a la costa para verano de 1987 (CICIMAR 8707) de acuerdo a Cervantes-Duarte *et al.* (1989).

De acuerdo a los datos de Cervantes-Duarte *et al.* (1988, 1989) y Cervantes-Duarte y Guerrero-Godínez (1992) durante este periodo (particularmente durante los cruceros de verano de 1987 y verano de 1985) se observa una intensa influencia de la Corriente ecuatorial superficial, al menos en los primeros 50 m de profundidad, que de manera general se distribuye desde Bahía Magdalena hasta aproximadamente Laguna de San Ignacio, coincidiendo con el límite de distribución del complejo oceánico norteño (Fig. 64). Por debajo de los 50 m la masa de agua de la CC alcanza a llegar en ambos casos hasta la Bahía Magdalena, limitando la distribución de las especies de mesopelágicos de afinidad a ambientes cálidos a estas profundidades, lo que hace suponer que las larvas de *V. lucetia*, *D. laternatus* e *H. atratum* asociadas a ambientes más cálidos (Moser *et al.* 1987, Moser 1996) se encontraban principalmente por arriba de los 50 m. Al respecto, Moser y Smith (1993) mencionan que frente a Ensenada, B.C., la mayor parte de las larvas de *V. lucetia* se encuentran entre los primeros 75 m de profundidad, mientras que en el caso de *T. mexicanus* están principalmente arriba de los 100 m.

Para el verano de 1983, año de máxima intensidad de “El Niño”, no se encuentran rastros de la masa de agua de la CC en la zona y, de acuerdo a los diagramas TS, el área está dominada en los primeros 50 m por agua superficial ecuatorial y agua superficial subtropical. Por abajo de los 75 m se encuentra agua modificada de la CC. Esta composición de masas de agua explica la presencia de *B. panamense* al sur, especie típicamente tropical que no es común en la zona. Particularmente durante esta época *T. mexicanus* (de afinidad subtropical) se presentó con la menor abundancia, mientras que *V. lucetia* fue muy abundante, penetrando incluso a la zona costera del golfo de Ulloa, reflejando también el efecto del fenómeno de “El Niño”.

El incremento de la temperatura propició la reproducción de peces demersales y pelágico-costeros de afinidad tropical, que se reflejó en la gran proporción de larvas de este tipo de especies, así como en el cambio de los gradientes de diversidad, que son comparativamente mayores en la costa que en la región oceánica; también se notó en la expansión del área de distribución del complejo costero y en la formación de un tercer grupo costero, no observado en el componente frío de verano-otoño, formado por especies de afinidad tropical, muchas de ellas poco comunes en la zona como *S. ovale* y *B. leopardinus*. Adicionalmente, *S. caeruleus*, incluido dentro del grupo costero del norte, sólo aparece durante el verano de 1985 y otoño de 1987, ya que en el verano de 1983 estuvo ausente, dado el considerable incremento en la temperatura del mar ocasionado por “El Niño”.

La división en cinco regiones durante verano-otoño, en lugar de las tres de la primavera, es resultado del incremento en el número de especies que se refleja en la formación de un mayor número de grupos. Este incremento puede estar condicionado por el aumento respectivo de temperatura que favorece la presencia de la fauna tropical (más abundante en especies), pero también está relacionado con otros dos aspectos asociados a la estabilidad de la columna de agua. El primero es el hecho de que una mayor cantidad de regiones basadas en la composición y abundancia de larvas de peces, es reflejo de un mayor número de ambientes que condicionan la reproducción de las especies. Esta separación sólo es posible en el océano cuando la mezcla vertical y horizontal de la columna de agua se reduce a un grado tal que permite la estratificación de ambientes distintos, de otra forma la mezcla homogeniza la columna de agua, la estratificación entre ambientes se rompe y el número de regiones disminuye.

El otro aspecto que puede favorecer la formación de regiones distintas en una zona es la combinación de procesos de transporte, concentración y retención de larvas de peces y otros organismos del plancton (Bakun 1996), de manera semejante a aquellos que favorecen la concentración de larvas de peces demersales costeros que provocan la formación de áreas de mayor diversidad al centro del Golfo de California, como se describió anteriormente. No obstante que estos procesos han sido propuestos como mecanismos importantes que determinan usualmente la distribución y abundancia de las larvas de peces en áreas alejadas como la costa de California (Owen 1980, 1981, Fielder 1986), durante el periodo de estudio no se observó evidencia de dichos procesos.

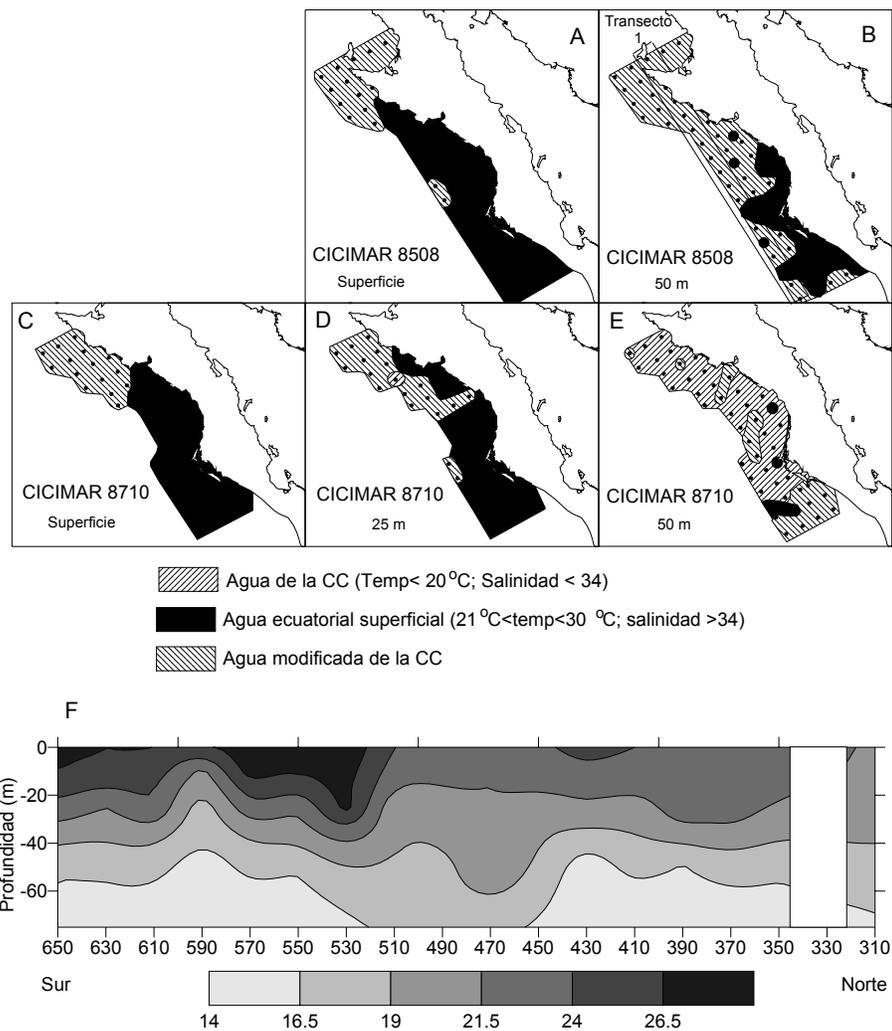


Figura 64.- Distribución de las masas de agua de acuerdo a los valores de temperatura y salinidad entre A) superficie y B) 50 m (CICIMAR 8508). Distribución de las masas de agua de acuerdo a los valores de temperatura y salinidad entre C) superficie; D) 25 m y E) 50 m (CICIMAR 8710); F) Perfil vertical de temperatura (°C) sobre el transecto paralelo a la costa en el verano de 1985 (CICIMAR 8508) de acuerdo a Cervantes-Duarte *et al.* (1988, 1989) y Cervantes-Duarte y Guerrero-Godínez (1992).

Durante el invierno los patrones de distribución muestran, al igual que en primavera, sólo dos regiones siguiendo el patrón océano-costa. En este caso, el complejo oceánico está definido por los mesopelágicos *V. lucetia*, *D. laternatus* e *H. atratum*, ya que *T. mexicanus* está prácticamente ausente. El complejo costero, por su parte, está dominado por *E. mordax*, cuya distribución se extiende hacia las estaciones más oceánicas, pero *S. caeruleus*, *S. japonicus* y *Citharichthys* spp. conservan la distribución netamente costera que permite observar la separación entre éste y el complejo oceánico, coincidiendo con la isobata de los 200 m.

Los datos de temperatura y salinidad por niveles sólo están disponibles para el invierno de 1983 (Cervantes-Duarte y Guerrero-Godínez 1992) y en ellos se observa en toda el área, de los 0 m a los 50 m, una predominancia de agua superficial subtropical, como fue descrito por Funes (2001). Mientras que debajo de los 100 m de profundidad se encuentra agua subtropical subsuperficial. A pesar de las diferencias de temperatura superficial entre los inviernos de 1983 y 1984, la composición de especies y sus patrones de distribución son similares, lo cual se refleja en los AG y ACP por crucero y por estaciones del año. No obstante, sí se observan diferencias en cuanto a número de organismos entre las especies, siendo relevantes *E. mordax* y *S. japonicus* que son más abundantes durante el invierno de 1983 en la etapa de máxima influencia de “El Niño”, mientras que *S. caeruleus* es mucho más abundante en el invierno de 1984.

Comparativamente con el verano-otoño, la cantidad de especies neríticas, principalmente de afinidad tropical, disminuye aún durante 1983, como resultado del descenso en los valores de temperatura del mar; de esta forma, la diversidad de especies en la zona nerítica disminuye con respecto a la de la zona oceánica, explicando el gradiente de diversidad observado.

Generalizando, podemos decir que la isobata de los 200 m constituye un buen criterio de división, a lo largo de todo el año, entre las comunidades de larvas de peces del complejo oceánico y del complejo costero. En principio como resultado del hábitat de distribución de los adultos, pero también gracias a sus estrategias de reproducción que incluyen, para los peces demersales, la evasión de zonas de surgencia. Este ecotono, está caracterizado por ser una zona de alta diversidad con relación a sus alrededores, pues independientemente del gradiente, el traslape entre ambas comunidades resulta en un incremento en el número de especies.

Latitudinalmente, la división entre grupos es una función más bien relacionada con la dinámica de las masas de agua y las fronteras entre la masa de agua de la CC, la masa de agua ecuatorial y la tropical superficial. De modo tal que el estado más simple, en relación a las regionalizaciones basadas en abundancia y patrones de distribución de larvas de peces, lo constituye el invierno con dos regiones; mientras que el estado más complejo es el de verano-otoño en el que se observan 4 a 5 regiones, dependiendo del avance de la corriente tropical, particularmente durante fenómenos de calentamiento.

7.2.3 Asociaciones

El análisis de grupos recurrentes refleja también la división en un complejo oceánico y un complejo costero, separados por la isobata de los 200 m. No obstante, el complejo costero sólo se observa durante el periodo de verano-otoño, en el cual el número de especies neríticas se incrementa. A diferencia del Golfo de California, en donde la mayor parte de las agrupaciones

definidas por el AG y el ACP fueron similares a las obtenidas en el análisis de grupos recurrentes, en la costa Pacífico de Baja California Sur se observaron diferencias importantes en la mayor parte de las agrupaciones.

Uno de los aspectos que más resalta es que a pesar de su constancia en tiempo y la abundancia observada, *E. mordax*, *S. caeruleus*, *Opisthonema* spp. y *S. japonicus* fueron excluidas en el análisis de grupos recurrentes con cualquiera de los niveles críticos utilizados, mientras que en el AG y el ACP son generalmente especies importantes para delimitar la región costera. Debido a la coincidencia en tiempo entre estas especies, particularmente durante la primavera y el invierno, debemos concluir que espacialmente no existe una coincidencia lo suficientemente significativa como para considerarlas dentro de un grupo, o formando parte de otros grupos, de forma que los conjuntos de especies formados en el AG y el ACP responden más a similitudes entre gradientes de distribución que a coincidencias simultáneas en espacio y tiempo. Estos resultados contrastan con lo ocurrido en el Golfo de California y en los datos obtenidos de la serie CalCOFI por Moser *et al.* (1987) y Moser y Smith (1993), en donde *E. mordax*, *S. caeruleus* y *S. japonicus* parecen compartir de manera constante el mismo ambiente, como se pudiera pensar por la afinidad observada mayor a 0.3 en el periodo 1951-1984 de la serie CalCOFI, y mayor a 0.4 en el Golfo de California.

Coincidiendo con Moser *et al.* (1987) y Moser y Smith (1993), se observó la presencia de un grupo costero exclusivo de verano-otoño, prácticamente igual al grupo **SYNODUS** encontrado en la serie CalCOFI, compuesto por *S. lucioiceps* y *P. ruscarius*, asociados a *O. scripssae*, pero adicionalmente seis grupos costeros más fueron encontrados (**EUCINOSTOMUS**, **HALICHOERES**, **CARANX**, **SERRANUS**, **CITHARICHTHYS** y **CHLOROSCOMBRUS**), todos ellos con una tendencia a distribuirse principalmente en la región central costera del golfo de Ulloa y la Bahía Sebastián Vizcaíno, excepto por el grupo **CITHARICHTHYS**, distribuido al norte. A diferencia del AG y el ACP, en la distribución de los grupos recurrentes costeros no se observa ninguna tendencia clara de división latitudinal.

Con relación al componente oceánico, todas las especies de este grupo pertenecen al denominado complejo sureño de Moser *et al.* (1987) y Moser y Smith (1993), en el que a un nivel de 0.3 el grupo **VINCIGUERRIA** conserva básicamente las mismas características que el descrito por los autores ya mencionados, pero *G. tenuiculus* y *H. atratum* permanecen como especies asociadas y *T. mexicanus* se incorpora como nuevo integrante. No obstante, al nivel crítico de 0.4, *V. lucetia* y *H. atratum* presentan una mayor afinidad y forman un grupo aparte y de distribución más sureña que *T. mexicanus* y *D. laternatus*. Estos grupos se mantienen como componentes permanentes del sistema y, dada la diferencia latitudinal en su distribución, pueden definir dos regiones distintas al norte y sur del área de estudio, con límites en la región central del Golfo de Ulloa. Adicionalmente a éstos, el grupo recurrente **CUBICEPS** del verano-otoño cálido establece definitivamente una separación en una región oceánica norte y una sur e identifica la presencia de agua con anomalías positivas de temperatura superficial, resultado del fenómeno de “El Niño”.

Aunque varias especies de afinidad templada, subártica o transicional (*S. caeruleus* y *E. mordax*, p. ej.) son abundantes, la composición de los grupos recurrentes observados en la zona, muestra una predominancia de la fauna tropical, pues en poco más del 90% las asociaciones identificadas están constituidas por este tipo de organismos y las especies de ambientes fríos o templados no se constituyen en un grupo representativo. De invierno a

primavera, las asociaciones son del complejo oceánico y durante el verano aparece el complejo costero, pero ambos son de afinidad tropical-subtropical.

La ausencia de un complejo faunístico norteño en la zona de estudio durante el periodo 1984-1987 puede ser explicada al analizar los índices de afinidad para cada par de especies perteneciente a este tipo de ambientes, así como en las áreas de distribución de los grupos definidos en trabajos anteriores para esta zona y para el Golfo de California. Los índices de afinidad entre las especies *E. mordax*, *S. caeruleus*, *S. japonicus* y en todas las especies demersales de afinidad templado subártica o transicional son menores a 0.3. El grupo **SARDINOPS** que, de acuerdo a Moser *et al.* (1987), se compone de *S. caeruleus* y *S. japonicus* se distribuye desde el sur de California hasta Cabo San Lucas, por lo que el área considerada aquí sería el extremo sur de su distribución.

Dado que el periodo de estudio considera dos años cálidos muy intensos (1983 y 1987) y uno moderadamente cálido, el límite sur de distribución del complejo norteño descrito por Moser *et al.* (1987) se desplazó hacia el norte como consecuencia de los dos fenómenos de “El Niño” ocurridos y ocasionó un descenso en los índices de afinidad de este periodo en particular. En el caso del Golfo de California, debido al estrecho espacio de la región norte y a su carácter de sistema semicerrado, los fenómenos de calentamiento contraen las áreas de distribución de los grupos de especies transicionales y templado-subárticas hacia el norte, pero la afinidad entre éstas se sigue observando, puesto que las especies se mantienen dentro de la misma zona (particularmente en la región de las grandes islas) y desovan cuando el ambiente es favorable.

La misma situación ocurre con el grupo **CITHARICHTHYS**, compuesto de acuerdo a Moser *et al.* (1987), por *E. mordax*, *C. fragilis* y *C. xanthostigma*, en el que los índices de afinidad responden al traslape en los meses de desove de las tres especies, ocurridos principalmente en febrero-marzo. Sin embargo, estas especies de lenguados de afinidad tropical-subtropical aparentemente presentan desoves bimodales, con un segundo máximo durante el otoño (Moser 1996), lo cual fue observado también en este trabajo. Nuevamente los índices de afinidad calculados para este periodo son de 0.26 para los dos pares de especies y el descenso en los índices de afinidad puede ser resultado de los fuertes cambios producidos por “El Niño”.

La ausencia de asociaciones costeras durante invierno y primavera se explica por el descenso brusco de la diversidad de especies durante el invierno y la inestabilidad de la columna de agua, principalmente durante la época de surgencias de la primavera. A diferencia de las especies de pelágicos menores, como *E. mordax*, *S. caeruleus* o *S. japonicus*, que fueron más abundantes durante invierno y primavera, la mayoría de las especies demersales neríticas no desovan durante la época de surgencias más intensas. De acuerdo a Parrish *et al.* (1981) y Loeb *et al.* (1983a) este comportamiento se debe a estrategias reproductivas favorecidas a lo largo del tiempo, porque de esta forma disminuye el transporte de larvas hacia el océano, hecho que ha tratado de ser documentado en muchas otras zonas como el factor más importante que define las estrategias reproductivas de especies demersales (Richardson *et al.* 1980, Young *et al.* 1986, Smith *et al.* 1987, Sabatés 1990, Doyle *et al.* 1993), aunque una explicación alternativa es que una excesiva mezcla disminuye la concentración de las manchas de alimento y dificulta la captura de las presas por las larvas (Lasker 1981).

Como excepción, en el Golfo de California hemos visto que algunas especies demersales de aguas someras parecen ser favorecidas con el transporte lejos de la costa y las estrategias

reproductivas aparentemente están acopladas a mecanismos de transporte en dicho sentido. Sin embargo, el Golfo de California representa un ecosistema totalmente distinto, puesto que la presencia de una costa oriental y una occidental separadas entre sí en promedio por 150 km, disminuye el problema de la pérdida de larvas por advección hacia el océano. A pesar de esta situación, el componente demersal sólo forma asociaciones durante los meses de verano, por lo que el factor que favorece la reproducción de esta clase de especies en los periodos de mayor estabilidad de la columna de agua no es necesariamente la evasión del transporte hacia el océano, y muy probablemente está más relacionada con la dificultad que representa para las larvas alimentarse en periodos de fuertes movimientos en la columna de agua.

Adicionalmente a ésto, la hipótesis del transporte pasivo de larvas en los peces ha ido perdiendo vigencia como resultado de diversos trabajos que demuestran la permanencia de las larvas o el retorno de los juveniles a los sitios en los que ocurrieron los desoves de los cuales provienen, independientemente de la dirección e intensidad de las corrientes, ya sea por la gran capacidad de natación y orientación de las larvas de unas pocas especies hasta ahora estudiadas, o por estrategias de migración vertical y/o horizontal que las acercan a corrientes de diferentes sentidos (Leis 1991, Leis *et al.* 1996, Leis y Carson 1997, Leis y Stobutski 1997, Jones *et al.* 1999, Leis y Carson 1999, Palumbi 1999, Leis 2000, Thorrold *et al.* 2001).

Como resultado de la comparación entre los métodos que utilizan la abundancia como elemento base en la formación de grupos y aquellos que utilizan la coincidencia en espacio y tiempo de dos o más especies podemos decir que la costa occidental de Baja California Sur, caracterizada por una fauna transicional con respecto a la composición de especies de larvas de peces puede ser dividida en dos regiones principales definidas por el hábitat de desove de los adultos:

1) Una región oceánica, dominada por especies mesopelágicas que presenta como límite de distribución hacia el este la isobata de los 200 m y se caracteriza por presentar una mayor diversidad con respecto a la zona nerítica durante el invierno y primavera pero menor durante el verano-otoño. Esta región está subdividida en dos zonas.

A) Una zona norte dominada por el grupo **TRIPHOTURUS**.

B) Una zona sur dominada por el grupo **VINCIGUERRIA** durante años no “El Niño” y con la presencia adicional del grupo **CUBICEPS** durante años “El Niño”.

2) Una región costera dominada en invierno y primavera por especies de pelágicos menores, y durante verano-otoño por especies demersales que incrementan los valores de diversidad con relación a la región oceánica. Durante invierno y primavera no se observan diferencias latitudinales significativas en cuanto a composición de especies, y la característica principal es la ausencia de asociaciones entre las especies de la región costera, lo que se traduce en una separación en el hábitat de desove de las especies presentes (principalmente pelágicos costeros).

Durante el verano-otoño se observan diferencias latitudinales entre una zona norte, centro y sur de la región costera en el AG y el ACP, definidas principalmente por la aparición de especies demersales y pelágico-costeras, que no fueron incluidas dentro de los grupos recurrentes. En este periodo los grupos recurrentes observados entre las larvas de peces se

relacionan más con la región de la plataforma continental del golfo de Ulloa que con el gradiente latitudinal, lo que significa que esta división en una región norte y sur observada en el AG y el ACP está más definida por los gradientes de distribución que por las coincidencias en espacio y tiempo, ya que a pesar de que estas especies muestran gradientes de abundancia similares tienden a desovar en lugares distintos.

La relación observada entre la distribución y abundancia de los grupos recurrentes con la temperatura superficial del mar es estrecha principalmente con los grupos del componente oceánico. El primer indicio de relación temporal entre ambas variables se observa en el AG por crucero en el que las agrupaciones realizadas sobre la base de la composición y abundancia de las especies muestran una estrecha coincidencia con los cambios ambientales, principalmente de temperatura superficial promedio. De manera específica para el grupo **VINCIGUERRIA** las anomalías de temperatura superficial registradas por Gómez-Gutierrez *et al.* (1995) entre los 21° y 27°N que comprenden prácticamente toda el área de estudio muestran una relación directa con la abundancia promedio de las larvas por estación positiva, observándose que la abundancia es mayor durante el periodo cálido de 1983-1994 y la parte cálida de 1987, mientras que las abundancias disminuyen durante el periodo frío, con una correlación alta entre ambas variables ($r = 0.758$). Asimismo, la correlación entre abundancia promedio por intervalo de temperatura muestra la misma tendencia y un buen ajuste ($r = 0.757$). Los límites térmicos de distribución de este grupo fueron definidos entre los 19° y 20°C, de acuerdo a la distribución de frecuencias de estaciones positivas, lo cual coincide con los resultados obtenidos para los límites de distribución del grupo **BENTHOSEMA** en el Golfo de California, donde se encuentra también *V. lucetia*. Adicionalmente, estos límites son observados claramente en la primavera y el invierno cuando la isoterma superficial de 20°C define el límite norte de distribución, pero en el verano-otoño, particularmente durante el periodo cálido, la región está dominada por temperaturas superiores a los 20°C y consecuentemente el grupo se distribuye en toda la zona. La relación observada entre este grupo y la temperatura superficial refleja el carácter tropical de las especies que lo componen, *V. lucetia* y *H. atratum*.

El grupo **TRIPHOTURUS** muestra un intervalo térmico de distribución más amplio que el grupo **VINCIGUERRIA**, puesto que la frecuencia de estaciones positivas por intervalo de temperatura es alta en prácticamente todo el intervalo, desde los 16° a los 27°C, pero, al igual que la abundancia promedio, los valores más altos se encuentran entre los 22° y 24°C lo cual refleja el carácter subtropical de *T. Mexicanus*, la especie más abundante de este grupo. Debido a este comportamiento, los valores de r en la correlación lineal no son significativos en ninguno de los casos, pero tampoco la distribución de frecuencias de estaciones positivas por intervalo de temperatura se ajusta a una distribución normal, por lo que resulta difícil establecer un límite térmico de distribución del grupo. Aunque los 16°C pueden sugerirse como límite norte, esta relación no se observa durante el periodo de invierno en el cual, a pesar de observarse valores entre 19° y 21°C, el grupo está restringido al norte del golfo de Ulloa, en la región más oceánica.

Comparativamente entre los cruceros, la relación entre temperatura y abundancia parece mostrar que los meses con anomalías térmicas muy altas o muy bajas se relacionan con muestreos de baja abundancia de larvas para este grupo, mientras que la mayor abundancia se observa durante los muestreos en los que las anomalías térmicas son cercanas a 0. Esto tiene sentido si se considera el carácter subtropical de *T. Mexicanus*; no obstante, aunque la

abundancia disminuye durante los años muy cálidos la distribución del grupo es muy amplia y la relación entre ambas variables sigue sin ser evidente, probablemente como consecuencia de diferencias entre la distribución vertical de las especies.

Aunque no se cuenta con datos de distribución vertical de larvas de *Hygophum atratum* y *D. laternatus*, la distribución de *V. lucetia* y *T. mexicanus* se encuentra principalmente entre los 0 y 100 m de la columna de agua, aunque se colectan hasta los 225 m (Moser y Smith 1993) mientras que aparentemente en el caso de las especies del género *Diogenichthys* (particularmente *D. atlanticus*) parecen ser de distribución mucho más profunda (50-300 m).

Dada la distribución de las masas de agua en la zona, las especies tropicales como *V. lucetia* y *H. atratum* tienden a presentarse en las aguas cálidas de menor densidad provenientes del trópico, por lo que su relación con las isotermas en superficie es más estrecha que aquella de especies subtropicales, ya que dentro del área de estudio la masa de agua asociada a estas especies es generalmente más densa y subsuperficial. Esta situación se observa de manera más clara cuando se compara la distribución de los grupos **VINCIGUERRIA** y **TRIPHOTURUS** con la distribución de las masas de agua, pues en el primer caso el límite norte de distribución parece coincidir con el límite norte de la distribución de la masa de agua ecuatorial entre la superficie y los 50 m, mientras que el límite sur del grupo **TRIPHOTURUS** es coincidente con el límite sur del área de influencia del agua modificada de la CC a partir de los 50 m de profundidad.

8. CONCLUSIONES

- La composición de larvas de peces en el Golfo de California durante el periodo analizado refleja la alta diversidad íctica registrada previamente en la zona con respecto a otras regiones del Pacífico americano.
- No obstante que el número de taxa identificados entre 1984-1988 constituyó apenas el 38% del total de especies registradas como adultos en el Golfo, su composición específica refleja las características biogeográficas de esta región, observada en diversos estudios de distribución de los adultos de este grupo.
- La variabilidad entre los años observada en el periodo 1984-1988 se percibió más en los cambios en la distribución y abundancia latitudinal de las especies que en la composición de las mismas.
- Los cambios en composición incluyen a *Benthoosema panamense* como especie dominante durante el régimen cálido representado aquí por los cruceros entre 1984-1988 y por la aparición de las larvas de *E. mordax*; mientras que el periodo frío se caracterizó por una baja abundancia o ausencia de larvas de las especies anteriores y una dominancia de *Vinciguerria lucetia* y *Bregmaceros Bathymaster*.
- La presencia de larvas de *E. mordax* como la segunda especie más abundante en el ictioplancton del Golfo de California dos años antes del incremento inesperado de la pesquería de anchoveta de esta región, muestran la utilidad de los estudios ictioplanctónicos en la predicción de los cambios en las pesquerías de este ecosistema.

- La variabilidad más significativa encontrada entre años para el periodo de estudio se observó durante 1984 y se expresó en una mayor diversidad y abundancia de especies tropicales aparentemente asociada al cambio hacia una tendencia de calentamiento de largo plazo del Golfo de California, coincidiendo además con los efectos del fenómeno de El Niño 1983-1983.
- El comportamiento anómalo en relación a la alta diversidad y abundancia de especies tropicales durante 1984 con respecto al promedio observado para el periodo de estudio apoya la hipótesis de que el fenómeno de El Niño 1983-1983 tuvo efectos importantes en las comunidades pelágicas hasta 1984.
- La variabilidad temporal más fuerte en composición y diversidad de larvas de peces en el Golfo de California es la estacional asociada a los periodos reproductivos de las especies. La taxocenosis de larvas de peces muestra cambios entre una bien desarrollada comunidad tropical de alta diversidad durante el verano dominada por taxa mesopelágicos, y una comunidad templada de menor diversidad durante el invierno, dominada por formas pelágico-costeras.
- Adicionalmente, el verano se caracteriza en el Golfo de California por una gran actividad reproductiva de las especies demersales que a pesar de no ser abundantes representan poco más del 50% del total de taxa identificados a nivel larva.
- Entre estos dos estados principales de verano e invierno, se presentan dos periodos de transición en primavera y otoño que se caracterizan por una codominancia entre taxa tropical/subtropicales y templados.
- En el dominio espacial, los gradientes latitudinales parecen explicar la mayor parte de la variabilidad observada en relación a la diversidad, distribución y abundancia de las larvas de peces.
- Los gradientes latitudinales de abundancia de larvas permiten identificar tres principales agrupaciones de especies: Norteña, Central y Sureña, que a su vez dividen al Golfo de California en tres regiones definidas por la afinidad faunística de las especies que las componen.
- Tanto la composición y abundancia de las especies como las asociaciones de larvas de peces observadas en cada región permiten distinguir: 1) una región norteña de alta variabilidad estacional en donde el componente dominante es de pelágico-costeros y demersales de afinidad templado-subártica; 2) una región sureña con mucho menor variabilidad estacional donde el componente dominante es mesopelágico de afinidad tropical y/o subtropical, y 3) una región central de transición donde la fauna templado subártica y subtropical/tropical se mezclan.
- El análisis de asociaciones llevó a la identificación de grupos de especies que aparecen frecuentemente en las mismas muestras, sugiriendo una coincidencia en espacio y tiempo presumiblemente como resultado de la sincronización de los desoves de las especies involucradas.

- El análisis de la composición de especies de los grupos recurrentes permitió la identificación de dos complejos faunísticos (Norteño y Sureño) que reflejan dos estados principales del ecosistema, caracterizados por un fuerte componente estacional en el cual las asociaciones presentan un ciclo anual de expansión y contracción de su área de distribución.
- El periodo frío es de baja diversidad y está dominado por asociaciones formadas con especies de afinidad templada (grupos **SARDINOPS**, **ENGRAULIS** y **MERLUCCIUS**), y el periodo cálido es de alta diversidad, dominado por asociaciones entre especies de afinidad tropical/subtropical (grupos **SYACIUM**, **ALBULA**, **BENTHOSEMA**, **OLIGOPLITES**, **BOTHUS** e **HYGOPHUM**).
- Entre estos dos estados se presentan dos periodos de transición, caracterizados por una mezcla de asociaciones faunísticas de especies templadas y tropicales que convergen en la región central del Golfo de California.
- La relación entre la distribución y abundancia de las larvas de los complejos recurrentes identificados con la temperatura superficial del mar permitió establecer la isoterma de 19°C como límite norte de distribución del complejo sureño y la de 21°C como límite sur del complejo norteño.
- Los grupos recurrentes de larvas de peces encontrados dentro del Golfo de California presentan una buena definición en espacio y tiempo, que permite estimar la ubicación de fronteras entre faunas y que en términos generales se acoplan en diferentes escalas de espacio y tiempo a las principales divisiones faunísticas y florísticas propuestas en otras investigaciones para diferentes taxa pelágicos.
- Los cambios estacionales en la ubicación de fronteras entre las regiones identificadas son congruentes con los patrones generales de circulación de las corrientes del Golfo de California, por lo que se concluye que estas juegan un papel fundamental en la distribución y abundancia de las larvas de peces y por tanto en las características biogeográficas de la zona.
- El análisis de la distribución de larvas permitió establecer la hipótesis de que la localización de las fronteras entre las regiones faunísticas del Golfo de California está determinada también por el efecto de giros ciclónicos y anticiclónicos de mesoescala asociados con el transporte, concentración y retención de larvas.
- El grupo recurrente **BENTHOSEMA** parece ser un buen indicador del avance de la masa de agua tropical que se relaciona directa o indirectamente ya sea con la advección de larvas en superficie, o bien con el incremento de la temperatura en el estrato epipelágico que favorece la supervivencia y el desarrollo de las larvas.

- Los grupos recurrentes **SARDINOPS**, **ENGRAULIS** y **MERLUCCIUS** parecen ser buenos indicadores del ambiente característico al ecosistema templado/subártico que predomina de invierno a primavera en la región centro norte del Golfo de California.
- La composición de larvas de peces de la Costa Occidental de Baja California Sur refleja el carácter transicional del área de estudio, en la que se observó una codominancia entre las especies de afinidad templado/subártica con aquellas de afinidad tropical/subtropical.
- A diferencia de las áreas adyacentes donde el componente dominante es el mesopelágico, la costa occidental muestra un componente mayoritariamente pelágico costero, así como una mayor abundancia de larvas de peces de especies demersales como reflejo de su mayor plataforma continental.
- Aunque la variabilidad intra anual es evidente en la taxocenosis de larvas de peces de la costa occidental de Baja California Sur, a diferencia del Golfo de California, la variabilidad temporal más fuerte es entre años distintos y parece estar relacionada al efecto de calentamiento provocado por el fenómeno de El Niño 1982-1983 y 1986-1987.
- Los cambios en la taxocenosis de las larvas de peces asociados al fenómeno de El Niño incluyen incrementos significativos en la diversidad de especies, como resultado del aumento en el número de especies de afinidad tropical/subtropical que constituyen hasta un 70% del total, comparada con años no El Niño donde es apenas el 50%.
- Los fenómenos de El Niño ocurridos durante el periodo de estudio involucraron también desplazamientos hacia el norte en las áreas de distribución de las especies tropicales, así como la presencia de especies de ambientes cálidos poco comunes para la costa occidental de Baja California Sur, tales como *Benthoosema panamense* que fué particularmente abundante durante el verano de 1983.
- Estacionalmente, en la costa occidental de Baja California Sur se identifican tres periodos principales definidos por la composición distribución y abundancia de las especies de larvas de peces encontradas en la zona, que van de una comunidad básicamente dominada por especies pelágico/costeras de afinidad templada, transicional o subártica durante el invierno (fundamentalmente *E. mordax* y *S. caeruleus*); una comunidad de primavera en la que existe una codominancia entre especies tropical/subtropicales y especies transicionales con predominio del componente mesopelágico y pelágico/costero; y una de verano-otoño en la que predominan las formas tropical-subtropicales así como una codominancia entre el componente demersal, mesopelágico y pelágico costero.
- En el dominio espacial, la mayor variabilidad en los patrones de distribución es explicada en primer lugar por los gradientes de abundancia océano-costa y en segundo lugar por el gradiente latitudinal.
- Los gradientes de distribución océano-costa definen una región oceánica dominada por larvas de especies de peces mesopeágicos, y una región costera dominada por larvas de especies de peces demersales y pelágico-costeros en las que la isobata de los 200 m puede tomarse como indicador de los límites entre ambas regiones.

- Los valores de diversidad se incrementan en la región asociada a la isobata de los 200 m durante todo el año como resultado del efecto de borde entre los ecosistemas oceánico y costero.
- Los patrones de distribución muestran básicamente cuatro tendencias generales, independientes de la variabilidad estacional de la composición y abundancia de especies, las dos primeras y más constantes son las relacionadas con el gradiente océano-costa y las dos últimas con el gradiente latitudinal: 1) Especies distribuidas principalmente en la región oceánica (*Vinciguerria lucetia*, *Triphoturus mexicanus*, *Diogenichthys laternatus* e *Hygophum atratum*); 2) Especies pelágico-costeras o demersales distribuidas principalmente en la región nerítica (*Sardinops caeruleus*, *Engraulis mordax*, *Etrumeus teres*, *Opisthonema* sp., *Synodus lucioceps*, *Chloroscombrus orqueta*, *Syacium ovale*, *Etropus crossotus* y *Citharichthys fragilis*); 3) Especies distribuidas principalmente en la región sureña del área (*Diogenichthys laternatus*, *Hygophum atratum*, *Benthoosema panamense*, *Syacium ovale*, *Bothus leopardinus*); y 4) Especies distribuidas principalmente en la región norte (*Chromis punctipinnis*, *Protomyctophum crockeri*, *Sebastes macdonaldi*).
- Como resultado de la comparación entre los métodos que utilizan la abundancia como elemento base en la formación de grupos y aquellos que utilizan la coincidencia en espacio y tiempo de dos o más especies podemos decir que la costa occidental de Baja California Sur, puede ser dividida en dos regiones principales definidas por el hábitat de desove de los peces: 1) Una región oceánica, dominada por especies mesopelágicas que presenta como límite de distribución hacia el este la isobata de los 200 m y se caracteriza por presentar una mayor diversidad con respecto a la zona nerítica durante el invierno y primavera pero menor durante el verano-otoño, y 2) Una región costera dominada en invierno y primavera por especies de pelágicos menores, y durante verano-otoño por especies demersales que incrementan los valores de diversidad con relación a la región oceánica.
- Aunque varias especies de afinidad templada, subártica o transicional como *S. caeruleus* y *E. mordax* p. ej. son abundantes en este trabajo, la composición de los grupos recurrentes observados muestra una predominancia de la fauna tropical en la zona, pues en poco más del 90% las asociaciones identificadas están constituidas por este tipo de organismos y las especies de ambientes fríos o templados no se constituyen en un grupo que represente a este componente. De invierno a primavera, las asociaciones son del complejo oceánico y durante el verano aparece el complejo costero, pero ambos son de afinidad tropical-subtropical.
- La región oceánica se subdivide en dos zonas: A) Una zona norte dominada por el grupo **TRIPHOTURUS**, y B) Una zona sur dominada por el grupo **VINCIGUERRIA** durante años no “El Niño” y con la presencia adicional del grupo **CUBICEPS** durante años “El Niño”.
- Durante invierno y primavera no se observan diferencias latitudinales significativas en cuanto a composición de especies, y la característica principal es la ausencia de

asociaciones entre las especies de la región costera, concluyendo que existe una separación en el hábitat de desove de las especies presentes, principalmente de pelágicos costeros como *Sardinops caeruleus*, *Engraulis mordax* y *Scomber japonicus*.

- Durante el verano-otoño se observan diferencias latitudinales entre una zona norte, centro y sur de la región costera en el AG y el ACP, definidas principalmente por la aparición de especies demersales y pelágico-costeras, pero en el análisis de los grupos recurrentes las asociaciones entre larvas de peces se relacionan más con la región de la plataforma continental del Golfo de Ulloa que con el gradiente latitudinal, lo que sugiere que la división en una región norte y sur observada en el AG y el ACP es el resultado de que estas especies tienen gradientes de abundancia similares pero que tienden a desovar en lugares distintos.
- La ausencia de asociaciones costeras durante invierno y primavera se explica por el descenso brusco de la diversidad de especies durante el invierno y la inestabilidad de la columna de agua, principalmente durante la época de surgencias de la primavera.
- La relación entre la distribución y abundancia de los grupos recurrentes con la temperatura superficial no muestra coincidencias espaciales tan marcadas como en el caso del Golfo de California, excepto para el grupo **VINCIGUERRIA** en el que la isoterma de los 20°C define su límite norte de distribución.
- Temporalmente la variabilidad de la abundancia relacionada con la temperatura superficial muestra una alta correlación para el caso del grupo **VINCIGUERRIA**, los incrementos en los valores de abundancia y frecuencia de larvas de este grupo se asocian a incrementos en los valores de las anomalías térmicas, reflejando la afinidad tropical de las especies que lo componen.
- La buena definición espacial y temporal de el grupo recurrente **VINCIGUERRIA** en función de la temperatura superficial del mar, así como los límites longitudinales del grupo asociados a la isobata de los 200 m permiten proponer a este grupo como indicador biológico del avance de las aguas tropicales que llegan a la zona.
- La especificidad del grupo recurrente **CUBICEPS** hacia años El Niño, la afinidad tropical de las especies que lo componen y el carácter de las especies a ser poco comunes o ausentes en el área de estudio permiten proponer a este grupo como indicador biológico del efecto del fenómeno de El Niño. Este grupo junto con Los incrementos de abundancia del grupo **VINCIGUERRIA** reflejan el avance hacia el Norte de la comunidad tropical.
- Los grupos **EUCINOSTOMUS**, **HALICHOERES**, **CARANX**, **SERRANUS**, **CITHARICHTHYS** y **CHLOROSCOMBRUS** caracterizan la parte cálida del año (verano-otoño).
- La presencia grupos recurrentes de especies predominantemente demersales únicamente durante los periodos de mayor estabilidad de la columna de agua tanto en el Golfo de California como en la costa occidental de Baja California Sur, apoya la hipótesis de la estabilidad de la columna de agua como el factor más importante que define las estrategias

reproductivas de este tipo de especies. El desove de demersales neríticos durante los meses de bajos índices de surgencia y baja estabilidad de la columna de agua normalmente se interpreta como estrategias seleccionadas que evitan el transporte y pérdida de larvas hacia la costa.

- El cambio en la composición y abundancia de los grupos recurrentes en el Golfo de California y la Costa Occidental de Baja California Sur como resultado de los cambios ambientales ocurridos durante el periodo de estudio, así como el mantenimiento de su identidad de manera coherente en espacio y tiempo asociada a condiciones ambientales específicas dentro del Golfo de California, sugieren la gran sensibilidad de estas asociaciones al entorno que les rodea y permiten proponer que pueden ser utilizadas como indicadores biológicos del cambio ambiental.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aceves-Medina, G. 1992. *Análisis espacio temporal de la distribución y abundancia de larvas de pleuronectiformes en el Golfo de California. Periodo 1984-1986*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, BCS. México. 62p.
- Aceves-Medina, G., S. P. A. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina, R. Funes-Rodriguez, R. J. Saldierna, D. Lluch-Belda, P. E. Smith and William Watson. 2003. Fish larvae from the Gulf of California. *Scientia Marina*, 67: (in press).
- Aguilar-Ibarra y M.E. Vicencio-Aguilar. 1994. Lista sistemática de larvas y juveniles de peces en la región del Domo de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 42(3): 747-750.
- Ahlstrom, E.H. 1954. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California. *U.S. Fish. Bull.*, 161(60): 107-146.
- Ahlstrom, E.H. 1965. Kinds and abundance of fishes in the California current region based on eggs and larvae surveys. *CalCOFI Rep.*, 10: 31-52.
- Ahlstrom, E.H. 1967. Co-occurrence of sardine and anchovy larvae in the California Current region, off California and Baja California. *CalCOFI Rep.*, 11: 117-135.
- Ahlstrom, E.H. 1971. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical Pacific based on collections made on EASTROPAC I. *U.S. Fish. Bull.*, 69: 3-77.
- Ahlstrom, E.H. 1972 a. Kinds and abundance of fish larvae in the eastern tropical Pacific on the second multivessel EASTROPAC survey, and observations on the annual cycle of larval abundance. *U.S. Fish. Bull.*, 70(4): 1153-1242.
- Ahlstrom, E.H. 1972 b. Distributional Atlas of fish larvae in the California current region: six common mesopelagic fishes. *CalCOFI Atlas 17*.
- Alvarez, B. S. 1983. Gulf of California. p. 427-449. In: Ketchum, B.H (ed.). *Estuaries and enclosed seas*. Elsevier Scientific Publishing Company.
- Alvarez, C.J.N., M. Aquino, F. Alonso, J.G. Millán y F. Torres. 1984. Composición y abundancia de larvas de pees en el sistema laguar Huizache-Caimanero. Parte I. Agua Dulce 1978. *An. Inst. Cienc. Mar. y Limnol. UNAM*, 11(1): 163-180.
- Alvarez, C.J.N., G.A. Mussot y R. Cortés A. 1988. Composición y abundancia de larvas de peces en el sistema laguar Huizache-Caimanero. Parte II. Tapo Botadero 1978. *An. Inst. Cienc. Mar. y Limnol. UNAM*, 15(2): 143-158.
- Alvarez-Borrego, S. y G. Gaxiola-Castro. 1988. Photosynthetic parameters in the northern Gulf of California Phytoplankton. *Cont. Shelf Sci.* 8: 37-47.
- Alvarez-Borrego, S. y J.R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. p. 555-567. In: Dauphin, J.P. y B. Simoneit (eds.). *The Gulf and peninsular province of the Californias*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Memoir 47.
- Alvariano, A. 1963. Quetogatos epiplanctónicos del Mar de Cortés. *Rev. Soc. Hist. Nat. Méx.*, 24: 97-203.
- Alvariano, A. 1964. Zoogeografía de los quetognatos, especialmente de la region de California. *Cienc.*, 23: 51-74.
- Alvariano, A. 1969. Zoogeografía del Mar de Cortés: Quetognatos, sifonóforos y medusas. *An. Inst. Biol. Uni. Nal. Auton. México. Ser. Cienc. Mar y Limnol.*, 40(1): 11-54.
- Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1994. *Fishes of the tropical eastern Pacific*. University of Hawaii Press. Hawaii. 332p.

- Arias A., J.P. 1998. *Regionalización del Golfo de California: una propuesta a partir de concentración de pigmentos fotosintéticos (CZCS)*. Tesis de Licenciatura. Univ. Auton. Baja Calif. Sur. La Paz, Baja Calif. Sur, Méx. 57p.
- Arreola, L.A. 1991. *Larvas de peces en la Ensenada de La Paz, B.C.S. (1984)*. Tesis de licenciatura. Depto de Biología Marina. U.A.B.C.S. La Paz, B.C.S. México. 94p.
- Avalos G., C. 2000. *Asociaciones de larvas de peces en el Golfo de California (Otoño1997-Verano 1998)*. Tesis de Maestria. CICIMAR IPN. La Paz, Baja California Sur. Méx. 103p.
- Bailey, K.M. y S.J. Picquelle. 2002. Larval distribution of offshore spawning flatfish in the Gulf of Alaska: potential transport pathways and enhanced onshore transport during ENSO events. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 236: 205-217.
- Bakun, A. 1996. *Patterns in the ocean. Ocean processes and marine population dynamics*. Callifornia Sea Grant/CIBNOR. La Paz, B.C.S. México.
- Bakun, A. y C.S. Nelson. 1977. Climatology of upwelling related processes off Baja California. *CalCOFI Rep.*, 19: 107-127.
- Barnett, M.A. 1983. Species structure and temporal stability of mesopelagic fish assemblages in the central gyres of the north and south Pacific Ocean. *Mar. Biol.*, 74: 245-256.
- Barnett, M.A. 1984. Mesopelagic fish zoogeography in the central tropical and subtropical Pacific ocean: species composition and structure at representative locations in three ecosystems. *Mar. Biol.*, 82: 199-208.
- Bernal, G., P. Ripa y J.C. Herguera. 2001. Variabilidad oceanográfica y climática en el Golfo de California: Influencias del trópico y Pacífico norte. *Cienc. Mar.*, 27(4): 595-617.
- Bostford, L., Castello, J.P., Esqueda, G., Field, J., García, A., Green, Y.A., Nakata, H., Smith, P.E y Strub, P.T. 1995. Retention and transport processes. *GLOBEC Rep.*, 8: 72p
- Bray, J.R. y J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27: 325-349.
- Bray, N. A., 1988. Watter mass formation in the Gulf of California. *J. Geophys. Res.*, 93(8): 9223-9240.
- Briggs, J.C. 1974. *Marine zoogeography*. McGraw Hill Book Co. EUA. 475 pp.
- Brinton, E. 1962. The distribution of Pacific euphausiids. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.*, 8(2): 51-270.
- Brinton, E. 1979. Parameters relating to the distributions of planktonic organisms, especially eufausiids in the eastern tropical Pacific. *Progr. Oceanogr.*, 8: 125-189.
- Brinton, E. & A.W. Townsend. 1980. Eufausiids in the Gulf of California, the 1957 cruises. *CalCOFI Rep.*, 21: 211-236.
- Brinton E., A. Fleminger & D. Siegel-Causey. 1986. Temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, 27: 228-263.
- Castro-Aguirre, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. I.N.P. México, D.F. Serie Científica No. 19: 298p.
- Castro-Aguirre, J.L. 1981. Sobre las especies de la familia Scyliorhinidae (Elasmobranchii, Galeoidea) de la costa occidental de México, con especial referencia a *Cephalurus cephalus* (Gilbert). *An. Esc. Nal. Cienc. Biól. Méx.*, 24: 71-93.

- Castro-Aguirre, J.L. 1983. Aspectos zoogeográficos de los elasmobranquios mexicanos. *An. Esc. Nal. Cienc. Biól., Méx.*, 27: 77-94.
- Castro-Aguirre, J.L. 1991. Nuevos registros de peces mesopelágicos y betónicos en el Golfo de California, México. *An. Esc. Nal. Cienc. Biól. Méx.*, 35: 71-89.
- Castro-Aguirre, J.L., E.F. Balart y J. Arvizu-Martínez. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiól.*, 5(1-2): 57-78.
- Castro-Aguirre, J.L., H.S. Espinoza-Pérez & J.J. Shmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino lagunar y vicaria de México*. LIMUSA. México, D.F. 711p.
- Castro, R., A.S. Mascarenhas, R.Durazo, C.A. Colins. 2000. Seasonal variation of the temperature and salinity at the entrance to the Gulf of California, Mexico. *Cien. Mar.* 26: 561-583.
- Cervantes-Duarte, R. y R. Guerrero-Godínez. 1992. Parámetros fisicoquímicos de la costa occidental de Baja California Sur, durante 1983. *Atlas CICIMAR No. 10*.
- Cervantes-Duarte, R., J.M. Cendejas y R. Guerrero. 1988. Parámetros fisicoquímicos de la costa occidental de Baja California Sur, México. Crucero 8107 y crucero 8508. *Atlas CICIMAR No. 6*.
- Cervantes-Duarte, R., J.M. Cendejas y R. Guerrero. 1989. Parámetros fisicoquímicos de la costa occidental de Baja California Sur. Crucero 8707 y crucero 8710. *Atlas CICIMAR No. 8*.
- Cole A.D. y D.R. McLain. 1989. Interannual variability of temperature in the upper layer of the north Pacific eastern boundary region, 1971-1987. *SWFC. NMFS., NOAA. Tech Memo.* 19: 53p.
- Crisci, J.v. y M.F. López. 1988. *Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica*. Sria. Gra. OEA. Washington, D.C. 128p
- Cushing, D. 1975. *Ecología marina y pesquerías*. Acribia. Zaragoza. España. 252 pp
- Chávez-López, S. 1995. Los sedimentos y la geomorfología de la plataforma continental oeste de Baja California entre los paralelos 24 ° y 29° LN. p. 11-34. *In: Aurioles G., D. y E.F. Balart (eds.). La langostilla: Biología, ecología y aprovechamiento*. CIBNOR S.C. La Paz, BCS. México.
- De la Campa, S. 1974. *Larvas de peces colectadas en la costa suroeste de Baja California durante mayo-junio de 1973*. INP. México. Serie Científica. 4p.
- De la Campa, S. y J. M. Ortíz. 1976. Distribución de larvas de peces en la costa occidental de Baja California Sur, Segundo semestre de 1973. *Mem. Simp. Recursos Pesqueros Masivos de México*. 5(1): 43-100.
- De la Lanza, E. G. 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT. México D.F. 569p
- Dickey-Collas, M., R.J.Gowen y C.J. Fox. 1996. Distribution of larval and juvenile fish in the western Irish sea: relationships to phytoplankton, zooplankton biomass and recurrent physical features. *Mar. freshwater Res.*, 47: 169-181.
- Doyle, M.J. 1992. Patterns in distribution and abundance of ichthyoplankton off Washington, Oregon and northern California (1980-1987). *Alaska Fish. Sci. Center. NMFS. U.S. Department of Commerce., Proc. Rep.*, 92-14: 344p.
- Doyle, M.J., W.W. Morse y A.W. Kendall. 1993. A comparison of larval fish assemblages in the temperate zone of the northeast Pacific and northwest Atlantic oceans. *Bull. Mar. Sci.*, 53(2): 588-644.

- Doyle, J.M., W. C. Rugeley y R.D. Brodeur. 1995. Neustonic ichthyoplankton in the western Gulf of Alaska during spring. *U.S. Fish. Bull.*, 93: 231-253.
- Durazo, R. y T.R. Baumgarthner. 2002. Evolution of oceanographic conditions off Baja California:1997-1999. *Progr. Oceanogr.* En prensa.
- Ebeling, A.W. 1962. Melamphidae I. Systematics and zoogeography of the species in the bathypelagic fish genus *Melamphaes* Günther. *Dana Rep.*, 58: 1-164.
- Ekman, S. 1953. *Zoogeography of the sea*. Sidwick and Jackson Ltd. London. 417p
- Emilsson, I. y M.A. Alatorre. 1997. Evidencias de un remolino ciclónico de mesoescala en la parte sur del Golfo de California. P.173-180. In: Lavín, M.F. (ed). *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Unión Geofísica Mexicana. Monografía No. 3.
- Esqueda, E., G.M., A. Esquivel, R. Funes. Y.A. Green, R. González, M.J. Haro, M.E. Hernández, S. Hernández, R.J. Saldierna, M. Sánchez, C.A. Sánchez y G.E. Vera. 1984. Atlas de distribución y densidad de huevos y larvas de clupeidos y engraulidos en la costa pacífica de Baja California Sur. 1982-1984. *Atlas CICIMAR No. 1*.
- Esquivel H., A. 1990. *Caracterización de las comunidades de sifonóforos del Golfo de California. 1984, 1986*. Tesis de Maestría. CICIMAR IPN. La Paz, Baja California Sur. Méx. 85p.
- Fager, E.W. 1957. Determination and analysis of recurrent groups. *Ecol.*, 38(4): 586-595.
- Fager, E.W. y J.A. McGowan. 1963. Zooplankton species groups in the north Pacific. *Sci.*, 140: 453-460.
- Fielder, P. 1986. Offshore transport of anchovy spawning habitat, Eggs and larvae by a displaced eddy in 1985. *CalCOFI Rep.*, 27: 144-152
- Figueroa, R.J.M., S.G. Marinone y M.F. Lavín. (en revisión). Geostrophic gyres in the southern Gulf of California. *Cienc. Mar.*
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (eds). 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca*. Vol. I-III. O.N.U. FAO. Roma.
- Fleminger, A. 1964. Distributional atlas of calanoid copepods in the California current region. Part I. *CalCOFI Atlas*. 313p.
- Fleminger, A. 1967. Distributional Atlas of calanoid copepods in the California current region. Part II. *CalCOFI Atlas*. 213 p.
- Fleminger, A. 1975. Geographical distribution and morphological divergence in American coastal zone planctonic copepods of the genus *Labidocera*. *Estuar. Res.*, 1: 392-419.
- Franco-Gordo, C., R. Flores-Vargas, C. Navarro-Rodríguez, R. Funes-Rodríguez y R. Saldierna-Martínez. 1999. Ictioplancton de las costas de Jalisco y Colima, México (Diciembre de 1995 a Diciembre de 1996). *Cienc. Mar.*, 25(1): 107-118.
- Frank, K.T. y W.C. Leggett. 1983. Multispecies larval fish associations: accident or adaptation?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 754-762.
- Funes R.,R. 1993. Abundancia de larvas de peces de la familia Myctophidae durante El Niño (1982-1984) en la costa occidental de Baja California Sur. *Cienc. Pesq.*, 10: 79-87
- Funes R.,R. 2001. *Estructura de la comunidad del ictioplancton de la costa occidental de Baja California Sur durante y despues del evento El Niño*. Tesis Doctoral. UNAM, México.105p.

- Funes R.,R. y S. Hernández T. 1988. Larvas de mictófidos y copépodos mesopelágicos: Distribución y abundancia en la costa occidental de Baja California Sur. *Cienc. Mar.*, 14(2): 69-84.
- Funes R.,R., R. González y A. Esquivel. 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). *Hidrobiol.*, 5(1-2): 113-125.
- Funes R.,R., M.A. Fernández y R. González. 1998. Larvas de peces recolectadas durante dos eventos el Niño en la costa occidental de Baja California Sur, México, 1958-1959 y 1984-1984. *Oceanides*, 13(1): 67-75.
- Gibson, R.N., L. Robb, H. Wennhage y M.T. Burrows. 2002. Ontogenetic changes in depth distribution of juvenile flatfishes in relation to predation risk and temperature on a shallow-water nursery ground. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 229: 233-244.
- Gilbert, C.H. y E.C. Starks. 1904. The fishes of Panama Bay. *Mem. Calif. Acad. Sci.*, 4: 1-304.
- Gilbert, J. Y. y W.E. Allen. 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the "E.W. Scripps" in 1939 and 1940. *J. Mar. Res.*, 5(2): 89-110.
- Gómez, J. y H. Velez. 1982. Variaciones estacionales de temperatura y salinidad en la región costera de la corriente de California. *Cienc. Mar.*, 8(2): 167-176.
- Gómez-Gutierrez, J., R. Palomares-García y D. Gendrón. 1995. Community structure of the eufausiid populations along the west coast of Baja California, México, during the weak ENSO 1986-1987. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 120: 41-51.
- González, L.I. 1987. *Composición específica, diversidad, distribución y abundancia relativa de diatomeas y dinoflagelados microfitorplancónicos de aguas superficiales de la región sur del Golfo de California, México, durante la primavera y verano de 1984.* Tesis de licenciatura. Univ. Aut. Baja Calif. Sur. Dpto. Biol. Mar. La Paz, B.C.S. México.
- Gray, C.A. 1996 a. Do thermoclines explain the vertical distributions of larval fishes in the dynamic coastal waters of south eastern Australia?. *Mar. Freshwater Res.* 47: 183-190.
- Gray, C.A. 1996 b. Small-scale temporal variability in assemblages of larval fishes: implications for sampling. *J. Plank. Res.*, 18(9): 1643-1657.
- Gray, C.A. y A.G. Miskiewicz, 2000. Larval fish assemblages in south east Australian coastal waters: Seasonal and spatial structure. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 50: 549-570.
- Green-Ruiz, Y.A. y A. Hinojosa. 1997. Study of the spawning area of the northern anchovy in the Gulf of California from 1990 to 1994, using satellite images of the sea surface temperatures. *J. Plank. Res.*, 19(8): 957-968.
- Grioche, A. y P. Koubbi. 1997. A preliminary study of the influence of a coastal frontal structure on ichthyoplankton assemblages in the English channel. *ICES J. Mar. Sci.*, 54: 93-104.
- Grioche, A., P. Koubbi y B. Sautour. 1997. Ontogenic migration of *Pleuronectes flesus* larvae in the eastern English Channel. *J. Fish Biol.*, 51A: 385-396.
- Grioche, A., P. Koubbi y X. Harlay, 1999. Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages along the eastern English Channel french coast during spring 1995. *Estuar. Coast. and Shelf Sci.*, 49: 141-152.
- Grioche, A., X. Harlay, P. Koubbi y L. Fraga Lago. 2000. Vertical migrations of fish larvae: Eulerian and Lagrangian observations in the eastern English Channel. *J. Plank. Res.*, 22(10): 1813-1828.

- Gruber, D., E.H. Ahlstrom y M. M. Mullin. 1982. Distribution of ichthyoplankton in the southern California Bight. *CalCOFI Rep.*, 23: 172-179.
- Hamman, M.G., Baumgartner, T.R. y Badan-Dangón, A. 1988. Coupling of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. *CalCOFI Rep.*, 29: 102-108.
- Hernández, T.S. 1991. Variación latitudinal de la diversidad de copépodos en la costa occidental de Baja California Sur (1982-1984). *Cienc. Mar.*, 17(4): 83-103.
- Hernández, T.S. 1999 a. Key species in the pelagic copepod community structure on the west coast of Baja California, México. *CalCOFI Rep.*, 40: 154-164.
- Hernández, T.S. 1999 b. Variability of community structure of copepoda related to El Niño 1982-1983 and 1987-1988 along the west coast of Baja California peninsula, México. *Fish. Oceanogr.*, 8(4): 284-295.
- Hernández, T.S. y A. Esquivel H. 1989. Los copépodos y quetognatos del Golfo de California en la primavera de 1985. *Inv. Mar. CICIMAR*, 4(2): 151-163.
- Hernández, T.S. y A. Esquivel. 1997. Asociaciones interespecíficas de copépodos en la costa oeste de Baja California Sur, México. *Hidrobiol.*, 7: 65-74.
- Hewitt, R. 1981. Eddies and speciation in the California Current. *CalCOFI Rep.*, 22: 96-98.
- Hickey, B.M. 1979. The California current system- hypotheses and facts. *Progr. Oceanogr.*, 8: 191-279.
- Holmgren-Urba, D. y T.R. Baumgartner. 1993. A 250 years story of pelagic fish abundances from the anaerobic sediments of the central Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, 34: 60-68.
- Hubbs, C.L. 1948. Changes in the fish fauna of western North America correlated with changes in the ocean temperature. *J. Mar. Res.*, 7: 459-482.
- Hunter, J.R. 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. p.33-79. In: Lasker, R. (ed). *Marine fish larvae. Morphology, Ecology and relation to fisheries*. University of Washington Press, USA.
- Huyer, A. 1983. Coastal Upwelling in the California current system. *Progr. Oceanogr.*, 12: 259-284.
- Jiménez-Rosenberg, S.P.A., G. Aceves-Medina, R. Avendaño-Ibarra, A. Hinojosa-Medina, S. Camarillo-Coop, R.J. Saldierna-Martínez, R. Funes-Rodríguez, M.E. Hernández-Rivas y T. Baumgartner-McBride. 2000. *Ictioplankton de la región sureña de la Corriente de California durante el fenómeno de El Niño septiembre 1997-Octubre 1998*. Informe técnico. Comunicaciones Académicas. Serie Ecológica. CICESE. 105p.
- Jiménez R., S.P.A y L. Sánchez V. 2002. Distribución vertical de larvas de especies de peces dominantes en la boca de la Bahía de La Paz, Golfo de California (primavera-otoño 2001). *Mem. Simp. Soc. Mex. Planct. 2002*. Jalapa, Ver. Méx.
- Johnston, I.M. 1924. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf in 1921. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, 12: 951-1218.
- Jones, G.P., M.J. Milicich, M.J. Emslie y C. Lunou. 1999. Self recruitment in a coral reef fish population. *Nature*, 402: 802-804.
- Jordan, D.S y B.W. Evermann. 1896 – 1900. The fishes and fishlike vertebrates of north and middle America. *Rept. U.S. Comm. Fish for 1895*: 207-584.
- Kendall Jr. A.W. y A.C. Matarese. 1994. Status of early life history descriptions of marine teleosts. *U.S. Fish. Bull.*, 92: 725-736.

- Kendall, A.W. Jr. y J. Clark. 1982. Ichthyoplankton of Washington, Oregon and northern California, April-May 1980. *U.S. N.M.F.S. Northw. And Alaska Fish. Cent. Proc. Rep.* 82-11, 44p.
- Kramer, D. 1970. Distributional atlas of fish eggs and larvae in the California current region: Pacific sardine, *Sardinops caerulea* (Girard), 1951 through 1965. *CalCOFI Inv. Atlas* 12.
- Kramer, D. y E.H. Ahlstrom. 1968. Distributional atlas of fish eggs and larvae in the California current region: Northern anchovy, *Engraulis mordax* (Girard), 1951 through 1965. *CalCOFI Inv. Atlas* 9.
- Lara-Lara, J.R. y J. E. Valdéz-Holguín. 1988. Biomasa y productividad primaria del Golfo de California por fracción de tamaños durante primavera de 1984. *Cienc. Mar.* 14(1): 1-14.
- Lasker, R. 1981. The role of a stable ocean in larval fish survival and subsequent recruitment. p.80-88. In: Lasker, R. (Ed). *Marine fish larvae. Morphology, Ecology and relation to fisheries*. University of Washington Press, USA.
- Lavaniegos-Espejo, B.E. y J.R. Lara-Lara. 1990. Zooplankton of the Gulf of California after the 1982-1983 El Niño event: Biomass distribution and abundance. *Pacific Sci.*, 3(44): 297-310.
- Lavaniegos-Espejo, B.E., J.R. Lara-Lara y E. Brinton. 1989. Effects of the 1982-83 El Niño event on the euphausiid populations of the Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, 30: 73-87.
- Lavet-Smith C., J.C. Tyler y L. Stillman. 1987. Inshore ichthyoplankton. A distinctive assemblage. *Bull. Mar. Sci.*, 41(2): 432-440.
- Lavín, M.F., E. Beier y A. Badan. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: escalas estacional e interanual. p. 141-171. In: Lavín, M.F. (ed). *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Unión Geofísica Mexicana. Monografía No. 3.
- Leis, J.M. 1991. The pelagic stage of reef fishes: the larval biology of coral reef fishes. In: Sale, P.F. p. 183-229. *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press. USA.
- Leis, J.M. 1993. Larval fish assemblages near Indo-Pacific coral reefs. *Bull. Mar. Sci.*, 53(2): 362-392.
- Leis, J.M. 2000. Out of the blue. *Nat. Aust.*, Spring: 52-59.
- Leis, J.M. y B.M. Carson E. 1997. In situ swimming speeds of the late pelagic larvae of some Indo-Pacific coral-reef fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 159: 165-174
- Leis, J.M. y B.M. Carson E. 1999. In situ swimming and settlement behaviour of larvae of an Indo-Pacific coral reef fish, the coral trout *Plectropomus leopardus* (Pices:Serranidae). *Mar. Biol.*, 134: 51-64.
- Leis, J.M. y C. Stobutzqui. 1997. Swimming performance of late pelagic larvae of coral reef fishes: *In situ* and laboratory-based measurements. In: Séret B. y J.Y. Sire (eds). P 575-583. *Proceedings of the 5th Indo-Pacific Fishes. Conference. Nouméa, 1997. Soc. Fr. Ichthyol.* Francia.
- Leis, J.M., H.P.A. Sweatman y S.E. Reader. 1996. What the pelagic stages of coral reef fishes are doing out in blue water: Daytime field observations of larval behavioural capabilities. *Mar. Freshwater Res.*, 47: 401-411.
- Lentz, S.J. 1987. Description of the 19981 and 1982 spring transitions over the northern California shelf. *J. Geoph. Res.*, 92: C2, 1745-1568.

- Loeb, V. J. 1979. Larval fishes in the zooplankton community of the north Pacific central gyre. *Mar. Biol.* 53: 173-191.
- Loeb, V.J., P.E. Smith y H.G. Moser. 1983 a. Ichthyoplankton and zooplankton abundance patterns in the California current area, 1975. *CalCOFI Rep.*, 24: 109-151.
- Loeb, V.J., P.E. Smith y H.G. Moser. 1983 b. Recurrent groups of larval fish species in the California current area. *CalCOFI Rep.*, 24: 152-164
- Longhurst, A. 1995. Seasonal cycles of pelagic production and consumption. *Progr. Oceanogr.*, 36(2): 77-167.
- Longhurst, A. 1998. *Ecological geography of the sea*. Academic Press. USA. 398p
- Ludwig J.A. y J.F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. John Willey and Sons. N.Y. E.U.A. 337p.
- Lynn, R.J. 1986. The subarctic and northern subtropical fronts in the eastern north Pacific ocean in spring. *J. Phys. Oceanogr.*, 16: 209-222.
- Llorente-Bousquets, J., I. Luna Vega, J. Soberón Mainero y L. Bojórquez Tapia. 1994. Biodiversidad, su inventario y conservación: teoría y práctica en la taxonomía alfa contemporánea. p. 507-522. In: Llorente-Bousquets y I. Luna-Vega (Ed). *Taxonomía Biológica*. UNAM y Fondo de Cultura Económica. México DF.
- Lluch-Cota, S.E. 2000. *Propuesta de bases para un sistema de información ambiental para la pesquería de sardina del Golfo de California*. Tesis Doctoral. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 43p.
- McGowan, J.A. 1960. The relationship of the distribution of the planktonic worm *Poebius meseres* Heath, to the water masses of the north Pacific. *Deep Sea Res.*, 6: 125-139.
- McGowan, J.A. 1971. Ocean biogeography of the Pacific. p. 3-74. In: B.H. Funell y W.R. Riedel. (eds.) *The micropaleontology of the oceans*. Cambridge University Press. Cambridge.
- McGowan, J.A. 1977. What regulates pelagic community structure in the Pacific?. p 423-443. In: N.R. Anderson y B.J. Zahuaranec (eds.) *Oceanic Sound Scattering Prediction* Plenum Press. New York.
- McGowan, J.A. y P.W. Walker. 1979. Structure in the copepod community of the north Pacific central gyre. *Ecol. Monogr.*, 49: 195-226
- McGowan, J.A., D.B. Chelton y A. Conversi. 1996. Plankton patterns climate and change in the California current. *CalCOFI Rep.*, 37: 45-68.
- Medellín, R.A. y J. Soberón. 1998. Predictions of mammal diversity on four land masses. *Conserv. Biol.*, 13(1): 143 – 150.
- Meek, S.E. y S.F. Hildebrand. 1923-1928. The marine fishes of Panama. *Publ. Field. Mus. Nat. Hist. Zool. Ser.*, 15(144)1-1045.
- Moser, H.G., W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall y S.L. Richardson 1984. *Ontogeny and systematic of fishes*. Spec. Pub. No. 1. Amer. Soc. Of Ichthyol. And Herpetol.
- Moser, H.G. 1996. *The early stages of fishes in the California Current region*. *CalCOFI Atlas No. 33*. Allen Press Inc. Lawrence, Kansas.
- Moser, H.G. y P.E. Smith. 1993. Larval fish assemblages in the California Current region and their horizontal and vertical distributions across a front. *Bull. Mar. Sci.*, 53(2): 645-691.

- Moser, H.G. y E.H. Ahlstrom. 1970. Development of lantern fishes (Family Myctophidae) in the California current. Part I. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles Count. Sci. Bull.*, 7: 145p.
- Moser, H.G., E.H. Ahlstrom., D. Kramer y E.G. Stevens. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, 17: 122-128.
- Moser, H.G., P.E. Smith y L.E. Eber. 1987. Larval fish assemblages in the California Current region, 1954-1960, a period of dynamic environmental change. *CalCOFI Rep.*, 28: 97-127.
- Moser, H.G., R.L. Charter, P.E. Smith, D.A. Ambrose, W. Watson, S.R. Charter and E.M. Sandknop. 2001. Distributional atlas of fish larvae and eggs in the southern California Bight region:1951-1998. *CalCOFI Atlas No. 34*.
- Öhman M.C., Munday, P.L., Jones, G.P. Caley, M.J. 1998. Settlement strategies and distribution patterns of coral-reef fishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 225: 219-238.
- Olivar, M.P. y P.A. Shelton. 1993. Larval fish assemblages of the Benguela current. *Bull. Mar. Sci.*, 53(2): 450-471.
- Owen, R.W. 1980. Eddies of the California current system: physical and ecological characteristics. In: D. Powder (ed.). *The California island: Proceedings of a multi-disciplinary symposium*. Santa Barbara Museum of Nat. Hist.
- Owen, R. 1981. Fronts and Eddies in the sea: Mechanisms, interactions and biological effects. p. 197-233. In: Longhurst, A.R. (ed.). *Analysis of marine ecosystems*. Academic Press. London.
- Palumbi, S.R. 1999. The prodigal fish. *Nature*, 402: 733-735.
- Parés-Sierra, A., M. López y E.G. Pavia. 1997. Oceanografía física del océano Pacífico Nororiental. P. 1-24. In: Lavín, M.F. (ed). *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Unión Geofísica Mexicana. Monografía No. 3.
- Parin, N.V. 1961. The distribution of deep sea fishes in the upper bathypelagic layer of the subarctic waters of the northern Pacific ocean. *Tr. Inst. Okeanol. Akad. Nauk. SSSR*, 45: 359-378.
- Parrish R.H., C.S. Nelson y A. Bakun. 1981. Transport mechanisms and reproductive success of fishes in the California Current. *Biol. Oceanogr.*, 1: 175-203.
- Postel, L., H. Fock y W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. p. 83-192. In: Harris, P.P., P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal y M. Huntley. *Zooplankton Methodology Manual*. Academic Press. ICES. Sn Diego Calif. USA.
- Reid, J.L. 1988. Physical oceanography, 1947-1987. *CALCOFI Rep.*, 29: 42-65.
- Reid, J.L., G.I. Roden y J.G. Wyllie. 1958. Studies of the California current system. *CALCOFI Prog. Rep.* 1 Jul. 1954 – 1 Jan. 1958: 25-56.
- Richards, W.J., M.F. McGowan, T. Leming, J.T. Lamkin y S. Kelley. 1993. Larval fish assemblages at the loop current boundary in the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, 53(2): 475-537.
- Richardson, S.L. y W.G. Pearcy. 1977. Coastal and oceanic fish larvae in an area of upwelling off Yaquina Bay, Oregon. *Fish. Bull.*, 75: 125-145.
- Richardson, S.L., J.L. Laroche, y M.D. Richardson. 1980. Larval fish assemblages and associations in the north east Pacific ocean along the Oregon coast, winter-spring 1972-1975. *Est. Coast. Mar. Sci.*, 11: 671-699.

- Ripa, P.M. 1997. Ondas y dinámica oceánica. p. 47-74. In: Lavín, M.F. (ed). *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Unión Geofísica Mexicana. Monografía No. 3.
- Robles J.M. y S.G. Marinone. 1987. Seasonal and interannual thermohaline variability in the Guaymas basin of the Gulf of California. *Cont. Shelf Res.*, 7(7): 715-733.
- Roden, G.I. 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. *Pac. Sci.*, 12(1): 21-45.
- Roden, G.I. 1964. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California, Marine geology of the Gulf of California: A Symposium. *Mem. Amer. Assoc. of Petrol. Geol.*, 3: 30-58.
- Rosas-Cota, A. 1977. Corrientes geostroficadas en el Golfo de California en la superficie y a 200m, durante las estaciones de invierno y verano. *CalCOFI Rep.*, 19: 89-106.
- Round, F.E. 1967. The phytoplankton of the Gulf of California, Its composition, distribution, and contribution to the sediments. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 1: 76-97.
- Sabatés, A. 1990. Distribution pattern of larval fish populations in the northwestern Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Series.*, 59: 75-82.
- Sánchez-Velázquez, L., B. Shirasago, M.A. Cisneros y C. Avalos. 2000. Spatial distribution of small pelagic fish larvae in the Gulf of California and its relation to El Niño 1997-1998. *J. Plank. Res.*, 22(8): 1611-1618.
- Santamaría del Ángel, E., S. Alvarez-Borrego y F.E. Müller-Karger. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *J. Geophys. Res.*, 99(C4): 7411-7421.
- Sanvicente-Añorve, L., C. Flores-Coto y X. Chiapa-Carrara. 2000. Temporal and spatial scales of ichthyoplankton distribution in the southern Gulf of Mexico. *Esuar. Coast. And Shelf Sci.*, 51: 463-475.
- Savage, D.S. 1989. *Ichthyoplankton off Washington, Oregon and northern California. January 1987*. US. Dept. Comm. Nat. Mar. Fish. Serv. Northwest Alaska Fish. Cent. Proc. Rep. 89-08. 68p.
- Shannon, C.E. & W. Weiner. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana. USA.
- Simpson, J.J. 1987. Transport processes affecting the survival of pelagic fish stocks in the California Current. *Amer. Fish. Soc. Symp.*, 2: 39-60.
- Smith, C.L., J.C. Tyler y L. Stillman. 1987. Inshore ichthyoplankton: a distinctive assemblage?. *Bull. Mar. Sci.*, 41: 432-440.
- Smith, K.A., M.T. Gibbs, J.H. Middleton y I.M. Suthers. 1999. Short term variability in larval fish assemblages of the Sidney shelf: tracers of hydrographic variability. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 178(1-5): 3-15.
- Smith, P.E. 1981. Fisheries on coastal pelagic schooling fish. p.1-31. In: Lasker, R. (Ed). *Marine fish larvae. Morphology, Ecology and relation to fisheries*. University of Washington Press, USA.
- Smith, P.E., S. De la Campa & J. R. Thrailkill. 1976. Instituto Nacional de la Pesca and CalCOFI statistical regional divisions for ichthyoplankton surveys. *SWFC Admn. Rep.*, LJ-76-31. 4pp.
- Smith, P.E. y Ricardson. 1979. *Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos*. FAO Doc. Tec. Pesca. 175. 107p.

- Soberón, M. J. y J. Llorente B. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7(3): 480 – 488.
- Sokolov V. A. y M. Wong-Rios. 1973. *Investigaciones efectuadas sobre los peces pelágicos del Golfo de California (sardina crinuda y anchoveta) en 1971*. INP/SI/12. Inf. Cient. No. 2
- Somarakis, S., Maraveya, E. y Tsimenides, N. 2000. Multispecies ichthyoplankton associations in epipelagic species: is there any intrinsic adaptative function?. *Belg. J. Zool.*, (Suppl. 1): 125-129.
- Soto-Mardones, L., S.G. Marinone y A. Parés-Sierra. 1999. Variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. *Cienc. Mar.*, 25(1): 1-30.
- Sverdrup, H.U. 1941. The Gulf of California: Preliminary discussion of the cruise of the *E.W. Scripps* in February and March 1939. *Pac. Sci. Cong.*, 3: 161-166.
- Sverdrup, H.U. 1947. Wind driven currents in a baroclinic ocean with application to the equatorial currents. *Trans. Am. Geoph. Union.*, 29: 202-206.
- Sverdrup, H.V., M.W. Johnson y R.H. Fleming. 1942. *The oceans, their physics, chemistry and general biology*. Prentice Hall. New Jersey. 1087p.
- Thomson, D.A., L.T. Findley & A.N. Kerstitch. 1979. *Reef fishes of the sea of Cortez*. John Wiley and Sons, New York. 302p.
- Thorrold, S.R., C. Latkoczy, P.K. Swart y C.M. Jones. 2001. Natal homing in a marine fish metapopulation. *Science.*, 291: 297-299.
- Townsend, C.H. 1901. Dredging and other records of the U.S. Fish Commission Steamer “Albatros” with bibliography relative to the work of the vessel. *U.S. Fish Commission Rep.*, 1900: 387-562.
- Valdéz-Holguín, E. y J. R. Lara-Lara. 1987. Primary productivity in the Gulf of California: effects of El Niño 1982-1983 event. *Cienc. Mar.*, 13(2): 34-50.
- Valdéz-Holguín, J.E., S. Alvarez-Borrego y C.C. Trees. 1999. Caracterización estacional y espacial de los parámetros fotosintéticos del fitoplancton del Golfo de California. *Cienc. Mar.*, 25(4): 445-467.
- Vernick, E.L. 1971. Recurrent groups of diatom species in the north Pacific. *Ecol.*, 52(4): 614-625.
- Vernick, E.L. 1979. The lateral extent and characteristics of the north Pacific central environment at 35 °N. *Deep Sea Res.*, 26: 1153-1178.
- Vlymen, W.J. 1977. A mathematical model of relationship between larval anchovy (*Engraulis mordax*) growth, prey microdistribution, and larval behavior.
- Victor, B.C. 1991. Settlement strategies and biogeography of reef fishes. In: Sale, P.F. p. 231-259. *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press. USA.
- Walker, B.W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. *Syst. Zool.*, 9(3): 123-133.
- Wisner, L.R. 1976. *The taxonomy and distribution of lanternfishes (Family Myctophidae) of the eastern Pacific ocean*. Navy Oceanogr. Res. Development Activity. Wasington, D.C.: 224p
- Witting, T.A. K.W. Able y M.P. Fahay. 1999. Larval fishes of a middle Atlantic Bight estuary: assemblage structure and temporal stability. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 56: 222-230.

- Wyllie, J.G. 1966. Geostrophic flow of the California current at the surface and at 200 meters. *CalCOFI Atlas No. 4*.
- Wyrtyki, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific ocean. *Inter-A. Trop. Tuna Com. Bull.*, 9(5): 63-97.
- Wyrtyki, K. 1967. Circulation and water masses in the eastern equatorial Pacific. *J. Oceanol. And Limnol.*, 2(11): 117-147.
- Young, P.C., J.M. Leis y H.S. Hausfeld. 1986. Seasonal and spatial distribution of fish larvae in waters over the northwest continental shelf of western Australia. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 31: 209-222.

Anexo 1.- Ubicación geográfica y temperatura superficial por estación de muestreo para los cruceros del Golfo de California y costa occidental de Baja California Sur durante el periodo 1983-1988.

GOLCA 8404 (Abril 1984)							
EST.	LONG.	LAT.	T.S.	EST.	LONG.	LAT.	T.S.
4	-113.42	30.92	18.2	42	-111.32	27.57	20.3
6	-113.84	30.71	17.6	43	-111.68	27.38	20.3
8	-114.49	30.39	17.3	44	-111.95	27.23	19.8
9	-114.35	30.08	17.6	45	-111.01	27.72	19.5
12	-113.63	30.42	17.1	46	-110.86	27.81	19.7
13	-113.32	30.59	17.3	48	-111.66	26.86	19.3
14	-113.03	30.15	18.4	49	-111.41	26.98	19.8
15	-113.35	30.00	17.6	50	-111.07	27.14	20.3
17	-113.85	29.77	17.6	51	-110.73	27.30	20.6
18	-113.61	29.30	15.3	53	-110.74	27.57	20.5
19	-113.73	29.63	17.6	54	-111.34	26.44	19.5
21	-113.06	29.56	18.4	55	-110.43	27.16	20.6
22	-112.74	29.73	17.6	57	-110.17	27.02	20.6
23	-112.48	29.32	17.6	58	-110.45	26.87	20.6
24	-112.77	29.13	18.2	59	-110.76	26.74	20.5
26	-113.27	28.95	17.4	60	-110.00	26.80	20.7
27	-112.81	28.52	16.2	61	-109.80	26.61	20.5
28	-112.47	28.72	17.1	62	-110.18	26.43	21.3
29	-112.21	28.80	18.0	63	-110.49	26.27	22.6
30	-112.02	28.64	17.7	64	-110.07	25.65	22.3
31	-111.97	28.40	19.3	65	-110.23	25.86	22.2
32	-112.33	28.48	17.4	66	-109.90	25.99	21.4
33	-112.20	28.28	17.9	67	-109.70	26.38	21.5
35	-112.55	28.12	16.6	68	-109.57	26.46	21.2
36	-112.38	27.63	18.7	69	-109.43	26.25	21.6
37	-112.01	27.84	19.8	70	-109.58	26.17	21.6
38	-111.61	28.01	19.2	71	-109.50	25.63	21.4
39	-111.47	28.09	18.8	72	-109.63	25.56	21.6
40	-111.58	28.29	19.1	73	-109.93	25.41	22.1
41	-111.28	27.88	19.4	74	-110.27	25.25	21.7

GOLCA 8407 (Julio 1984)				GOLCA 8412 (Noviembre-Diciembre 1984)			
EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
5	-113.55	31.09	30.5	105	-110.58	25.07	23.2
6	-113.93	30.85	31.0	104	-110.27	25.19	23.8
7	-114.25	30.70	30.5	102	-109.91	25.42	24.0
8	-114.50	30.55	31.0	101	-109.62	25.58	24.3
10	-114.30	30.09	28.5	89	-110.49	26.25	23.5
11	-113.98	30.27	29.0	90	-110.80	26.11	22.5
12	-113.66	30.43	28.5	91	-110.98	25.99	22.5
13	-113.33	30.60	29.5	81	-111.31	26.40	22.5
15	-113.00	30.17	29.5	80	-111.12	26.51	22.5
16	-113.34	30.00	29.5	79	-110.75	26.71	22.5
17	-113.67	29.84	30.0	78	-110.45	26.87	20.6
18	-114.03	29.67	29.5	72	-110.93	27.19	21.9
23	-112.72	29.72	28.0	73	-111.24	27.05	21.8
24	-113.05	29.56	29.5	74	-111.53	26.90	21.2
25	-113.33	29.38	29.0	65	-111.97	27.23	21.4
29	-112.49	29.31	28.8	64	-111.68	27.39	21.4
30	-112.75	29.13	29.0	63	-111.33	27.58	18.8

GOLCA 8407 (Julio 1984)			
31	-113.13	28.97	26.0
39	-112.48	28.70	27.5
40	-112.79	28.54	28.5
43	-111.94	28.40	30.0
44	-112.19	28.28	29.5
46	-112.50	28.12	30.0
54	-111.60	28.02	30.0
55	-111.93	27.83	30.0
56	-112.24	27.68	29.5
62	-111.00	27.73	30.0
63	-111.28	27.56	32.0
64	-111.64	27.40	32.0
65	-111.95	27.23	30.5
71	-110.73	27.49	30.0
72	-111.04	27.16	29.5
73	-111.37	26.98	29.5
74	-111.67	26.82	29.0
76	-110.20	27.00	29.5
78	-110.45	26.87	29.5
79	-110.75	26.69	29.0
80	-111.05	26.53	30.0
87	-109.86	26.60	30.0
88	-110.17	26.43	30.0
89	-110.47	26.27	30.0
90	-110.80	26.10	30.5
92	-110.87	25.47	30.5
93	-110.53	25.67	30.1
94	-110.20	25.83	31.0
95	-109.86	26.00	30.0
99	-109.58	26.17	30.5
101	-109.54	25.58	31.5
102	-109.92	25.42	32.0
104	-110.26	25.25	30.5

GOLCA 8412 (Noviembre-Diciembre 1984)			
56	-112.25	27.71	20.1
55	-111.77	27.92	19.5
54	-111.53	28.04	19.1
43	-111.96	28.42	17.8
44	-112.20	28.29	18.3
46	-112.55	28.12	19.3
40	-112.80	28.51	18.6
39	-112.46	28.66	16.0
38	-112.20	28.78	17.1
36	-112.91	28.79	17.8
35	-113.08	28.73	18.6
34	-113.17	28.70	18.6
33	-113.23	28.66	19.2
26	-113.63	29.29	18.7
19	-113.78	29.53	18.0
25	-113.32	29.46	18.8
24	-113.06	29.57	19.8
23	-112.73	29.71	19.4
15	-113.02	30.15	18.6
16	-113.34	29.99	19.6
17	-113.62	29.87	20.3
18	-114.04	29.70	18.0
10	-114.36	30.08	19.7
11	-113.93	30.30	21.0
12	-113.63	30.42	20.4

GOLCA 8504 (Marzo-Abril 1985)							
EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
1	-114.53	31.14	17.5	29	-112.18	28.85	17.0
2	-114.21	31.28	18.0	30	-112.00	28.56	17.5
3	-113.97	31.41	18.0	31	-111.91	28.43	17.1
4	-113.35	31.15	19.2	32	-112.25	28.43	16.0
5	-113.60	31.02	17.5	33	-112.19	28.29	17.1
6	-113.89	30.87	17.0	34	-112.35	28.21	16.9
7	-114.24	30.70	17.3	35	-112.50	28.13	16.3
8	-114.54	30.55	17.0	36	-112.21	27.70	19.5
9	-114.39	30.05	16.3	37	-111.92	27.85	19.0
10	-114.25	30.12	17.0	38	-111.63	28.00	18.0
11	-113.96	30.26	17.3	39	-111.45	28.09	17.0
12	-113.64	30.40	17.2	41	-111.30	27.89	17.5
13	-113.35	30.55	18.5	42	-111.32	27.57	18.6
14	-113.03	30.15	17.1	43	-111.63	27.41	19.0
15	-113.34	30.00	17.2	44	-111.84	27.31	19.0
16	-113.67	29.87	17.8	45	-111.01	27.73	19.8
17	-113.96	29.70	17.5	47	-111.74	26.96	20.5
18	-113.62	29.30	16.1	48	-111.65	26.82	20.1

GOLCA 8504 (Marzo-Abril 1985)

20	-113.36	29.41	17.8	49	-111.34	26.97	19.7
21	-113.06	29.56	18.0	50	-111.04	27.14	20.3
22	-112.75	29.72	17.0	51	-110.75	27.32	20.7
23	-112.48	29.30	17.5	52	-110.82	27.44	19.8
24	-112.80	29.12	17.5	53	-110.66	27.53	20.1
25	-113.07	28.97	16.1	56	-110.29	26.94	20.0
26	-113.24	28.91	17.0	57	-110.15	27.01	20.0
27	-112.77	28.51	16.2	58	-110.43	26.87	20.7
28	-112.46	28.71	14.0	59	-110.75	26.71	22.0

GOLCA 8606 (Junio 1986)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
6	30.66	-113.87	27.4	62	27.76	-110.98	28.7
7	30.48	-114.18	27.8	63	27.55	-111.25	26.5
8	30.32	-114.49	27.5	64	27.38	-111.58	26.2
10	29.95	-114.23	27.0	65	27.26	-111.95	26.9
11	30.13	-113.92	27.2	71	27.28	-110.72	28.0
12	30.28	-113.62	26.7	72	27.13	-111.00	28.0
13	30.45	-113.28	27.2	73	26.97	-111.32	28.0
14	30.82	-113.18	27.2	74	26.82	-111.60	27.5
15	30.10	-113.03	27.2	76	27.06	-110.10	27.5
17	29.78	-113.65	26.5	78	26.86	-110.44	30.0
18	29.62	-113.97	25.7	79	26.73	-110.74	27.2
23	29.68	-112.75	27.6	80	26.54	-111.07	26.5
24	29.50	-113.08	26.9	81	26.38	-111.38	27.0
25	29.38	-113.34	26.0	87	26.59	-109.85	28.7
29	29.27	-112.49	26.9	88	26.43	-110.17	28.5
30	29.10	-112.82	26.6	89	26.27	-110.49	27.8
31	28.95	-113.08	22.5	90	26.10	-110.80	26.8
39	28.63	-112.47	25.3	93	25.68	-110.51	26.8
40	28.43	-112.82	24.7	94	25.83	-110.18	26.9
43	28.40	-111.87	29.0	95	25.99	-109.88	27.5
44	28.29	-112.19	28.5	99	26.15	-109.58	27.5
46	28.05	-112.53	26.8	101	25.58	-109.60	26.8
54	27.98	-111.60	26.7	102	25.41	-109.93	26.0
55	27.82	-111.92	26.8	104	25.21	-110.23	26.2
56	27.69	-112.23	26.5	105	25.09	-110.56	25.6

GOLCA 8608 (Agosto 1986)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
23	-112.75	29.77	30.0	73	-111.33	26.87	29.8
24	-113.04	29.59	30.0	74	-111.56	26.75	30.0
25	-113.27	29.43	30.0	76	-110.14	26.88	29.0
30	-112.73	29.18	30.0	78	-110.39	26.75	30.5
31	-113.07	28.98	27.0	79	-110.65	26.60	30.0
39	-112.48	28.66	30.0	80	-111.03	26.40	30.0
40	-112.69	28.55	29.0	81	-111.30	26.26	29.0
43	-111.85	28.38	30.0	87	-109.77	26.48	31.0
44	-112.19	28.20	30.0	88	-110.10	26.30	30.0
46	-112.52	28.03	29.0	89	-110.43	26.16	29.5
54	-112.10	27.67	31.5	90	-110.77	25.97	30.0
55	-111.57	27.94	31.0	91	-111.10	25.80	29.0
56	-111.91	27.78	27.5	92	-110.67	25.37	29.0
62	-110.96	27.66	30.0	93	-110.46	25.47	29.0
63	-111.27	27.51	29.3	94	-110.12	25.64	30.0

GOLCA 8608 (Agosto 1986)

64	-111.62	27.33	30.0	95	-109.84	25.79	30.0
65	-111.89	27.19	30.0	99	-109.49	25.97	32.0
71	-110.80	27.04	30.0	104	-110.24	25.11	29.0
72	-111.03	26.94	30.0	105	-110.51	24.92	30.0

GOLCA 8611 (Noviembre 1986)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
20	-113.47	29.57	23.0	55	-112.00	28.00	21.0
21	-113.14	29.73	22.0	54	-111.67	28.17	19.5
22	-112.81	29.90	22.5	57	-112.14	27.54	22.0
27	-112.95	29.44	23.0	58	-111.81	27.71	20.8
28	-112.62	29.61	21.0	65	-111.95	27.26	21.5
31	-113.08	28.99	22.0	64	-111.63	27.42	21.0
30	-112.76	29.15	21.5	63	-111.30	27.59	21.0
38	-112.08	28.79	23.0	62	-110.98	27.76	19.5
39	-112.38	28.58	20.0	66	-111.76	26.97	20.5
56	-112.33	27.83	22.0				

GOLCA 8709 (Septiembre 1987)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
19	-113.71	29.44	29.20	72	-111.26	26.85	30.30
20	-113.42	29.54	30.00	73	-111.49	26.73	31.00
21	-113.14	29.73	29.70	74	-110.61	27.17	30.50
22	-112.80	29.90	30.10	76	-110.42	26.89	30.20
26	-113.53	29.15	28.00	78	-110.19	26.97	30.20
27	-112.90	29.44	29.80	79	-111.36	26.37	31.00
28	-112.62	29.59	29.80	80	-111.06	26.56	31.00
29	-112.59	29.24	30.00	81	-110.74	26.72	29.00
30	-112.90	29.07	29.20	82	-111.18	26.12	30.50
31	-113.25	28.90	28.50	83	-110.88	26.27	31.00
35	-113.05	28.65	28.50	84	-110.56	26.43	30.00
37	-112.64	28.79	29.50	85	-110.24	26.60	31.30
38	-112.10	28.70	30.00	86	-110.00	26.72	30.60
39	-112.46	28.54	29.00	87	-110.06	26.32	30.70
40	-112.77	28.37	29.00	88	-109.74	26.48	30.60
43	-111.86	28.46	30.00	89	-110.98	25.80	30.00
44	-112.35	28.21	27.00	90	-110.70	25.98	31.00
46	-112.68	28.04	28.00	91	-110.38	26.13	30.50
47	-112.58	27.71	30.00	92	-109.88	26.02	30.40
54	-111.66	28.17	30.00	93	-109.56	26.19	30.80
55	-112.00	28.00	29.80	94	-110.83	25.54	32.00
56	-112.33	27.83	29.00	95	-110.52	25.69	31.00
57	-112.21	27.51	29.80	99	-110.20	25.85	30.50
58	-111.88	27.66	31.00	101	-109.70	25.74	31.00
59	-111.57	27.84	30.00	102	-110.65	25.23	31.20
60	-111.30	27.96	31.50	104	-110.33	25.41	31.20
62	-111.30	27.59	30.00	105	-110.01	25.57	31.20
63	-111.63	27.42	31.00	106	-110.44	24.96	31.00
64	-111.95	27.26	31.00	107	-110.14	25.12	31.00
65	-110.97	27.76	29.80	108	-109.96	24.83	31.00
66	-111.76	26.97	31.00	109	-110.28	24.66	29.90
67	-111.44	27.13	30.60	110	-110.57	24.50	29.90
68	-111.11	27.30	31.00	111	-110.10	24.37	30.40
69	-110.79	27.47	31.00	112	-109.78	24.54	31.50
71	-110.93	27.01	31.00				

GOLCA 8711 (Noviembre 1987)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
39	-112.44	28.49	19.8	59	-111.57	27.84	21.2
40	-112.78	28.37	22.5	60	-111.32	27.96	21.5
43	-112.02	28.37	20.0	62	-110.98	27.76	21.0
44	-112.35	28.21	21.0	63	-111.30	27.59	23.0
46	-112.68	28.04	21.0	64	-111.62	27.43	23.0
47	-112.49	27.75	22.2	65	-111.95	27.29	23.0
48	-112.16	27.93	22.5	66	-111.76	26.97	23.0
49	-112.00	28.00	22.0	67	-111.44	28.33	22.0
52	-111.68	28.17	21.5	68	-111.13	27.29	21.0
57	-112.22	27.51	23.0	69	-110.79	27.47	21.5
58	-111.98	27.63	21.5				

GOLCA 8802(Febrero 1982)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
fw.9	-114.20	31.11	15.7	220.75	-112.13	28.70	15.8
60.20	-114.59	30.56	14.8	240.30	-112.68	28.07	15.3
60.60	-113.90	30.89	15.5	240.50	-112.35	28.20	15.8
60.80	-113.57	31.05	16.5	240.70	-112.03	28.37	16.0
80.20	-114.38	30.27	15.5	260.25	-112.56	27.72	15.4
100.20	-114.19	29.98	16.0	260.40	-112.33	27.84	16.8
100.40	-113.85	30.14	16.0	260.60	-112.00	28.00	16.5
100.60	-113.52	30.31	16.2	260.80	-111.68	28.17	17.5
100.80	-113.19	30.48	16.5	280.35	-112.20	27.51	17.0
120.20	-113.96	29.69	16.5	280.55	-111.89	27.67	16.5
120.40	-113.66	29.85	16.0	280.75	-111.57	27.84	16.0
120.60	-113.33	30.02	16.0	280.90	-111.30	28.01	16.8
120.80	-113.00	30.19	16.5	300.10	-110.98	27.76	18.2
140.40	-113.39	29.55	16.5	300.40	-111.93	27.26	17.5
140.60	-113.13	29.73	16.3	300.60	-111.63	27.42	18.1
140.80	-112.81	29.90	16.8	300.80	-111.30	27.59	18.2
160.50	-113.06	29.33	16.7	320.10	-110.79	27.48	18.1
160.65	-112.86	29.48	16.0	320.40	-111.76	26.98	16.5
160.80	-112.61	29.61	16.5	320.80	-111.12	27.30	18.0
180.40	-113.04	28.98	15.8	340.10	-110.61	27.18	17.4
180.60	-112.76	29.16	16.2	340.45	-111.50	26.72	17.0
180.80	-112.45	29.31	16.5	340.60	-111.25	26.85	17.0
200.30	-113.05	28.64	16.0	340.80	-110.93	27.02	18.0
200.50	-112.73	28.79	16.4	360.10	-110.42	26.89	17.8
220.35	-112.76	28.42	15.5	360.115	-110.22	26.99	17.0
220.55	-112.46	28.53	16.0				

CICIMAR 8302 (Febrero-Marzo 1983)

EST.	LONG	LAT	TS
92	-114.27	26.75	19.70
101	-113.76	26.63	20.30
102	-114.12	26.47	19.40
111	-113.42	26.53	19.80
112	-113.60	26.36	20.00
113	-113.93	26.20	20.00
122	-113.10	26.27	20.40
123	-113.42	26.08	20.05
124	-113.77	25.92	19.50
131	-112.58	26.15	21.00
132	-112.92	25.98	21.00
133	-113.21	25.80	21.20
134	-113.57	25.63	21.20
143	-112.72	25.71	20.40
144	-113.07	25.53	21.20
145	-113.40	25.37	20.60
151	-112.25	25.58	21.50
152	-112.57	25.42	21.20
154	-113.23	25.08	20.70
162	-112.40	25.15	21.20
163	-112.70	24.98	21.00
164	-113.05	24.81	20.90
171	-112.36	24.74	21.50
172	-112.52	24.66	21.60
173	-112.85	24.50	21.50
181	-112.07	24.52	21.90
182	-112.33	24.38	21.90
183	-112.67	24.20	21.30
192	-112.17	24.08	20.20
193	-112.47	23.90	21.30
200	-111.31	24.14	22.40
202	-111.65	23.95	22.10
203	-111.97	23.77	22.60
204	-112.29	23.60	22.20
212	-111.15	23.82	23.10
214	-111.80	23.40	22.60

CICIMAR 8309 (Septiembre 1983)

EST.	LONG.	LAT.	T. S.
61	-114.82	27.53	26.50
71	-114.63	27.30	28.00
81	-114.45	27.00	28.50
91	-113.93	26.92	28.50
92	-114.27	26.73	28.90
101	-113.77	26.64	29.00
102	-114.12	26.48	28.40
111	-113.28	26.53	28.50
112	-113.60	26.37	28.20
113	-113.93	26.20	26.70
122	-113.10	26.27	28.50
123	-113.42	26.08	28.00
124	-113.77	25.92	27.00
131	-112.59	26.15	28.50
132	-112.92	25.98	27.50
133	-113.22	25.77	27.50
134	-113.57	25.63	26.80
142	-112.42	25.86	28.10
143	-112.74	25.70	28.40
144	-113.07	25.54	27.00
145	-113.40	25.37	27.60
151	-112.25	25.58	27.40
152	-112.57	25.42	27.40
153	-112.90	25.25	26.90
154	-113.23	25.08	27.40
162	-112.40	25.15	27.60
163	-112.70	24.98	27.60
164	-113.05	24.82	26.90
171	-112.36	24.75	27.70
172	-112.54	24.66	27.90
173	-112.85	24.50	27.50
181	-112.07	24.52	27.50
182	-112.33	24.39	28.00
183	-112.66	24.20	27.50
191	-111.83	24.25	28.00
192	-112.17	24.08	28.00
193	-112.48	23.90	28.00
201	-111.32	24.13	28.50
202	-111.65	23.95	28.40
203	-111.95	23.77	27.90
204	-112.28	23.60	27.90
211	-111.15	23.82	28.50
213	-111.47	23.63	29.10
214	-111.80	23.48	28.00
215	-112.10	23.30	27.80

CICIMAR 8401 (Enero 1984)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
55	-115.17	27.68	17.5	151	-112.25	25.58	19.0
61	-114.82	27.53	17.4	152	-112.57	25.42	19.0
62	-115.02	27.43	17.5	153	-112.90	25.25	19.0
71	-114.62	27.30	18.5	161	-112.40	25.15	20.0
72	-114.85	27.17	18.2	163	-112.70	24.98	20.2
81	-114.45	27.00	19.3	164	-113.05	24.82	18.8
82	-114.68	26.90	18.5	171	-112.37	24.75	20.0
91	-113.93	26.92	19.0	172	-112.53	24.67	21.0
92	-114.27	26.73	19.5	173	-112.85	24.50	20.2
93	-114.50	26.62	18.4	181	-112.08	24.52	20.0
101	-113.77	26.63	18.0	182	-112.33	24.38	20.6
102	-114.15	26.47	18.7	183	-112.67	24.20	20.2
111	-113.28	26.53	18.0	191	-111.83	24.25	18.0
112	-113.60	26.37	18.5	192	-112.17	24.08	20.5
113	-113.93	26.20	18.8	193	-112.48	23.90	20.3
121	-113.10	26.27	18.6	200	-111.32	24.12	18.0
123	-113.42	26.08	18.5	202	-111.65	23.95	20.0
124	-113.77	25.92	19.3	203	-111.97	23.77	22.0
131	-112.58	26.15	18.8	204	-112.28	23.60	22.1
132	-112.92	25.98	18.0	212	-111.15	23.82	21.0
133	-113.22	25.80	19.8	213	-111.47	23.65	20.0
142	-112.42	25.87	19.3	214	-111.80	23.48	20.8
143	-112.73	25.70	19.3	215	-112.10	23.30	21.5
144	-113.07	25.53	19.0				

CICIMAR 8405 (Mayo-Junio 1985)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
21	-114.95	29.00	15.8	123	-113.46	26.05	15.5
22	-115.27	28.85	16.1	124	-113.77	25.88	17.8
23	-115.58	28.70	16.8	131	-112.64	26.10	18.5
24	-115.89	28.54	16.8	132	-112.97	25.92	18.2
25	-116.22	28.38	19.7	133	-113.28	25.77	16.5
32	-114.76	28.74	16.0	142	-112.46	25.82	18.8
33	-115.08	28.58	16.9	143	-112.77	25.65	19.0
34	-115.40	28.43	17.0	144	-113.08	25.48	17.1
35	-115.72	28.27	17.1	145	-113.40	25.30	17.7
41	-114.62	28.46	16.4	151	-112.26	25.50	19.0
42	-114.92	28.31	16.6	152	-112.58	25.34	18.3
43	-115.54	27.99	16.5	153	-112.88	25.19	18.2
52	-114.43	28.18	16.7	154	-113.21	25.02	18.2
53	-114.71	28.03	17.0	162	-112.41	25.08	18.5
55	-115.33	27.72	17.4	163	-112.73	24.91	18.5
56	-115.68	27.53	17.6	164	-113.05	24.73	19.1
61	-114.91	27.62	13.2	171	-112.30	24.77	17.8
71	-114.68	27.28	14.3	172	-112.57	24.60	18.1
73	-115.33	26.97	18.0	173	-112.86	24.43	19.3
81	-114.50	27.00	17.2	181	-112.06	24.47	16.4
82	-114.82	26.85	16.4	182	-112.39	24.29	18.1
83	-115.13	26.68	18.3	183	-112.68	24.13	19.4
91	-114.01	26.87	15.8	191	-111.87	24.20	17.7
92	-114.31	26.72	17.7	192	-112.20	24.03	18.5
93	-114.62	26.55	16.4	193	-112.49	23.86	19.3
94	-114.93	26.38	18.2	201	-111.50	24.08	17.7
101	-113.82	26.60	17.3	202	-111.73	23.95	18.1

CICIMAR 8405 (Mayo-Junio 1985)

102	-114.14	26.43	17.4	203	-112.02	23.77	18.8
103	-114.45	26.27	17.7	204	-112.33	23.58	19.4
111	-113.34	26.49	18.2	212	-111.22	23.76	18.9
112	-113.65	26.32	15.8	213	-111.53	23.62	21.9
113	-113.97	26.15	17.5	214	-111.84	23.45	21.3
114	-114.27	25.98	18.8	215	-112.12	23.32	21.2
122	-113.17	26.20	17.8				

CICIMAR 8505 (Mayo-Junio 1985)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
33	-115.08	28.58	15.0	142	-112.50	25.80	14.0
34	-115.40	28.42	15.0	143	-112.78	25.63	15.0
42	-114.92	28.30	15.0	144	-113.08	25.45	15.0
43	-115.54	27.97	15.5	151	-112.27	25.50	16.5
52	-114.43	28.18	16.0	152	-112.59	25.34	15.0
53	-114.73	28.02	15.0	153	-112.88	25.21	15.0
55	-115.36	27.70	15.0	162	-112.40	25.08	15.0
61	-114.88	27.58	12.0	163	-112.74	24.88	16.0
62	-115.18	27.42	14.0	171	-112.34	24.72	16.0
71	-114.70	27.28	12.0	172	-112.60	24.58	16.5
72	-115.01	27.15	15.0	173	-112.93	24.41	16.0
81	-114.49	27.01	15.5	181	-112.05	24.49	14.0
91	-114.00	26.87	15.0	182	-112.32	24.34	15.0
92	-114.33	26.75	16.0	183	-112.65	24.17	16.2
101	-113.83	26.60	15.5	191	-111.77	24.25	14.0
111	-113.34	26.48	15.0	192	-112.04	24.10	16.0
112	-113.67	26.33	15.0	201	-111.44	24.03	16.0
122	-113.17	26.22	14.5	202	-111.71	23.89	15.0
123	-113.47	26.03	15.5	203	-112.01	23.73	16.5
131	-112.67	26.08	14.0	212	-111.23	23.76	15.5
132	-112.95	25.92	14.0	213	-111.52	23.62	16.0
133	-113.28	25.79	15.0	214	-111.72	23.50	18.0

CICIMAR 8508 (Agosto 1985)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
71	-114.71	27.29	22.5	151	-112.29	25.48	26.0
72	-115.05	27.11	23.5	152	-112.61	25.31	25.0
73	-115.37	26.96	25.0	153	-112.92	25.15	24.0
81	-114.53	27.00	25.5	162	-112.43	25.02	28.0
82	-114.81	26.82	24.0	163	-112.76	24.85	27.0
83	-115.18	26.67	22.0	164	-113.07	24.69	24.0
91	-114.02	26.87	26.0	171	-112.33	24.69	27.0
92	-114.34	26.75	22.0	172	-112.58	24.57	27.0
93	-114.67	26.54	23.5	173	-112.89	24.40	25.5
101	-113.84	26.59	25.5	181	-112.13	24.41	27.0
102	-114.15	26.42	23.0	182	-112.36	24.29	27.0
103	-114.49	26.25	24.5	183	-112.68	24.13	26.5
111	-113.33	26.47	26.0	190	-111.72	24.25	27.3
112	-113.65	26.30	23.5	191	-111.88	24.16	28.0
113	-113.96	26.13	23.5	192	-112.19	24.00	26.5
121	-112.78	25.84	23.0	193	-112.51	23.83	26.0
122	-113.15	26.18	24.9	201	-111.38	24.05	27.0
131	-112.65	26.08	24.5	202	-111.69	23.89	27.0
132	-112.97	25.89	25.0	203	-112.00	23.74	26.0
133	-113.29	25.72	24.5	212	-111.21	23.76	27.0

CICIMAR 8508 (Agosto 1985)

142	-112.44	25.82	25.0	213	-111.52	23.59	26.3
143	-112.78	25.60	24.0	214	-111.83	23.42	25.0
144	-113.10	25.43	24.0				

CICIMAR 8605 (Mayo-Junio 1986)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
11	-115.30	29.38	14.3	131	-112.82	26.09	16.0
12	-115.63	29.21	16.0	132	-113.13	25.92	16.8
13	-115.95	29.05	19.0	141	-112.33	25.96	17.0
14	-116.29	28.88	19.0	142	-112.64	25.79	16.5
31	-114.67	28.92	18.0	143	-112.95	25.62	17.5
32	-114.93	28.79	16.5	151	-112.45	25.50	17.8
33	-115.26	28.64	16.5	152	-112.77	25.33	17.5
34	-115.59	28.46	17.0	153	-113.09	25.16	17.5
35	-115.90	28.30	18.0	161	-112.27	25.18	18.0
51	-114.24	28.39	18.0	162	-112.57	25.02	17.5
52	-114.57	28.22	18.5	163	-112.90	24.85	17.5
53	-114.90	28.05	18.5	171	-112.41	24.77	18.5
55	-115.28	27.85	16.0	172	-112.74	24.59	18.5
56	-115.55	27.72	18.0	173	-113.05	24.42	18.5
61	-115.06	27.62	15.5	181	-112.26	24.50	17.5
62	-115.38	27.46	18.5	182	-112.58	24.33	18.0
71	-114.85	27.30	14.0	183	-112.89	24.17	19.0
72	-115.18	27.15	19.0	191	-112.07	24.18	18.0
81	-114.66	27.02	17.5	192	-112.39	24.02	18.8
82	-114.99	26.86	19.5	193	-112.70	23.85	20.0
91	-114.14	26.86	17.0	201	-111.58	24.06	18.5
92	-114.50	26.73	17.0	202	-111.89	23.88	17.5
93	-114.81	26.56	18.3	203	-112.21	23.72	19.0
101	-113.96	26.61	17.0	204	-112.52	23.56	19.5
102	-114.29	26.42	19.0	211	-111.09	23.93	17.0
103	-114.61	26.25	19.0	212	-111.40	23.76	19.5
111	-113.49	26.49	16.0	213	-111.72	23.60	19.9
112	-113.81	26.32	18.0	221	-110.90	23.62	19.0
121	-113.00	26.40	16.5	222	-111.22	23.45	19.2
122	-113.33	26.23	16.0	223	-111.53	23.28	19.2
123	-113.65	26.06	16.8				

CICIMAR 8606 (Junio 1986)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
133	-113.14	25.92	17.5	182	-112.58	24.33	20.0
134	-113.77	25.59	17.0	183	-112.90	24.16	19.8
151	-112.46	25.50	20.0	191	-112.07	24.19	18.9
152	-112.77	25.33	18.5	192	-112.39	24.02	19.0
153	-113.09	25.16	19.5	193	-112.70	23.85	19.0
154	-113.41	25.00	19.5	201	-111.58	24.06	18.5
161	-112.34	25.14	20.5	202	-111.89	23.89	18.0
162	-112.58	25.02	19.0	203	-112.21	23.73	19.0
163	-112.90	24.85	19.0	204	-112.52	23.56	19.0
164	-113.22	24.68	19.0	211	-111.09	23.93	18.0
171	-112.42	24.76	19.0	212	-111.40	23.76	20.0
172	-112.74	24.59	19.0	213	-111.72	23.60	20.0
173	-113.06	24.43	19.0	214	-112.03	23.43	19.0
181	-112.27	24.50	18.0	215	-112.34	23.26	20.0

CICIMAR 8608 (Agosto-Septiembre 1986)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
112	-113.49	26.49	19.8	163	-112.90	24.85	24.0
123	-113.33	26.23	22.0	164	-113.22	24.69	24.5
124	-113.65	26.06	23.0	171	-112.42	24.76	25.0
132	-112.82	26.09	21.5	172	-112.74	24.59	25.0
133	-113.14	25.92	22.2	173	-113.06	24.43	25.0
134	-113.46	25.75	22.5	181	-112.27	24.50	26.0
143	-112.64	25.79	22.1	182	-112.58	24.33	23.5
144	-112.95	25.62	22.0	183	-112.90	24.16	23.1
151	-112.46	25.50	25.0	191	-112.07	24.19	26.0
152	-112.77	25.33	24.5	192	-112.38	24.02	24.0
153	-113.09	25.16	22.8	193	-112.70	23.85	24.8
162	-112.58	25.02	24.0				

CICIMAR 8611 (Noviembre 1986)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
62	-115.06	27.63	20.0	154	-113.17	25.17	22.0
63	-115.38	27.46	20.0	155	-113.47	25.00	23.0
72	-114.88	27.34	22.0	161	-112.31	25.19	24.0
73	-115.20	27.17	20.1	163	-112.62	25.05	25.0
81	-114.64	27.06	22.0	164	-112.97	24.88	23.0
82	-114.94	26.91	21.1	165	-113.30	24.70	24.0
92	-114.20	26.91	22.0	171	-112.45	24.75	22.0
93	-114.53	26.75	20.0	173	-112.77	24.60	23.0
94	-114.85	26.58	21.0	174	-113.06	24.43	22.0
101	-114.03	26.62	22.0	182	-112.33	24.43	23.0
102	-114.34	26.46	20.2	183	-112.66	24.26	25.0
103	-114.67	26.29	21.0	184	-112.96	24.10	24.0
113	-113.85	26.33	22.0	192	-112.15	24.14	25.0
114	-114.17	26.17	21.0	193	-112.48	23.97	26.0
115	-114.61	25.93	21.0	194	-112.77	23.81	25.0
121	-113.03	26.37	22.0	200	-111.35	24.18	25.0
123	-113.31	26.22	23.0	202	-111.67	24.03	26.0
124	-113.67	26.05	22.0	203	-111.98	23.85	24.0
125	-113.99	25.88	21.0	204	-112.30	23.68	24.0
132	-112.89	26.07	23.0	205	-112.62	23.52	24.0
133	-113.20	25.92	23.0	212	-111.18	23.88	25.0
134	-113.50	25.74	23.0	213	-111.51	23.72	25.0
135	-113.82	25.58	21.0	214	-111.82	23.56	25.5
142	-112.38	25.96	23.0	215	-112.13	23.39	26.4
143	-112.78	25.73	24.0	216	-112.46	23.22	24.0
144	-113.02	25.62	22.0	221	-111.02	23.59	25.0
145	-113.33	25.46	23.0	222	-111.33	23.42	25.5
146	-113.64	25.30	21.0	223	-111.64	23.25	25.5
152	-112.53	25.50	23.0	224	-111.95	23.09	25.5
153	-112.84	25.33	23.6				

CICIMAR 8707 (Julio 1987)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
71	-114.62	27.38	15.5	151	-112.40	25.60	22.0
72	-114.95	27.25	16.0	152	-112.52	25.43	20.5
81	-114.45	27.12	15.5	153	-112.83	25.27	20.5
82	-114.78	26.95	16.5	161	-112.33	25.15	20.5
92	-114.25	26.85	17.0	163	-112.65	24.98	21.0
93	-114.58	26.67	17.5	164	-112.98	24.82	21.0

CICIMAR 8707 (Julio 1987)

100	-113.77	26.72	17.0	171	-112.47	24.68	21.5
102	-113.99	26.58	18.0	173	-112.78	24.52	22.2
111	-113.25	26.58	16.5	182	-112.30	24.40	20.5
112	-113.58	26.42	18.5	183	-112.62	24.23	22.2
113	-113.88	26.25	19.2	191	-111.80	24.28	22.1
122	-113.07	26.30	19.0	192	-112.12	24.12	21.5
123	-113.38	26.13	18.0	193	-112.43	23.95	22.5
124	-113.70	25.97	19.0	201	-111.30	24.12	25.2
131	-112.57	26.18	20.5	202	-111.62	23.95	23.5
132	-112.88	26.02	19.0	203	-111.98	23.78	22.5
133	-113.20	25.85	18.0	204	-112.35	23.57	27.0
134	-113.53	25.68	19.5	211	-111.12	23.87	27.0
142	-112.38	25.88	21.8	213	-111.42	23.70	25.0
143	-112.70	25.73	19.0	214	-111.75	23.53	25.0
144	-113.02	25.55	18.5	215	-112.07	23.37	23.0
145	-113.35	25.38	19.5				

CICIMAR 8710 (Octubre 1987)

EST	LONG.	LAT.	T.S.	EST	LONG.	LAT.	T.S.
52	-114.36	28.32	21.0	145	-113.34	25.39	24.0
53	-114.69	28.15	21.0	151	-112.21	25.60	27.0
54	-115.01	27.99	21.0	152	-112.52	25.45	26.7
55	-115.34	27.82	22.8	153	-112.84	25.27	26.5
56	-115.67	27.62	23.0	154	-113.16	25.10	24.0
62	-115.15	27.53	22.0	161	-112.34	25.15	27.0
63	-115.48	27.37	23.0	163	-112.66	24.98	26.5
71	-114.63	27.41	23.2	164	-112.98	24.81	28.2
72	-114.90	27.26	23.5	171	-112.48	24.69	27.5
73	-115.28	27.08	23.0	173	-112.79	24.52	27.4
81	-114.45	27.12	23.0	181	-112.11	24.50	25.8
82	-114.78	26.96	23.0	182	-112.30	24.40	29.0
83	-115.10	26.80	23.0	183	-112.62	24.24	28.5
92	-114.26	26.83	23.0	191	-111.80	24.28	27.0
93	-114.58	26.67	23.0	192	-112.11	24.11	28.0
100	-113.77	26.70	25.2	193	-112.43	23.95	26.5
101	-114.08	26.55	24.0	200	-111.31	24.16	28.0
111	-113.25	26.42	25.0	202	-111.62	23.99	28.2
112	-113.57	26.42	25.0	203	-111.94	23.82	26.0
113	-113.89	26.26	24.8	204	-112.25	23.66	26.5
114	-113.71	25.97	23.5	211	-110.97	23.95	26.5
121	-113.08	26.30	26.8	212	-111.13	23.87	27.9
123	-113.39	26.13	25.1	213	-111.44	23.70	26.0
131	-112.57	26.18	27.5	214	-111.76	23.53	26.0
132	-112.89	26.01	26.5	215	-112.07	23.37	26.5
133	-113.21	25.85	25.0	220	-110.72	23.70	27.5
134	-113.52	25.68	24.0	221	-110.94	23.58	28.2
142	-112.39	25.89	26.0	222	-111.26	23.41	27.0
143	-112.71	25.72	26.5	223	-111.57	23.24	27.5
144	-113.02	25.55	25.0	224	-111.89	23.08	27.1

Anexo 2.- Listado sistemático de las larvas de peces recolectadas en el Golfo de California durante 1984-1988 con su abundancia relativa (%). Afinidad faunística (AF): tropical (tr); subtropical (st); templado (tm); subártico (sa); amplia distribución en el Pacífico oriental (wd). Hábitat (Hab): demersal somero (sd); demersal de profundidad (dd); pelágico costero (cp); epipelágico oceánico (op); mesopelágico (mp); y batipelágico (bp).

Taxon	%	(AF)-(Hab)	Taxon	%	(AF)-(Hab)
O. Elopiformes			<i>Opisthonema</i> sp. (<i>libertate</i> ?)	5.5	(tr)-(cp)
F. Elopidae			<i>Sardinops caeruleus</i>	3.6	(tm/sa)-(cp)
<i>Elops affinis</i> Regan 1909	<0.1	(tr/st)-(cp)	(Girard 1856)		
O. Albuliformes			Clupeidae	<0.1	-(cp)
F. Albulidae			F. Engraulidae		
<i>Albula</i> type 1	0.7	(tr)-(sd)	<i>Engraulis mordax</i> Girard 1854	17.6	(tm)-(cp)
O. Notacanthiformes			Engraulidae type 1	2.5	-(cp)
F. Notacanthidae			O. Salmoniformes		
Notacanthidae	<0.1	-(dd)	S.O. Argentinoidei		
O. Anguilliformes			F. Argentinidae		
F. Muraenidae			<i>Argentina sialis</i> Gilbert 1890	0.1	(tm)-(dd)
<i>Anarchias</i> type 1	<0.1	(sd)	F. Bathylagidae		
<i>Gymnothorax</i> type 1	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Bathylagus pacificus</i>	<0.1	(tm/sa)-(mp)
<i>Uropterygius</i> type 1	<0.1	(sd)	Gilbert 1890		
Muraenidae type 1	<0.1	(sd)	<i>Bathylagus wesethi</i> Bolin 1938	<0.1	(tm)-(mp)
F. Ophichthidae			<i>Leuroglossus stilbius</i>	1.6	(tm)-(mp)
<i>Myrophis vafer</i>	<0.1	(tm/st)-(sd)	Gilbert 1890		
Jordan y Gilbert 1883			F. Microstomatidae		
<i>Ophichthus triserialis</i>	<0.1	(tr/st)-(sd)	Microstomatidae type 1	<0.1	-(mp)
(Kaup 1856)			O. Stomiiformes		
<i>Ophichthus zophochir</i>	0.1	(tr/st)-(sd)	F. Gonostomatidae		
(Jordan y Gilbert 1882)			<i>Diplophos proximus</i> Parr 1931	<0.1	(tr)-(mp)
<i>Ophichthus</i> type 1	<0.1	-(sd)	F. Phosichthyidae		
Ophichthidae type 1	<0.1	-(sd)	<i>Ichthyococcus irregularis</i>	<0.1	(wd)-(mp)
F. Congridae			Rechnitzer y Böhlke 1958		
<i>Ariosoma gilberti</i> (Ogilby 1898)	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Vinciguerrria lucetia</i>	6.8	(tr)-(mp)
<i>Bathycongrus macrurus</i>	<0.1	(tr)-(sd)	(Garman 1899)		
(Gilbert 1891)			F. Stomiidae		
<i>Chiloconger</i> type 1	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Stomias atri-venter</i> Garman 1899	<0.1	(tr/st)-(mp)
<i>Gnathophis cinctus</i>	<0.1	(tm/st)-(sd)	F. Melanostomiidae		
(Garman 1899)			Melanostomiidae type 1	<0.1	-(mp)
<i>Paraconger</i> type 1	<0.1	(tr/st)-(sd)	O. Aulopiformes		
Congridae type 1	<0.1	-(sd)	S.O. Aulopoidei		
F. Derichthyidae			F. Aulopidae		
Derichthyidae type 1	<0.1	-(mp)	<i>Aulopus bajacali</i>	<0.1	(tr)-(dd)
F. Nemichthyidae			Parin y Kotlyar 1984		
Nemichthyidae type 1	<0.1	-(mp)	F. Scopelarchidae		
F. Serrivomeridae			<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	<0.1	(tr)-(mp)
Serrivomeridae	<0.1	(bp)	(Parr 1929)		
F. Nettastomatidae			<i>Scopelarchus guentheri</i>	<0.1	(tr/st)-(mp)
<i>Hoplunnis sicarius</i>	<0.1	(tr)-(sd)	Alcock 1896		
(Garman 1899)			Scopelarchidae type 1	<0.1	-(mp)
<i>Hoplunnis</i> type 1	<0.1	(tr)-(sd)	S.O. Alepisauroidi		
F. Cyematidae			F. Synodontidae		
Cyematidae type 1	<0.1	-(mp)	<i>Synodus lucioiceps</i> (Ayres 1855)	<0.1	(tm)-(sd)
O. Clupeiformes			<i>Synodus</i> spp.	0.1	(tr)-(sd)
F. Clupeidae			F. Paralepididae		
<i>Etrumeus teres</i> (DeKay 1842)	1.0	(wd)-(cp)	<i>Lestidiops neles</i> (Harry 1953)	<0.1	(tr)-(mp)
<i>Harengula thrissina</i>	0.1	(tr)-(cp)	<i>Lestidiops</i> type 1	<0.1	-(mp)
(Jordan y Gilbert 1882)					

Taxon	%	(AF)-(Hab)	Taxon	%	(AF)-(Hab)
O. Myctophiformes			F. Carapidae		
F. Neoscopelidae			<i>Encheliophis dubius</i>	<0.1	(tr)-(sd)
Neoscopelidae type 1	<0.1	-(bp)	(Putman 1874)		
F. Myctophidae			<i>Encheliophis</i> type 1	<0.1	
<i>Ceratoscopelus townsendi</i>	<0.1	(wd)-(mp)	<i>Echiodon exsiliium</i>	<0.1	(tr)-(dd)
(Eigenmann y Eigenmann 1889)			Rosenblatt 1961		
<i>Diaphus pacificus</i> Parr 1931	0.2	(tr)-(mp)	Carapidae	<0.1	
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	<0.1	(tr)-(mp)	F. Bythitidae	<0.1	
Parr 1931			Bythitidae type 1		
<i>Nannobranchium idostigma</i>	<0.1	(tr/st)-(mp)	O. Lophiiformes		
(Parr 1931)			S.O. Lophioidei		
<i>Nannobranchium</i> type 1	<0.1	-(mp)	F. Lophiidae		
<i>Triphoturus mexicanus</i>	7.1	(st)-(mp)	<i>Lophiodes spilurus</i>	<0.1	(wd)-(dd)
(Gilbert 1890)			(Garman 1899)		
<i>Benthoosema panamense</i>	34.2	(tr)-(sd)	<i>Lophiodes</i> type 1	<0.1	
(Tåning 1932)			Lophiidae type 1	<0.1	
<i>Diogenichthys laternatus</i>	3.5	(tr)-(mp)	S.O. Antennarioidei		
(Garman 1899)			F. Antennariidae		
<i>Gonichthys tenuiculus</i>	<0.1	(tr/st)-(mp)	<i>Antennarius avalonis</i>	<0.1	(tr/st)-(sd)
(Garman 1899)			Jordan y Starks 1907		
<i>Hygophum atratum</i>	0.2	(tr)-(mp)	<i>Antennarius</i> type 1	<0.1	
(Garman 1899)			S.O. Ogcocephaloidei		
Myctophidae type 1	<0.1	-(mp)	F. Ogcocephalidae		
O. Gadiformes			<i>Zalieutes elater</i>	<0.1	(tr/st)-(dd)
F. Bregmacerotidae			(Jordan y Gilbert 1882)		
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	0.2	(tr/st)-(cp)	S.O. Ceratioidei		
Jordan y Bollman 1890			F. Melanocetidae		
<i>Bregmaceros</i> type 1	<0.1	(tr)-(cp)	Melanocetidae type 1	<0.1	(tr/st)-(bp)
Bregmacerotidae type 1	<0.1	-(cp)	F. Oneirodidae		
F. Macrouridae			<i>Oneirodes</i> type 1	<0.1	-(bp)
<i>Caelorinchus scaphopsis</i>	<0.1	(tm)-(bp)	Oneirodidae type 1	<0.1	-(bp)
(Gilbert 1890)			F. Gigantactinidae		
<i>Nezumia</i> type 1	<0.1	(bp)	<i>Gigantactis</i> type 1	<0.1	-(bp)
F. Moridae			F. Linophrynidae		
<i>Physiculus nematopus</i>	<0.1	(tr)-(mp)	<i>Borophryne apogon</i> Regan 1925	<0.1	-(tr)-(bp)
Gilbert 1890			O. Atheriniformes		
F. Merlucciidae			F. Atherinidae		
<i>Merluccius productus</i>	0.7	(tm/sa)-(dd)	Atherinidae type 1	<0.1	-(cp)
(Ayres 1855)			O. Beloniformes		
O. Ophidiiformes			F. Hemiramphidae		
S.O. Ophidioidei			<i>Hyporhamphus rosae</i>	<0.1	(tr/st)-(cp)
F. Ophidiidae			(Jordan y Gilbert 1880)		
<i>Cherublemma emmelas</i>	<0.1	(tr)-(dd)	<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	<0.1	(tr/st)-(cp)
(Gilbert 1890)			(Valenciennes 1847)		
<i>Chilara taylori</i> (Girard 1958)	<0.1	(tm/sa)-(dd)	Hemiramphidae type 1	<0.1	
<i>Lepophidium negropinna</i>	<0.1	(tr)-(sd)	F. Exocoetidae		
Hildebrand y Barton 1949			<i>Cheilopogon pinnatibarbatus</i>	<0.1	(tm/sa)-(cp)
<i>Lepophidium stigmatistium</i>	<0.1	(st)-(dd)	(Bennett 1831)		
Gilbert 1890			<i>Fodiator acutus</i> (Valenciennes	<0.1	(tr/st)-(cp)
<i>Lepophidium</i> type 1	<0.1	(tr)-(sd)	1847)		
<i>Ophidion scrippsae</i>	<0.1	(tm)-(sd)	<i>Hirundichthys rondeletii</i>	<0.1	(tr/st)-(cp)
(Hubbs 1916)			(Valenciennes 1847)		
<i>Ophidion</i> type 1	<0.1	-(sd)	<i>Hirundichthys</i> spp.	<0.1	(tr/st)-(cp)
Ophidiidae	<0.1		<i>Prognichthys tringa</i> Breder 1928	<0.1	(tr)-(cp)
			Exocoetidae type 1	<0.1	(tr/st)-(cp)

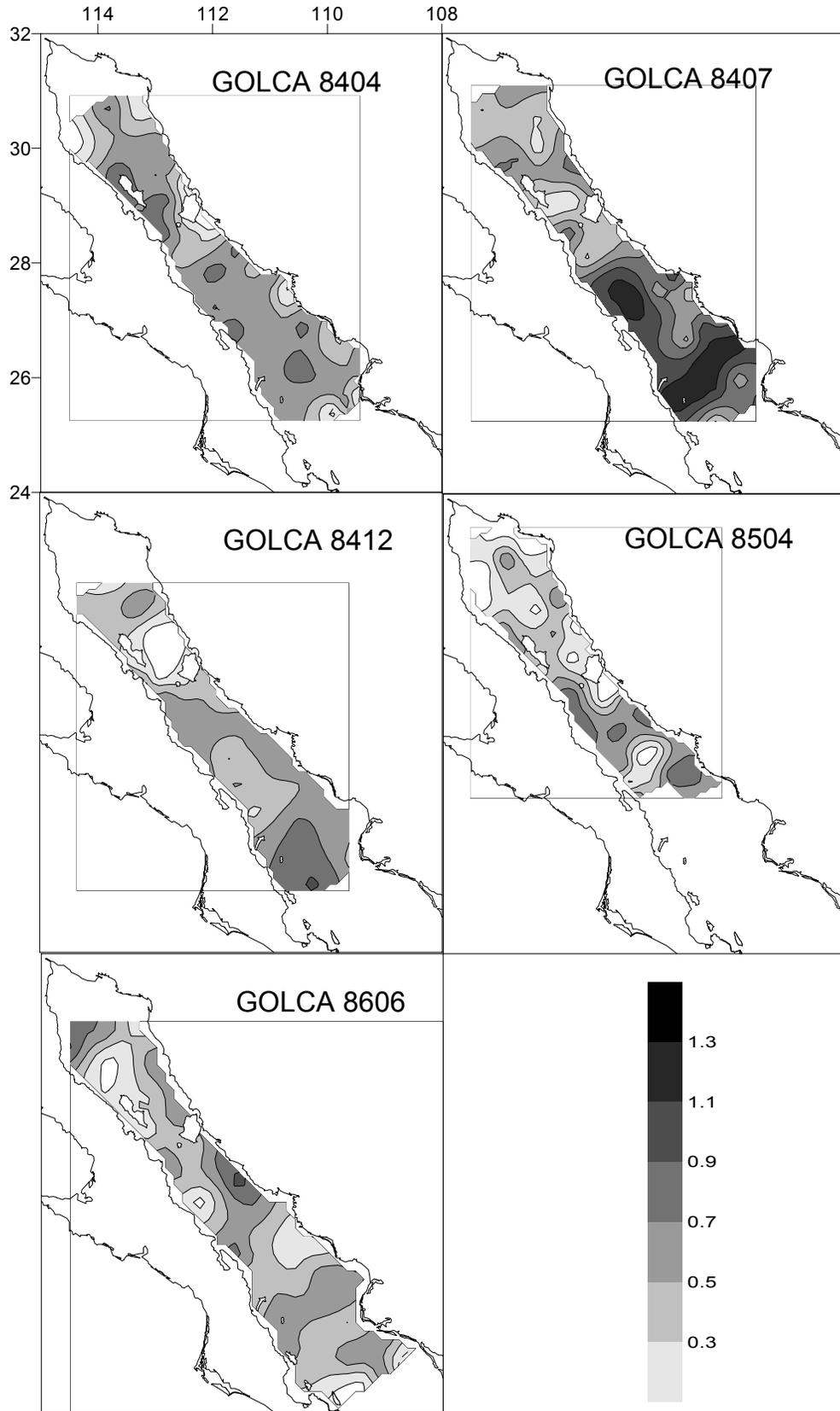
Taxon	%	(AF)-(Hab)	Taxon	%	(AF)-(Hab)
O. Lampridiformes			<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	<0.1	(tm/st)-(sd)
F. Trachipteridae			(Steindechner 1868)		
<i>Zu cristatus</i> (Bonelli 1819)	<0.1	(tr/st)-(cp)	<i>Serranus</i> spp.	0.2	(tr/st)-(sd)
Trachipteridae type 1	<0.1		<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	<0.1	(tr)-(sd)
O. Beryciformes			Gill 1863		
S.O. Berycoidei			<i>Paranthias colonus</i>	<0.1	(tr)-(sd)
F. Holocentridae			(Valenciennes 1846)		
<i>Myripristis leiognathos</i>	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Pseudogramma thaumasium</i>	<0.1	(tr)-(sd)
Valenciennes 1846			(Gilbert 1900)		
<i>Myripristis</i> spp.	<0.1	(tr/st)-(cp)	Serranidae	<0.1	-(sd)
S.O. Stephanoberycoidei			F. Priacanthidae		
F. Melamphaidae			<i>Pristigenys serrula</i> (Gilbert 1891)	<0.1	(wd)-(sd)
<i>Melamphaes</i> spp.	<0.1	-(mp)	Priacanthidae type 1	<0.1	-(sd)
<i>Scopelogadus bispinosus</i>	<0.1	(tr)-(mp)	F. Apogonidae		
(Gilbert 1915)			<i>Apogon retrosella</i> (Gill 1862)	<0.1	(tr)-(sd)
F. Mirapinnidae			<i>Apogon</i> spp.	<0.1	-(sd)
Mirapinnidae type 1	<0.1	-(mp)	Apogonidae type 1	<0.1	-(sd)
O. Syngnathiformes			F. Carangidae		
F. Fistulariidae			<i>Alectis ciliaris</i> (Bloch 1787)	<0.1	(tr)-(cp)
<i>Fistularia commersonii</i>	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Caranx caballus</i> Günther 1868	0.3	(tr/st)-(cp)
Rüppell 1838			<i>Caranx sexfasciatus</i>	<0.1	(tr)-(cp)
<i>Fistularia corneta</i>	<0.1	(tr)-(sd)	Quoy y Gaimard 1825		
Gilbert y Starrks 1904			<i>Caranx</i> spp.	<0.1	-(cp)
F. Syngnathidae			<i>Chloroscombrus orqueta</i>	<0.1	(tr/st)-(cp)
<i>Syngnathus</i> type 1	<0.1	-(sd)	Jordan y Gilbert 1883		
O. Scorpaeniformes			<i>Decapterus</i> spp.	<0.1	(tr)-(cp)
S.O. Scorpaenoidei			<i>Elagatis bipinnulata</i>	<0.1	(tr)-(cp)
F. Scorpaenidae			(Quoy y Gaimard 1825)		
<i>Sebastes macdonaldi</i> (Eigenmann	0.2	(tm)-(dd)	<i>Gnathonodon speciosus</i>	<0.1	(tr)-(cp)
y Beeson 1893)			(Forssskål 1775)		
<i>Sebastes</i> spp.	<0.1	(tm/sa)-	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch y	<0.1	(tr)-(cp)
<i>Pontinus sierra</i> (Gilbert 1890)	<0.1	(tr/st)-(dd)	Sneider 1801)		
<i>Pontinus</i> spp.	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Oligoplites</i> type 1	0.2	(tr/st)-(cp)
<i>Scorpaena guttata</i> Girard 1854	<0.1	(tm)-(sd)	<i>Selar crumenophthalmus</i>	0.1	(tr/st)-(cp)
<i>Scorpaena</i> spp.	<0.1	(tr/st)-(dd)	(Bloch 1793)		
<i>Scorpaenodes xyris</i>	<0.1	(wd)-(sd)	<i>Selene brevoortii</i> (Gill 1863)	<0.1	(tr/st)-(cp)
(Jordan y Gilbert 1882)			<i>Selene peruviana</i>	<0.1	(tr)-(cp)
<i>Sebastobolus altivelis</i>	<0.1	(st/tm)-(dd)	(Guichenot 1866)		
Gilbert 1896			<i>Selene</i> spp.	<0.1	(tr/st)-(cp)
Scorpaenidae	<0.1		<i>Seriola lalandi</i> Valenciennes 1833	<0.1	(wd)-(cp)
F. Triglidae			<i>Seriola</i> spp.	<0.1	-(cp)
<i>Bellator loxias</i> (Jordan 1897)	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Trachinotus rhodopus</i> Gill 1863	<0.1	(tr)-(cp)
<i>Prionotus ruscarius</i>	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Trachurus symmetricus</i>	<0.1	(tm/sa)-(op)
Gilbert y Starrks 1904			(Ayres 1855)		
<i>Prionotus stephanophrys</i>	<0.1	(wd)-(sd)	Carangidae type 1	<0.1	-(cp)
Lockington 1881			F. Nematistiidae		
Triglidae	<0.1	-(sd)	<i>Nematistius pectoralis</i> Gill 1862	<0.1	(tr/st)-(cp)
O. Perciformes			F. Coryphaenidae		
S.O. Percoidei			<i>Coryphaena hippurus</i>	<0.1	(tr)-(op)
F. Serranidae			Linnaeus 1758		
<i>Hemanthias signifer</i> (Garman 1899)	<0.1	(tr)-(sd)	F. Bramidae		
<i>Hemanthias</i> spp.	<0.1	(tr)-(sd)	Bramidae type 1	<0.1	-(mp)
<i>Mycteroperca</i> spp.	<0.1	(tr/st)-(sd)	F. Lutjanidae		
<i>Epinephelus</i> spp.	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Lutjanus argentiventris</i>	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Diplectrum</i> spp.	0.1	(tr/st)-(sd)	(Peters 1869)		

Taxon	%	(AF)-(Hab)	Taxon	%	(AF)-(Hab)
<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner 1869)	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Hypsypops rubicundus</i> (Girard 1854)	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Lutjanus novemfasciatus</i> Gill 1862	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Stegastes rectifraenum</i> (Gill 1862)	0.1	(st)-(sd)
<i>Lutjanus peru</i> (Nichols y Murphy 1922)	<0.1	(tr)-(sd)	Pomacentridae type 1	<0.1	-(sd)
<i>Lutjanus</i> spp.	<0.1	(tr)-(sd)	F. Opistognathidae		
Lutjanidae type 1	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Opistognathus</i> spp.	<0.1	-(sd)
F. Malacanthidae			F. Howellidae		
<i>Caulolatilus princeps</i> (Jenyns 1840)	<0.1	(wd)-(sd)	<i>Howella</i> spp.	<0.1	-(mp)
F. Gerreidae			S.O. Mugiloidei		
<i>Diapterus peruvianus</i> (Cuvier 1830)	0.1	(tr)-(sd)	F. Mugilidae		
<i>Eucinostomus currani</i> Zahuranec in Yáñez-Arancibia 1980	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus 1758	<0.1	(tr/st)-(cp)
<i>Eucinostomus dowii</i> Gill 1863	0.1	(tr/st)-(sd)	Mugilidae type 1	<0.1	(tr/st)-(cp)
<i>Eucinostomus gracilis</i> (Gill 1862)	0.6	(tr)-(sd)	S.O. Polynemoidei		
Gerreidae type 1	<0.1		F. Polynemidae		
F. Haemulidae			<i>Polydactylus approximans</i> (Lay y Bennett 1839)	<0.1	(tr/st)-(sd)
<i>Anisotremus davidsonii</i> (Steindachner 1876)	0.2	(tm)-(sd)	<i>Polydactylus opercularis</i> (Gill 1863)	<0.1	(tr/st)-(sd)
<i>Anisotremus</i> spp.	<0.1	(tr)-(sd)	S.O. Labroidei		
<i>Orthopristis</i> spp.	<0.1	(tr)-(sd)	F. Labridae		
<i>Xenistius californiensis</i> (Steindachner 1876)	0.2	(tr/st)-(sd)	<i>Halichoeres dispilus</i> (Günther 1864)	<0.1	(tr)-(sd)
Haemulidae type 1	<0.1		<i>Halichoeres semicinctus</i> (Ayres 1859)	<0.1	(tm)-(sd)
F. Sparidae			<i>Halichoeres</i> spp.	<0.1	-(sd)
<i>Calamus brachysomus</i> (Lockington 1880)	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Oxyjulis californica</i> (Günther 1861)	<0.1	(tm)-(sd)
F. Sciaenidae			<i>Semicossyphus pulcher</i> (Ayres 1854)	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Menticirrhus undulatus</i> (Girard 1854)	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Thalassoma</i> spp.	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Roncador stearnsii</i> (Steindachner 1876)	<0.1	(tm/st)-(sd)	<i>Xyrichtys mundiceps</i> Gill 1862	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Seriphus politus</i> Ayres 1860	<0.1	(tm)-(sd)	<i>Xyrichtys pavo</i> (Valenciennes 1840)	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Umbrina roncador</i> Jordan y Gilbert 1882	<0.1	(st)-(sd)	Labridae	<0.1	-(sd)
Sciaenidae	<0.1		F. Scaridae		
F. Mullidae			<i>Scarus</i> spp.	<0.1	(tr)-(sd)
Mullidae type 1	<0.1	-(sd)	S.O. Trachinoidei		
F. Kyphosidae			F. Chiasmodontidae		
Kyphosidae type 1	<0.1	-(sd)	<i>Chiasmodon niger</i> Johnson 1864	<0.1	(tr/st)-(mp)
F. Ehippidae			Chiasmodontidae type 1	<0.1	(tr/st)-(mp)
<i>Chaetodipterus zonatus</i> (Girard 1858)	<0.1	(tr/st)-(sd)	S.O. Blennioidei		
<i>Parapsettus panamensis</i> (Steindachner 1876)	<0.1	(tr)-(sd)	F. Tripteygiidae		
F. Chaetodontidae			Tripteygiidae	<0.1	(tr/st)-(sd)
Chaetodontidae type 1	<0.1	-(sd)	F. Labrisomidae		
F. Pomacentridae			<i>Labrisomus xanti</i> (Gill 1860)	<0.1	(tr)-(mp)
<i>Abudefduf troschelii</i> (Gill 1862)	<0.1	(tr)-(sd)	F. Blenniidae		
<i>Chromis</i> type 1	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Hypsoblennius gentilis</i> (Girard 1854)	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Chromis</i> type 2	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Hypsoblennius jenkinsi</i> (Jordan y Evermann 1896)	<0.1	(tm)-(sd)
			<i>Hypsoblennius</i> spp.	<0.1	(tm)-(sd)
			<i>Ophioblennius steindachneri</i> Jordan y Evermann 1898	<0.1	(tr)-(sd)
			Blenniidae type 1	<0.1	-(sd)

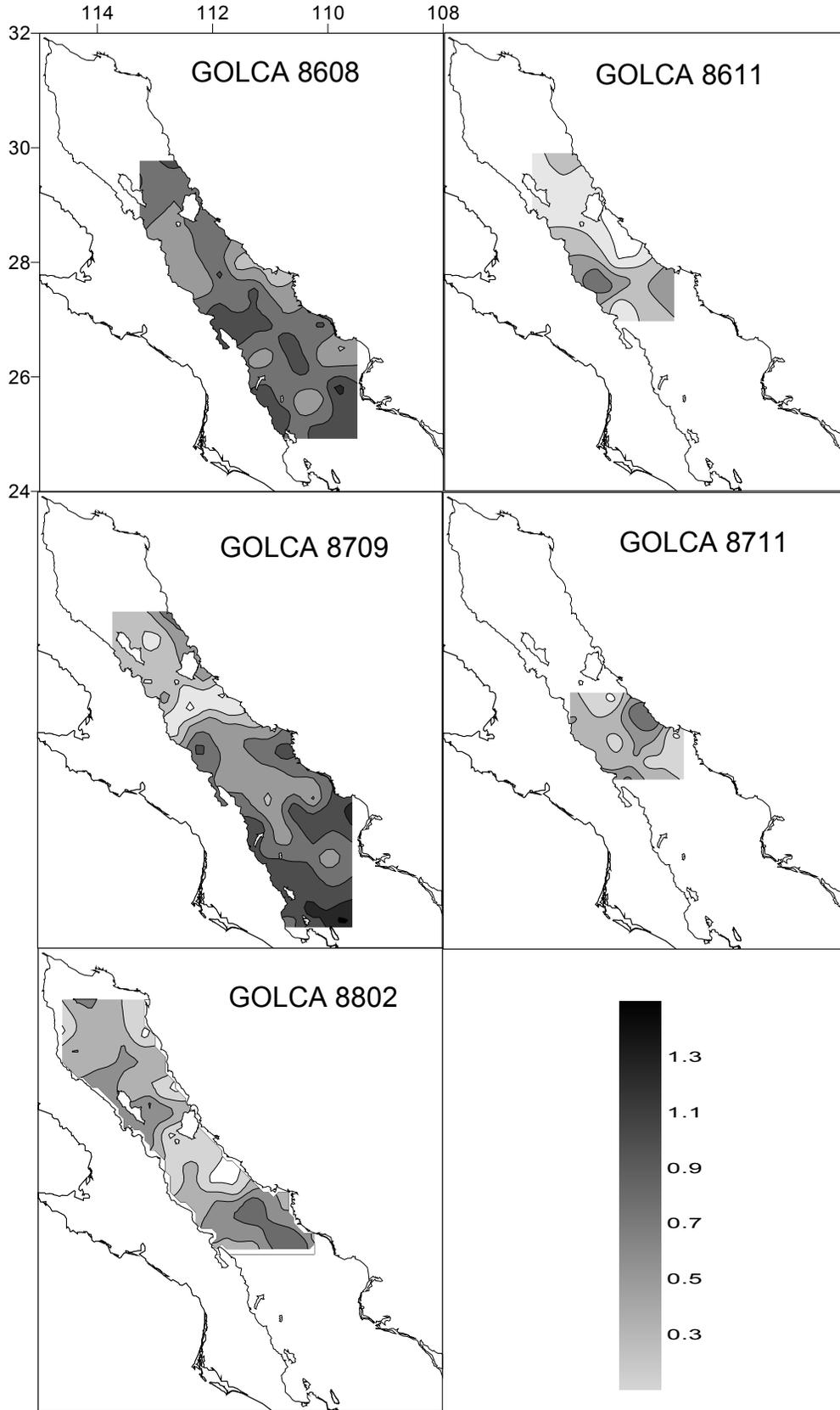
Taxon	%	(AF)-(Hab)	Taxon	%	(AF)-(Hab)
S.O. Gobioidae			Stromateidae	<0.1	-(sd)
F. Eleotridae			O Pleuronectiformes		
Eleotridae type 1 (<i>Erotelis?</i>)	<0.1		S.O. Pleuronectoidei		
Eleotridae	0.6		F. Paralichthyidae		
F. Gobiidae			<i>Citharichthys fragilis</i>	0.2	(tm/st)-(sd)
<i>Coryphopterus</i> type 1	<0.1	-(sd)	Gilbert 1890		
<i>Gillichthys mirabilis</i>	<0.1	(tm)-(sd)	<i>Citharichthys gordae</i>	<0.1	(tr)-(sd)
Cooper 1864			Beebe y Tee-Van 1938		
<i>Gobulus crescentalis</i> (Gilbert 1892)	<0.1	(st)-(sd)	<i>Citharichthys platophrys</i>	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Ilypnus gilberti</i>	<0.1	(tm)-(sd)	Gilbert 1891		
(Eigenmann y Eigenmann 1889)			<i>Citharichthys</i> spp.	<0.1	-(sd)
<i>Lythrypnus dalli</i> (Gilbert 1890)	0.6	(tm)-(sd)	<i>Cyclopsetta panamensis</i>	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Lythrypnus</i> spp.	<0.1	-(sd)	(Steindachner 1876)		
<i>Quietula y-cauda</i>	<0.1	(tm)-(sd)	<i>Etropus crossotus</i>	<0.1	(tr)-(sd)
(Jenkins y Evermann 1889)			Jordan y Gilbert 1882		
Gobiidae type 1	<0.1	-(sd)	<i>Syacium ovale</i> (Günther 1864)	1.2	(tr)-(sd)
Gobiidae	0.6	-(sd)	<i>Hippoglossina stomata</i>	<0.1	(tm)-(sd)
F. Microdesmidae			Eigenmann y Eigenmann 1890		
<i>Clarkichthys bilineatus</i>	<0.1	-(sd)	<i>Paralichthys californicus</i>	<0.1	(tm)-(sd)
(Clark 1936)			(Ayres 1859)		
Microdesmidae type 1	<0.1	-(sd)	<i>Paralichthys woolmani</i>	<0.1	(tr)-(sd)
S.O. Sphyraenoidei			Jordan y Williams <u>in</u> Gilbert 1897		
F. Sphyraenidae			<i>Xistreurys liolepis</i>	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Sphyraena argentea</i> Girard 1854	<0.1	(tm)-(cp)	Jordan y Gilbert 1880		
<i>Sphyraena ensis</i>	<0.1	(tr)-(cp)	Paralichthyidae type 1	<0.1	-(sd)
Jordan y Gilbert 1882			F. Bothidae		
<i>Sphyraena lucasana</i> Gill 1863	<0.1	(st)-(sd)	<i>Bothus leopardinus</i>	<0.1	(tr)-(sd)
S.O. Scombroidei			(Günther 1862)		
F. Gempylidae			<i>Engyophrys sanctilaurentia</i>	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Gempylus serpens</i> Cuvier 1829	<0.1	(tr/st)-(mp)	Jordan y Bollman 1890		
Gempylidae type 1	<0.1	-(mp)	<i>Monolene asaedai</i> Clark 1936	<0.1	(tr)-(sd)
F. Scombridae			<i>Perissias taeniopterus</i>	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Auxis</i> spp.	0.2	(tr/st)-(op)	(Gilbert 1890)		
<i>Euthynnus lineatus</i>	0.1	(tr)-(op)	F. Pleuronectidae		
Kishinouye 1920			<i>Hypsopsetta guttulata</i>	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Sarda chiliensis</i> (Cuvier 1832)	<0.1	(tm/sa)-(cp)	(Girard 1856)		
<i>Sarda</i> type 1	<0.1	-(cp)	<i>Pleuronichthys verticalis</i>	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Scomber japonicus</i>	1.4	(tm/st)-(cp)	Jordan y Gilbert 1880		
Houttuyn 1782			S.O. Soleoidei		
<i>Thunnus</i> spp.	<0.1	(tr/st)-(op)	F. Achiridae		
F. Trichiuridae			<i>Achirus mazatlanus</i>	<0.1	(tr/st)-(sd)
<i>Lepidopus fitchi</i>	<0.1	(st)-(mp)	(Steindachner 1869)		
Rosenblatt y Wilson 1987			F. Cynoglossidae		
<i>Trichiurus nitens</i> Garman 1899	<0.1	(wd)-(mp)	<i>Symphurus atricaudus</i>	<0.1	(tm)-(sd)
Trichiuridae type 1	<0.1	-(mp)	(Jordan y Gilbert 1880)		
S.O. Stromateoidei			<i>Symphurus williamsi</i>	0.5	(tr)-(sd)
F. Nomeidae			Jordan y Culver 1895		
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	<0.1	(tr)-(op)	<i>Symphurus</i> spp.	0.2	(tr)-(sd)
Günther 1872			O Tetraodontiformes		
<i>Cubiceps</i> spp.	<0.1	-(op)	F. Balistidae		
<i>Psenes sio</i> Haedrich 1970	<0.1	(tr)-(op)	Balistidae type 1	0.5	(tr/st)-(sd)
<i>Psenes</i> type 1	<0.1	-(op)	(<i>Balistes polilepis?</i>)		
Nomeidae type 1	<0.1		F. Tetraodontidae		
F. Stromateidae			<i>Sphoeroides annulatus</i>	<0.1	(tr/st)-(sd)
<i>Peprilus</i> type 1	<0.1	(tr)-(sd)	(Jenyns 1842)		

Taxon	%	(AF)-(Hab)
<i>Sphoeroides lobatus</i> (Steindachner 1870)	<0.1	(tr/st)-(sd)
<i>Sphoeroides</i> type 1	<0.1	(tr/st)-(sd)
Tetraodontidae type 1	<0.1	-(sd)

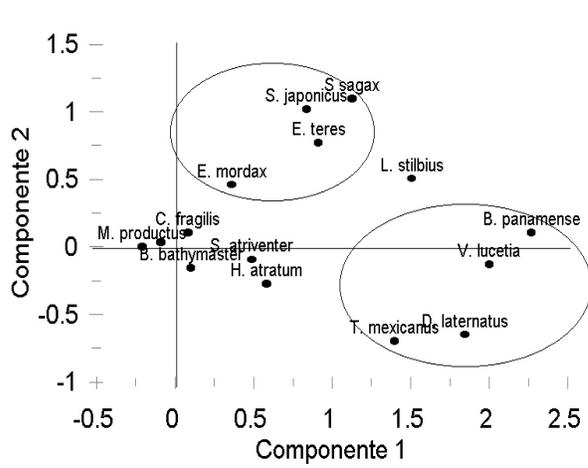
Anexo 3.- Índice de diversidad de Shannon por crucero oceanográfico (Abril 1984-Junio 1986).



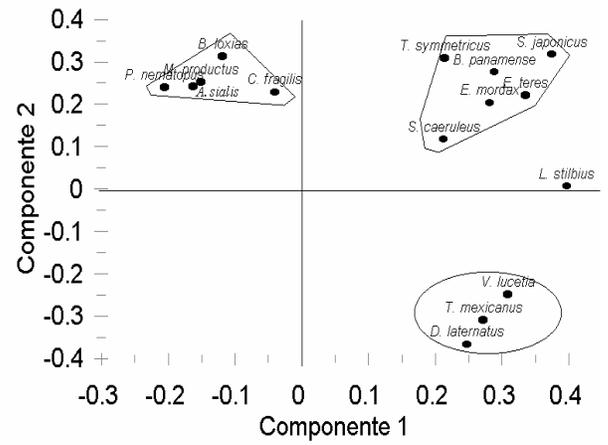
Anexo 3.- Índice de diversidad de Shannon por crucero oceanográfico (Agosto de 1986-Febrero 1988).



Anexo 4.- Diagramas del Análisis de Componentes principales por crucero para el Golfo de California durante el periodo de primavera.

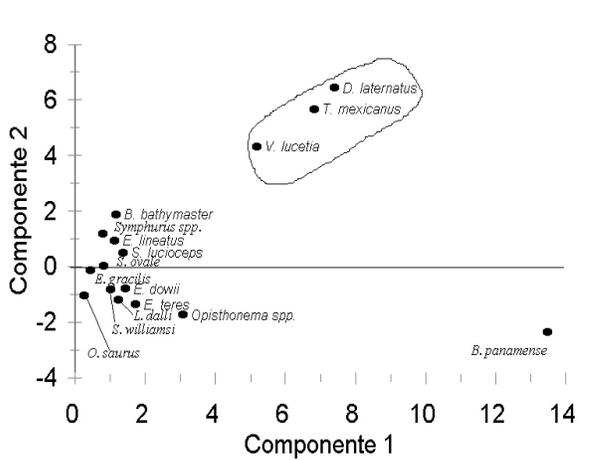


GOLCA 8404 (Abril 1984)

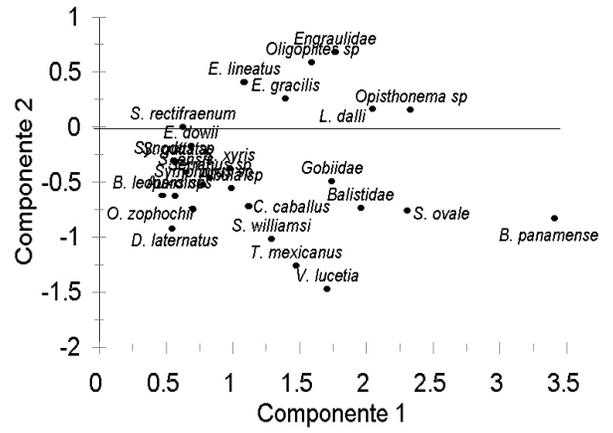


GOLCA 8504 (Abril 1985)

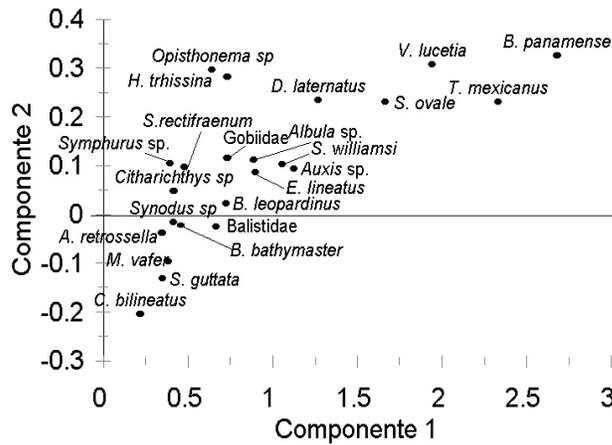
Anexo 5.- Diagramas del Análisis de Componentes principales por crucero para el Golfo de California durante el periodo de verano.



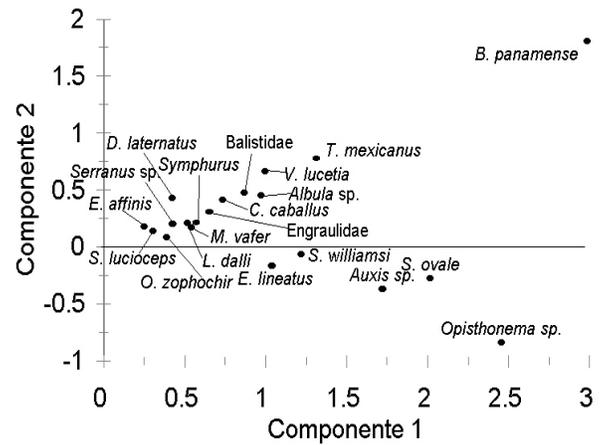
GOLCA 8606 (Junio 1986)



GOLCA 8407 (Julio 1984)

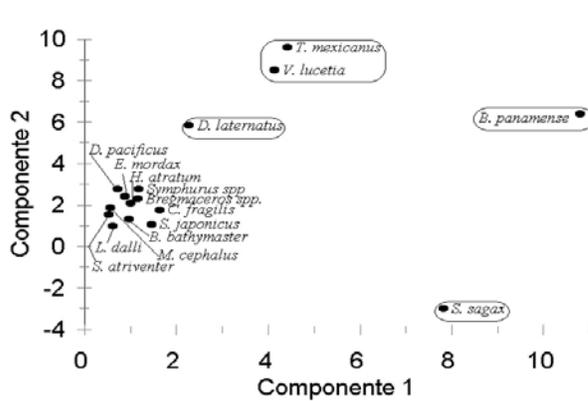


GOLCA 8608 (Agosto 1986)

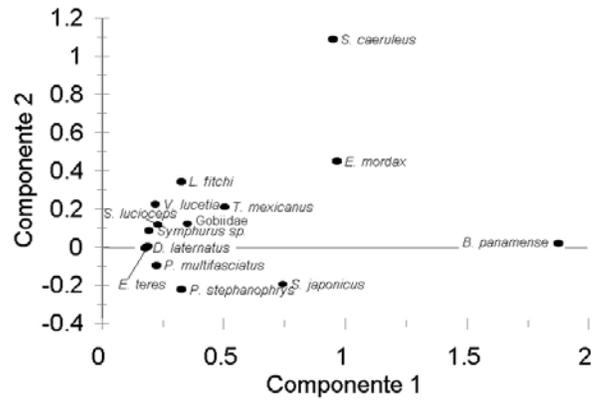


GOLCA 8709 (Septiembre 1987)

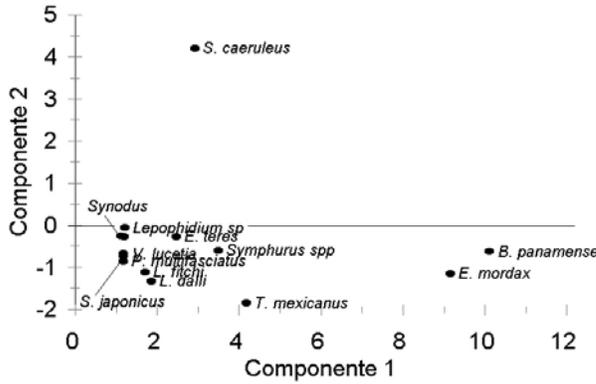
Anexo 6.- Diagramas del Análisis de Componentes principales por crucero para el Golfo de California durante el periodo de otoño.



GOLCA 8412 (Noviembre-Diciembre 1984)



GOLCA 8611 (Noviembre 1986)



GOLCA 8711 (Noviembre 1987)

Anexo 7.- Listado sistemático de las larvas de peces recolectadas en la costa occidental de Baja California Sur durante 1983-1987 con su abundancia relativa (%). Afinidad faunística (AF): tropical (tr); subtropical (st); templado (tm); subártico (sa); amplia distribución en el Pacific oriental (wd). Hábitat (Hab): demersal somero (sd); demersal de profundidad (dd); pelágico costero (cp); epipelágico oceánico (op); mesopelágico (mp); y batipelágico (bp).

taxon	%	(FA)-(Hab)	taxon	%	(FA)-(Hab)
O. Albuliformes			<i>Leuroglossus stilbius</i>	0.2	(tm)-(mp)
F. Albulidae			Gilbert 1890		
Albula type 1	0.1	(tr)-(sd)	F. Microstomatidae		
O. Notacanthiformes			<i>Nansenia crassa</i> Lavenberg 1965	<0.1	(st)-(mp)
F. Notacanthidae			F. Alepocephalidae		
Notacanthidae	0.1	-(dd)	Alepocephalidae	<0.1	-(dd)
O. Anguilliformes			O. Stomiiformes		
F. Muraenidae			F. Gonostomatidae		
<i>Muraena lentiginosa</i>	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Cyclothone acclinidens</i>	<0.1	(tr/tm)-(mp)
Jenyns 1842			Garman 1899		
Muraenidae	<0.1	(sd)	<i>Cyclothone signata</i>	0.2	(wd)-(mp)
F. Ophichthidae			Garman 1899		
<i>Ophichthus triserialis</i>	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Cyclotone</i> spp.	<0.1	-(mp)
(Kaup 1856)			<i>Diplophos proximus</i> Parr 1931	<0.1	(tr)-(mp)
<i>Ophichthus zophochir</i>	<0.1	(tr/st)-(sd)	F. Sternoptychidae		
(Jordan y Gilbert 1882)			<i>Argyropelecus affinis</i>	<0.1	(wd)-(mp)
<i>Ophichthus</i> spp.	<0.1	-(sd)	Garman 1899		
Ophichthidae	0.1	-(sd)	<i>Argyropelecus sladeni</i>	<0.1	(wd)-(mp)
F. Congridae			Regan 1908		
<i>Ariosoma gilberti</i> (Ogilby 1898)	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Argyropelecus</i> sp.	<0.1	-(mp)
<i>Paraconger californiensis</i>	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Sternoptyx</i> spp.	<0.1	(wd)-(mp/bp)
Kanazawa 1961			F. Phosichthyidae		
Congridae	<0.1	-(sd)	<i>Vinciguerria lucetia</i>	14.0	(tr)-(mp)
F. Derichthyidae			(Garman 1899)		
Dierichthyidae	<0.1	-(sd)	F. Stomiidae		
O. Clupeiformes			<i>Stomias atriventer</i> Garman 1899	0.1	(tr/st)-(mp)
F. Clupeidae			O. Aulopiformes		
<i>Etrumeus teres</i> (DeKay 1842)	2.4	(wd)-(cp)	S.O. Aulopoidei		
<i>Harengula thrissina</i>	<0.1	(tr)-(cp)	F. Aulopidae		
(Jordan y Gilbert 1882)			<i>Aulopus bajacali</i>	0.1	(tr)-(dd)
<i>Opisthonema</i> tipo 1	4.7	(tr)-(cp)	Parin y Kotlyar 1984		
(<i>O. libertate</i> ?)			F. Scopelarchidae		
<i>Sardinops caeruleus</i>	6.9	(tm/sa)-(cp)	<i>Scopelarchus guentheri</i>	<0.1	(tr/st)-(mp)
(Girard 1856)			Alcock 1896		
Clupeidae	<0.1	-(cp)	S.O. Alepisauroides		
F. Engraulidae			F. Synodontidae		
<i>Anchoa</i> spp.	0.4	-(cp)	<i>Synodus luciiceps</i> (Ayres 1855)	1.8	(tm)-(sd)
<i>Engraulis mordax</i> Girard 1854	30.9	(tm)-(cp)	<i>Synodus type 1</i>	0.1	-(sd)
Engraulidae	0.2	-(cp)	<i>Synodus type 2</i>	<0.1	-(sd)
O. Salmoniformes			F. Paralepididae		
S.O. Argentinoidei			<i>Arctozenus risso</i>	<0.1	(wd)-(mp/bp)
F. Argentinidae			(Bonaparte 1840)		
<i>Argentina sialis</i> Gilbert 1890	<0.1	(tm)-(dd)	<i>Lestidiops</i> type 1	<0.1	-(mp)
F. Bathylagidae			O. Myctophiformes		
<i>Bathylagus nigrigenys</i> Parr 1931	<0.1	(wd)-(mp)	F. Myctophidae		
<i>Bathylagus wesethi</i> Bolin 1938	0.1	(tm)-(mp)	<i>Bolinichthys longipes</i>	<0.1	(wd)-(mp)
			(Brauer 1906)		

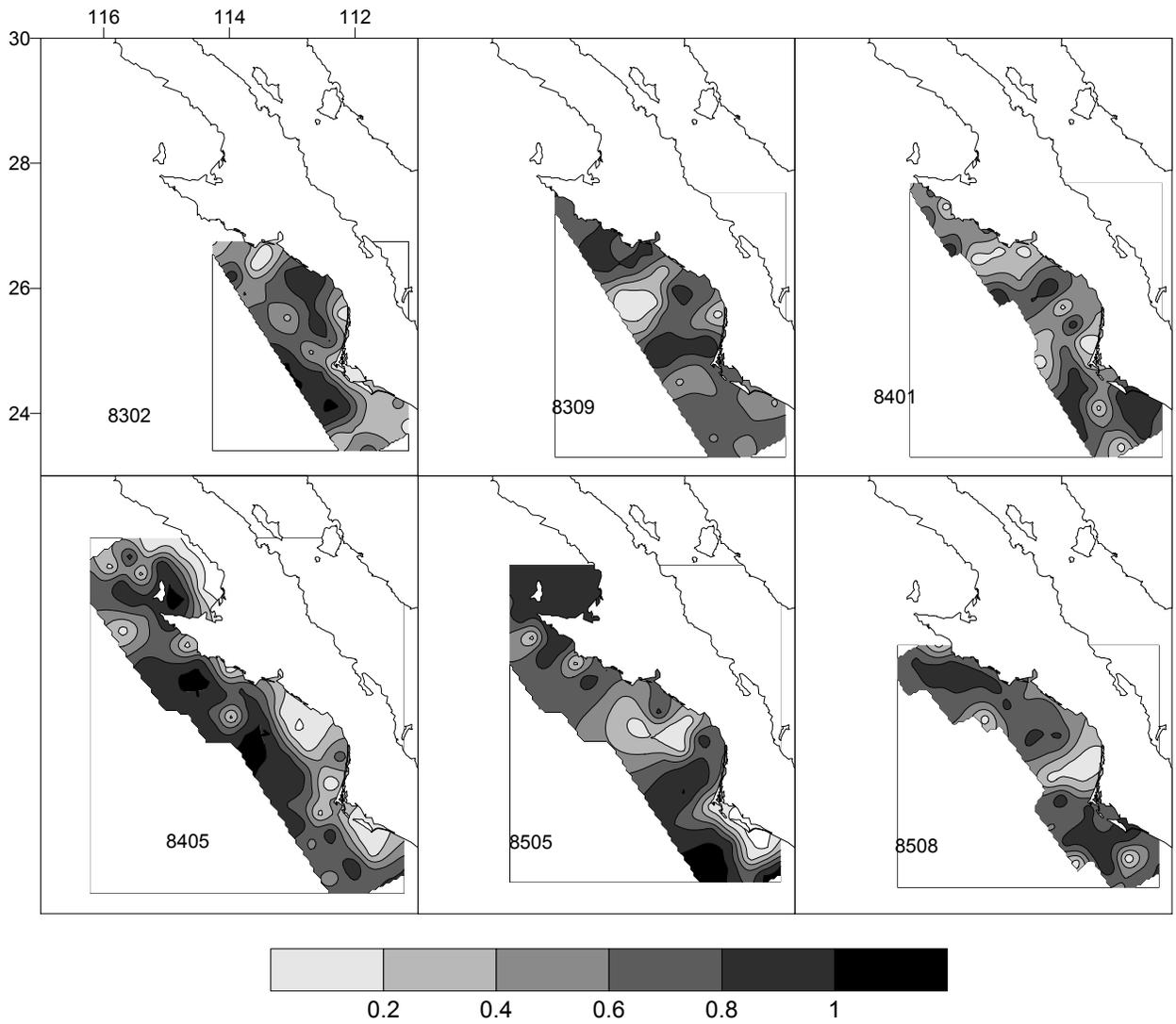
taxon	%	(FA)-(Hab)	taxon	%	(FA)-(Hab)
<i>Ceratoscopelus townsendi</i> (Eigenmann y Eigenmann 1889)	<0.1	(wd)-(mp)	F. Bythitidae		
<i>Diaphus pacificus</i> Parr 1931	0.1	(tr)-(mp)	Bythitidae	<0.1	
<i>Lampadena urophaos</i> Paxton 1963	<0.1	(wd)-(mp)	O. Lophiiformes		
<i>Lampanyctus parvicauda</i> (Parr 1931)	0.1	(tr)-(mp)	S.O. Lophioidei		
<i>Nannobranchium idostigma</i> (Parr 1931)	0.2	(tr/st)-(mp)	F. Lophiidae		
<i>Nannobranchium tipo 1</i> ("niger")	<0.1	(tr/st)-(mp)	<i>Lophiodes caularis</i> (Garman 1899)	<0.1	(wd)-(dd)
<i>Nannobranchium</i> spp	<0.1	-(mp)	<i>Lophiodes spilurus</i> (Garman 1899)	<0.1	(wd)-(dd)
<i>Triphoturus mexicanus</i> (Gilbert 1890)	5.7	(st)-(mp)	S.O. Antennarioidei		
<i>Benthoosema panamense</i> (Tåning 1932)	2.1	(tr)-(sd)	F. Antennaridae		
<i>Diogenichthys laternatus</i> (Garman 1899)	4.9	(tr)-(mp)	<i>Antennarius avalonis</i> Jordan y Starks 1907	<0.1	(tr/st)-(sd)
<i>Gonichthys tenuiculus</i> (Garman 1899)	0.2	(tr/st)-(mp)	S.O. Ceratioidei		
<i>Hygophum atratum</i> (Garman 1899)	0.7	(tr)-(mp)	F. Gigantactinidae		
<i>Myctophum aurolateratum</i> Garman 1899	<0.1	(tr/st)-(mp)	<i>Gigantactis</i> spp.	<0.1	(wd)-(bp)
<i>Protomyctophum crockery</i> (Bolin 1939)	0.1	(sa)-(mp)	O. Gobiesociformes		
<i>Symbolophorus californiensis</i> (Eigenmann y Eigenmann 1889)	<0.1	(tm)-(mp)	F. Gobiesocidae		
Myctophidae	<0.1	-(mp)	Gobiesocidae	<0.1	-(sd)
O. Gadiformes			O. Atheriniformes		
F. Bregmacerotidae			F. Atherinidae		
<i>Bregmaceros bathymaster</i> Jordan y Bollman 1890	<0.1	(tr/st)-(cp)	<i>Atherinops affinis</i> (Ayres 1860)	<0.1	(tm)-(cp)
<i>Bregmaceros</i> type 1	<0.1	(tr)-(cp)	O. Beloniformes		
F. Macrouridae			F. Hemiramphidae		
Macrouridae	<0.1	-(dd)	<i>Hyporhamphus rosae</i> (Jordan y Gilbert 1880)	<0.1	(tr/st)-(cp)
F. Merlucciidae			F. Exocoetidae		
<i>Merluccius productus</i> (Ayres 1855)	0.3	(tm/sa)-(dd)	<i>Cheilopogon pinnatibarbus</i> (Bennett 1831)	<0.1	(tm/sa)-(cp)
O. Ophidiiformes			<i>Cheilopogon</i> spp.	<0.1	-(cp)
S.O. Ophidioidei			<i>Fodiator acutus</i> (Valenciennes 1847)	<0.1	(tr/st)-(cp)
F. Ophidiidae			Exocoetidae	<0.1	(tr/st)-(cp)
<i>Cherublemma emmelas</i> (Gilbert 1890)	<0.1	(tr)-(dd)	O. Beryciformes		
<i>Chilara taylori</i> (Girard 1958)	<0.1	(tm/sa)-(dd)	S.O. Berycoidei		
<i>Lepophidium negropinna</i> Hildebrand y Barton 1949	0.1	(tr)-(sd)	F. Holocentridae		
<i>Lepophidium stigmatistum</i> Gilbert 1890	0.2	(st)-(dd)	<i>Myripristis</i> spp.	<0.1	(tr/st)-(cp)
<i>Lepophidium</i> type 1	0.1	(tr)-(sd)	S.O. Stephanoberycoidei		
<i>Ophidion scrippsae</i> Hubbs 1916	0.6	(tm)-(sd)	F. Melamphaidae		
<i>Ophidion</i> spp	<0.1	-(sd)	<i>Melamphaes lugubris</i> Gilbert 1891	<0.1	(tm)-(mp)
F. Carapidae			<i>Melamphaes</i> spp.	<0.1	-(mp)
<i>Echiodon exsilium</i> Rosenblatt 1961	<0.1	(tr)-(dd)	O. Syngnathiformes		
			F. Fistularidae		
			<i>Fistularia corneta</i> Gilbert y Starks 1904	<0.1	(tr)-(sd)
			F. Syngnathidae		
			<i>Syngnathus californiensis</i> Storer 1845	<0.1	(tm/st)-(sd)
			Syngnathidae type 1	<0.1	-(sd)

taxon	%	(FA)-(Hab)	taxon	%	(FA)-(Hab)
O. Scorpaeniformes			F. Carangidae		
S.O. Scorpaenoidei			<i>Caranx caballus</i> Günther 1868	0.8	(tr/st)-(cp)
F. Scorpaenidae			<i>Caranx sexfasciatus</i>	<0.1	(tr)-(cp)
<i>Sebastes aurora</i> (Gilbert 1890)	<0.1	(tm/sa)-(dd)	Quoy y Gaimard 1825		
<i>Sebastes carnatus</i>	<0.1	(tm)-(sd)	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	0.5	(tr/st)-(cp)
(Jordan y Gilbert 1880)			Jordan y Gilbert 1883		
<i>Sebastes constellatus</i>	0.2	(tm/st)-(dd)	<i>Decapterus</i> spp.	0.2	(tr)-(cp)
(Jordan y Gilbert 1880)			<i>Naucrates ductor</i>	<0.1	(tm/st)-(op)
<i>Sebastes levis</i>	<0.1	(tm)-(dd)	(Linnaeus 1758)		
(Eigenmann y Eigenmann 1889)			<i>Oligoplites saurus</i>	<0.1	(tr)-(cp)
<i>Sebastes macdonaldi</i>	0.1	(tm)-(dd)	(Bloch y Schneider 1801)		
(Eigenmann y Beeson 1893)			<i>Oligoplites</i> type 1	<0.1	(tr/st)-(cp)
<i>Sebastes melanostomus</i>	<0.1	(tm)-(dd)	<i>Selar crumenophthalmus</i>	<0.1	(tr/st)-(cp)
(Eigenmann y Eigenmann 1890)			(Bloch 1793)		
<i>Sebastes</i> spp.	0.3	(tm/sa)-	<i>Selene</i> sp. 1	0.1	(tr)-(cp)
<i>Pontinus sierra</i> (Gilbert 1890)	<0.1	(tr/st)-(dd)	<i>Seriola</i> spp.	<0.1	-(cp)
<i>Scorpaena guttata</i> Girard 1854	<0.1	(tm)-(sd)	<i>Seriola lalandi</i>	0.1	(tm/st)-(cp)
<i>Scorpaenodes xyris</i>	<0.1	(wd)-(sd)	Valenciennes 1833		
(Jordan y Gilbert 1882)			Carangidae	<0.1	-(cp)
<i>Sebastolobus</i> spp.	<0.1	(st/tm)-(dd)	F. Coryphaenidae		
Scorpaenidae	<0.1	-(sd)	<i>Coryphaena hippurus</i>	<0.1	(tr)-(op)
F. Triglididae			Linnaeus 1758		
<i>Prionotus ruscarius</i>	1.8	(tr)-(sd)	F. Lutjanidae		
Gilbert y Starks 1904			<i>Lutjanus argentiventris</i>	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Prionotus stephanophrys</i>	0.4	(wd)-(sd)	(Peters 1869)		
Lockington 1881			<i>Lutjanus guttatus</i>	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Prionotus</i> spp.	<0.1	-(sd)	(Steindachner 1869)		
Triglidae	<0.1	-(sd)	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	<0.1	(tr)-(sd)
O. Perciformes			Gill 1862		
S.O. Percoidei			<i>Lutjanus peru</i>	<0.1	(tr)-(sd)
F. Serranidae			(Nichols y Murphy 1922)		
<i>Diplectrum</i> spp.	0.2	(tr/st)-(sd)	<i>Lutjanus</i> spp.	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	<0.1	(tm/st)-(sd)	F. Malacanthidae		
(Steindechner 1868)			<i>Caulolatilus princeps</i>	<0.1	(wd)-(sd)
<i>Paralabrax</i> spp.	<0.1	-(sd)	(Jenyns 1840)		
<i>Paranthias colonus</i>	<0.1	(tr)-(sd)	F. Lobitidae		
(Valenciennes 1846)			<i>Lobotes surinamensis</i>	<0.1	(tr)-(pc)
<i>Pronotogrammus</i> spp.	0.3	-(sd)	(Bloch 1790)		
Serranus spp.	1.1	(tr/st)-(sd)	F. Gerreidae		
Serranidae	0.1	-(sd)	<i>Diapterus peruvianus</i>	0.1	(tr)-(sd)
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	<0.1	(tr)-(sd)	(Cuvier 1830)		
Gill 1863			<i>Eucinostomus currani</i>	0.2	(tr/st)-(sd)
F. Priacanthidae			Zahuranec in Yáñez-Arancibia 1980		
<i>Pristigenys serrula</i>	<0.1	(wd)-(sd)	<i>Eucinostomus dowii</i>	0.4	(tr/st)-(sd)
(Gilbert 1891)			(Gill 1863)		
Priacanthidae	<0.1	-(sd)	<i>Eucinostomus gracilis</i>	0.3	(tr)-(sd)
F. Apogonidae			(Gill 1862)		
<i>Apogon atricaudus</i>	<0.1	(tr)-(sd)	Gerreidae	<0.1	-(sd)
Jordan y McGregor 1898			F. Haemulidae		
<i>Apogon guadalupensis</i>	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Anisotremus davidsonii</i>	0.1	(tm)-(sd)
(Osburn y Nichols 1916)			(Steindachner 1876)		
<i>Apogon retrosella</i> (Gill 1862)	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Xenistius californiensis</i>	0.1	(tr/st)-(sd)
			(Steindachner 1876)		
			Haemulidae	<0.1	-(sd)

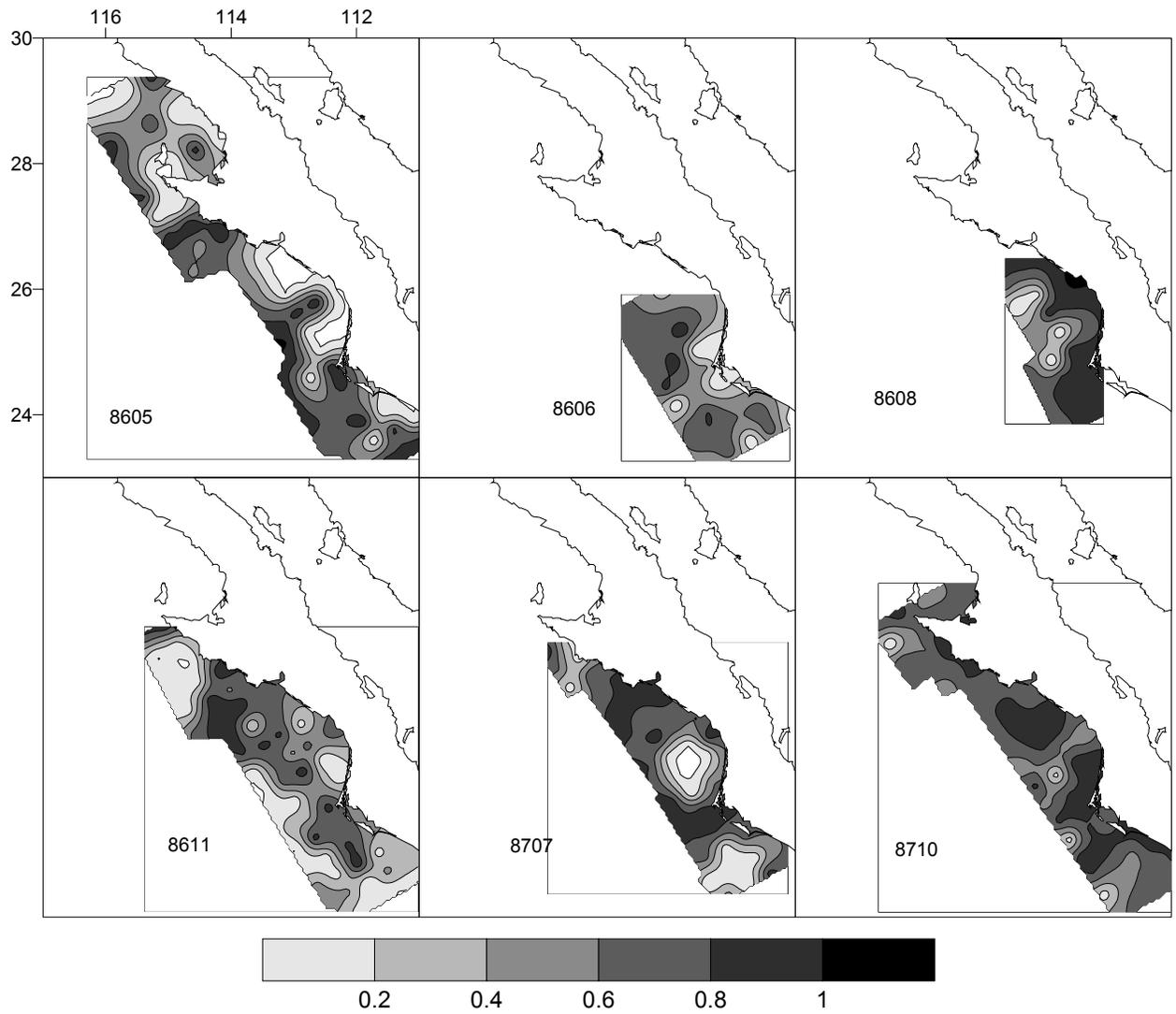
taxon	%	(FA)-(Hab)	taxon	%	(FA)-(Hab)
F. Sparidae			F. Scaridae		
<i>Calamus brachysomus</i> (Lockington 1880)	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Scarus</i> spp.	<0.1	(tr)-(sd)
F. Sciaenidae			S.O. Trachinoidei		
<i>Bairdiella</i> spp.	<0.1	(tr/st)-(sd)	F. Chiasmodontidae		
<i>Cynosion parvipinnis</i> Ayres 1861	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Chiasmodon niger</i> Johnson 1864	<0.1	(tr/st)-(mp)
<i>Cheilotrema saturnum</i> (Girard 1858)	<0.1	(tr/st)-(sd)	F. Uranoscopidae		
<i>Roncador stearnsii</i> (Steindachner 1875)	<0.1	(tm/st)-(sd)	<i>Kathetostoma averruncus</i> Jordan y Bollman 1890	<0.1	(wd)-(dd)
<i>Umbrina roncador</i> Jordan y Gilbert 1882	<0.1	(st)-(sd)	S.O. Blennioidei		
Sciaenidae	0.1	-(sd)	F. Labrisomidae		
F. Mullidae			<i>Labrisomus multiporosus</i> (Hubbs 1953)	<0.1	(tr/st)-(sd)
Mullidae	0.2	-(sd)	Labrisomidae type 1	<0.1	-(sd)
F. Kyphosidae			Labrisomidae type 2	<0.1	-(sd)
Kyphosidae	<0.1	-(sd)	F. Clinidae		
F. Ephippidae			<i>Gibbonsia evides</i> (Cooper 1864)	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Chaetodipterus zonatus</i> (Girard 1858)	<0.1	(tr/st)-(sd)	F. Blenniidae		
F. Pomacentridae			<i>Hypsoblennius brevipinnis</i> (Günther 1861)	<0.1	(tr/st)-(sd)
<i>Abudefduf troscheli</i> (Gill 1862)	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Hypsoblennius gentilis</i> (Girard 1854)	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Chromis punctipinnis</i> (Cooper 1863)	0.5	(tm)-(sd)	<i>Hypsoblennius gilberti</i> (Jordan 1882)	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Hypsypops rubicundus</i> (Girard 1854)	<0.1	(tm)-(sd)	<i>Hypsoblennius jenkinsi</i> (Jordan y Evermann 1896)	0.1	(tm)-(sd)
<i>Stegastes rectifraenum</i> (Gill 1862)	<0.1	(st)-(sd)	<i>Hypsoblennius</i> spp.	<0.1	(tm)-(sd)
Pomacentridae	<0.1	-(sd)	Blenniidae	<0.1	-(sd)
F. Cirrhitidae			S.O. Gobioidi		
Cirrhitidae	<0.1	-(sd)	F. Eleotridae		
F. Opistognathidae			Eleotridae type 1 (<i>Erotelis armiger?</i>)	<0.1	-(sd)
<i>Opistognathus</i> spp.	<0.1	-(sd)	F. Gobiidae		
S.O. Mugiloidei			<i>Coryphopterus nicholsii</i> (Bean 1882)	<0.1	(tm)-(sd)
F. Mugilidae			<i>Gillichthys mirabilis</i> Cooper 1864	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus 1758	<0.1	(tr/st)-(cp)	<i>Gobulus crescentalis</i> (Gilbert 1892)	<0.1	(st)-(sd)
S.O. Polynemoidei			<i>Ilypnus gilberti</i> (Eigenmann y Eigenmann 1889)	<0.1	(tm)-(sd)
F. Polynemidae			<i>Lythrypnus dalli</i> (Gilbert 1890)	0.2	(tm)-(sd)
<i>Polydactylus approximans</i> (Lay y Bennett 1839)	<0.1	(tr/st)-(sd)	<i>Lythrypnus zebra</i> (Gilbert 1890)	<0.1	(tm/st)-(sd)
S.O. Labroidei			<i>Microgobius</i> spp.	0.1	-(sd)
F. Labridae			<i>Quietula y-cauda</i> (Jenkins y Evermann 1889)	0.1	(tm)-(sd)
<i>Haliichoeres dispilus</i> (Günther 1864)	0.1	(tr)-(sd)	<i>Typhlogobius californiensis</i> Steindachner 1879	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Halichoeres semicinctus</i> (Ayres 1859)	0.4	(tm)-(sd)	Gobiidae	0.3	-(sd)
<i>Haliichoeres</i> tipo 1	<0.1	-(sd)	F. Microdesmidae		
<i>Thalassoma</i> spp.	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Clarkichthys bilineatus</i> (Clark 1936)	<0.1	-(sd)
Labridae type 1	<0.1	-(sd)			
Labridae type 2	<0.1	-(sd)			
Labridae	<0.1	-(sd)			

taxon	%	(FA)-(Hab)	taxon	%	(FA)-(Hab)
S.O Sphyraenoidei			<i>Citharichthys sordidus</i>	0.3	(tm/sa)-(sd)
F. Sphyraenidae			(Girard 1854)		
<i>Sphyraena argentea</i>	<0.1	(tm)-(cp)	<i>Citharichthys stigmatæus</i>	<0.1	(tm/sa)-(sd)
Girard 1854			Jordan y Gilbert 1882		
<i>Sphyraena ensis</i>	0.1	(tr)-(cp)	<i>Citharichthys xanthostigma</i>	<0.1	(tm/st)-(sd)
Jordan y Gilbert 1882			Gilbert 1890		
S.O Scombroidei			<i>Citharichthys</i> spp.	0.4	-(sd)
F. Gempylidae			<i>Etropus crossotus</i>	0.7	(tr)-(sd)
<i>Nealotus tripes</i> Johnson 1865	<0.1	(wd)-(mp)	Jordan y Gilbert 1882		
<i>Gempylus serpens</i> Cuvier 1829	<0.1	(tr/st)-(mp)	<i>Syacium ovale</i> (Günther 1864)	0.2	(tr)-(sd)
Gempylidae tipo 1	<0.1	-(mp)	<i>Hippoglossina stomata</i>	<0.1	(tm)-(sd)
F. Scombridae			Eigenmann y Eigenmann 1890		
<i>Auxis</i> spp.	1.3	(tr/st)-(op)	Paralichthyidae	0.6	-(sd)
<i>Euthynnus lineatus</i>	<0.1	(tr)-(op)	F. Bothidae		
Kishinouye 1920			<i>Bothus leopardinus</i>	0.1	(tr)-(sd)
<i>Katsuwonus pelamis</i>	<0.1	(wd)-(op)	(Günther 1862)		
(Linnaeus 1758)			<i>Engyophrys sanctilaurentia</i>	<0.1	(tr)-(sd)
<i>Sarda chiliensis</i> (Cuvier 1832)	<0.1	(tm/sa)-(cp)	Jordan y Bollman 1890		
<i>Scomber japonicus</i>	6.8	(tm/st)-(cp)	<i>Perissias taeniopterus</i>	<0.1	(tr)-(sd)
Houttuyn 1782			(Gilbert 1890)		
<i>Thunnus</i> spp.	<0.1	(tr/st)-(op)	F. Pleuronectidae		
F. Trichiuridae			<i>Hypsopsetta guttulata</i>	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Lepidopus fitchi</i>	<0.1	(st)-(mp)	(Girard 1856)		
Rosenblatt y Wilson 1987			<i>Pleuronichthys coenosus</i>	<0.1	(tm/sa)-(sd)
S.O Stromateoidei			Girard 1854		
F. Nomeidae	<0.1	-(op)	<i>Pleuronichthys verticalis</i>	<0.1	(tm)-(sd)
<i>Cubiceps baxteri</i>	<0.1	(wd)-(op)	Jordan y Gilbert 1880		
McCulloch 1923			Pleuronectidae	<0.1	-(sd)
<i>Cubiceps paucirradiatus</i>	0.1	(tr/st)-(op)	S.O Soleoidei		
Günther 1872			F. Cynoglossidae		
Nomeidae	<0.1	-(op)	<i>Symphurus atricaudus</i>	0.2	(tm)-(sd)
F. Stromateidae			(Jordan y Gilbert 1880)		
<i>Peprilus simillimus</i>	<0.1	(tm/sa)-(sd)	<i>Symphurus williamsi</i>	<0.1	(tr)-(sd)
(Ayres 1860)			Jordan y Culver 1895		
<i>Peprilus</i> spp.	<0.1	(tr)-(sd)	<i>Symphurus</i> spp.	0.2	(tr)-(sd)
Stromateidae	<0.1	-(sd)	O Tetraodontiformes		
O Pleuronectiformes			F. Balistidae		
S.O Pleuronectoidei			Balistidae type 1	<0.1	(tr/st)-(sd)
F. Paralichthyidae			(<i>Balistes polilepis?</i>)		
<i>Citharichthys fragilis</i>	0.2	(tm/st)-(sd)	F. Tetraodontidae		
Gilbert 1890			<i>Sphoeroides annulatus</i>	<0.1	(tr/st)-(sd)
<i>Citharichthys gordae</i>	<0.1	(st)-(sd)	(Jenyns 1842)		
Beebe y Tee-Van 1938			<i>Sphoeroides</i> spp.	<0.1	(tr/st)-(sd)
<i>Citharichthys platophrys</i>	0.1	(tr)-(sd)	F. Diodontidae		
Gilbert 1891			Diodontidae	<0.1	-(sd)

Anexo 8.- Índice de diversidad de Shannon por crucero oceanográfico (Febrero 1983-Agosto 1985).

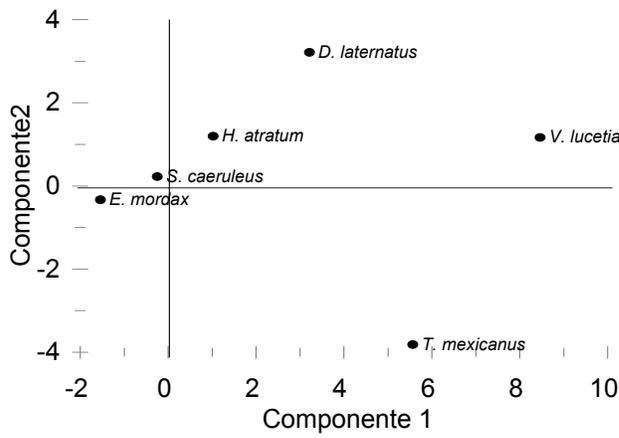


Anexo 8.- Índice de diversidad de Shannon por crucero oceanográfico (Mayo 1986-Octubre 1987).

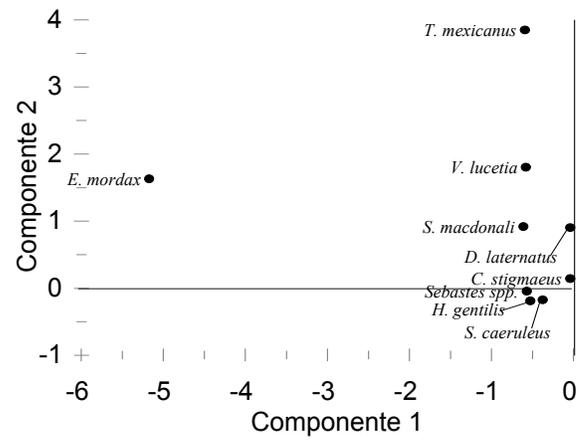


Anexo 9.- Diagramas del Análisis de Componentes Principales por crucero para la costa occidental de Baja California Sur.

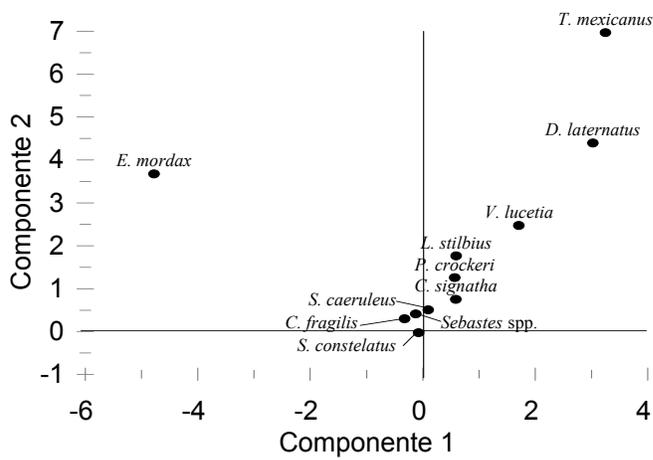
PRIMAVERA



CICIMAR 8405 (Mayo-Junio 1984)

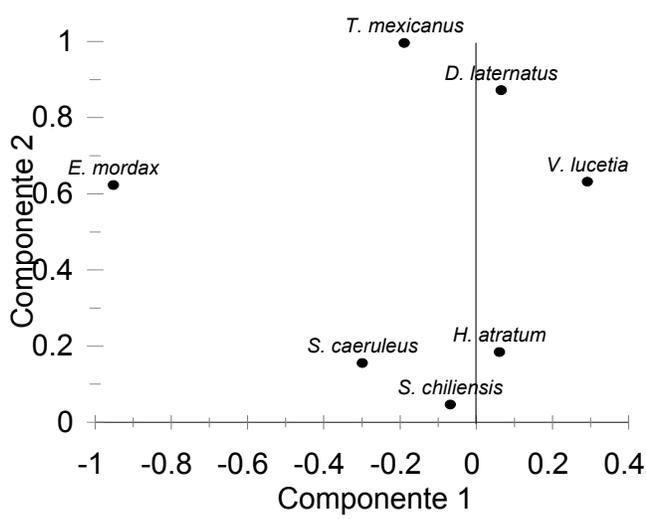


CICIMAR 8505 (Mayo-Junio 1985).

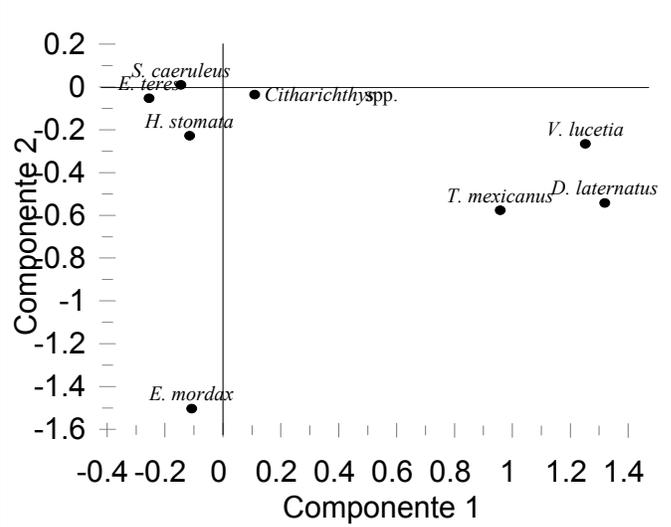


CICIMAR 8605 (Mayo-Junio 1986)

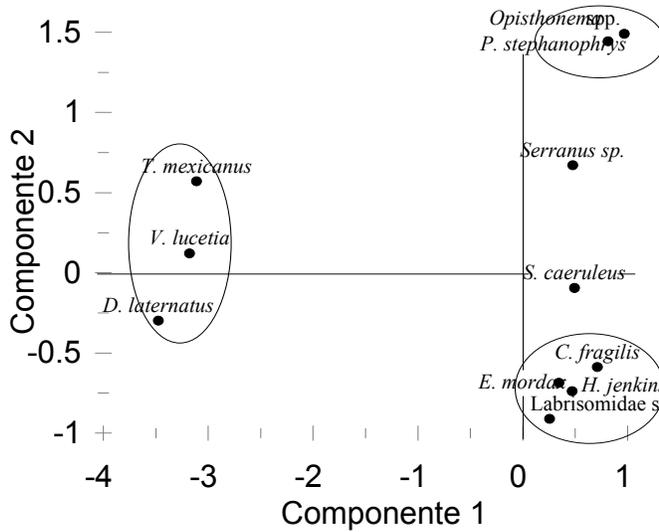
Anexo 9.- Diagramas del Análisis de Componentes Principales por crucero para la costa occidental de Baja California Sur.



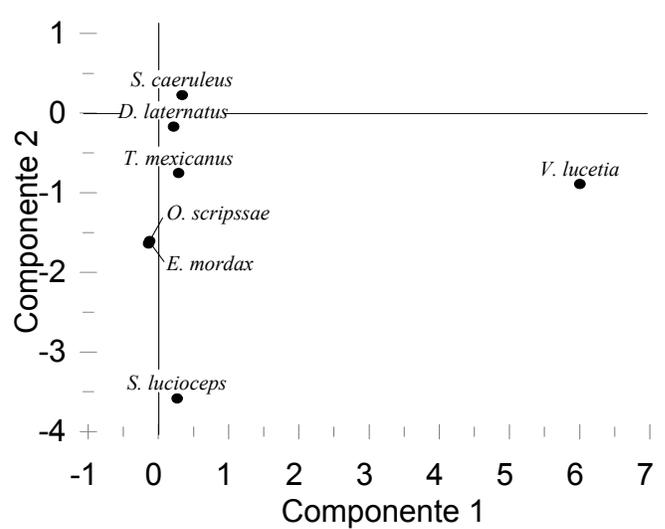
CICIMAR 8606 (Junio 1986)



CICIMAR 8707 (Julio 1987)

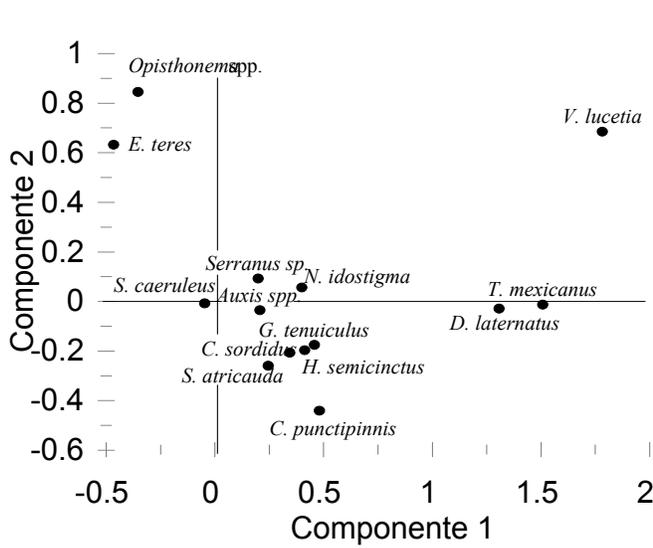


CICIMAR 8608 (agosto-septiembre 1986).

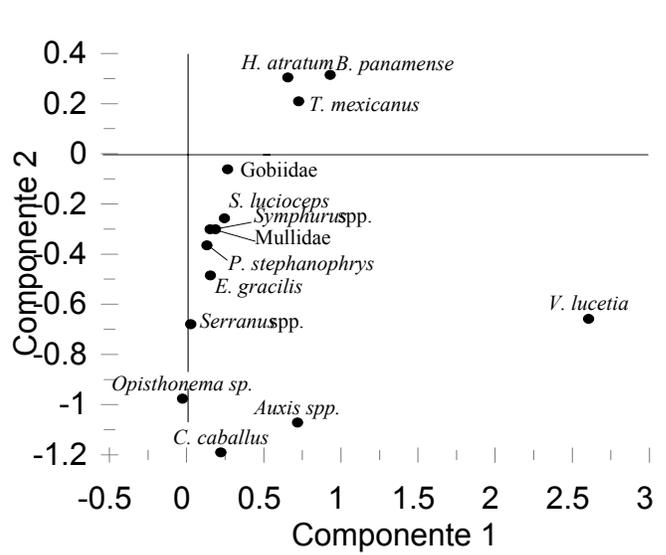


CICIMAR 8611 (noviembre 1986).

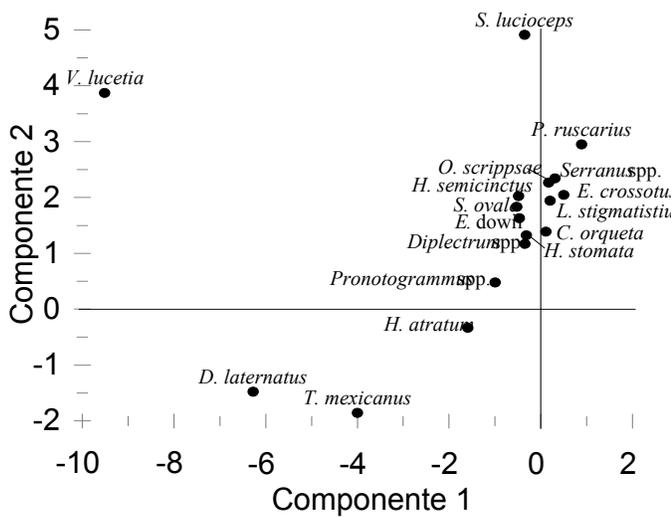
Anexo 9.- Diagramas del Análisis de Componentes Principales por crucero para la costa occidental de Baja California Sur.



CICIMAR 8508 (agosto 1985)

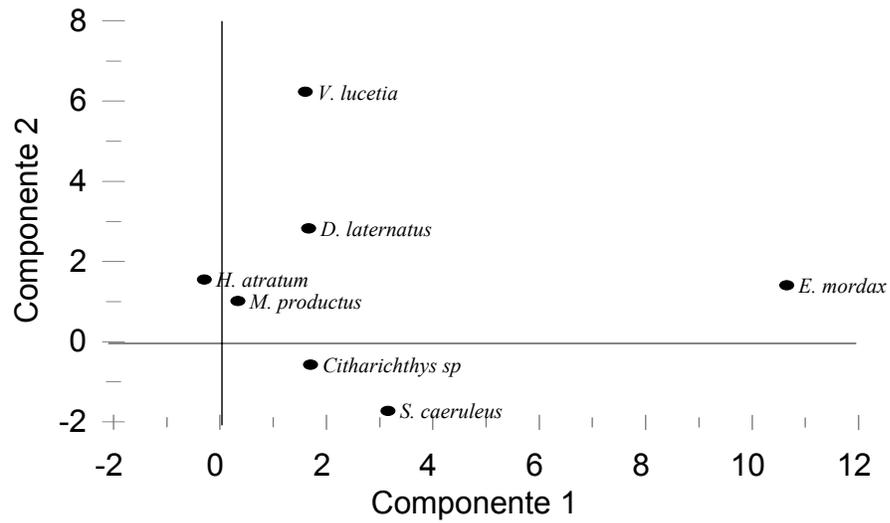


CICIMAR 8309 (septiembre 1983)

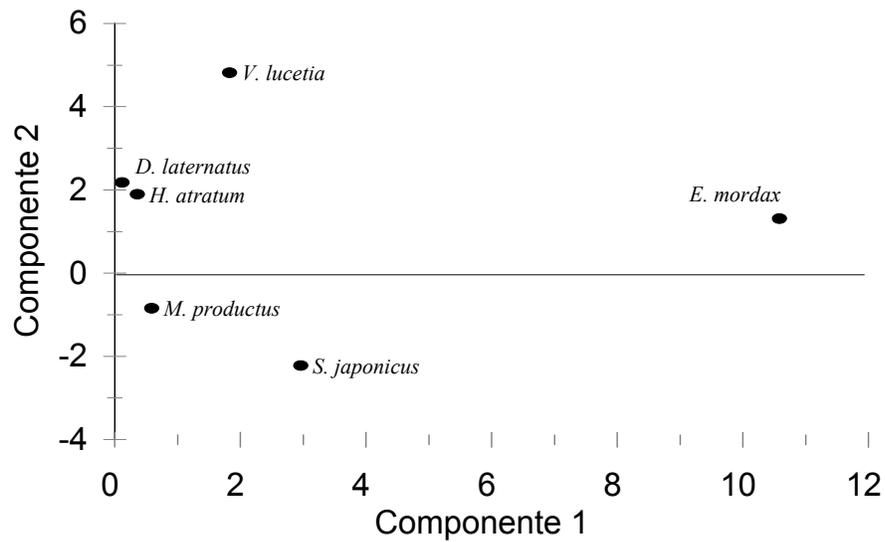


CICIMAR 8710 (octubre 1987)

Anexo 9.- Diagramas del Análisis de Componentes Principales por crucero para la costa occidental de Baja California Sur.



CICIMAR 8401 (enero 1984)



CICIMAR 8302 (febrero-marzo 1983)

Anexo 10. **Distribution and abundance of *Syacium ovale* larvae (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) in the Gulf of California.** *Rev. Biol. Trop.* Sept 2002 50(4): *in press*

Gerardo Aceves-Medina ¹, Ricardo J. Saldierna-Martínez ¹ and Enrique A. González ²

¹ Dpto. Plancton y Ecología Marina. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN.

Apdo. Postal 592. La Paz, Baja California Sur, México. C.P. 23000. Fax 1225322; aceves651@prodigy.net.mx

² Depto. Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Apdo. Postal 19-B. La Paz, Baja California Sur, México. C.P. 23080

Abstract: The spawning season of the tonguefish *Syacium ovale* (Günter 1864) was determined by an analysis of the distribution of preflexion stage larvae in the Gulf of California. The larvae were collected during eight oceanographic surveys between 1984 and 1987. The spawning of this species starts in early summer and ends at the beginning of fall, with the highest reproductive activity in mid summer. The central and southern regions of the Gulf are the most important reproductive area. Spawning is associated with high sea surface temperatures and low plankton biomass, both of which are characteristics of the tropical current that invades the study area during summer.

Keywords: *Syacium ovale*, ichthyoplankton, spawning areas and periods, Gulf of California.

Paralichthyidae is one of the families of pleuronectiform fishes captured with high frequency in both commercial fisheries and exploratory trawls of demersal fish (Van der Heiden 1985, Coronado and Amezcua 1988), and in plankton trawls in the Eastern Tropical Pacific (Ahlstrom 1972).

Syacium is the most abundant paralichthyidae genus (Coronado and Amezcua 1988); however, although it is considered one of the most significant potential demersal fishery resources on the continental shelf of the Gulf of California (Amezcua 1985, Van der Heiden 1985), because of its small size (25 cm maximum) its commercial use is currently limited to local consumption by artisanal or subsistence fisheries (Hensley 1995).

Among the four *Syacium* species in the Eastern Tropical Pacific, only *S. latifrons* and *S. ovale* are found in the Gulf of California, the last inhabiting soft bottom between 9 m and 40 m depth (Hensley 1995). The planktonic eggs and larvae are found primary in the upper few

meters of the water column (Moser and Sumida 1996), and are among the most abundant ichthyoplankton taxa collected during pelagic fish larvae trawls in the Gulf of California (Ahlstrom 1972). The highest adult abundance of *S. ovale* in the Pacific coast of southwest of México is in spring (Amezcua 1985), but larvae are most abundant in summer (Ahlstrom 1972). The remaining biology of this species is almost unknown. In this work we analyzed the distribution and abundance of the larvae in the Gulf of California to obtain indirect data about reproductive periods and areas, and the role of temperature in this part of the *S. ovale* life cycle.

MATERIAL AND METHODS

The Gulf of California is located between 23° and 32° north latitude, and has been split into several regions defined by hydrographic and topographic differences that can have an influence on distribution patterns of marine organisms. Gilbert and Allen (1943) and Round (1967) identified four latitudinal zones in the Gulf of California on the basis of

oceanographic elements and phytoplankton communities. Smith *et al.* (1976) split the Gulf into eight regions according to sardine larval concentrations. In this work, we combined both schemes and defined six regions for the analysis of our data (Fig. 1A).

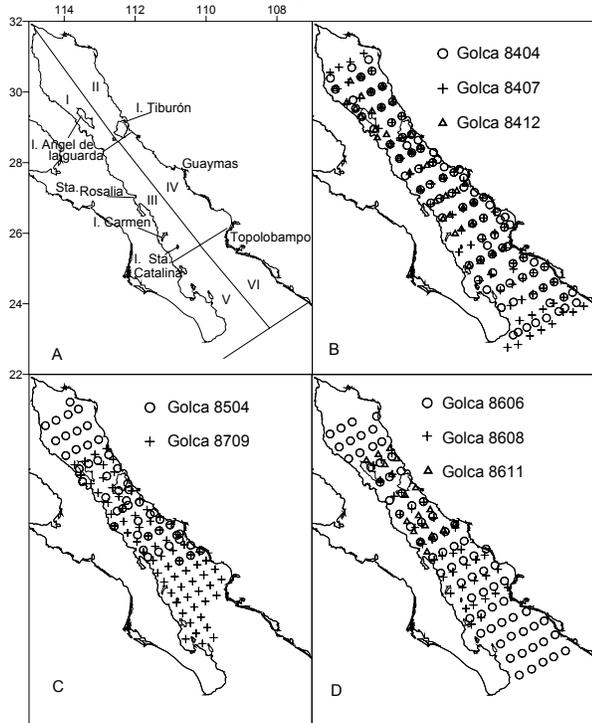


Fig. 1. A) Study area and sampling regions of the Gulf of California. B) Collect stations during 1984. C) Collect stations during 1985 and 1987. D) Collect stations during 1986.

We divided the Gulf into three latitudinal regions: 1) the northern region, the head of the Gulf south to Islas Tiburón and Angel de la Guarda, characterized by shallow depths (average 200 m) compared to the central and southern regions, and a fauna primarily of temperate affinity (Brinton *et al.* 1986); 2) the central region, extending south to an imaginary line between north of Topolobampo and north of Isla San José; and 3) the southern region, extending south to an imaginary line between Punta San Miguel and Cabo San Lucas. Both central and southern regions have predominantly tropical fauna. A convergence zone and an eddy-like circulation pattern (Emilson and Alatorre 1980) at the common border between central and southern regions

produce significant differences in phytoplankton communities (Round 1967, Brinton *et al.* 1986).

Each of these regions is divided into two zones, one on the eastern side characterized by having a broad continental shelf and principally sandy beaches, and the other on the western side characterized by a narrow continental shelf and rocky beaches. There are upwellings on the eastern side, principally in the central region of the Gulf during the winter months, whereas summer upwelling is present on the western coast, but of minor intensity.

Biological material was obtained from eight oceanographic surveys with variable coverage in the Gulf of California between 1984 and 1987 (Fig. 1B-D). The March-April, July-August 1984, and June 1986 surveys (Golca-8404, -8407, and -8606) extended over the whole area from the head to the southern limit with 88, 78, and 70 sampling stations respectively. The September 1987 survey (Golca-8709) extended partially into the northern and southern region, and covered the entire central region with 69 sampling stations. The November- December 1984 and August 1986 surveys (Golca-8412 and -8608) extended from the north throughout the central region and partially into the southern region with 40 and 38 sampling stations respectively. The March-April 1985 and November 1986 surveys (Golca-8504 and 8611) covered only the northern and central regions with 49 and 19 sampling stations, respectively.

The zooplankton samples were taken using Bongo nets, with 333 *m and 505 *m mesh and flowmeters at the mouth to estimate the filtered water volume. Kramer *et al.* (1972) and Smith and Richardson (1979) described the sampling method in detail. Sea surface temperature (sst) was measured with a bucket frame thermometer, and plankton biomass was estimated in the laboratory using the displacement volume method (Beers 1976).

Fish larvae were separated from the zooplankton samples collected with the 505 μ m mesh net. *Syacium ovale* larvae were identified according to Ahlstrom *et al.* (1984) and Moser and Sumida (1996), classified as preflexion, flexion, or postflexion developmental stage, counted, and their abundance standardized to numbers under 10 m² of sea surface (Smith and Richardson 1979).

To identify the time of reproduction and the spawning areas of *S. ovale* in the Gulf of California, we could not count eggs, because the eggs are unknown. Instead, we used preflexion stage larvae. We assumed that preflexion stage larvae would be a good indicator of reproductive activity because another Paralichthyidae species have a short incubation period of 72 h to 75 h at 17.5 °C in *Paralichthys dentatus* (Smith and Fahay 1970) and *S. ovale* has a short life cycle (approx. 1 year) (Barba-Torres 1990).

For the comparative analysis of larval abundance, we calculated the larval index (IL) proposed by Smith and Richardson (1979) for the six regions. This index is given by the formula

$$IL = (\sum C_i / N_{Li}) * (N_{Li} / N_{ti}) * (U.A.)$$

Where:

C_i = total number of larvae in region i .

N_{Li} = number of positive stations in region i .

N_{ti} = total number of stations in region i .

U.A. = Number of 10 m² areas in each region sampled.

TABLE 1.- Unit areas (in billions) for each sampling region in the Gulf of California.

Survey	I	II	III	IV	V	VI
Golca 8404	2.14	1.89	3.38	2.56	3.12	4.11
Golca 8407	2.14	1.89	3.38	2.56	3.12	4.11
Golca 8412	1.84	1.87	3.38	2.56	0.29	0.54
Golca 8504	2.42	2.42	2.10	1.61	*****	*****
Golca 8606	2.14	1.89	3.38	2.56	2.58	3.29
Golca 8608	0.61	0.61	3.38	2.56	*****	5.37
Golca 8709	0.56	0.56	3.38	2.56	1.39	0.31
Golca 8611	0.83	0.84	1.71	1.37	*****	*****

The perimeter of each station was considered as the intermediate point between the neighboring stations, which means that if the distance between stations is 20 nm, each station represents 400 nm² or 137*E6 U.A. The unit areas of the regions sampled for each cruise are shown in the Table 1.

RESULTS

Larvae of *Syacium ovale* were present only in the southern portion of the Gulf during the cold periods of spring and fall (Golca-8404 and -8412); none was collected on cruises Golca-8504 and -8611 because these cruises we did not reach the southern Gulf (Fig. 2). At the beginning of summer (Golca-8606), larvae began to appear in the central region in low abundance and during the summer (Golca-8407, -8608 and -8709) they were found throughout the Gulf with higher abundance. The highest concentrations of larvae were found from the great islands to the south, especially off Santa Rosalía, Isla Carmen, Isla Sta. Catalina, and Topolobampo.

The larval index calculated for all the cruises are found in Table 2. The highest values corresponded to July-August 1984 (Golca-8407), September 1987 (Golca-8709), and August 1986 (Golca-8608). The proportion of larvae in each of the three developmental stages (Table 2) showed a high percentage of preflexion larvae in June 1986 (Golca-8606), July-August 1984 (Golca-8407), and September 1987 (Golca-8709), decreasing during August 1986 (Golca-8608).

We calculated the larval index for each region from the survey with the highest overall larval abundance (Golca-8407). The highest values were found in regions III to VI, but the central area of the Gulf (especially region III) was the most important (Table 3), at the head of the Gulf the highest values were found in the western section (region I). Although abundance was reduced at the head of the Gulf, region I

had the highest proportion of preflexion larvae (Table 3).

In April and December 1984 (Golca-8404 and -8412) we found the lowest larval indexes and the few specimens were in the postflexion stage.

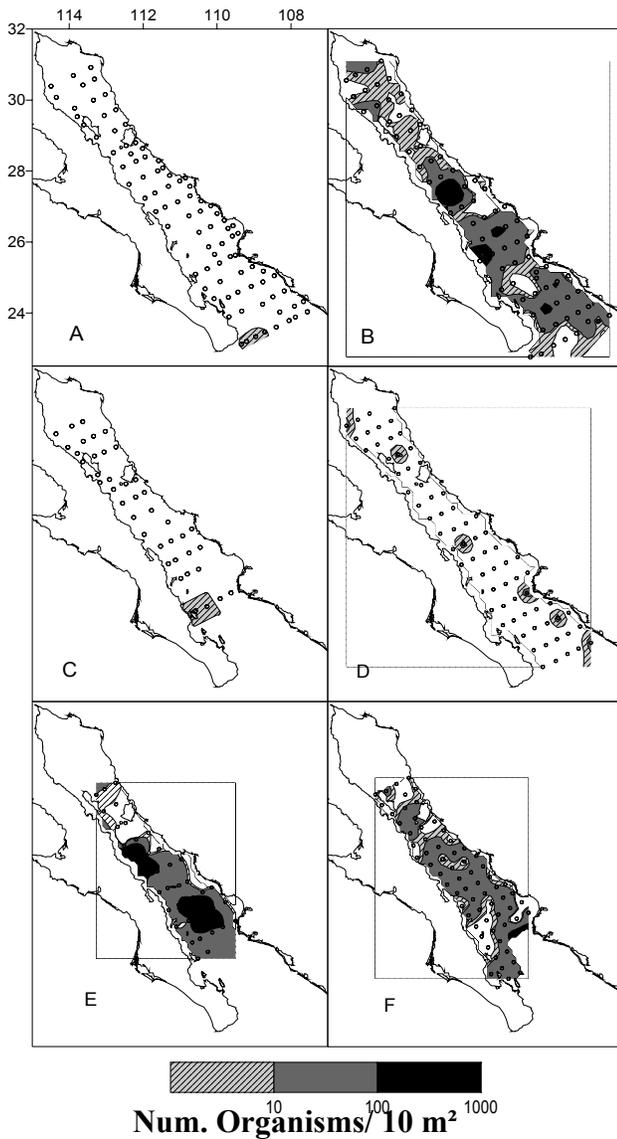


Fig. 2. Distribution and abundance of larvae during: A) April 1984, B) July-August 1984, C) December 1984, D) June 1986, E) August 1986 and F) September 1987.

A wide distribution and high abundance of preflexion larvae were found in July and September (Fig. 3), but flexion and postflexion larvae were largely restricted to the southern region and were found in low numbers. During

August 1986 (Fig. 3D-F), postflexion larvae had a higher abundance than preflexion and flexion larvae.

A direct relation between the larval index and surface seawater temperature was observed, with low temperatures associated with low larval index values (Fig. 4). The abundance of *S. ovale* larvae plotted against sst shows that though *S. ovale* larvae were captured between 23°C and 32°C, 73 % of the specimens were found between 29°C and 30 °C (Fig. 5A). The lowest planktonic biomass corresponded in general to periods of higher abundance of *S. ovale*, with about 70% of the larvae found between biomass values of 50 - 250 mL/1 000 m³ (Fig. 5B).

DISCUSSION

Syacium ovale is a species of tropical affinity widely distributed along the coast of the Panamic province (Castro-Aguirre 1978), from the Gulf of California to the south of Perú (Castro-Aguirre *et al.* 1999). There is no detailed information about its reproductive cycle, but Amezcua (1985) recorded the presence of a high proportion of mature females in the Nayarit-Guerrero corridor, with highest abundance along the coast of Guerrero during the beginning of spring. Moser *et al.* (1994) and Moser and Sumida (1996) affirmed the presence of larval of *S. ovale* along the southern outer coast of the Baja California Peninsula during June-January, with the highest abundance between July and September. Ahlstrom (1972) and Moser *et al.* (1994) mentioned that during the summer of 1967 the larvae were abundant in the Eastern Tropical Pacific between Manzanillo, México and Ecuador, and although they were present during winter, their abundance was low.

During the spawning peak the greatest abundance of larvae is from the great islands to the south, and the proportion of preflexion larvae decreases from north to south in this area, suggesting that spawning occurs in a

south-north direction as a consequence of the progressive warming of the water during spring and summer (Rosas-Cota 1977). This does not happen at the head of the Gulf, which has more temperate characteristics.

There was a tendency for preflexion larvae to occur in high abundance in the region

surrounding Bahía Concepción, which could be a preferred spawning area, two other areas of larval concentration, one south of Isla Carmen and one in the mouth of the Gulf, separated by low abundance areas, suggest the presence of physical processes that result in retention and concentration of larvae.

TABLE 2.- Larval index and abundance by larval stages for each oceanographic survey between 1984-1987.

Golca	Number of larvae	Relative abundance by development stage (%)			Number of stations	Positive stations	Larval Index (IL)
		Preflexion	Flexion	Postflexion			
8404	5	0	0	100	88	1	9.77E 8
8407	2 335	73	12	15	78	55	4.68E11
8412	15	0	0	100	40	2	4.13E 9
8504	0	0	0	0	49	0	0
8606	38	100	0	0	70	6	8.60E 9
8608	914	30	24	46	38	30	1.85E10
8611	0	0	0	0	19	0	0
8709	1 587	64	7	29	69	49	2.00E11

TABLE 3.- Larval index and abundance by larval stage for each sampling region on the oceanographic survey Golca 8407.

Region	Number of larvae	Relative abundance by development stage (%)			Number of stations	Positive stations	Larval index (IL)
		Preflexion	Flexion	Postflexion			
I	52	100	0	0	10	5	9.82E 9
II	31	60	20	20	10	4	6.63E 9
III	930	82	1	17	12	12	1.98E11
IV	362	47	6	47	15	9	8.16E10
V	259	65	6	29	15	9	7.10E10
VI	490	68	7	25	16	12	9.56E10

The results in this work showed that in the Gulf of California larval *S. ovale* can be present during spring, but it is at the beginning of summer when an increase of abundance is observed. Larvae are most abundant from mid-to late summer, and abundance decreases during fall. This suggests that in the study area the adults that have matured during the spring start to spawn at the beginning of summer, have their highest reproductive activity during July - August, and finish at the end of summer or beginning of fall with isolated spawnings.

This is consistent with the larval development stages: 100% of the specimens were in preflexion stage during June, 73% in July, 64% in September, and only 30% in August. A similar pattern was observed in *S. gunteri* in the Gulf of México, a species that has its principal

reproductive activity from June to September (García-Abad *et al.* 1992).

One mechanism that could be related to those nuclei of retention and concentration is the development during summer of cyclonic circulation cells which form eddies that cause convergence zones in the central and southern region of the Gulf (Emilson and Alatorre 1980). Owen (1980, 1981), Hewitt (1981) and Fiedler (1986) have shown that similar eddies along the coasts of California and Baja California can act as mechanisms of transport and concentration of larvae and play an important role in recruitment to adult populations that spawn when these eddies are formed. *Syacium ovale* is a shallow water species that has not been recorded in > 70 m depth, which means that the larvae are transported from shallow spawning

areas to deep areas (especially in the mouth of the Gulf of California); this should be a critical period in the life cycle. García-Abad *et al.* (1992) found that in the Gulf of México juvenile *S. gunteri*, which are benthonic, were found principally in deeper areas during March and June, suggesting that recruitment occurred

there. If this happens with *S. ovale*, then we can speculate that adults spawn in shallow water, eggs and larvae are transported to deeper waters, maybe as a strategy to avoid the high predation in the coastal zone, and juveniles return later to the shallow water areas.

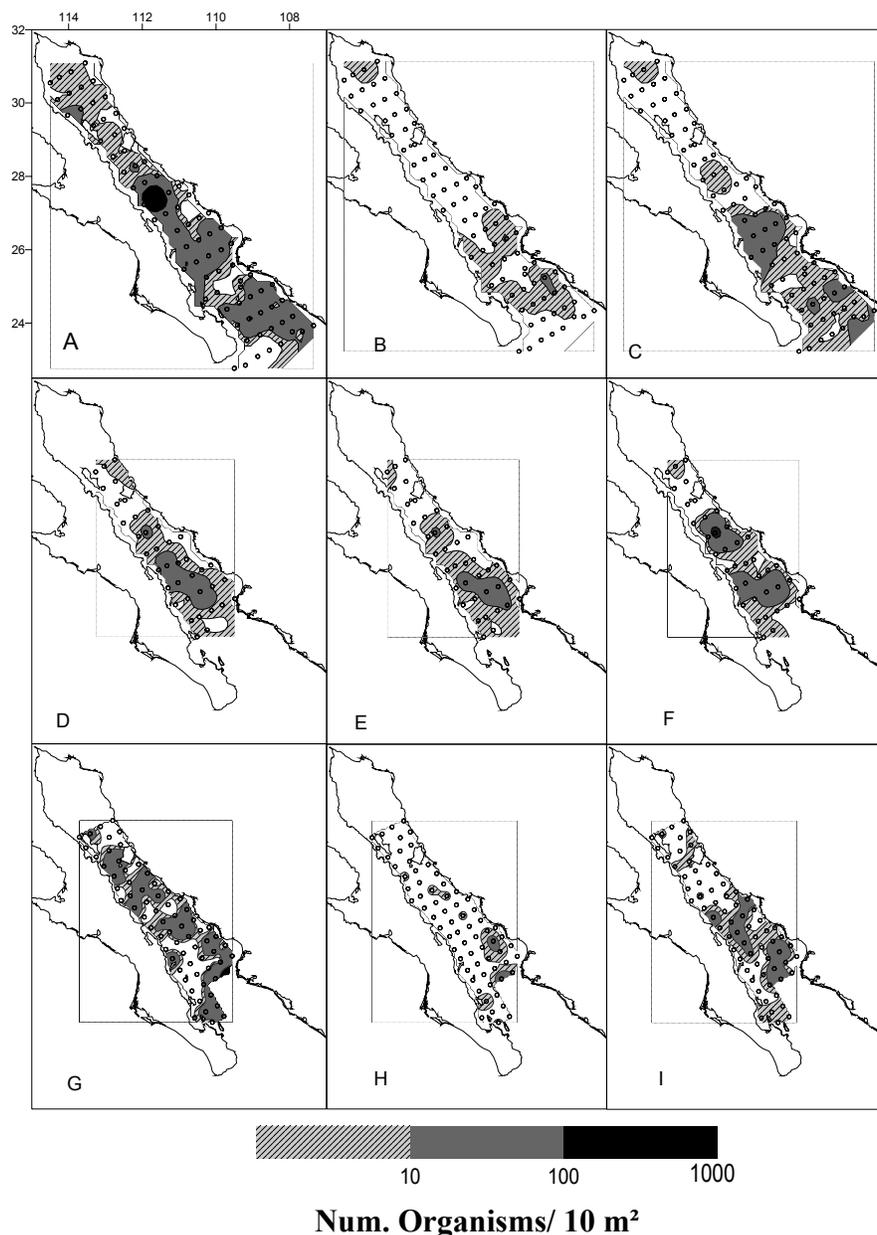


Fig. 3. Distribution and abundance of: A) Preflexion larvae, B) Flexion larvae, and C) Postflexion larvae during July-August 1984. D) Preflexion larvae, E) Flexion larvae, and F) Postflexion larvae during August 1986, and G) Preflexion larvae, H) Flexion larvae, and I) Postflexion larvae during September 1987.

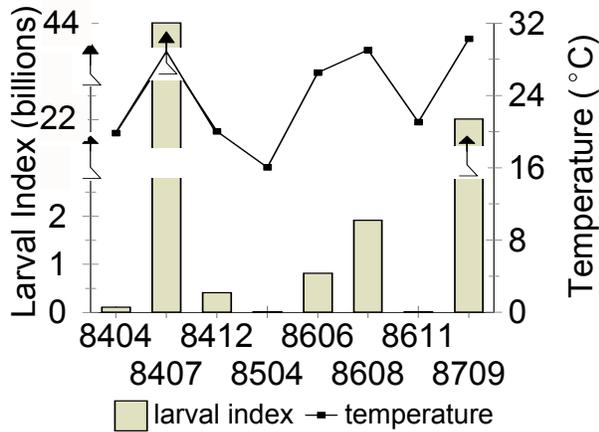


Fig. 4. Sea surface temperature average vs larval index for *S. ovale* in the Gulf of California during 1984-1987.

Temperature appears to play an important role in the distribution and abundance of larvae because they were captured in narrow sst intervals of temperature; almost 90% of the specimens occurred between 28 - 31 °C, and 70% between 29 - 30 °C. The concentration of plankton biomass vs. larval abundance also indicates the preference of this species for spawns in environments with tropical characteristics, because the larvae were collected exclusively in areas with low plankton biomass.

We conclude that in the Gulf of California, the maximum reproductive activity of *S. ovale* is in the summer, primarily in water of tropical affinity as suggested by the highest larval abundance in warm waters with low plankton biomass.

We believe that the initiation of spawning progresses in a south to north direction is in response to the warm water invasion of the

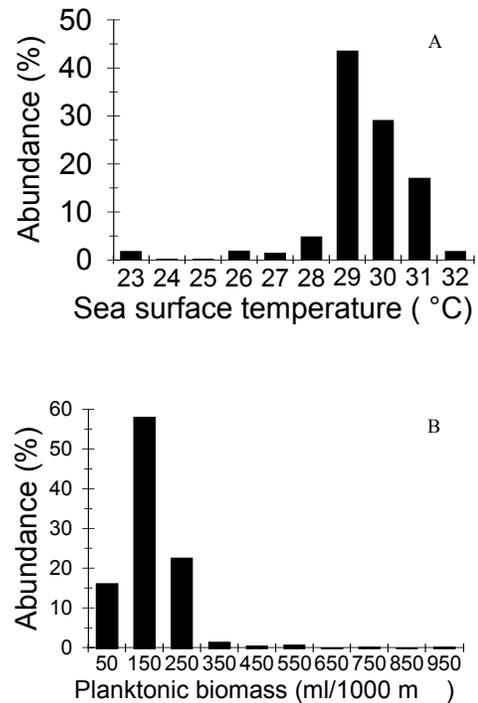


Fig. 5. Cumulative fish larvae abundance by range of: A) Sea surface temperature. B) Plankton Biomass

tropical current that flows into the study area. Accordingly, we propose that the high concentration of larvae observed in the central region of the Gulf of California is attributable to the northward shift of the reproductive activity from the southern to central region of the Gulf as the environmental conditions suitable for spawning are established, and that the highest concentrations at the center and south of the Gulf are related to a coupling between the reproductive cycle and the mechanisms of transport from the coast to deeper waters and retention processes such as the cyclonic eddies recorded in the Gulf of California during this season.

AKNOWLEDGMENTS

This study was funded by Dirección de Estudios Profesionales - I.P.N. through the research projects Plancton del Noroeste de México (Clave DEPI 86804), Investigaciones Ecológicas del Plancton del Noroeste de México (DEPI 868043), Bionomía Planctónica

de la Parte Central del Golfo de California (Clave DEPI 903388), and Secretaria de Marina, by our use of its vessels. Special thanks to William Watson and Elaine Sandknop for their comments to the manuscript.

REFERENCES

Ahlstrom, E.H. 1972. Kinds and abundance of fish larvae in the Eastern Tropical Pacific on the second multivessel EASTROPAC survey and observations on the annual cycle of larval abundance. *Fish. Bull.* 70 (4):1153-1242.

Ahlstrom, E.H., D.A. Hensley, H.G. Moser & B.Y. Sumida. 1984. Pleuronectiformes: Development, p.640-670. In Moser, H.G., W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall & S.L. Richardson (eds.). *Ontogeny and systematic of fishes. Spec. Pub. Num. 1- Amer. Soc. of Ichthyol. and Herpetol.* Allen Press. Lawrence, Kansas.

Amezcuca, L.F. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico de México, p.39-94. In Yañez-Arancibia, A.A. (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón.* Prog. Univ. de Alim. Inst. Cienc. Mar y Limnol., Inst. Nal. Pesca. Univ. Nal. Autón. Méx. México, D.F.

Barba-Torres, J.F. 1990. Taxonomía, biología y ecología del lenguado *Syacium ovale* (Günter) en áreas del Pacífico mexicano 1982-1983 (Teleostei:Bothidae). Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias. Univ. Nal. Autón. Méx, México, D.F.

Beers, J.R. 1976. Determination of zooplankton biomass, p.35-84. In Steedman, H.F. (ed.). *Zooplankton fixation and preservation. Monographs on Oceanographic Methodology.* UNESCO. Paris.

Brinton, E., A. Fleminger & D. Siegel-Causey. 1986. Temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. *CalCOFI Rep.* 27:228-263.

Castro-Aguirre, J.L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. I.N.P. México, D.F. Serie Científica No. 19: 298p.

Castro-Aguirre, J.L., H.S. Espinoza-Pérez & J.J. Shmitter-Soto. 1999. Ictiofauna estuarino lagunar y vicaria de México. México, D.F. LIMUSA. 711p.

Coronado M., A. & F. Amezcua. 1988. Distribución y abundancia de los peces demersales de la costa de Guerrero en el Pacífico de México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.* 15 (2):67-94.

Emilsson I. & M.A. Alatorre. 1980. Recent Investigations on the circulation in the outer part of the Gulf of California, p.1-24. In Ayala-Castañares, A., F.B. Phleger, R. Schwartzlose y A. Laguarda (eds.). *Memorias Simposio El Golfo de California.* Univ. Nal. Autón. Méx. México, D.F.

Fiedler, P.C. 1986. Offshore entrainment of anchovy spawning habitat, eggs and larvae by a displaced eddy in 1985. *CalCOFI Rep.* 27:144-152.

García-Abad, M.C., A. Yañez-Arancibia, P. Sánchez-Gil & M. Tapia-García. 1992. Distribución, reproducción y alimentación de *Syacium gunteri* Ginsburg (Pices:Bothidae), en el Golfo de México. *Rev. Biol. Trop.*, 39 (1):27-34.

Gilbert, J.Y. & W.E. Allen. 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the E.W. Scripps in 1939 and 1940, *J. Mar. Res.* 5(2):89-110.

Hensley, D.A. 1995. Paralichthyidae, p.1349-1380. In Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter & V.H. Niem. (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Vol. III. Vertebrados-Parte 2.* O.N.U. FAO. Roma.

Hewitt, R. 1981. Eddies and speciation in the California current. *CalCOFI Rep.* 22:96-98.

Kramer, D., M.J. Kalin, E.G. Stevens, J.R. Thrailkill & J.R. Zweifel. 1972. Collecting and processing data on fish eggs larvae in the California current region. NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 370, U.S. Dep. Of Commerce. Seattle, WA. 38p.

Moser, H.G., R.L. Charter, P.E. Smith, D.A. Ambrose, S.R. Charter, C.A. Meyer, E.M. Sandknop & W. Watson. 1994. Distributional atlas of fish larvae in the California current region: Taxa

with less than 1000 total larvae, 1951 through 1984. CalCOFI Atlas 32. Scripps Ins. Ocean. La Jolla California. 181p.

Moser, H.G. & B.Y. Sumida. 1996. Paralichthyidae: Lefteye flounders and sanddabs, p.1325-1355. In H.G. Moser (ed.). The early stages of fishes in the California Current Region. CalCOFI Atlas No. 33. Allen Press, USA.

Owen, R.W. 1980. Eddies of the California current system: Physical and ecological characteristics, p.237-263. In D. Power (ed.). The California islands. Mus. Nat. Hist., St. Bárbara, California.

Owen, R. 1981. Fronts and Eddies in the sea : Mechanisms, interactions and biological effects, p.197-233. In Longhurst, A.R. (ed.). Analysis of marine ecosystems. Academic Press. London.

Rosas-Cota, A. 1977. Corrientes geostróficas en el Golfo de California en la superficie y a 200 m, durante las estaciones de invierno y verano. CalCOFI Rep.19:89-106.

Round, F.E. 1967. The phytoplankton of the Gulf of California. Its composition, distribution and contribution to the sediments. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1 (1):76-97.

Smith, P.E., S. De la Campa & J. R. Thraillkill. 1976. Instituto Nacional de la Pesca and CalCOFI statistical regional divisions for ichthyoplankton surveys. SWFC Admn. Rep. LJ-76-31. 4pp.

Smith, P.E. & S.L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. F.A.O. Doc. Tec. Pesca.175. París.107p.

Smith, W.G. & M. P. Fahay. 1970. Description of eggs and larvae of the summer flounder, *Paralichthys dentatus*. U.S. Bur. Sport. Fish. Wildlife, Res. Rep. 75, 21p.

Van der Heiden, A.M. 1985. Taxonomía biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California, p.149-200. In Yañez-Arancibia, A.A. (ed.). Recursos pesqueros potenciales de México: La

pesca acompañante del camarón. Prog. Univ. de Alim. Inst. Cienc. Mar y Limnol., Inst. Nal. Pesca. Univ. Nal. Autón. Méx. México.

Tapia-García, M., M.C. García-Abad and G. Cerdanars Ladrón de Gevara. 2000. Reproducción, distribución and abundance of *Bothus constellatus* (Pices:Bothidae), in the Gulf of Tehuantepec, México. Rev. Biol. Trop., 48 (1):205-213.

Van der Heiden, A.M. 1985. Taxonomía biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California, p.149-200. In Yañez-Arancibia, A.A. (ed.). Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Prog. Univ. de Alim. Inst. Cienc. Mar y Limnol., Inst. Nal. Pesca. UNAM. México.

Anexo 11.- **Distribution and abundance of *Symphurus williamsi* larvae (Cynoglossidae:Pleuronectiformes) in the Gulf of California.** *J. Plank. Res.* En Revisión

+Gerardo Aceves-Medina, +Ricardo J. Saldierna-Martínez and *Enrique A. González-Navarro
+ Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas –IPN, Depto. de Plancton y Ecología Marina. A.P. 592, C.P. 23000, La Paz, Baja California Sur, México. e-mail: aceves651@prodigy.net.mx
*Universidad Autónoma de Baja California Sur. Depto de Biología Marina. A.P. 19-B, C.P. 23080, La Paz, Baja California Sur, México.

Abstract

We analyzed the distribution and abundance of *Symphurus williamsi* larvae collected during 10 surveys made between 1984 and 1987 in the Gulf of California. Estimation of the reproductive periods and areas were made using the distribution and abundance of preflexion larvae. The reproductive period extends from June to December with maximum spawning in mid-summer (July-September). Spawning starts in the southern portion of the Gulf of California and extends to the north corresponding with an increase of water temperature. Distribution of preflexion and flexion larvae suggest transportation from the coast to deeper waters in the central region of the Gulf, associated with concentration and retention processes.

Introduction

The genus *Symphurus* (tonguefishes) is composed of 71 species distributed in temperate and tropical seas, with 17 species in the American Pacific and 13 in the Gulf of California (Munroe, 1992). This is one of the most abundant taxa in demersal fisheries in tropical seas (Van der Heiden, 1985). However, due to the taxonomic problems of the genus (Munroe, 1992; Munroe *et al.*, 1995), their biology is scarcely understood (Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

Only the early life history stages of *Symphurus atricaudus*, *S. elongatus* and *S. williamsi* have been described in the eastern Pacific region (Charter and Moser, 1996; Aceves-Medina *et al.*, 1999). Eggs and larvae of these species are found in the epipelagic environment as planktonic organisms (Charter and Moser, 1996), but highest abundances of *S. williamsi* larvae have been collected in the deepest areas of the Gulf of California (Aceves-Medina *et al.*, 1999). However, adults inhabit benthic habitats in shallow waters with less than 50 m depth (Munroe *et al.*, 1995).

This ocean-coast segregation pattern by ontogenic stages has been observed in the Gulf of California in other pleuronectiform species from shallow waters. However, the causes of this pattern are poorly understood. The goals of this study is to establish the reproductive period and the distribution of spawning areas of *S. williamsi* based on the distribution and abundance of the preflexion larvae, as well as to analyze the influence of the hydrography of the Gulf in the distribution and abundance of the larvae.

Method

The Gulf of California is situated in northwest Mexico (Figure 1). The northern region is shallow with an average depth of 200 m, contrasting with the area south of Isla Tiburón and Ángel de la Guarda, which is characterized by a series of deep basins along the axis of the gulf separated by transverse sills. An important characteristic of this region is the wide range of the sea surface temperature (sst). In the northern region sst ranges from 9°C to 38°C seasonally, but in the south is between 22°C and 31°C (Soto-Mardones *et al.*, 1999).

The Gulf of California hydrographic regime includes local upwellings produced by northwest winds during winter on the eastern coast. Although of lower magnitude, upwelling also occurs during summer on the west coast provoked by southwest winds (Alvarez-Borrego, 1983). The warm Gulf water ($ups \geq 34.9$), flows to the south along the peninsula's coast, and the warm tropical Pacific water ($34.65 \leq ups \leq 34.85$), flows northward along the east coast (Alvarez-Borrego, 1983). Cyclonic and anticyclonic gyres have been observed by satellite imageries and *in situ* evidence in the central and southern regions of the Gulf, but geographic position, magnitude and seasonality are variable and remains poorly understood (Fernández-Barajas *et al.*, 1994; Emilsson and Alatorre, 1997).

respectively), and the highest numbers of positive stations were found in July (58%), August (52%) and September (46%).

Table I.- General statistics of larval catches of *Symphurus williamsi* in the Gulf of California. PF=Preflexion stage, FL=Flexion and PO=Postflexion.

Survey	Total catch	%	Mean abundance by sample	Positive stations (%)	Highest catch by sample	Occurrence (%)		
						PF	FL	PO
GOLCA 8404	0	0	0	0	0	0	0	0
GOLCA 8405	0	0	0	0	0	0	0	0
GOLCA 8606	241	7.7	17	16	100	53	22	25
GOLCA 8407	1383	44.2	34	58	195	75	16	9
GOLCA 8608	322	10.3	16	52	45	37	26	37
GOLCA 8709	1175	37.6	37	46	185	68	12	20
GOLCA 8611	0	0	0	0	0	0	0	0
GOLCA 8711	0	0	0	0	0	0	0	0
GOLCA 8412	8	0.2	4	5	4	0	100	0
	3129							

Highest proportions of preflexion larvae (Table I) were found during July and the lowest in August coinciding with the highest densities of postflexion larvae. During November/December (GOLCA 8411/12), only flexion larvae were collected in two sampling stations (front of Bahía La Paz and south of Guaymas).

The highest larval abundance (80 %) occurred south of 28° N, however larvae were found in all the study area in patches of high density alternating with areas of low density or absence of larvae (Figure 2). Larval distribution by developmental stages showed a high abundance of preflexion larvae occurring over the central axis of the Gulf. During July (GOLCA 8407) a big patch of preflexion larvae was found between Isla Tiburón and Bahía de La Paz, but distribution of flexion stages showed three areas of high larval concentration: between Isla Tiburón and Bahía Concepción; between Bahía Concepción and Bahía La Paz; and south of Agiabampo. Three similar patches of high larval density were found during September (GOLCA 8709): south of Isla Tiburón; front of Bahía Concepción; and south of Agiabampo. In August a single patch was observed between Bahía Concepción and Agiabampo.

Sst distribution during early summer (GOLCA 8606) showed a colder west coast south Isla Angel de la Guarda and south of Bahía La Paz (Figure 3), while mid- and late summer had a warm central region with values between 29 and 31 °C, and two areas with low **sst** the first south of Isla Ángel de la Guarda, and the second one at the southern end of the west coast front of Bahía La Paz. During GOLCA 8411/12, the **sst** decreased to 24 °C in the south and 19 °C in the north, with the stronger gradient front of Bahía Concepción and Guaymas.

At 50 m depth (Figure 4), temperature distribution pattern showed intercalated areas of cold and warm water. During GOLCA 8407 (July) a plume of cold water separates two areas of warm water; one of them front of Santa Rosalía and a second one front of Isla Carmen. South of Bahía La Paz, temperature decreases on the west side. During GOLCA 8709 two areas of warm water were found; front of Punta Trinidad and front of Bahía La Paz. During GOLCA 8608, the higher temperatures were found in the east coast, south of Isla Tiburón and south of Los Tanques. In general, regions of warm water coincided with patches of high density of *S. williamsi* larvae.

Although larvae occurred in a range from 18 to 32 °C of **sst**, almost 90% of the preflexion larvae were found in an interval of 4°C (29 to 32 °C) (Figure 5A) and the proportion of positive stations was higher than 30% in the same range. In contrast, at 50 m larvae were present in a wider temperature range, since 90% of the relative abundance were found in an interval of 8 °C (21 to 28 °C) and proportion of positive stations was over 30% from 19 to 29 °C with two peaks at 24°C and at 27°C (Figure 5B).

Vertical profiles of temperature in transects 1, 2 and 3 of GOLCA 8407 (Figure 6) shows that the isotherms ascended south of Isla Tiburón (line 0 to 5), between Bahía Concepción and Los Tanques (line 15 to 25), and

south of Bahía La Paz - Topolobampo (line 40 to 65), which are associated to increase of nutrients in surface as NO_3 (Figure 6). Intercalated with these areas of colder water, wide columns of warm water at least of 40-50 m depth, are coincident with the higher larval abundances and low nutrient levels. Dissolved oxygen in surface was lower in warm water areas with low concentration of NO_3 and high larval densities (Figure 7).

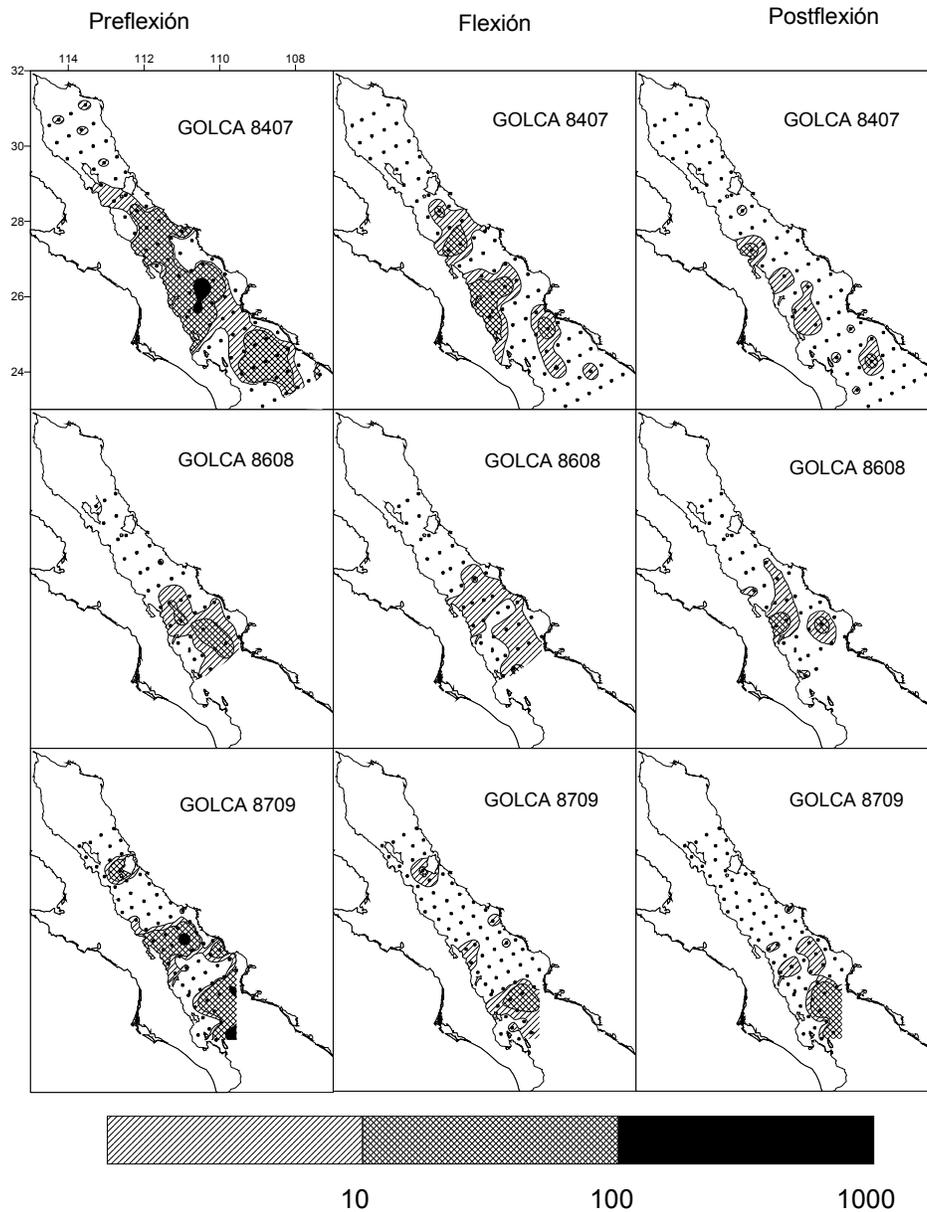


Fig. 2. Distribution of *S. williamsi* larvae by developmental stage. Abundance scale is given in 10 m² of sea surface.

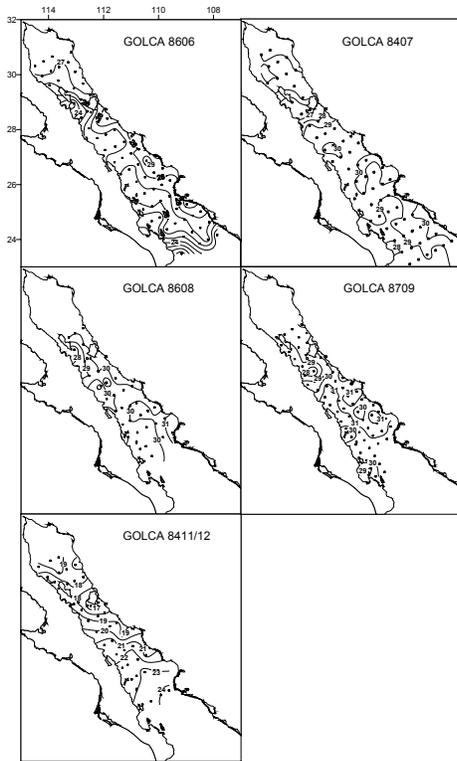


Fig. 3. Sea surface temperature (°C) by survey.

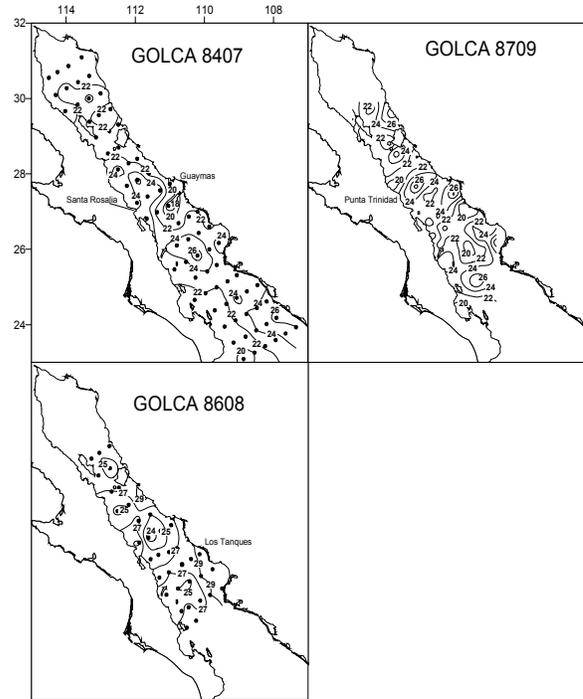


Fig. 4. Temperature at 50 m.

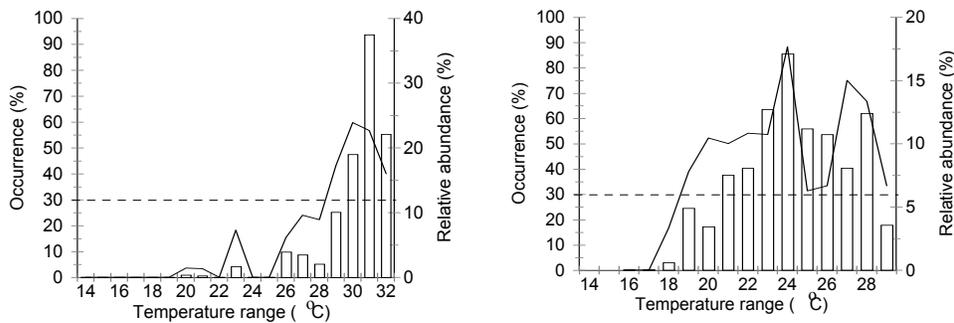


Fig. 5. Occurrence (lines) and relative abundance (bars) by: A) sea surface range; and B) 50 m temperature range.

Discussion

Although adults of *Symphurus* species are benthic organisms (Munroe *et al.*, 1995), the eggs and larvae are pelagic as in almost all pleuronectiforms. Since early stages of these tonguefishes are frequently collected in zooplankton trawls (Ahlstrom *et al.*, 1984; Charter and Moser, 1996), their seasonal occurrences allow us to make indirect observations concerning spawning periods and areas.

The use of the preflexion stage to locate the areas and time of reproduction of any particular species may be biased, especially when the duration of the development period of egg and preflexion stages are long. However, our results show indirect evidence of a short planktonic phase.

Considering that larvae were absent in samples during April 1984, but metamorphosing larvae were present during July of the same year, we conclude that these larvae should have passed from the egg stage to the

metamorphosis stage in three months or less, and consequently the egg stage must be shorter. Further, *S. williamsi* larvae are small (less than 2.2 mm) at eclosion (Aceves-Medina *et al.*, 1999), which in general means a short planktonic phase (Moser, 1984). There is little information on the duration of the egg stage for most Pleuronectiforms, but in tropical species it can be very short, e.g., only 4 days in *Achirus mazatlanus* (Ortiz-Galindo *et al.*, 1990). Other records of a short period in the planktonic phase for Pleuronectiformes species are those for *Solea solea* and *Pleuronectes flesus* of 1-2 month from eggs to metamorphosing larvae (Grioche *et al.*, 2000).

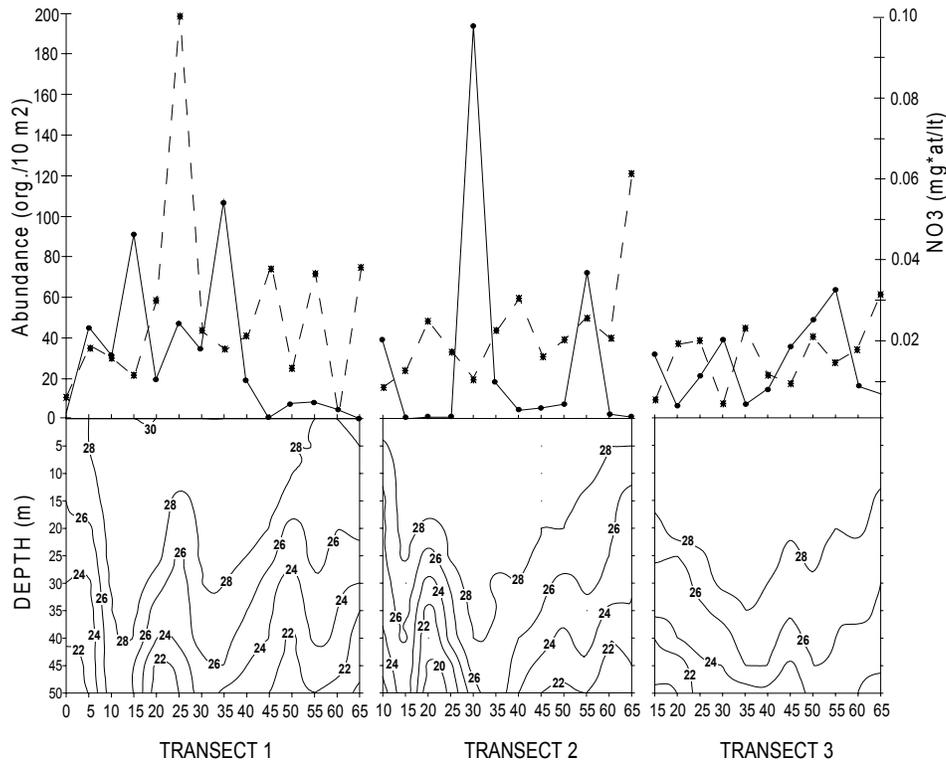


Fig. 6. Abundance of preflexion larvae (solid lines), NO₃ concentration (dotted lines) and vertical profiles of temperature over west (1), central (2) and east (3) transects shown in figure 1.

Based on these arguments, the spawning season of *S. williamsi* in the Gulf of California starts in June, with maximum reproductive activity occurring from July to September. Few flexion larvae (8 organisms) were found in GOLCA 8411/12 in two stations front of Bahía La Paz, as isolated spawns occurred during late October or early November, indicating that fall could be the end of the reproductive period. This relatively short reproduction period of *S. williamsi* in the Gulf of California is in marked contrast with results found for the same species in a warmer region south of the Gulf (Jalisco and Colima area), where larvae are found practically all year round, although they are less abundant compared with densities found in this study (Flores-Vargas, 2000).

As it has been noted for many tropical species, latitudinal differences in spawning seasonality are due to environmental differences, in which temperature seems to play an important role as has been documented for other species such as *Opisthonema libertate* (Acal and Corro-Espinosa, 1994). The Gulf of California has a cold period characterized by a mean *sst* in winter and spring between 16 °C and 18 °C, but the Jalisco and Colima area, has a less severe cold period in winter with *sst* closer to 22 °C (Flores-Vargas, 2000), which is similar with that observed during GOLCA 8411/12 in the southern region of the Gulf where *S. williamsi* fish larvae were found.

Distribution maps show that the major reproductive activity occurs in the central and southern regions of the Gulf. Based on increases in the abundance of flexion and postflexion larvae from north to south, it is possible that

spawning activity occurs progressively in the same direction that the warm waters of the tropical Pacific enter the Gulf (Rosas-Cota, 1977). This pattern seems to be common for other pleuronectiforms species in the Gulf such as *Bothus leopardinus* and *Syacium ovale*, whose preflexion larvae increase in abundance from south to north during the summer months (Aceves-Medina, 1992; Aceves-Medina *et al.*, 2002).

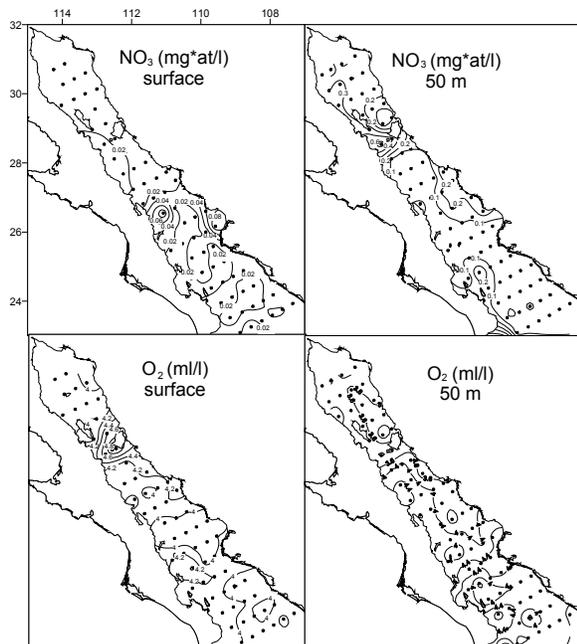


Fig. 7. NO_3 concentration ($\text{mg}\cdot\text{at/l}$) and dissolved oxygen (ml/l) in surface and at 50 m depth.

An important characteristic found in the distribution of *S. williamsi* larvae is the tendency to be arranged in patches separated by areas of low concentration or absence of larvae. Inside these patches, preflexion larvae are found in high densities in the middle axis of the Gulf over deeper areas than those recorded for adults. If the distribution of adults is from 0 – 50 m depth (Munroe *et al.*, 1995), then the presence of high densities of preflexion larvae over the Guaymas Basin (between Bahía Concepción and Guaymas with a depth close to 1500 m) or over the Carmen Basin (Front of Isla Carmen with nearly 2500 m depth), can be explained only by offshore transport during the egg stage as has been described for other pleuronectiforms species such as *Pleuronectes flesus* in the English Channel (Grioche *et al.*, 1997) or in *Syacium ovale* in the Gulf of California (Aceves-Medina *et al.*, 2002). Although behavior plays an important role in the horizontal and vertical movements of fish larvae (Grioche *et al.*, 2000), larval distribution patterns of many pleuronectiform species can be explained mainly by passive larval drift (Frank *et al.*, 1992).

In the Gulf of California two principal transport mechanisms for fish larvae have been described; Hamman *et al.* (Hamman *et al.*, 1988) suggested that during winter and spring, upwellings provoked by winds are responsible for the transport of *Sardinops sagax* from the continental to the peninsular coast, but Aceves-Medina *et al.* (Aceves-Medina *et al.*, 2002) suggested that during summer, geostrophic flow could be responsible for the transport of *Syacium ovale* larvae to the central axis of the Gulf.

Cyclonic and anticyclonic gyres have been described as an important feature of the circulation of the Gulf (Fernández-Barajas *et al.*, 1994; Emilson and Alatorre, 1997). Although there is a strong variability in time, cyclonic gyres have been found from August to October front of Bahía La Paz, and front of Isla Carmen with an anticyclonic gyre intercalated between them. During August 1992, an anticyclonic gyre was described front of Isla Carmen (Fernández-Barajas *et al.*, 1994), which also means a strong variability in the geographic position of these oceanographic processes.

The vertical profiles of temperature show concentration of warm water over the Guaymas basin, front of Isla del Carmen and south of Agiabampo, coinciding with concentration of preflexion and flexion larvae of *S. williamsi*. Furthermore, in other studies realized with samples of the same survey (GOLCA 8407), highest larval abundances of many shallow water species such as *S. ovale*, *Albula* sp. and Gobiidae, as well as the areas of higher species diversity of fish larvae were found in the same regions and larvae of mesopelagic species such as *B. panamense* shows an inverse distribution, with the highest distribution in the area where isotherms ascend and abundance of shallow species are lower (Aceves-Medina *et al.*, 2002; Aceves-Medina, in press) (Figure 8).

If anticyclonic gyres are responsible of the fish larvae concentration observed, then the surrounding area should be characterized by low temperatures, low larval abundance and low species diversity as was observed in our data. In addition, the ascend of the isotherms provoked by the anticyclonic gyre on its external side, is compatible with the increased nitrate levels (NO_3) south of Guaymas and front of Bahía La Paz.

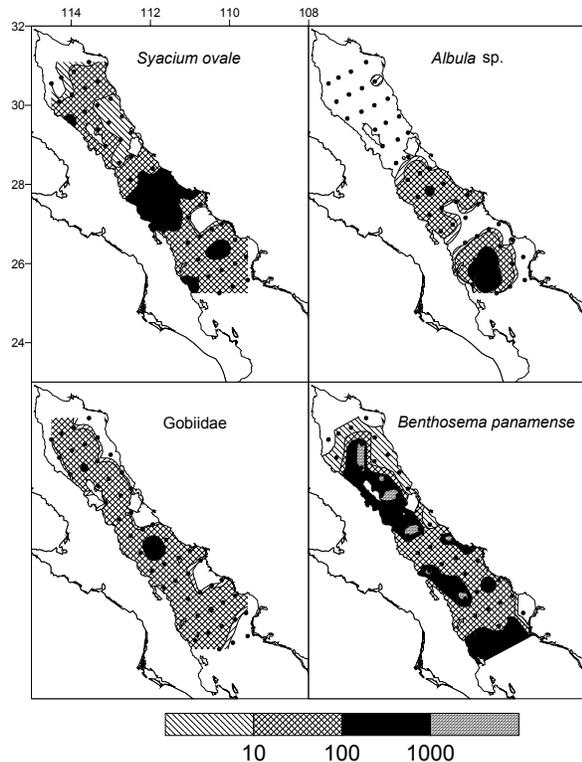


Fig. 8. Larval distribution and abundance of three shallow water and one mesopelagic species in the Gulf of California during July 1984. Abundance scale is given in 10 m² of sea surface.

Similarities in larval distribution patterns during summer observed in *Symphurus williamsi*, *Syacium ovale* and other shallow water fishes in the Gulf of California, suggest that gyres should be an important transport mechanism of fish larvae offshore, where they are retained and found in higher densities. A consequence of this is that the oldest larvae or early juveniles should return to settlement areas in coastal waters, meaning that recruitment could be associated to location, intensity and duration of gyres, which seem to have a stronger intensity during the El Niño events (Fernández-Barajas *et al.*, 1994).

Few works have been done coupling data of the physical environment with distribution of marine organisms in this area. However it has been suggested that the floristic and faunistic regions in the Gulf, are associated with the presence of cells of circular currents, which split the area south of the big islands into three different regions (Gilbert and Allen, 1943; Round, 1967; Brinton *et al.*, 1986), which in turn are compatible with those concentration areas of *S. williamsi* larvae.

Direct positive relationship observed between preflexion larval abundance and temperature seems to be more related to the concentration and retention processes than with the optimum temperature range of the spawning. However the restriction for spawning period to the warm part of the year compared with the all year round spawning period in warmer areas suggests that temperature plays an important role in the reproduction of this species in the Gulf of California. Because adults of this species have a strong association to the bottom, there is a higher probability that the reproduction of *S. williamsi* occurs mainly in a range between 24 °C and 28 °C.

Acknowledgements

Our sincere thanks to IPN-CICIMAR and Coordinación General de Posgrado e Investigación for the financial support through the projects: DEPI86804, DEPI868043 and DEPI903388. The first author thanks CONACyT,

Usually an upwelling area is characterized by lower levels of dissolved oxygen due to the transport of deep water to the surface. Although, in an anticyclonic gyre, many planktonic organisms are concentrated in the inner side, increasing the consumption of nutrients and oxygen; with time, downwelling in the center of the gyre produces a descent of the nutricline (Gragget, 1997; Monreal-Gómez and Salas de León, 1997). This can explain why higher abundances of *S. williamsi* larvae were found associated to the lower levels of dissolved oxygen in surface.

Two principal reproductive behaviors have been reported in pleuronectiforms: those species that spawn in the vicinity of suitable nursery habitats, for which retention of eggs and larvae is a favorable condition for recruitment; and those species with nursery habitats far away from the spawning area (Van der Veer *et al.*, 1998; Van der Veer and White, 1999; Bailey and Piquelle, 2002). However, most flatfishes are on the latter type (Minami and Tanaka, 1992), as was seen in the Gulf of California for *S. ovale* (Aceves-Medina *et al.*, 2002) and *S. williamsi*. This behavior noted in larvae of other fishes has been related to adaptations of the larvae to find or remain in appropriate habitats (Dickey-Collas *et al.*, 1996; Helfman *et al.*, 1997; Bailey and Piquelle, 2002).

IPN-PIFI and Telmex for the grant during his stay at CICIMAR. Special thanks to Dr. T.A. Munroe for his help and comments on the manuscript.

References

Acal, D.E. and Corro-Espinosa, D. (1994) Reproducción y distribución de peces clupeidos en el sur del Golfo de California y Golfo de Tehuantepec, México. *Rev. Biol. Trop.*, **42**(1/2), 239-261.

Aceves-Medina, G. (1992) Análisis espacio temporal de la distribución y abundancia de larvas de pleuronectiformes en el Golfo de California. Periodo 1984-1986. *M.S Thesis*, IPN-CICIMAR. La Paz, BCS. México.

Aceves-Medina, G. (In press) Grupos de larvas de peces recurrentes en el Golfo de California y costa Occidental de Baja California Sur. *Ph.D. Thesis*, IPN-CICIMAR. La Paz, B.C.S. México.

Aceves-Medina, G., González, E.A. and Saldierna, R.J. (1999) Larval development of *Symphurus williamsi* (Cynoglossidae:Pleuronectiformes) from the Gulf of California. *Fish. Bull.*, **97**, 738-745.

Aceves-Medina, G., Saldierna-Martínez, R. J. and González, E.A.. (2002) Distribution and abundance of *Syacium ovale* larvae (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) in the Gulf of California. *Rev. Biol. Trop.*, **50**(3), in press.

Ahlstrom, E.H., Hensley, D.A., Moser, H.G. and Sumida, B.Y. (1984) Pleuronectiformes: Development. In Moser, H.G., Richards, W.J., Cohen, D.M., Fahay, M.P., Kendal, A.W. and Richardson S.L. (eds). *Ontogeny and systematic of fishes*. Allen Press. Lawrence, Kansas. Spec. Pub. Num. 1- Amer. Soc. of Ichthyol. and Herpetol., pp.640-670.

Alvarez-Borrego, S. (1983) Gulf of California. In Ketchum, B.H. (ed). *Estuaries and enclosed seas*. Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 427-449.

Bailey, K.M. and Picquelle, S.J. (2002) Larval distribution of offshore spawning flatfish in the Gulf of Alaska: potential transport pathways and enhanced onshore transport during ENSO events. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **236**, 205-217.

Brinton, E., Fleminger, A. and Siegel-Causey, D. (1986) The temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, **27**, 228- 266.

Castro-Aguirre, J.L., Espinoza-Pérez, H.S. and Schmitter-Soto, J.J. (1999) *Ictiofauna estuarino lagunar y vicaria de México*. México, D.F. LIMUSA.

Charter S.R. and Moser, H.G. (1996) Cynoglossidae: Tonguefishes. In Moser, H.G. (ed). *The early stages of fishes in the California Current Region*. Allen Press, USA. CalCOFI Atlas No. **33**. pp.1408-1413.

Dickey-Collas, M., Gowen, R.J. and Fox, C.J. (1996) Distribution of larval and juvenile fish in the western Irish sea: relationships to phytoplankton, zooplankton biomass and recurrent physical features. *Mar. freshwater Res.*, **47**, 169-181.

Emilsson, I. and Alatorre, M.A. (1997) Evidencias de un remolino ciclónico de mesoescala en la parte sur del Golfo de California. In Lavín, M.F. (ed). *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Unión Geofísica Mexicana. México, D.F. Monografía No. **3**. pp.173-180.

Fernández-Barajas, M.E., Monreal-Gómez, M.A. and Molina-Cruz, A. (1994) Estructura termohalina y flujo geostrófico, en el Golfo de California, durante 1992. *Cienc. Mar.*, **20**(2), 267-286.

Flores-Vargas, R. (2000) Variación espacio temporal de la distribución y abundancia de larvas de pleuronectiformes en las costas de Jalisco y Colima, México.*M.S. Thesis*. Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Colima, México.

- Frank, K.T., Loder, J.W., Carscaden, J.E., Leggett W.C. and Tagart C.T. (1992) Larval flat fish distributions and drift on the southern Grand Bank. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49**, 467-483.
- Gilbert, J.Y. and Allen, W.E. (1943). The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the E.W. Scripps in 1939 and 1940. *J. Mar. Res.*, **5**(2), 89-110.
- Gragget, A.E. (1997) Physics to fish: Interactions between physics and biology on a variety of scales. *Oceanogr.*, **10**(3), 128-131.
- Grioche, A., Koubbi, P. and Sautour, B. (1997) Ontogenic migration of *Pleuronectes flesus* larvae in the eastern English Channel. *J. Fish Biol.*, **51A**, 385-396.
- Grioche, A., Harlay, X., Koubbi P. and Fraga L. (2000) Vertical migrations of fish larvae: Eulerian and lagrangian observations in the eastern English Channel. *J. Plank. Res.*, **22**(10), 1813-1828.
- Hamman, M.G., Baumgarthner, T.R. and Badan-Dangón, A. (1988) Coupling of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. *CalCOFI Rep.*, **29**, 102-108.
- Helfman, G.S., Collette, B.B. and Facey, D.E. (1997) *The diversity of fishes*. Blackwell Science, Inc. U.S.A.
- Minami T. and Tanaka, M. (1992) Life history cycles in flatfish from the northwestern Pacific, with particular reference to their early life histories. *Neth. J. Sea Res.*, **29**, 35-48.
- Monreal-Gómez, M.A. and Salas de León, D.A. (1997) Circulación y estructura termohalina del Golfo de México. In Lavín, M.F. (ed). *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Unión Geofísica Mexicana. México, D.F. Monografía No. **3**. pp.183-199.
- Moser, H.G. (1984) Morphological and functional aspects of marine fish larvae. In Lasker, R. (ed). *Marine fish larvae. Morphology, ecology, and relation to fisheries*. Washington Sea Grant. USA. pp. 89-127.
- Munroe, T.A. (1992) Interdigitation pattern of dorsal fin pterygiophores and neural spines, an important diagnostic character for Symphurinae tonguefishes (Symphurus: Cynoglossidae: Pleuronectiformes). *Bull. Mar. Sci.*, **50**(3), 357-403.
- Munroe, T.A., Krupp, F. and Schneider, M. (1995) Cynoglossidae. In Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V.H. Niem. (eds). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca*. O.N.U. FAO. Roma. Vol. III. Vertebrados-Parte 2. pp. 1039-1059.
- Ortíz-Galindo, J.L., Matus-Nivón, E., Ramírez-Sevilla, R. and González-Acosta, B. (1990) Embrión, larva y prejuvenil del sol mexicano *Achirus mazatlanus* (Pices:Soleidae). *Rev. Biol. Trop.*, **38**(2A), 195-204.
- Rosas-Cota, A. (1977) Corrientes geostróficas en el Golfo de California en la superficie y a 200 m, durante las estaciones de invierno y verano. *CalCOFI Rep.*, **19**, 89-106.
- Round, F.E. (1967) The phytoplankton of the Gulf of California. Part I. Its composition, distribution and contribution to the sediments. *J. Exp. Mar. Biol., Ecol.*, **1** (1), 76-97.
- Smith, P.E. and Richardson, S.L. (1979) *Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos*. F.A.O. Doc. Tec. Pesca. **175**. París.
- Soto-Mardones, L., Marinone, S.G. and Parés-Sierra, A.. (1999) Variabilidad espacio temporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. *Cienc. Mar.*, **25**(1), 1-30.

Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. (1972) *A Practical handbook of sea water analysis*. Bull. Fish. Res. Board of Canada. **165**. Ottawa.

Van der Heiden, A.M. (1985) Taxonomía biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. In Yañez-Arancibia, A.A. (ed). *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*. Prog. Univ. de Alim. Inst. Cienc. Mar y Limnol., Inst. Nal. Pesca. Univ. Nal. Autón. Méx. México. pp.149-200.

Van der Veer H.W. and White, J.J. (1999) Year class strength of plaice *Pleuronectes platessa* in the southern Bight of the North sea; A validation and analysis of the inverse relationship with winter sea water temperature. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **184**, 245-257.

Van der Veer H.W., Ruardij P., Van der Berg A.J. and Ridderinkho H. (1998) Impact of interannual variability in hydrodynamic circulation on egg and larval transport of plaice *Pleuronectes platessa* L. in the southern North sea. *J. Sea Res.*, **39**, 29-40.