



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**“Distribución espacial de larvas de
peces en el Golfo de California y su
relación con indicadores del
ambiente (junio 2005)”**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGA**

**P R E S E N T A:
CRISTINA ALICIA LEÓN CHÁVEZ**

**TUTORA: DRA. LAURA SÁNCHEZ
VELASCO**



2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno

León
Chávez
Cristina Alicia
53 84 62 68
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
099182940

2. Datos del tutor

Dra
Laura
Sánchez
Velasco

3. Datos del sinodal 1

Dr
Emilio José
Beier
Martin

4. Datos del sinodal 2

Dr
César Eduardo
Flores
Coto

5. Datos del sinodal 3

M en C
María del Pilar
Torres
García

6. Datos del sinodal 4

Biol
David
Salinas
Torres

7. Datos del trabajo escrito

“Distribución espacial de larvas de peces en el Golfo de California y su relación con indicadores del ambiente (junio 2005)”
45 p.
2006

DEDICATORIA

A REYNA CHAVEZ

JESÚS G. LEÓN

Y

SINUHÉ EL EGIPCIO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México y a mis profesores de la Facultad de Ciencias por haber contribuido con mi formación académica.

Al Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado mediante el proyecto “Monitoreo de larvas de peces y su ambiente, como indicadores del estado del ecosistema, en la región norte del Golfo de California” FOSEMARNAT-2004-01-177.

Al departamento de Plancton y Ecología Marina del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) por permitirme el uso de sus instalaciones.

A la Secretaría de Marina Armada de México por el apoyo brindado para la obtención de las muestras biológicas.

Al grupo de trabajo del Centro de Educación Científica y de Educación Superior de Ensenada encabezado por el Dr. Miguel Lavín Peregrina, por permitirme el uso de las imágenes de satélite utilizadas en este escrito, a Carlos Cabrera por la edición de las mismas y al M. en C. Alberto Amador Buenrostro.

Agradezco de manera muy especial a mi directora de tesis la Dra. Laura Sánchez Velasco por todo el apoyo que me ha brindado desde el principio para la elaboración y culminación de este trabajo.

Al Dr. Emilio Beier, al Dr. César Flores Coto, la M. en C. Ma. del Pilar Torres García y al Biol. David Salinas Torres por la crítica, revisión y aportaciones hechas a este trabajo.

A mis compañeros del laboratorio del Departamento de Plancton y Ecología Marina del CICIMAR, al Dr. Carlos Ávalos y muy en especial a la M. en C. Margarita Rentería por todo el apoyo que me dio y su valiosa amistad.

A mis queridos amigos Emmanuel Z., Horacio C., Marco V., Marco X., Miriam R., Rosalinda R. y demás compañeros y amigos de la Facultad de Ciencias, Comedor Estudiantil y UNIVERSUM por su compañía en diferentes momentos. También a mi mejor amigo A., a Sinuhé y a toda mi familia.

RELACIÓN DE FIGURAS	ii
RELACIÓN DE TABLAS	iii
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. ANTECEDENTES	4
III. ÁREA DE ESTUDIO	7
IV. JUSTIFICACIÓN	9
V. HIPÓTESIS	10
VI. OBJETIVOS	11
VII. MÉTODO	12
VII.I. Método de campo.....	12
VII.II. Trabajo de laboratorio	13
VII.III. Análisis de datos	13
VIII. RESULTADOS	16
VIII.I. Composición de larvas de peces.....	16
VIII.II. Grupos de estaciones y asociaciones de larvas de peces	18
VIII.III. Indicadores del ambiente.....	25
VIII.IV. Especies dominantes	28
IX. DISCUSIÓN	34
X. CONCLUSIÓN	39
APÉNDICE	41
LITERATURA CITADA	47

RELACIÓN DE FIGURAS

Pág.

Fig. 1. Localización del área de estudio y red de estaciones	12
Fig. 2. Abundancia relativa de larvas de peces por familia colectadas en el Golfo de California (junio 2005).	17
Fig. 3. Abundancia relativa de larvas de peces por especie colectadas en el Golfo de California (junio 2005).	17
Fig. 4. (a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el índice de Disimilitud de Bray Curtis (b) Distribución de grupos de estaciones definidos por el dendrograma.....	20
Fig. 5. Distribución espacial de: a) la Biomasa zooplanctónica [ml/1000 m ³] y b) Temperatura superficial del mar medida <i>in situ</i> [°C] en el Golfo de California (junio 2005).	26
Fig. 6. Imagen satelital de la temperatura superficial del mar y ubicación de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis (junio 2005)	27
Fig. 7. Imagen satelital de pigmentos de Clorofila y esquematización [elipses] de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis (junio 2005).	28
Fig. 8. Distribución espacial y abundancia de a) <i>Benthosema panamense</i> , b) <i>Triphoturus mexicanus</i> y c) <i>Auxis</i> spp., colectadas en el Golfo de California (junio 2005).	29
Fig. 9. Distribución espacial y abundancia de las larvas de peces de a) <i>Etrumeus teres</i> y b) <i>Lythrypnus dalli</i> , colectadas en el Golfo de California (junio 2005).	30
Fig. 10. Distribución espacial y abundancia de larvas de peces de <i>Lepophidium negropinna</i> colectadas en el Golfo de California (junio 2005).	30
Fig. 11. Distribución espacial y abundancia de larvas de peces de a) <i>Anchoa</i> spp. y b) <i>Gobulus crescentalis</i> colectadas en el Golfo de California (junio 2005).	31
Fig. 12. Distribución y abundancia de larvas de peces de a) <i>Etropus crossotus</i> , b) <i>Serranus</i> spp. c) <i>Xenistius californiensis</i> y d) <i>Opisthonema libertate</i> colectadas en el Golfo de California (junio 2005).	32
Fig. 13. Distribución y abundancia de larvas de <i>Vinciguerria lucetia</i> , colectadas en el Golfo de California (junio 2005).	33
Fig. 14. Modelo numérico de la circulación en el Golfo de California a) principios de junio, b) finales de junio (Beier., 1997)	35

RELACIÓN DE TABLAS

Pág.

Tabla I. Composición taxonómica de larvas de peces colectadas en el Golfo de California (junio 2005).....	16
Tabla II. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead Tukey en el grupo de estaciones Norte en el Golfo de California (junio 2005). Hábitat: demersal costero (dc); pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal profundo (dp); epipelágico oceánico (eo); no determinado (nd).....	21
Tabla III. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead Tukey en el grupo de estaciones Costero-Islas en el Golfo de California (junio 2005). Hábitat: demersal costero (dc); pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal profundo (dp); epipelágico oceánico (eo).....	22
Tabla IV. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead Tukey en el grupo de estaciones Sur A en el Golfo de California (junio 2005). Hábitat: demersal costero (dc); pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal profundo (dp); batipelágico (bp); epipelágico oceánico (eo); no determinado (nd).....	23
Tabla V. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead Tukey en el grupo de estaciones Sur B en el Golfo de California (junio 2005). Hábitat: demersal costero (dc); pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal profundo (dp); batipelágico (bp).....	25

RESUMEN

El Golfo de California ocupa un lugar importante entre los mares marginales del Océano Pacífico, está caracterizado por su excepcional productividad biológica y por los fenómenos oceanográficos que en él ocurren, así como por una gran diversidad de especies de peces. El objetivo del presente estudio fue analizar la composición y distribución espacial de larvas de peces en el Golfo de California central y norte durante junio 2005. Las muestras de zooplancton fueron obtenidas en un crucero oceanográfico con red Bongo y las larvas de peces fueron separadas de la malla de 505 μm ; se analizaron imágenes de satélite de temperatura superficial del mar y pigmentos de clorofila.

La composición taxonómica de las larvas de peces estuvo constituida por 117 taxa, 56 familias, 77 géneros, 70 especies y 16 tipos. El índice de disimilitud de Bray-Curtis definió cuatro grupos de estaciones (Sur A, Sur B, Costero-Islas y Norte). La ubicación jerárquica de las especies dentro de cada grupo se determinó utilizando la prueba de Olmstead-Tukey. Las especies de hábitat mesopelágico y demersal costero, predominaron en el muestreo. El grupo Sur A que se localizó al sur de las grandes islas (Ángel de la Guarda y Tiburón) estuvo dominado por especies mesopelágicas (*Benthoosema panamense*, *Triphoturus mexicanus*, *Auxis* spp. y *Vinciguerria lucetia*), presentó bajos valores de biomasa de zooplancton y altas temperaturas; el grupo Sur B localizado al sur de la isla Ángel de la Guarda presentó las menores temperaturas y abundancias de larvas y altas concentraciones de pigmentos de clorofila; el grupo Costero-Islas localizado en las costas de Sonora y la Península de California en la zona de las grandes islas y al norte de las mismas con dominancia de especies de hábitat demersal costero (p. ej. *Anchoa* spp., *Serranus* spp., y *Opisthonema libertate*) presentó en la costa oriental las mayores abundancias de biomasa de zooplancton la cual disminuyó hacia las costas de la Península y el Grupo Norte ubicado al norte central del Golfo de California tuvo una baja abundancia de larvas (p. ej. *Etrumeus teres* y *Lepophidium negropinna*) con alta biomasa de zooplancton. La diferenciación entre cada grupo está asociada a los gradientes espaciales de la temperatura y la biomasa de zooplancton relacionado estrechamente con los patrones de circulación de las corrientes superficiales en el área de estudio.

I. INTRODUCCIÓN

Debido al carácter mero-planctónico de las larvas de peces su distribución está sujeta a la dinámica oceánica horizontal que ocurre en un área determinada de desove (Leiby, 1986; Fortier & Gagné, 1990). La vulnerabilidad en los primeros estadios de desarrollo de los peces se ha considerado como un factor determinante en las variaciones del reclutamiento a poblaciones adultas (Cushing, 1972; Hunter, 1981).

Sinclair (1988) propone que la distribución de las larvas de peces es resultado de las estrategias de desove de las especies y la circulación vertical y horizontal del área donde se desarrollan. La convergencia de estrategias de desove de especies de peces de diversos hábitats como son: epipelágicas, mesopelágicas, batipelágicas y demersales costeras y profundas lleva a la formación de asociaciones de larvas de peces en una zona con características físico-biológicas semejantes, como ha sido descrito por Sanvicente-Añorve *et al.* (1990) y Ávalos García *et al.* (2003).

El Golfo de California (en más GC) se caracteriza por su excepcional productividad biológica y por los fenómenos oceanográficos y forzamientos meteorológicos que en él ocurren. En particular en el golfo central se presentan afloramientos estacionales que suceden a lo largo de ambas costas; sobre la costa continental en invierno-primavera y sobre la costa peninsular en verano. Asimismo en la zona del archipiélago constituido por Isla Ángel de la Guarda e Isla Tiburón se presentan fuertes procesos de mezcla generados por la interacción de los cambios abruptos de la topografía y las diversas escalas temporales de la dinámica local: las corrientes de mareas [15 días], la escala estacional [un año] y la mesoescala [0 a 100 días] así como lo son los registros continuos de remolinos y filamentos al sur y norte del archipiélago (Álvarez Borrego, *et al* 1978; Lavín & Marinone, 2003). Estas condiciones implican que el golfo es una región de gran complejidad ecológica y de interés pesquero, caracterizado por una alta diversidad y abundancia de especies de gran importancia comercial, como son *Sardinops caeruleus* y *Scomber japonicus* en invierno-

primavera y *Opisthonema* spp. y *Euthynnus lineatus* en verano (Castro Aguirre *et al.*, 1994; Cisneros Mata *et al.*, 1997).

En el contexto del carácter planctónico de las larvas de peces y la dinámica intensa en diversas escalas temporales, surgen interrogantes como: ¿Es la zona del archipiélago favorable para el desove de las especies y la supervivencia de sus larvas?, ¿Existe relación entre la dinámica presente en la región de las grandes islas y la distribución de las larvas de peces?, ¿Serán hábitat larvarios diferentes la región norte del golfo y la zona central?. Este trabajo se enfoca a conocer la composición de las larvas de peces en el área norte y central del GC, las relaciones entre su distribución y las variaciones ambientales, la dinámica oceanográfica local y la biomasa del zooplancton contribuyendo así al conocimiento de la ecología de las larvas de peces durante junio.

II. ANTECEDENTES

Las investigaciones enfocadas al ictioplancton en el Pacífico nororiental adyacente a México incluyendo el GC fueron impulsadas en gran medida a finales de los 40`s por el programa CalCOFI (California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations), el cual surgió como resultado del colapso de las pesquerías de la sardina del Pacífico (*Sardinops sagax*), entre 1925 y 1947. En este programa se realizaron 300 campañas oceanográficas, de las cuales 7 se enfocaron al golfo durante los años 1956 y 1957. A partir de estos muestreos se publicó el trabajo de Moser *et al.* (1974) en el cual se hace una descripción general de las larvas de peces colectadas, quedando éstas en su mayoría a nivel de familia; en este estudio se deja por sentado el dominio de los mesopelágicos *Vinciguerria lucetia* y *Benthosema panamense*, y el epipelágico *Ophistonema* spp. en la época cálida.

Resaltan los trabajos del Instituto Nacional de la Pesca que se han enfocado a la estimación de la biomasa reproductora de especies de pelágicos menores (p. ej. Green Ruiz & Acal Sánchez 1987; Coteró Altamirano & Green Ruiz, 1997) y trabajos específicos sobre aspectos de hábitos de alimentación de especies de túnidos (Sánchez Velasco *et al.*, 1999) y alimentación de especies de mesopelágicos abundantes en el verano (Rentería Cano, 2005), los cuales encuentran preferencias por el alimento según la especie y talla de la larva. En cuanto al listado taxonómico, Aceves Medina *et al.*, (2003) elaboran una lista a partir de larvas de peces colectadas en 10 cruceros oceanográficos realizados de 1984-1988 abarcando el norte del GC hasta la Bahía de La Paz. De los 283 taxa identificados los más abundantes durante verano fueron: *B. panamense*, *Triphoturus mexicanus*, *V. lucetia* y *Opisthonema libertate*.

Con respecto a la distribución de pelágicos menores y su ambiente, Hammann *et al.* (1998) propone un modelo teórico de migración de *Sardinops sagax caeruleus* en

el golfo; Green Ruiz & Hinojosa Corona (1997), describen altas concentraciones de huevos de la anchoveta del norte (*Engraulis mordax*) sobre la zona fría de las grandes islas. Sánchez Velasco *et al.* (2000) examinan la distribución espacio-temporal de *E. mordax* y *S. caeruleus* y su relación con el ambiente en la parte central y de las grandes islas del golfo durante el Niño 1997/98, detectando ausencia de *S. caeruleus* y un incremento en la abundancia de *E. mordax*. Durante y después del Niño Sánchez Velasco *et al.*, (2002) reconocen como zonas de desove de *S. caeruleus* el área de las grandes islas caracterizado por bajas temperaturas y altas concentraciones de biomasa de zooplancton durante otoño y la parte central del golfo con altas temperaturas y concentraciones de biomasa zooplanctónica durante invierno.

En cuanto a asociaciones larvarias Ávalos García *et al.* (2003) analizan la comunidad larval en el GC durante el fenómeno del Niño 1997/98, encontrando durante el verano en la región de las grandes islas dominancia de *O. libertate* en las grandes islas asociado a una baja temperatura, un grupo oceánico en la parte central dominado por especies mesopelágicas y un grupo nerítico en la costa continental durante el verano dominado por *B. panamense* acompañado de especies demersales costeras como *Eucinostomus dowii*, *Diapterus peruvianus*, *Etropus crossotus* y *Lythrypnus dalli* y el epipelágico *Auxis* spp; además de una reducción en la abundancia de *Sardinops sagax* y *Scomber japonicus* en otoño y primavera.

Sánchez Velasco *et al.* (2004), hace una comparación para los periodos de El Niño 1997/98 y La Niña 1998/99 en otoño y primavera resultando la disminución en las poblaciones de mesopelágicos durante el fenómeno La Niña. Aceves Medina *et al.* (2004), encuentran que la temperatura juega un rol importante en los cambios estacionales y espaciales para la distribución de las larvas. Recientemente se han iniciado estudios en genética de larvas de peces como el de Díaz Vilorio *et al.* (2005) con larvas de *E. mordax*, confirmando la identidad de la especie. Aunque los estudios son abundantes, el interés científico que se tiene con respecto al Golfo de California

hace insuficientes los esfuerzos que se han hecho con relación a la ecología del ictioplancton.

III. ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de California se ubica al noroeste de la República Mexicana, está limitado al este por los estados de Sonora y Sinaloa y al oeste por la Península de Baja California. Mide aproximadamente 180 Km de ancho y 1100 Km de largo, tiene una profundidad máxima de 3600 m cercano a la boca. Es un área subtropical con alta productividad primaria (Álvarez Borrego, 1983). Los vientos del noroeste generan surgencias en la costa oriental en invierno y primavera, mientras que los vientos del suroeste causan surgencias en la costa occidental en verano. La región de las islas delimitada al sur por un umbral de profundidad promedio de 450 m, constituye una de las características topográficas más sobresalientes del golfo, donde se encuentran las temperaturas superficiales más bajas debido en parte a la intensa mezcla por marea (Roden & Groves, 1959; Paden *et al.*, 1991).

Geográficamente el golfo puede dividirse en dos partes bien diferenciadas: una al norte de las Islas Tiburón y Ángel de la Guarda y otra al sur de esta zona (Sverdrup, 1941; Roden, 1964; Gaxiola y Castro *et al.*, 1978). La región norte se caracteriza por tener altas salinidades superficiales y temperaturas que oscilan entre los 10°C a 32°C de invierno a verano (Sverdrup, 1941). Se sugiere que la distribución de la salinidad y la temperatura superficial están determinadas por los flujos atmosféricos estacionales de calor y humedad en presencia de fuertes mezclas por marea y convectivas (Lavín y Organista, 1988; Paden *et al.*, 1991). Carrillo-Briebiezca (1996) de datos hidrográficos y Beier (1997) de la modelación numérica, indican que la circulación superficial en la zona está dominada por un giro estacionalmente reversible, ciclónico en verano y anticiclónico en invierno.

En la región al sur de las grandes islas; es decir, el Golfo Central, la temperatura superficial muestra una marcada diferencia entre el invierno y el verano, alcanzando valores de 16 y 31 °C respectivamente (Robles y Marinone, 1987). En esta región

ocurren mínimos de salinidad en la capa superficial cuyo origen probable es una corriente que fluye a lo largo de la costa este hacia el noroeste (Roden, 1964). Bray (1988), Ripa y Marinone (1989) y Ripa (1997) muestran que la circulación geostrófica superficial en una sección a través de Guaymas y Santa Rosalía se revierte estacionalmente.

Finalmente en la región que está en comunicación abierta con el Océano Pacífico tropical a través de la boca, tiene una estructura hidrográfica complicada debido a la constante confluencia de distintas masas de agua. Esencialmente su estructura termohalina corresponde a la del Pacífico Tropical Oriental, modificada en la superficie por evaporación (Roden & Groves, 1959; Roden 1964, Roden, 1972; Wyrki, 1966; Álvarez-Borrego & Schwartzlose, 1979; Bray & Robles, 1991).

IV. JUSTIFICACIÓN

El Golfo de California ocupa un lugar importante entre los mares marginales del Océano Pacífico. Cuenta con una complicada y variable topografía, la cual se combina con procesos físicos tales como las mareas, vientos, radiación solar y la interacción con el Océano Pacífico, lo cual resulta en un complejo y dinámico cuerpo de agua (Badan Dagon *et al.*, 1985; Lavín & Marinone 2003).

Esta dinámica oceanográfica se asocia con una alta diversidad y abundancia de especies de peces de gran importancia comercial (Sánchez Velasco *et al.*, 2002). Pelágicos menores como la sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*), la anchoveta del norte (*Engraulis mordax*) y la macarela (*Scomber japonicus*) y pelágicos mayores como el barrilete negro (*Euthynnus lineatus*) y la melva y melvera (*Auxis* spp.) mantienen regularmente importantes pesquerías en las regiones norte y central del Golfo. Sin embargo las flotas pesqueras y la industria relacionada con las mismas se ven afectadas de constantemente por fuertes caídas en las capturas (p. ej. Sardina Monterrey), lo cual se ha asociado con cambios en el régimen de vientos y de temperatura ocasionados por eventos como el fenómeno de El Niño (Cisneros Mata *et al.*, 1995) y por variaciones interdecadales (Chávez *et al.*, 2003).

Esto ha hecho que el GC sea considerado como área prioritaria dentro del Plan de Desarrollo Nacional y por instituciones tales como la WWF, SEMARNAT, CONABIO y el CONACYT, lo cual lleva a la necesidad de aumentar los esfuerzos para seguir conociendo mediante inventarios ictioplanctónicos las especies que desovan en dicha región y también estudiar la influencia de los cambios ambientales sobre sus poblaciones para así poder contribuir con información para el desarrollo de las pesquerías en el GC.

V. HIPÓTESIS

Durante la fase temprana del ciclo de vida de los peces, las larvas de especies epipelágicas, mesopelágicas, batipelágicas y demersales costeras y profundas pueden coexistir en un espacio común caracterizado por condiciones ambientales definidas

Por lo anterior, la hipótesis de este trabajo es que existen larvas de peces asociadas a ambientes diferentes de la región central y norte del GC; los cuales son producto de variados valores de biomasa zooplanctónica, temperatura superficial del mar y la dinámica oceanográfica local.

VI. OBJETIVO

Conocer la composición y distribución espacial de larvas de peces en el Golfo de California durante junio 2005 y su relación con indicadores del ambiente (temperatura superficial del mar, biomasa del zooplancton y la dinámica oceanográfica local).

VII. MÉTODO

VII.I. Método de campo

El material biológico y los datos físicos fueron obtenidos a bordo del Buque de Investigación Oceanográfica ALTAIR de la Marina Armada de México del 2 al 11 de junio del 2005 cubriendo una red de 33 estaciones, con sus límites al norte en la Lat. N 30°39.0', Long. W 114°07.9' y al sur en la Lat. N 27°16.3' y Long. W 112°02.2' en la parte media del GC (Fig. 1).

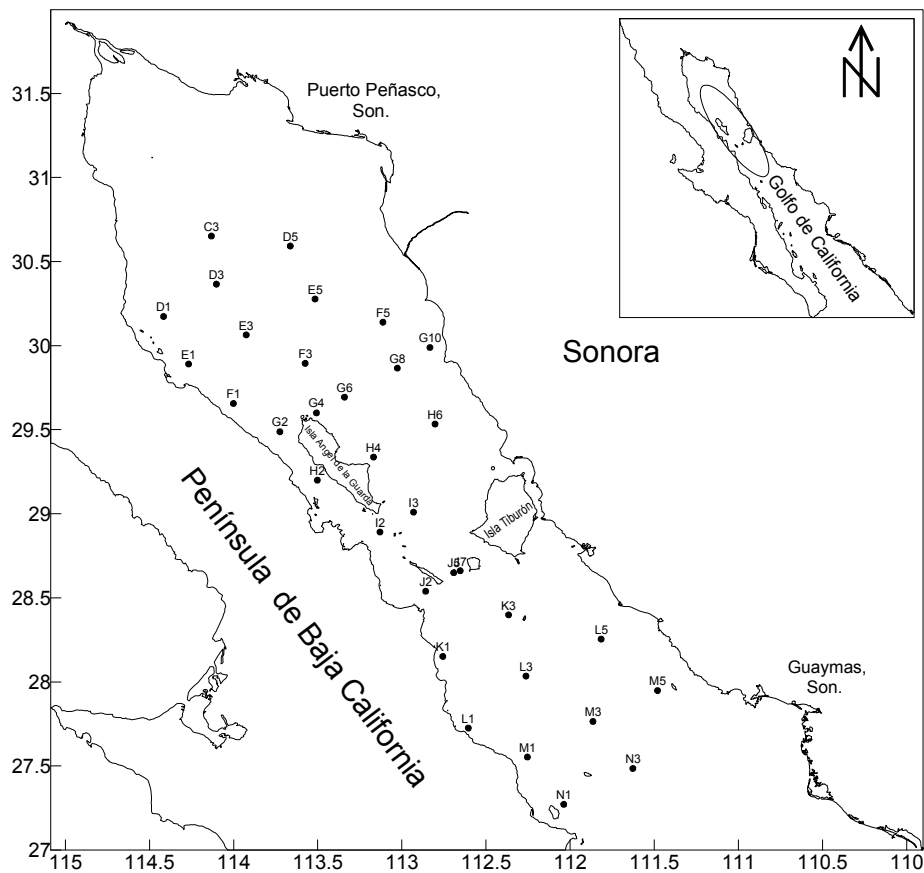


Fig. 1. Localización del área de estudio y red de estaciones

En cada estación de muestreo se obtuvieron datos de conductividad salinidad, profundidad y temperatura mediante un CTD (Conductivity, Temperature, Depth recorder) Sea Birds; de los cuales, sólo los datos de temperatura superficial del mar

estuvieron disponibles para este trabajo; adicionalmente se integran imágenes de satélite de pigmentos de clorofila y temperatura superficial del mar procesadas en el departamento de Oceanografía Física del CICESE de Ensenada, B. C.

Se colectaron muestras de zooplancton utilizando una red Bongo con diámetro de boca de 60 cm y abertura de malla de 505 y 333 micras. Los arrastres fueron oblicuos desde los 200 m (ó fondo) a la superficie. Éstos se realizaron en trayectoria circular a una velocidad de 2.5 nudos siguiendo la metodología recomendada por Smith y Richardson (1979). El volumen de agua filtrada se calculó usando un flujómetro calibrado colocado en la boca de las redes. Cada muestra se fijó en formaldehído al 5% amortiguado con borato de sodio.

VII.II. Trabajo de laboratorio

La biomasa zooplanctónica se estimó mediante la técnica de desplazamiento de volumen (Kramer *et al.*, 1972). Las larvas de peces fueron removidas de las muestras provenientes de la red bongo de 505 micras e identificadas hasta el mínimo taxa posible de acuerdo a Moser (1996) y Jiménez Rosenberg (1998) para la familia Gerreidae. Después de haber sido identificadas fueron agrupadas en taxa/estación y preservadas en viales con formol al 4%.

VII.III. Análisis de datos

Ya obtenida la matriz de datos de taxón/estación se llevo a cabo la estandarización de los mismos en relación al número de larvas con respecto a la superficie marina (m^2), de acuerdo a Smith, & Richardson (1979) con la siguiente fórmula:

$$C = 10(a^{-1}b^{-1}cd) \text{ donde,}$$

C número de larvas por la unidad de área del mar (en este caso 10 m²);

a área de la boca de la Red Bongo en m²,

b largo de la trayectoria del arrastre en metros;

c número de larvas en la muestra,

d profundidad máxima del lance en metros.

El valor a se deriva de la formula de la superficie de un círculo de 60 cm de diámetro (0,3 m de radio):

$$\begin{aligned} a &= \pi r^2 \\ &= 3.141 (.3)^2 \\ &= 0.2827 \end{aligned}$$

el valor b se obtiene del flujómetro calibrado;

$$b = f r$$

“ f ” es el factor de calibración en metros por revolución (m/rev) para el flujómetro dado, para un número dado de revoluciones por segundo; y “ r ” es el número de revoluciones del flujómetro durante el arrastre.

El valor “ d ” se obtiene de los datos del lance por medio de la ecuación:

$$d = W \cos (\tan^{-1} T)$$

“ W ” es la máxima longitud del cable largado en metros (m); “ T ” es la tangente promedio del ángulo del cable tomada a intervalos de 30s (cada 10m) durante la fase de izado del lance;

$$T = \frac{1}{n} \sum_1^n \tan \theta$$

y “ θ ” es el ángulo del cable largado.

Para obtener grupos de estaciones y especies que caracterizan cada grupo de asociaciones de larvas de peces la matriz estandarizada fue transformada a raíz cuarta, ya que así se reduce el peso de especies abundantes y se aplicó el Índice de Disimilitud de Bray & Curtis (1957) el cual no da peso a las dobles ausencias (Field *et al.*, 1982). Se obtuvieron dendrogramas por medio del método de unión simple para determinar la disimilitud entre las estaciones y a partir de esto se elaboró el mapa de distribución de los grupos larvarios definidos. Para la obtención del análisis se utilizó el programa Biodiversity Professional 2.0 (Mcaleece, 1997).

La ubicación jerárquica de las especies dentro de cada grupo se determinó utilizando la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969) extrapolada a comunidades biológicas por García de León (González Acosta, 1998). La prueba de Olmstead-Tukey da una jerarquía de acuerdo a las abundancias relativas promedio de cada taxón con respecto a sus frecuencias relativas promedio, quedando esta jerarquización en taxa: dominantes, ocasionales, constantes y raros.

Los taxa *Dominantes* son los que tienen valores relativos de frecuencia y abundancia mayores a la media aritmética; los *Ocasionales* son taxa con abundancia relativa mayor a su valor promedio, pero con valores de aparición inferiores al promedio de la frecuencia relativa; los taxa *Constantes* son aquellos cuyos valores de frecuencia relativa está por arriba de su promedio y tienen una abundancia relativa por debajo de su media aritmética y los taxa *Raros* se caracterizan por sus bajas abundancias y frecuencias relativas de aparición, ambos valores están por debajo de sus respectivas medias aritméticas.

Se realizaron mapas de distribución espacial por estaciones, grupos, parámetros físicos (temperatura superficial del mar) y biomasa zooplanctónica así como de especies de larvas de peces predominantes, mediante el programa SURFER 8.

VIII. RESULTADOS

VIII.I. Composición de larvas de peces

Se revisaron un total de 4343 larvas de peces pertenecientes a 117 taxa, 56 familias, 77 géneros, 70 especies y 16 tipos (Tabla I). De las 56 familias registradas la mayor abundancia relativa la presentaron: Myctophidae (54%), Clupeidae (7%), Scombridae (5%) y Gobiidae (5%), las cuales representan el 71% del total de las larvas colectadas (Fig. 2). Las familias con más taxa representados fueron Serranidae con 7, Carangidae, Cynoglosidae y Scorpaenidae con 6 taxa cada uno.

Tabla I. Composición taxonómica de larvas de peces colectadas en el Golfo de California (junio 2005).

Familias	56
Géneros	77
Especies	70
Tipos	16
Taxa	117

Las especies que presentaron las mayores abundancias relativas fueron *Benthoosema panamense* (41%), *Triphoturus mexicanus* (11.4%), *Auxis* spp. (4.84%), *Ophistonema libertate* (4.81%), representando el 62% de los taxa encontrados en el muestreo (Fig. 3).

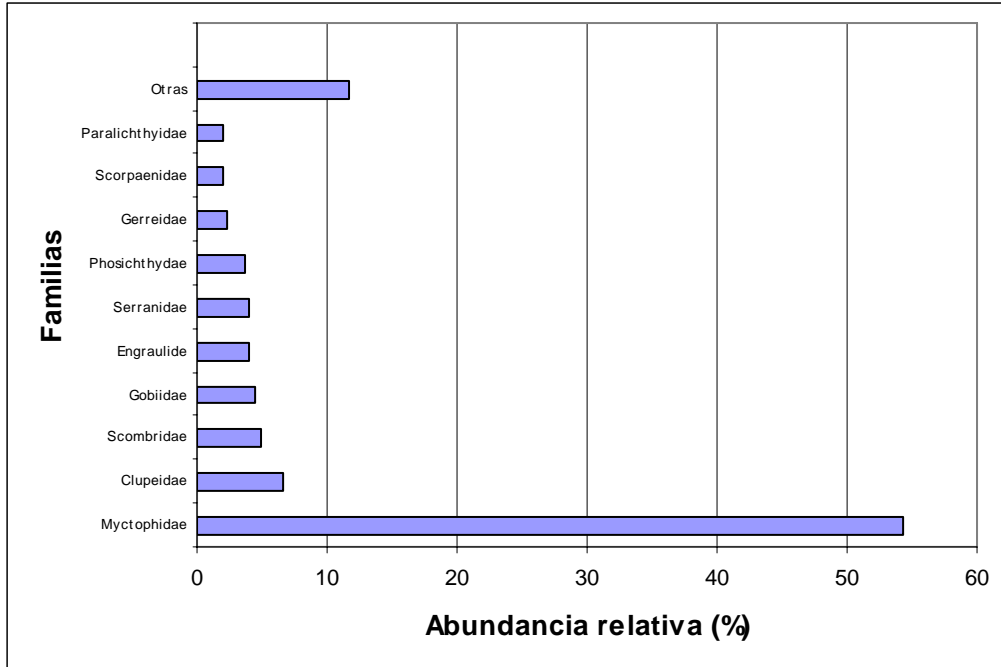


Fig. 2. Abundancia relativa de larvas de peces por familia colectadas en el Golfo de California (junio 2005).

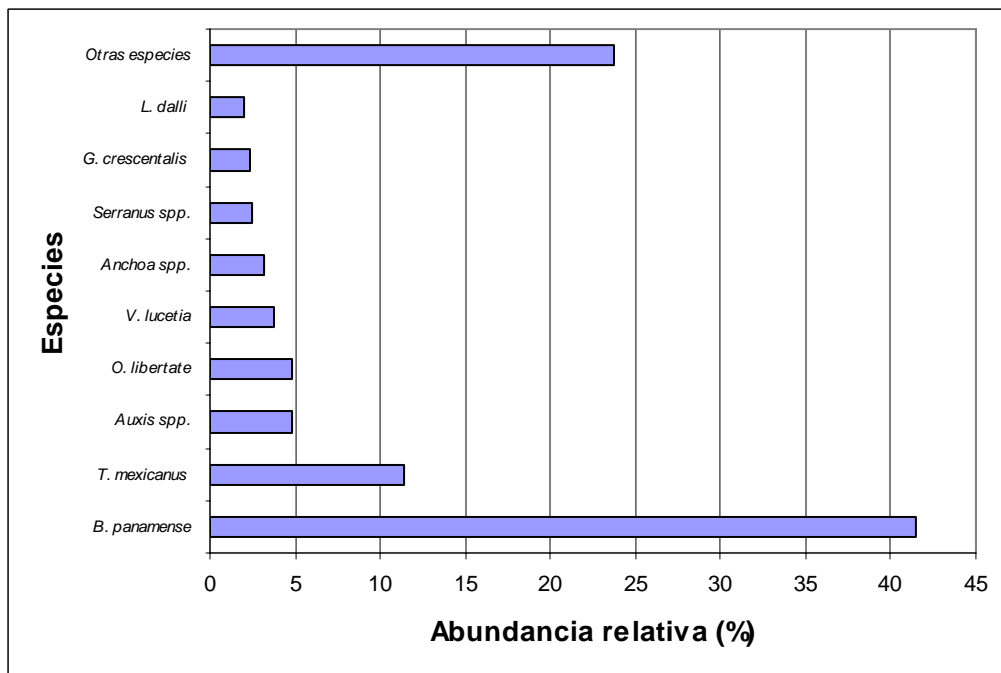


Fig. 3. Abundancia relativa de larvas de peces por especie colectadas en el Golfo de California (junio 2005).

VIII.II. Grupos de estaciones y asociaciones de larvas de peces

El dendrograma se realizó mediante el índice de disimilitud de Bray Curtis con el método de unión simple, fue manejado con un corte en el 25% de similitud. Se identificaron cuatro grupos de estaciones, los cuales fueron denominados: grupo Norte, grupo Costero Islas, grupo Sur A y grupo Sur B, teniendo en cuenta su ubicación geográfica. Quedaron sin agruparse 4 estaciones (Fig. 4).

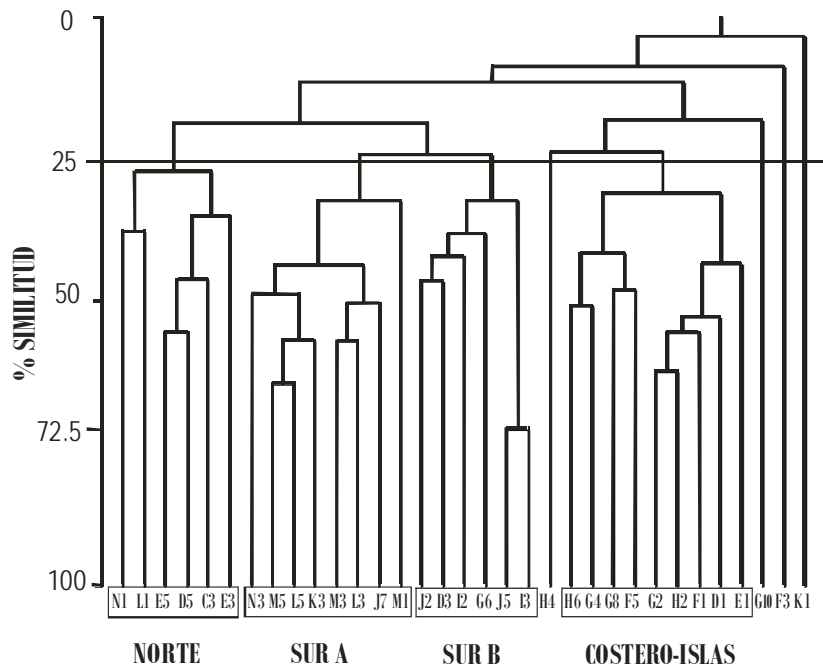
El grupo Norte que estuvo constituido por 6 estaciones, 22 taxa y un promedio de 186 larvas/10m², se localizó en la parte norte del Golfo de California y se caracterizó por las especies dominantes de acuerdo al índice de Olmstead-Tukey: *Etrumeus teres*, *Benthoosema panamense*, *Lepophidium negropinna*, *Auxis* spp., *Lythrypnus dalli* y *Triphoturus mexicanus*, asociadas a especies con baja abundancia como: *Diogenichthys laternatus*, *Pronotogrammus multifasciatus*, *Sphyræna ensis*, *Vinciguerria lucetia* y *Gobulus crescentalis*. En este grupo se presentó una codominancia de larvas de peces de hábitat demersal costero y mesopelágico en un 33% cada uno (Tabla II).

El grupo Costero-Islas fue integrado por 9 estaciones, 40 taxa y 545 larvas/10m², se ubicó en las costas de la Península de California y Sonora, en la zona de las islas Ángel de la Guarda y Tiburón, y al norte de las mismas respectivamente. Los taxa dominantes fueron *Anchoa* spp, *Gobulus crescentalis*, *Serranus* spp., *Lithrypnus dalli*, *Etropus crossotus*, *Benthoosema panamense*, *Xenistius californiensis*, *Sphyræna ensis* y *Opisthonema libertate*; asociados a especies con una abundancia menor como *Eucinostomus dowii*, *Seriphus politus*, *Labrisomus xanti*, *Symphurus williamsi*, *Synodus lucioceps*, *Etrumeus teres* y *Eucinostomus gracilis*. Aquí dominaron las especies de hábitat demersal costero con un 55% (Tabla III).

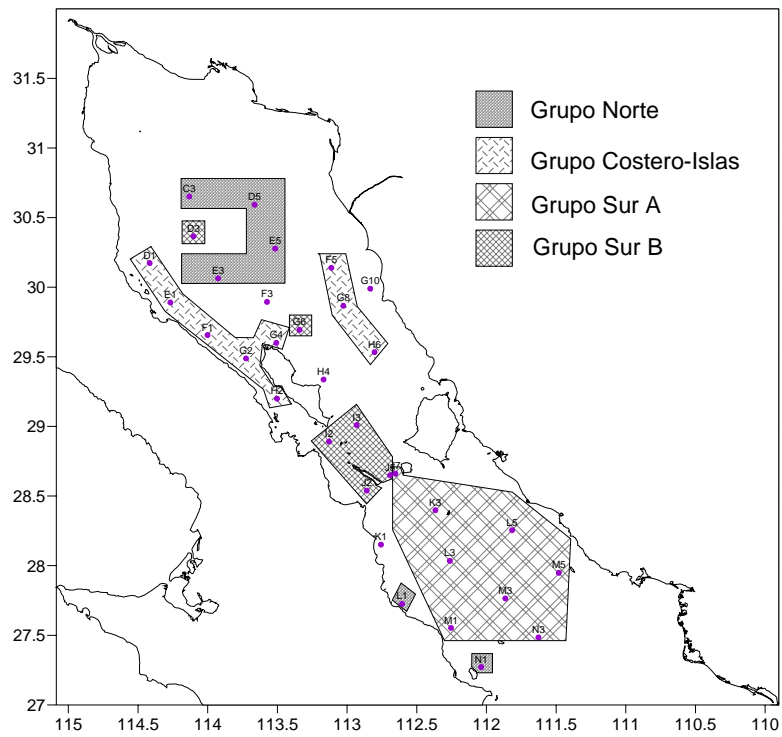
El grupo Sur A lo componen 8 estaciones, 44 taxa con una abundancia (la más alta) promedio de 2633 larvas/10m²; Se ubicó al sur de la isla Tiburón en la parte media del golfo. Los taxa dominantes fueron *Benthoosema panamense*,

Triphoturus mexicanus, *Auxis* spp. y *Vinciguerria lucetia*, asociados a otras especies con menor abundancia como *Diogenichthys laternatus*, *Pontinus* spp., *Mugil* spp. *Xenistius californiensis* y *Eucinostomus dowii*, entre otras. Las larvas de hábitat mesopelágico predominaron en este grupo con un 75% (Tabla IV).

El grupo Sur B lo conformaron 6 estaciones, 14 taxa y una abundancia promedio de 139 larvas/10m²; se ubicó en la parte sur de las grandes islas. Los taxa dominantes fueron *Benthoosema panamense* y *Triphoturus mexicanus*, asociados a *Etropus crossotus*. Las larvas de hábitat mesopelágico dominaron en este grupo (Tabla V).



a)



b)

Fig. 4. (a) Dendrograma de afinidad por grupo de estaciones obtenido mediante el índice de Disimilitud de Bray Curtis (b) Distribución de grupos de estaciones definidos por el dendrograma.

Tabla II. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead Tukey en el grupo de estaciones Norte en el Golfo de California (junio 2005). Hábitat: demersal costero (dc); pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal profundo (dp); epipelágico oceánico (eo); no determinado (nd).

GRUPO NORTE				
TAXA	FRECUENCIA DE OCURRENCIA %	ABUNDANCIA PROMEDIO %	JERARQUÍA	HABITAT
<i>Bentosema panamense</i> (Täning 1932)	83.33	24.18	DOMINANTES	mp
<i>Lepophidium negropinna</i> (Hildebrand & Barton 1949)	50.00	18.35		dc
<i>Etrumeus teres</i> (De Kay 1842)	100	9.10		pc
<i>Lythrypnus dalli</i> (Gilbert 1890)	33.33	6.94		dc
<i>Auxis</i> spp.	50.00	5.57		eo
<i>Triphoturus mexicanus</i> (Gilbert 1890)	33.33	4.75		mp
<i>Diogenichthys laternatus</i> (Garman 1899)	33.33	4.11	CONSTANTES	mp
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i> (Gill 1863)	33.33	4.02		dc
<i>Sphyræna ensis</i> (Jordan & Gilbert 1882)	33.33	3.74		pc
<i>Vinciguerria lucetia</i> (Garman 1899)	33.33	1.94		mp
<i>Gobulus crescentalis</i> (Gilbert 1892)	33.33	1.21		dc
<i>Scorpaena guttata</i> (Girard 1854)	16.67	4.11	RARAS	dc
<i>Pontinus</i> spp.	16.67	2.19		dc
<i>Serranus</i> spp.	16.67	2.19		dc
<i>Anchoa</i> spp.	16.67	2.18		pc
Cottidae	16.67	1.10		nd
<i>Pleuronichthys verticalis</i> (Jordan & Gilbert 1880)	16.67	1.10		dc
<i>Etopus crossotus</i> (Jordan & Gilbert 1882)	16.67	0.96		dc
<i>Euthynnus lineatus</i> (Kishinouye 1920)	16.67	0.82		eo
<i>Lepophidium stigmatistium</i> (Gilbert 1890)	16.67	0.48		dp
<i>Sebastes</i> spp.	16.67	0.48		nd
<i>Mugil</i> spp.	16.67	0.48		pc
No. TAXA	22			
No. ESTACIONES	6			
ABUNDANCIA PROMEDIO (larvas/10m ²)	186			
TEMPERATURA PROMEDIO °C	22.12			
BIOMASA PROMEDIO ml/1000m ³	1028.63			

Tabla III. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead Tukey en el grupo de estaciones Costero-Islas en el Golfo de California (junio 2005). Hábitat: demersal costero (dc); pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal profundo (dp); epipelágico oceánico (eo).

GRUPO COSTERO ISLAS				
TAXA	FRECUENCIA DE OCURRENCIA %	ABUNDANCIA PROMEDIO %	JERARQUÍA	HABITAT
<i>Anchoa</i> spp.	100.00	17.58	DOMINANTES	pc
<i>Gobulus crescentalis</i> (Gilbert 1892)	100.00	12.70		dc
<i>Opisthonema libertate</i> (McGowan & Berry 1984)	33.33	12.45		pc
<i>Etropus crossotus</i> (Jordan & Gilbert 1882)	66.67	9.69		dc
<i>Lythrypnus dalli</i> (Gilbert 1890)	66.67	6.44		dc
<i>Serranus</i> spp.	77.78	5.07		dc
<i>Benthoosema panamense</i> (Täning 1932)	44.44	4.11		mp
<i>Xenistius californiensis</i> (Steindachner 1875)	44.44	3.68		dc
<i>Sphyaena ensis</i> (Jordan & Gilbert 1882)	44.44	3.54		pc
Engraulidae	22.22	3.73	OCASIONALES	pc
<i>Eucinostomus gracilis</i> (Gill 1862)	44.44	1.95	CONSTANTES	dc
<i>Eucinostomus dowii</i> (Gill 1863)	33.33	1.69		dc
<i>Synodus lucioceps</i> (Ayres 1855)	55.56	1.59		dc
<i>Labrisomus xanti</i> (Gill 1860)	33.33	1.35		mp
<i>Etrumeus teres</i> (De Kay 1842)	44.44	1.23		pc
<i>Symphurus williamsi</i> (Jordan & Culver 1895)	33.33	0.76		dc
<i>Seriphus politus</i> (Ayres 1860)	33.33	0.68		ds
<i>Stegastes rectifraenum</i> (Gill 1862)	11.11	1.73	RARAS	dc
<i>Engraulis mordax</i> (Girard 1854)	11.11	1.73		pc
<i>Diapterus peruvianus</i> (Sauvage 1879)	22.22	1.47		dc
Serranidae	22.22	1.43		dc
<i>Scorpaena guttata</i> (Girard 1854)	22.22	1.29		dc
<i>Calamus brachysomus</i> (Lockington 1880)	22.22	0.47		dc
<i>Seriola lalandi</i> (Valenciennes 1833)	11.11	0.47		pc
<i>Lepophidium stigmatistium</i> (Gilbert 1890)	11.11	0.44		dp
Scianidae	22.22	0.41		dc
<i>Mugil</i> spp.	11.11	0.29		pc
Scianidae Tipo I	22.22	0.26		dc
<i>Vinciguerria lucetia</i> (Garman 1899)	22.22	0.26		mp
<i>Apogon</i> spp.	11.11	0.19		dc
Ephippidae	11.11	0.19		dc
<i>Pleuronichthys verticales</i> (Jordan & Gilbert 1880)	11.11	0.18		dc
<i>Lepophidium negropinna</i> (Hildebrand & Barton 1949)	11.11	0.16		dc
<i>Abudefduf troschelii</i> (Gill 1862)	11.11	0.15		dc
<i>Hypsoblennius gentilis</i> (Girard 1854)	11.11	0.14		dc
<i>Diplectrum</i> sp.	11.11	0.11		dc
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i> (Gill 1863)	11.11	0.11		dc
<i>Pontinus</i> spp.	11.11	0.09		dc
<i>Auxis</i> spp.	11.11	0.09		eo
<i>Symphurus</i> Tipo I	11.11	0.09		dc

Continuación Tabla III. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead Tukey en el grupo de estaciones Costero-Islas en el Golfo de California (junio 2005)...

No. TAXA	40
No. ESTACIONES	9
ABUNDANCIA PROMEDIO (larvas/10m ²)	545
TEMPERATURA PROMEDIO °C	23.5
BIOMASA PROMEDIO ml/1000m ³	1133.61

Tabla IV. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead Tukey en el grupo de estaciones Sur A en el Golfo de California (junio 2005). Hábitat: demersal costero (dc); pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal profundo (dp); batipelágico (bp); epipelágico oceánico (eo); no determinado (nd).

GRUPO SUR A				
TAXA	FRECUENCIA DE OCURRENCIA %	ABUNDANCIA PROMEDIO %	JERARQUIA	HABITAT
<i>Bentosema panamense</i> (Täning 1932)	87.5	52.89	DOMINANTES	mp
<i>Triphoturus mexicanus</i> (Gilbert 1890)	87.5	14.22		mp
<i>Auxis</i> spp.	75	6.31		eo
<i>Vinciguerria lucetia</i> (Garman 1899)	87.5	4.83		mp
<i>Diogenichthys laternatus</i> (Garman 1899)	50	1.60	CONSTANTES	mp
<i>Pontinus</i> spp.	50	1.50		dc
<i>Mugil</i> spp.	62.5	1.31		pc
<i>Xenistius californiensis</i> (Steindachner 1875)	50	0.99		dc
<i>Eucinostomus dowii</i> (Gill 1863)	75	0.86		dc
<i>Lythrypnus dalli</i> (Gilbert 1890)	62.5	0.79		dc
<i>Sphyraena ensis</i> (Jordan & Gilbert 1882)	50	0.69		pc
<i>Synodus lucioceps</i> (Ayres 1855)	50	0.56		dc
<i>Symphurus</i> Tipo I	62.5	0.53		dc
<i>Symphurus williamsi</i> (Jordan & Culver 1895)	50	0.36		dc
<i>Etropus crossotus</i> (Jordan & Gilbert 1882)	50	0.21		dc
<i>Opisthonema libertate</i> (Mc Growan & Berry 1984)	37.5	3.63	OCASIONAL	pc
<i>Serranus</i> spp.	37.5	2.06	RAROS	dc
<i>Etrumeus teres</i> (De Kay 1842)	37.5	1.75		pc
<i>Symphurus</i> Tipo II	25	0.60		dc
<i>Diapterus peruvianus</i> (Sauvage 1879)	12.5	0.55		dc
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i> (Steindechner 1868)	37.5	0.51		dc
<i>Decapterus</i> spp.	37.5	0.47		pc
<i>Eucinostomus gracilis</i> (Gill 1862)	37.5	0.39		dc
Serranidae	37.5	0.32		dc
<i>Diplectrum</i> sp.	37.5	0.28		dc
Mullidae	25	0.25		dc
<i>Caranx caballus</i> (Günter 1868)	25	0.17		pc
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i> (Gill 1863)	25	0.14		dc
<i>Abudefduf troschelii</i> (Gill 1862)	25	0.13		dc
<i>Scorpaena guttata</i> (Girard 1854)	37.5	0.12		dc
<i>Sebastes</i> spp.	25	0.10		nd
<i>Selar crumenophthalmus</i> (Blocht 1793)	25	0.10	pc	

Continuación Tabla IV. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead Tukey en el grupo de estaciones Sur A en el Golfo de California (junio 2005). Hábitat: demersal costero (dc); pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal profundo (dp); batipelágico (bp); epipelágico oceánico (eo).

GRUPO SUR A					
TAXA	FRECUENCIA DE OCURRENCIA %	ABUNDANCIA PROMEDIO %	JERARQUIA	HABITAT	
<i>Euthynnus lineatus</i> (Kishinouye 1920)	25	0.09	RAROS	eo	
<i>Seriola lalandi</i> (Valenciennes 1833)	12.5	0.09		pc	
<i>Apogon</i> spp.	25	0.09		dc	
<i>Lepophidium negropinna</i> (Hildebrand & Barton 1949)	12.5	0.08		dc	
<i>Stegastes rectifraenum</i> (Gill 1862)	25	0.07		dc	
<i>Chromis</i> Tipo I	12.5	0.07		dc	
<i>Leuroglossus stilbius</i> (Gilbert 1890)	25	0.07		mp	
<i>Caelorinchus sacaphopsis</i> (Gilbert 1890)	25	0.07		bp	
<i>Lepophidium stigmatistium</i> (Gilbert 1890)	25	0.06		dp	
<i>Oneirodes</i> spp.	12.5	0.03		bp	
<i>Calamus brachysomus</i> (Lockington 1880)	12.5	0.03		dc	
<i>Sebastes macdonaldi</i> (Eigenmann & Beeson 1893)	12.5	0.03		dp	
No. TAXA	44				
No. ESTACIONES	8				
ABUNDANCIA PROMEDIO (larvas/10m ²)	2633				
TEMPERATURA PROMEDIO °C	25.24				
BIOMASA PROMEDIO ml/1000m ³	338.55				

Tabla V. Jerarquización de especies de acuerdo a la prueba de Olmstead Tukey en el grupo de estaciones Sur B en el Golfo de California (junio 2005). Hábitat: demersal costero (dc); pelágico costero (pc); mesopelágico (mp); demersal profundo (dp); batipelágico (bp).

GRUPO SUR B				
TAXÓN	FRECUENCIA DE OCURRENCIA %	ABUNDANCIA PROMEDIO %	JERARQUÍA	HABITAT
<i>Benthosema panamense</i> (Täning 1932)	66.67	43.10	DOMINANTES	mp
<i>Triphoturus mexicanus</i> (Gilbert 1890)	100.00	27.27		mp
<i>Etropus crossotus</i> (Jordan & Gilbert 1882)	50.00	2.31	CONSTANTE	dc
<i>Seriola lalandi</i> (Valenciennes 1833)	16.67	7.71	OCASIONAL	pc
<i>Vinciguerria lucetia</i> (Garman 1899)	33.33	4.09	RARAS	mp
<i>Gobulus crescentalis</i> (Gilbert 1892)	33.33	3.33		dc
<i>Sebastes macdonaldi</i> (Eigenmann & Beeson 1893)	33.33	2.95		dp
<i>Lythrypnus dalli</i> (Gilbert 1890)	33.33	2.78		dc
Haemulidae	33.33	2.06		dc
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i> (Gill 1863)	16.67	1.16		dc
<i>Lepophidium stigmatistium</i> (Gilbert 1890)	16.67	1.10		dp
<i>Sphyraena ensis</i> (Jordan & Gilbert 1882)	16.67	0.96		pc
<i>Peprilus</i> Tipo I	16.67	0.60		dc
<i>Oneirodes</i> spp.	16.67	0.58		bp
No. TAXA	14			
No. ESTACIONES	6			
ABUNDANCIA PROMEDIO (larvas/10m ²)	139			
TEMPERATURA PROMEDIO °C	22.62			
BIOMASA PROMEDIO ml/1000m ³	425.37			

VIII.III. Indicadores del ambiente

Los valores de biomasa zooplanctónica fluctuaron de los 130 ml/1000m³ a los 4099 ml/1000m³. La distribución espacial muestra valores ≥ 1000 ml/1000m³ en la zona central de las grandes islas y sobre las costas de Sonora, valores medios entre 500 y 1000 ml/1000m³ al sur de las grandes Islas y valores ≤ 250 ml/1000m³ asociados a la costa peninsular (Fig. 5a).

Durante el muestreo se obtuvo un intervalo de temperatura de 19.5 a 26.5 °C, donde los valores menores de temperatura se presentaron al sur de la isla Ángel de la Guarda ≤ 21.5 °C y los mayores al sur de isla Tiburón ≥ 25 °C. En

general se observó un aumento de la temperatura desde la costa peninsular hacia la costa continental (Fig. 5b).

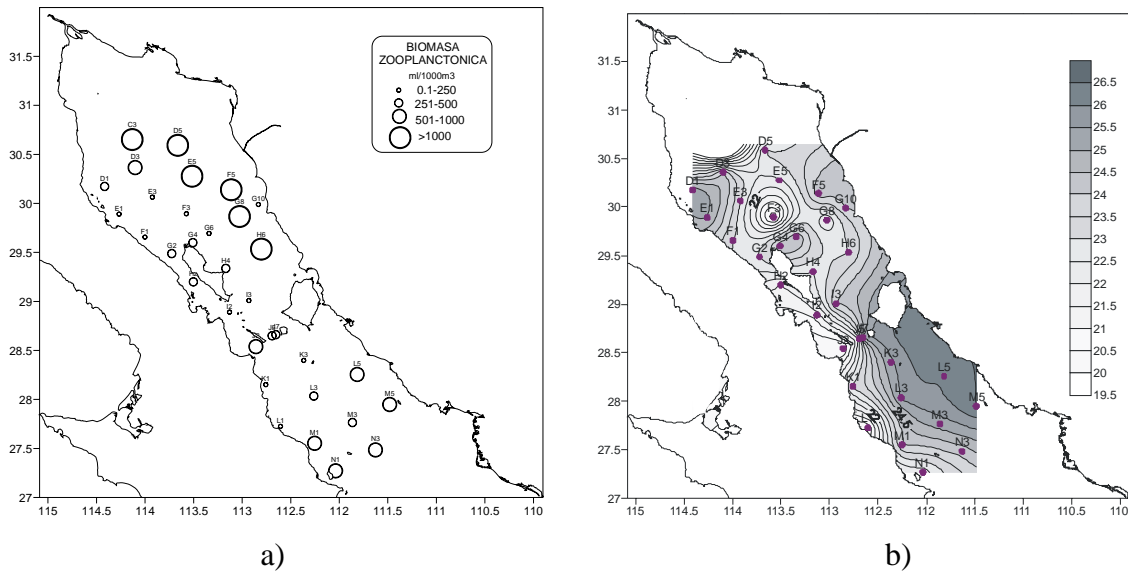


Fig. 5. Distribución espacial de: a) la Biomasa zooplanctónica [$\text{ml}/1000 \text{ m}^3$] y b) Temperatura superficial del mar medida *in situ* [$^{\circ}\text{C}$] en el Golfo de California (junio 2005).

La imagen satelital (Fig. 6) indica que las temperaturas más frías se encuentran en la zona de las grandes islas, principalmente en la parte al sur de la isla Ángel de la Guarda y se observa además un fuerte gradiente de la temperatura hacia el sur con máximos valores sobre la parte continental. Se observaron valores intermedios de temperatura en la zona norte del golfo. La distribución espacial de la temperatura superficial del mar, mostrada por la imagen coincide con los 4 grupos de estaciones de muestreo definidos en el dendrograma (Fig. 4).

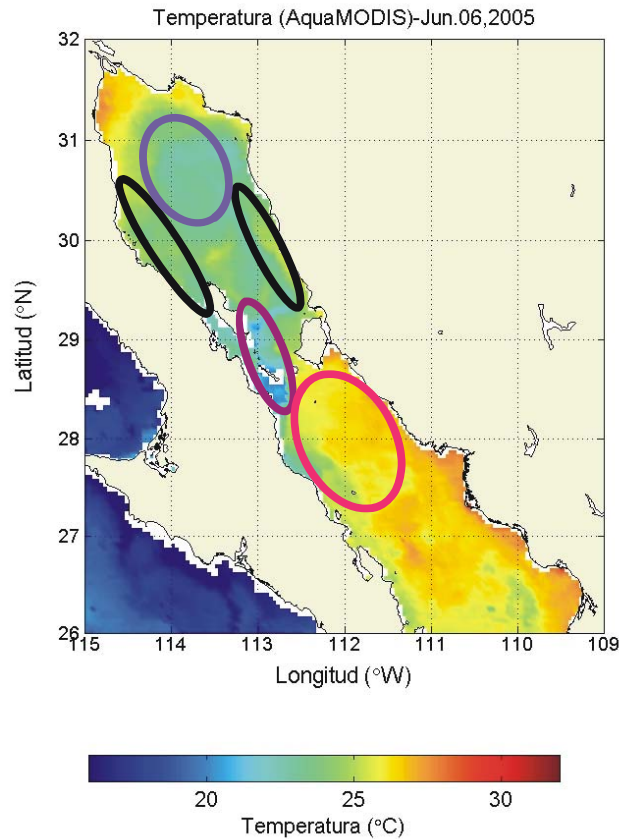


Fig. 6. Imagen satelital de la temperatura superficial del mar y ubicación de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis (junio 2005).

La imagen satelital de concentración de pigmentos clorofílicos (Fig 7), muestra en la zona norte concentraciones intermedias $\leq 1.5 \text{ mg/m}^3$, en la zona costera a las grandes islas valores $\leq 4 \text{ mg/m}^3$, y al sur de la isla Ángel de la Guarda valores $\leq 1 \text{ mg/m}^3$. En esta imagen también se observa una aceptable coincidencia con los cuatro grupos de estaciones definidos por el dendrograma (Fig. 4).

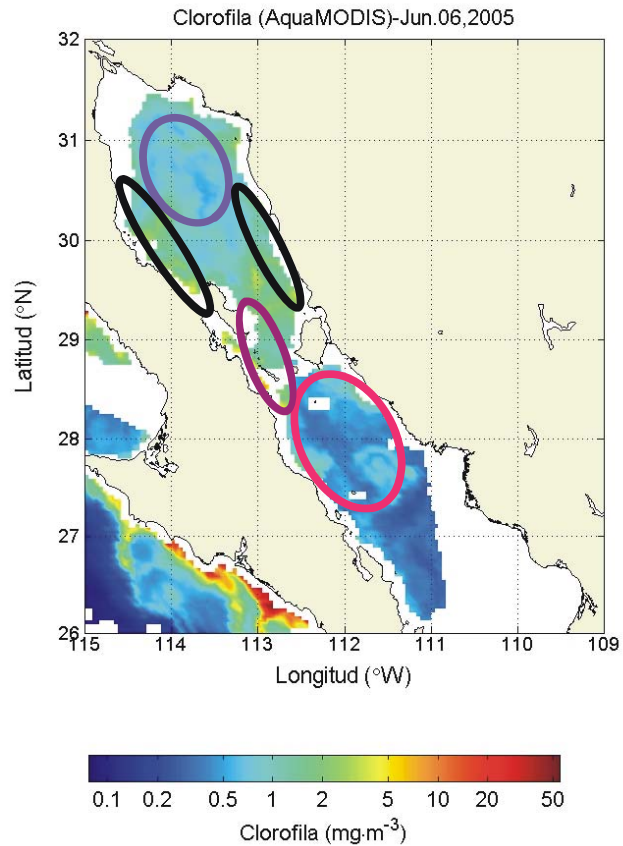


Fig. 7. Imagen satelital de pigmentos de Clorofila y esquematización [elipses] de los grupos de estaciones obtenidos mediante el Índice de Bray-Curtis (junio 2005).

VIII.IV. Especies dominantes

Los taxa con amplia distribución y mayores concentraciones al sur del área de estudio fueron: *Benthoosema panamense*, *Triphoturus mexicanus* y *Auxis* spp. (Fig. 8).

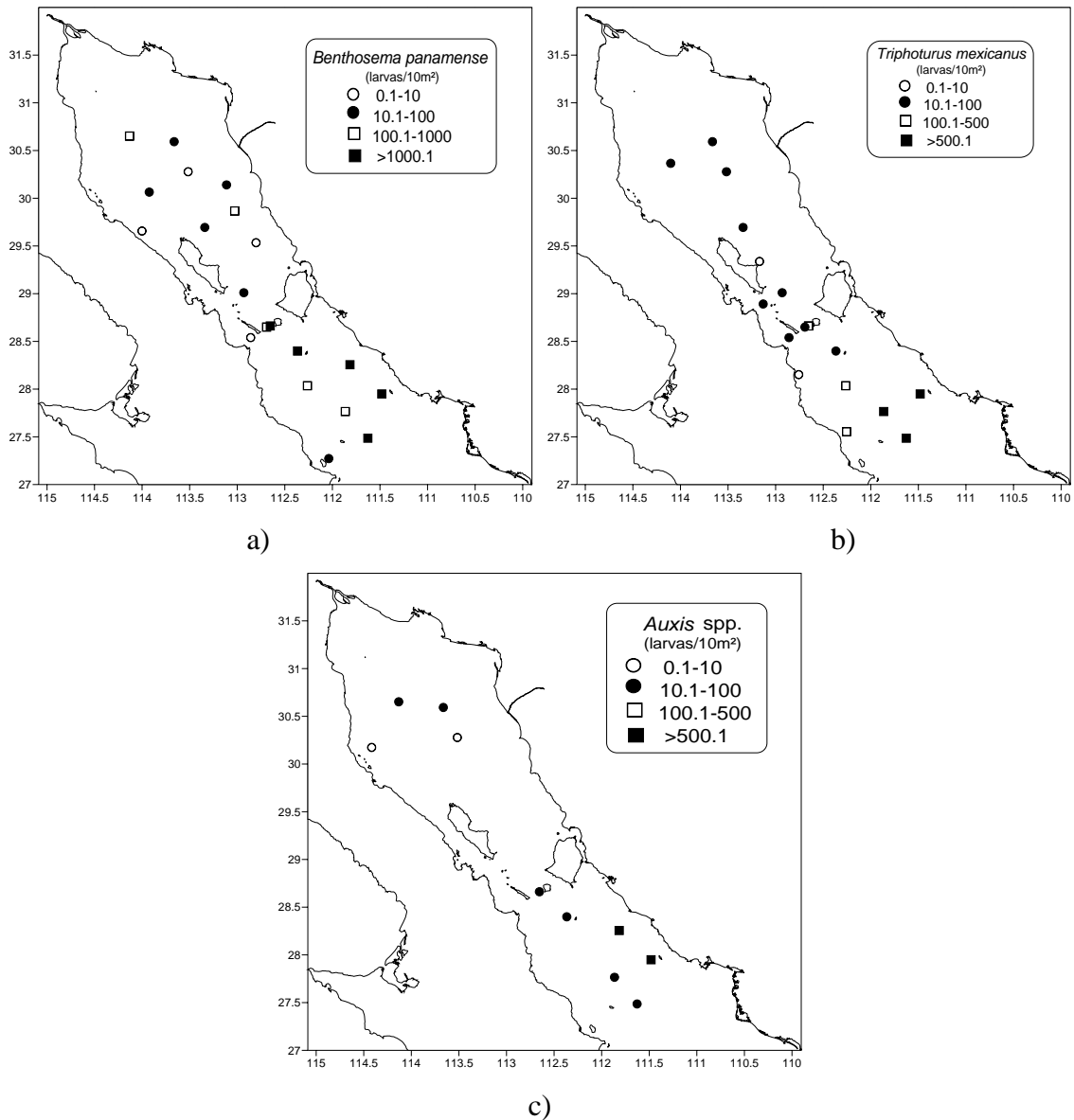


Fig. 8. Distribución espacial y abundancia de a) *Benthosema panamense*, b) *Triphoturus mexicanus* y c) *Auxis* spp., colectadas en el Golfo de California (junio 2005).

Las larvas de *Etrumeus teres* y *Lythrypnus dalli* presentaron una distribución amplia en la región de estudio con concentraciones mayores al norte (Fig. 9).

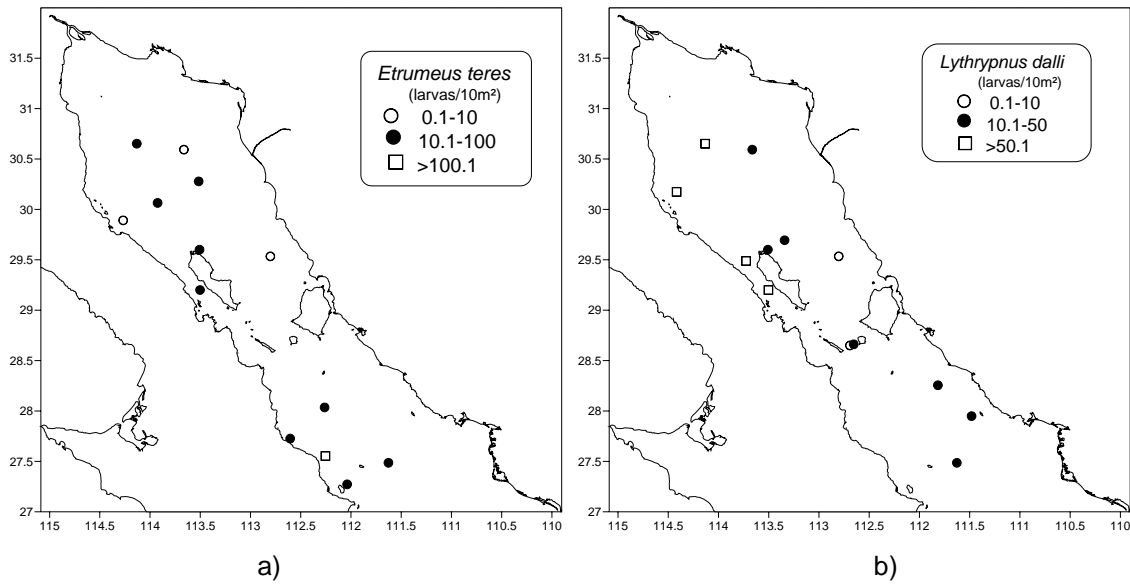


Fig. 9. Distribución espacial y abundancia de las larvas de peces de a) *Etrumeus teres* y b) *Lythrypnus dalli*, colectadas en el Golfo de California (junio 2005).

Las larvas de *Lepophidium negropinna* estuvieron concentradas al norte de la zona de estudio (Fig. 10).

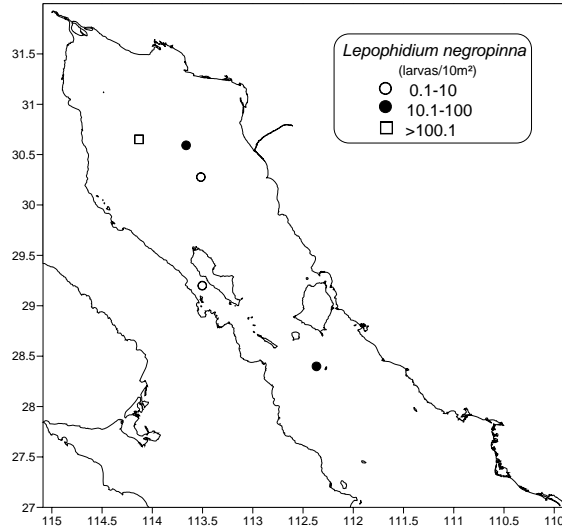


Fig. 10. Distribución espacial y abundancia de larvas de peces de *Lepophidium negropinna* colectadas en el Golfo de California (junio 2005).

Las larvas *Anchoa* spp. y *Gobulus crescentalis* se restringieron a la zona norte, principalmente en ambas costas (Fig. 11).

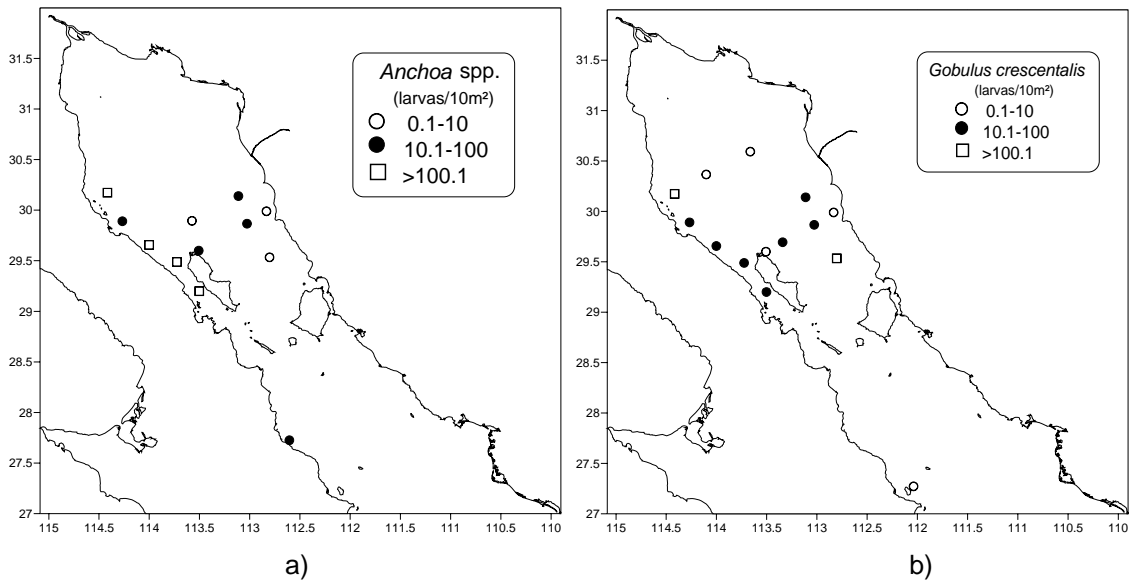


Fig. 11. Distribución espacial y abundancia de larvas de peces de a) *Anchoa* spp. y b) *Gobulus crescentalis* colectadas en el Golfo de California (junio 2005).

Las larvas de *Opisthonema libertate*, *Etropus crossotus*, *Serranus* spp. y *Xenistius californiensis*, se distribuyeron con mayor frecuencia sobre la zona costera peninsular (Fig. 12); y las larvas de *Vinciguerria lucetia* presentaron sus núcleos mayores de abundancia al sur del área de estudio (Fig. 13).

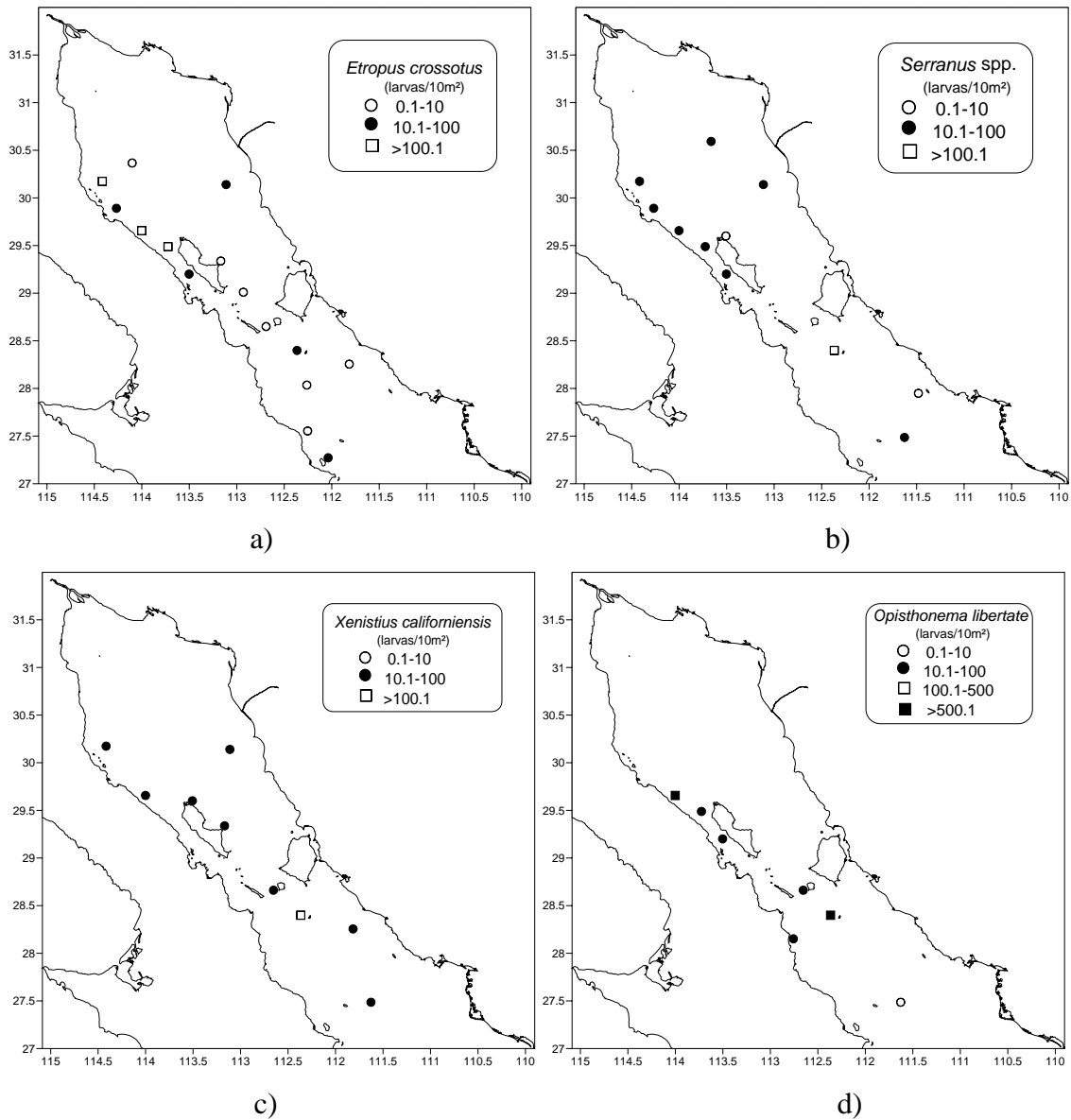


Fig. 12. Distribución y abundancia de larvas de peces de a) *Etropus crossotus*, b) *Serranus* spp. c) *Xenistius californiensis* y d) *Opisthonema libertate*. colectadas en el Golfo de California (junio 2005).

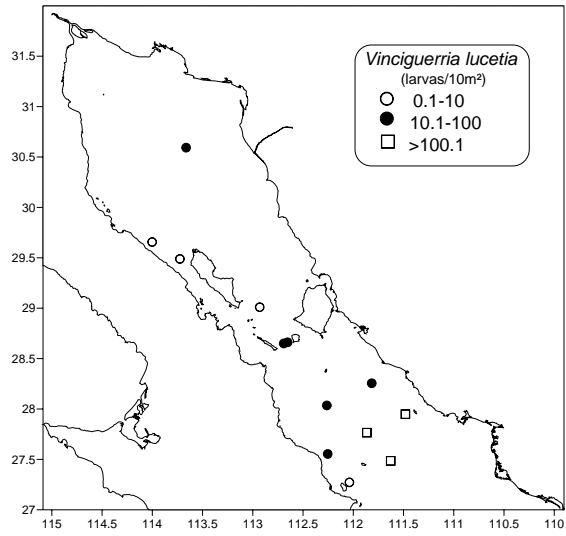


Fig. 13. Distribución y abundancia de larvas de *Vinciguerria lucetia*, colectadas en el Golfo de California (junio 2005).

IX. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran una estrecha relación entre: 1) la distribución espacial de los grupos de estaciones definidos por el índice de Bray-Curtis y las asociaciones de larvas; 2) los gradientes espaciales de la temperatura y la biomasa de zooplancton y 3) la distribución espacial del campo de velocidades de los primeros 70 m obtenidos con un modelo numérico respaldado tanto por las observaciones hidrográficas, como por las observaciones directas de velocidades superficiales históricas en la región.

La circulación estacional en la región de estudio no está desconectada del resto del Golfo de California sino que responde al forzamiento del Océano Pacífico en la boca del golfo, al esfuerzo del viento en su superficie y en menor medida al calentamiento superficial producto de los intercambios con la atmósfera. Esta idea surgió con el trabajo de Ripa (1990), Ripa (1997) y finalmente llevada a una solución tridimensional analítica y numérica por Beier (1997) y Beier & Ripa (1999). Las soluciones numéricas reproducen las observaciones hidrográficas históricas y del nivel del mar en las estaciones mareográficas ubicadas en las costas de todo el Golfo de California. Las primeras observaciones directas de velocidades y en particular en el área de estudio las realizó Lavin *et al.*, (1997) y Palacios Hernández *et al.*, (2002). En Palacios Hernández *et al.*, (2002) los resultados numéricos del campo de velocidades superficiales siguen las observaciones del ciclo estacional en la región norte del GC. Básicamente la circulación superficial estacional en todo el golfo queda definida por una onda interna atrapada en los primeros 70 km de la costa y que recorre el golfo anticiclónicamente en invierno y ciclónicamente en verano.

La figura 14 (a) y (b) muestra las velocidades superficiales obtenidas con el modelo numérico a principios y finales de junio.

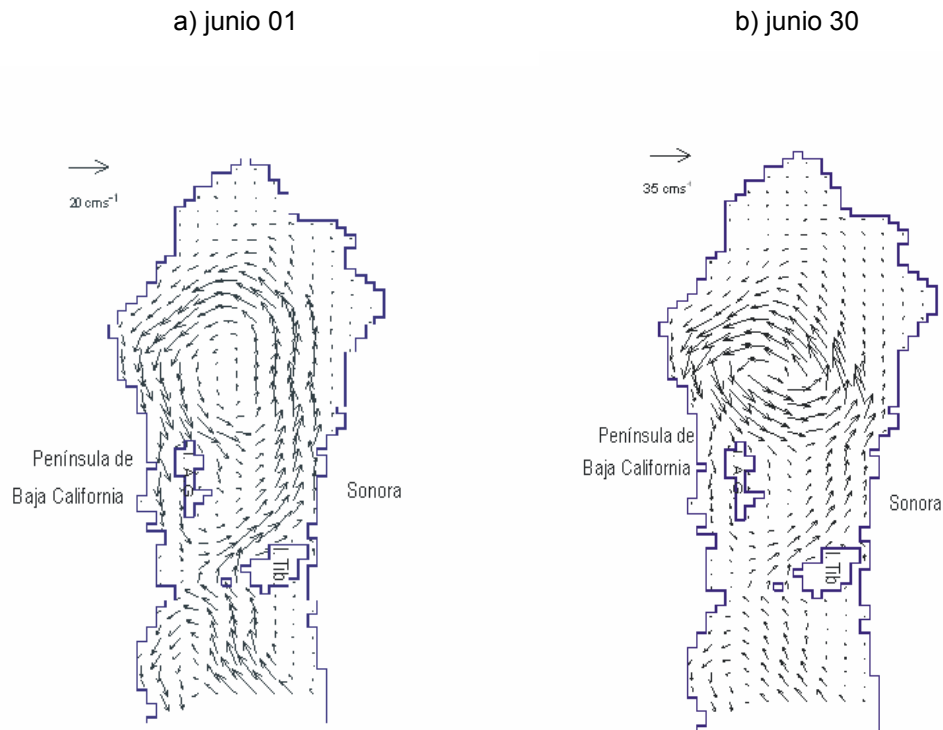


Fig. 14. Modelo numérico de la circulación en el Golfo de California a) principios de junio, b) finales de junio, (Beier, 1997).

El grupo Sur A, que se localizó al sur de las grandes islas con una con dominancia de especies de hábitat mesopelágico (*Benthoosema panamense*, *Triphoturus mexicanus* y *Vinciguerria lucetia*) y con las mayores abundancias de larvas, se asoció con los fuertes gradientes de temperatura de este a oeste y a los bajos valores de biomasa zooplanctónica y de pigmentos clorofílicos. La distribución espacial de este grupo está asociada a la circulación ciclónica que muestra el modelo durante todo junio. La recirculación que se produce por el estrechamiento del golfo en la región de las grandes islas produce un giro donde el grupo Sur A esta inmerso. Esto también concuerda con las observaciones de Soto Mardones *et al.* (1999) y Lavín & Marinone (2003) quiénes encuentran que para la zona al sur de las grandes islas, durante los meses de verano hay fuertes gradientes de temperatura en la estructura superficial del mar, con aguas más cálidas del lado del continente y más frías del lado

de la península y sugieren que este gradiente es producto de las surgencias que se presentan en la costa peninsular durante esta época del año.

El grupo sur B que se localizó al sur de la isla Ángel de la Guarda con dominancia de especies mesopelágicas (*Triphoturus mexicanus* y *Benthoosema panamense*) y bajos valores de abundancia de larvas, se encuentra en la región con las más bajas temperaturas observadas, y además con altas concentraciones de pigmentos de clorofila y bajos valores de biomasa de zooplancton. La circulación mostrada por el modelo en esa región es menos intensa que en otras áreas y la temperatura promediada en los primeros 70 m del modelo (no mostrada) también reflejan una zona de relativamente más bajas temperaturas. La drástica disminución de la abundancia de larvas de este grupo con relación al Sur A, así como la baja biomasa del zooplancton, se relaciona con las condiciones ambientales registradas en la literatura para esta región del golfo. Al sur de Isla Ángel de La Guarda se registran procesos de mezcla vertical producto de la interacción de la abrupta topografía con las corrientes de mareas (Álvarez Borrego & Schowartzlose, 1979; Álvarez Borrego & Lara Lara, 1991), pudiendo ser una zona poco favorable para organismos del zooplancton en general.

El grupo Costero-Islas, que se ubicó en las costas de la península de Baja California y las costas de Sonora y que presentó una dominancia de especies con hábitat costero (*Anchoa* spp., *Gobulus crescentalis*, *Ophistonema libertate*, *Etropus crossotus*, *Serranus* spp y *Xenistiuis californiensis*), así como una alta abundancia de larvas, se asoció con valores medios de temperaturas y altos de clorofila en ambas costas, y con valores de biomasa zooplanctónica altos en la costa de Sonora, contrastando con bajos valores de biomasa en la costa peninsular. Los resultados del modelo muestran que este grupo esta asociado a una banda costera de circulación ciclónica que favorece la comunicación entre ambas costas.

El grupo norte, que se ubico en la zona norte central del Golfo de California y que fue dominado por especies de hábitat mesopelágico (*Benthoosema panamense*, *Triphoturus mexicanus*) y costero (*Lepophidium negropinna* y *Lythrypnus dalli*), con bajas abundancias de larvas, se asocio a valores bajos de temperatura y altos de biomasa de zooplancton; zona en la que se observaron valores intermedios de pigmentos clorofilianos. El grupo norte está asociado a la circulación ciclónica de verano no sólo mostrada por el modelo, sino que también ha sido ampliamente observada. El giro ciclónico podría favorecer que las larvas siguiendo el movimiento sean dispersadas en la trayectoria de las corrientes producidas por el giro; es decir, que la distribución espacial de las larvas este correlacionada e inducida por la distribución de las líneas de corriente.

La definición de este grupo en forma de “C” invertida como se muestra en la figura 4b, coincide con la circulación descrita por diversos autores (Carrillo Bribiezca, 1996, y Lavín *et al.*, 1997 desde la observación y Beier & Ripa, 1999; de la modelación), los cuales mencionan que en la región norte del golfo se presenta un giro que se revierte de ciclónico (frío en su interior) en verano y anticlónico (cálido) en invierno. Lo cual puede ser un reflejo de que la distribución de grupos de larvas de peces sigue el patrón de corrientes superficiales en esta zona.

Con base en los grupos definidos en este trabajo, sus especies dominantes y en la circulación superficial de la zona de estudio, se puede plantear un modelo conceptual, donde el grupo Sur A ubicado en la zona oceánica al sur de las islas y dominado por especies mesopelágicas, es desplazado hacia el norte, donde las condiciones oceanográficas no son favorables para la permanencia de las larvas, definiéndose entonces el grupo Sur B, con las mismas especies dominantes, pero con dieciocho veces menos de abundancia total en el grupo (con respecto al grupo Sur A). Posteriormente, la corriente fluye hacia el norte de las islas por la costa de Sonora, y una parte de esta forma el giro ciclónico en la zona central del golfo norte, el cual corresponde con la definición del grupo Norte, dominado por especies mesopelágicas y

costeras, presentando también abundancias promedio bajas. El grupo definido en las costas del norte del golfo y dominado por especies costeras propicia la aparición de especies costeras en el golfo central norte.

Ávalos García (2005) describe una relación semejante a la encontrada en este trabajo, comparando la distribución de las asociaciones de larvas de peces y el campo de corrientes geostroficadas en Bahía de la Paz y zona oceánica adyacente (Golfo de California) durante un ciclo anual, resaltando que los cambios en intensidad o dirección de las corrientes marcan el límite entre la distribución de las asociaciones larvarias. Aunque no se contó con estimaciones del campo geostrofico en este estudio con la utilización del modelo de Beier & Ripa (1999), se puede concluir que la circulación superficial esta en estrecha relación con la distribución espacial de grupos de larvas de peces y por extensión posiblemente con la de los organismos del plancton en general, al menos en gran parte del Golfo de California.

X. CONCLUSIÓN

La comunidad de larvas de peces en la parte central y norte del Golfo de California durante junio de 2005 presenta un alta riqueza de especies, con 117 taxa pertenecientes a 56 familias de las cuales las mejores representadas en cuanto al número de organismos fueron Myctophidae, Clupeidae, Scombridae y Gobiidae.

A partir de la definición de los cuatro grupos de estaciones caracterizadas por asociaciones de larvas de peces mediante el índice de disimilitud de Bray Curtis se propone un modelo conceptual en el que la distribución de las asociaciones de larvas se encuentra directamente influenciada por la circulación ciclónica que se da en el golfo para la época de verano; partiendo de un grupo ubicado al sur de las grandes islas y dominado por especies mesopelágicas (*Benthoosema panamense*, *Triphoturus mexicanus*, *Auxis* spp. y *Vinciguerria lucetia*) con bajos valores de biomasa zooplanctónica y altas temperaturas que es desplazado hacia las grandes islas, donde las condiciones oceanográficas no son favorables (bajas temperaturas) para la permanencia de las larvas presentando las menores temperaturas y abundancias larvales y altas concentraciones de pigmentos de clorofila. Posteriormente, la corriente fluye hacia el norte de las islas por la costa oriental con las mayores abundancias de biomasa zooplanctónica, en donde una parte de esta, forma un giro ciclónico en la zona central del norte, presentándose dos asociaciones larvarias más; una en ambas costas (p. ej. *Anchoa* spp. *Serranus* spp., y *Opisthonema libertate*) y otra al norte central del Golfo de California con una abundancia larval baja (p. ej. *Etrumeus teres* y *Lepophidium negropinna*).

En este trabajo se ha asociado una sola medición temporal de la distribución de larvas de peces (junio) con la dinámica estacional del golfo, esto lo permitió la propia coincidencia espacial entre los ensambles y la circulación general del golfo durante ese periodo. Aunque la distribución de ensambles seguramente también muestra otras escalas temporales menores a la estacional la mayor parte de su varianza concuerda

con la variación estacional de la circulación. En cualquier caso se necesita de más observaciones que confirmen o desechen esta hipótesis.

APÉNDICE

Listado taxonómico de larvas de peces encontradas en el Golfo Central y Norte de California durante la campaña de junio 2005 (El orden sistemático fue tomado del Atlas Calcofi No. 33 editado por Moser, 1996).

TAXÓN

O. Notacanthiformes

F. Notacanthidae

Notacanthidae

O. Anguilliformes

Anguilliforme

F. Ophichthidae

Ophichthus zoprochir (Jordan & Gilbert, 1882)

O. Clupeiformes

F. Clupeidae

Etrumeus teres (De Kay, 1842)

Opisthonema libertate (Günther, 1867)

F. Engraulide

Engraulis mordax (Girard, 1854)

Anchoa spp.

Engraulidae

O. Salmoniformes

S.O. Argentinoidei

F. Argentinidae

Argentina sialis (Gilbert, 1890)

F. Bathylagidae

Bathylagidae

F. Bathylagidae

Leuroglossus stilbius (Gilbert, 1890)

O. Stomiiformes

F. Phosichthyidae

Vinciguerria lucetia (Garman, 1899)

F. Stomiidae

Stomias atriventer (Garman, 1899)

F. Melanostomiidae

Melanostomiidae Tipo I

Melanostomiidae Tipo II

S.O. Alepisauroidi

F. Synodontidae

Synodus lucioceps (Ayres, 1855)

O. Myctophiformes

F. Myctophidae

Triphoturus mexicanus (Gilbert, 1890)

Benthoosema panamense (Täning, 1932)

Diogenichthys laternatus (Garman, 1899)

Myctophidae

O. Gadiformes

F. Macrouridae

Caelorinchus sacaphopsis (Gilbert, 1890)

F. Merluccidae

Merluccius productus (Ayres, 1855)

F. Oneirodidae

Oneirodes spp.

O. Ophidiiformes

S.O. Ophidioidei

F. Ophidiidae

Cherublemma emmelas (Gilbert, 1890)

Chilara taylori (Girard 1958)

Lepophidium negropinna (Hildebrand & Barton, 1949)

Lepophidium stigmatistium (Gilbert, 1890)

O. Lophiiformes

S.O. Ogcocephaloidei

F. Ogcocephalidae

Zalieutes elater (Jordan & Gilbert, 1882)

O. Beloniformes

F. Hemiramphidae

Oxyporhampus micropterus (Valenciennes, 1847)

F. Exocoetidae

Hirundichthys spp.

Exocotidae

O. Syngathiformes

F. Syngnathidae

Syngnathus Tipo I

O. Scorpaeniformes

S.O. Scorpaenoidei

F. Scorpaenidae

Sebastes macdonaldi (Eigenmann & Beeson, 1893)

Sebastes spp.

Sebastes Tipo I

Pontinus spp.

Scorpaena guttata (Girard, 1854)

Scorpaenodes xyris (Jordan & Gilbert, 1882)

F. Triglidae

Prionotus ruscarius (Gilbert & Starks, 1904)

Triglidae

F. Cottidae

Cottidae

F. Polyprionidae

Stereolepis gigas (Ayres, 1859)

O. Perciformes

S. O. Persoidei

F. Serranidae

Diplectrum sp.

Paralabrax maculatofasciatus (Steindechner, 1868)

Serranus spp.

Pronotogrammus multifasciatus (Gill, 1863)

Paranthias colonus (Valenciennes, 1846)

Serranidae Tipo I

Serranidae

F. Apogonidae

Apogon retrosella (Gill, 1863)

Apogon spp.

F. Carangidae

Caranx caballus (Günther, 1868)

Caranx sexfasciatus (Quoy & Gaimard, 1825)

Caranx spp.

Decapterus spp.

Selar crumenophthalmus (Blocht, 1793)

Seriola lalandi (Valenciennes, 1833)

F. Malacantidae

Caulolatilus princeps (Jenyns, 1842)

F. Gerreidae

Diapterus peruvianus (Sauvage, 1879)

Eucinostomus dowii (Gill, 1863)

Eucinostomus gracilis (Gill, 1862)

F. Haemulidae

Anisostremus davidsonii (Steindachner, 1876)

Orthopristis reddingi (Jordan & Richardson, 1895)

Xenistius californiensis (Steindachner, 1875)

Haemulidae

F. Sparidae

Calamus brachysomus (Lockington, 1880)

F. Sciaenidae

Seriphus politus (Ayres, 1860)

Scianidae Tipo I

Scianidae

F. Mullidae

Mullidae

F. Kyphosidae

Medialuna californiensis (Steindachner, 1876)

Kyphosidae Tipo I

F. Ephippidae

Ephippidae

F. Pomacentridae

Chromis Tipo I

Abudefduf troschelii (Gill, 1862)

Stegastes rectifraenum (Gill, 1862)

Pomacentridae Tipo I

Pomacentridae Tipo II

F. Howellidae

Howellidae

S.O. Mugiloidei

F. Mugilidae

Mugil spp.

Mugilidae

S.O. Polynemoidei

F. Polynemidae

Polydactylus approximans (Lay & Bennett, 1839)

S.O. Labroidei

F. Labridae

Halichoeres semicinctus (Ayres, 1859)

Semicossyphus pulcher (Ayres, 1854)

S.O. Blennioidei

F. Labrisomidae

Labrisomus xanti (Gill, 1860)

Alloclinus Tipo I

F. Blenniidae

Hypsoblennius gentilis (Girard, 1854)

Hypsoblennius jekinsi (Jordan & Evermann, 1896)

F. Callionymidae

Synchiropus atrilabiatus (Nakabo, 1982)

S.O. Gobioidi

F. Eleotridae

Dormitator latifrons (Richardson, 1844)

Eleotridae

F. Gobiidae

Gobulus crescentalis (Gilbert, 1892)

Lythrypnus dalli (Gilbert, 1890)

Gobiidae Tipo I

Gobiidae Tipo II

F. Microdesmidae

Microdesmus sp.

S.O. Sphyraenoidei

F. Sphyraenidae

Sphyraena ensis (Jordan & Gilbert, 1882)

S.O. Scombroidei

F. Scombridae

Auxis spp.

Euthynnus lineatus (Kishinouye, 1920)

Scomber japonicus (Houttuyn, 1782)

S.O. Stromateoidei

F. Nomeidae

Psenes sio (Haedrich, 1970)

F. Strometidae

Peprilus Tipo I

O. Pleuronectiformes

S.O. Pleuronectoidei

F. Paralichthyidae

Citharichthys platophrys (Gilbert, 1891)

Etropus crossotus (Jordan & Gilbert, 1882)

F. Bothidae

Bothus leopardinus (Günther, 1862)

Monolene asaedai (Clark, 1936)

Bothidae

F. Pleuronectidae

Pleuronichthys verticalis (Jordan & Gilbert, 1880)

S.O. Soleoidei

F. Cynoglossidae

Symphurus atricaudus (Jordan & Gilbert, 1880)

Symphurus williamsi (Jordan & Culver, 1895)

Symphurus elongatus (Günther, 1868)

Symphurus Tipo I

Symphurus Tipo II

Symphurus sp.

O. Tetraodontiformes

F. Tetraodontidae

Sphoeroides annulatus (Jenyns, 1842)

Sphoeroides lobatus (Steindachner, 1870)

F. Diodontidae

Diodon holocanthus (Linnaeus, 1758)

LITERATURA CITADA

- Aceves Medina, G., S. P. Jiménez Rosenberg, A. Hinojosa Medina, R. Funes Rodríguez, R. J. Saldierna, Lluch Belda, P. E. Smith and W. Watson. 2003. Fish larvae from the Gulf of California. *Scientia Marina*. 67 (1):1-11.
- Aceves Medina, G., S. P. Jiménez Rosenberg, A. Hinojosa Medina, R. Funes Rodríguez, R. J. Saldierna Martínez and P. E. Smith. 2004. Fish larvae assemblages in the Gulf of California. *Journal of Fish Biology*. 65:832-847.
- Álvarez Borrego, S., J. A. Rivera, G. Gaxiola Castro, M. L. Acosta Ruiz y R. A. Schwartzlone. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Cienc. Mar.* 5(2):53-71.
- Álvarez-Borrego, S. & Schwartzlose, S. R. 1979. Water masses of the Gulf of California. *Ciencias Marinas*, 6: 43-63.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. En B. H. Ketchum (ed.). *Estuarios and enclosed seas*. Pag. 247-449. Elsevier, Amsterdam, pp.427-449.
- Álvarez-Borrego, S. & J. R. Lara Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. pp. 555-567 in: B. R. T. Simoneit y J. P. Dauphin, eds. *Monogr. Am. Asso. Pet. Geol. Gulf of California and Peninsular province of the California*. Mem. Amer. Assoc. Petrol. Geol. (47) Ensenada B. C.
- Ávalos García, C., L. 2005. Asociaciones de larvas de peces en la Bahía de La Paz, B.C.S., y zona oceánica adyacente y su relación con la variación hidrográfica. Tesis doctoral, CICIMAR-IPN. 102 p.
- Ávalos García, C., L. Sánchez Velasco and B. Shirasago. 2003. Larval fish assemblages in the Gulf of California and their relation to hydrographic variability (autum 1997-summer 1998) *Bull. Mar. Sci.* 72(1):63-76.
- Badan Dangon, A., C. J. Koblinsky and T. Braugartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: Observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta*, 8(1): 13-32.
- Beier, E., 1997. A numerical of the annual variability in the Gulf of California. *J. Phys. Oceanogr.*, 27:615-632.
- Beier. E. & P. Ripa 1999. Seasonal gyres in the northern Gulf of California. *J. of Phys. Oceanogr.*, 29:305-311.
- Bray J. R. & J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27:325-349.
- Bray, N. A. 1988. Termohaline circulation in the Gulf of California, *J. Geophys. Res.*, 93: 4993-5020.
- Bray, N. A. & J. M. Robles 1991. Physical oceanography of the Gulf of California. Invited review paper, Part V, Chap. 25, En: J. P. Douphin and B. R. Simoneit (eds.), *The Gulf and Peninsular of the Californias*. Am. Assoc. Petrol. Geol., Tulsa, Oklahoma. Memoir 47, pp. 511-553.
- Carrillo-Bibriezca, L. 1996. Circulación geostrófica en la región norte del Golfo de California. Tesis de maestría, CICESE, Ensenada, Baja California, México, 64 p.

- Castro Aguirre, J. L., E. F. Balart y J. Arvizu Martínez. 1994. Consideraciones generales sobre la ictiofauna de las lagunas costeras de México. *Zoología Informa*, ENCB-IPN 27: 47-84.
- Chávez, F. P., J. Ryan, S. E. Lluch Cota and M. C. Ñiquen. 2003. From anchovies to sardines and back: multidecadal changes in the Pacific Ocean. *Science*, 299:217-221.
- Cisneros Mata, M. A., M. O. Névarez Martínez and M. G. Hammann. 1995. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* of the Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, 36:136-143.
- Cisneros Mata, M. A., M. O. Névarez Martínez y M. A. Martínez Zavala, J. P. Santos Molina, A. Godínez Cota y G. Montemayor. 1997. Sinopsis de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1991-1992 a 1995-1996. Instituto Nacional de la Pesca, CRIP Guaymas. 89 p.
- Cotero Altamirano, C. E. & Green Ruiz. 1997. Spawning biomass of the northern anchovy (*Engraulis mordax*) in the Gulf of California during 1991. *CalCOFI Rep.*, 38:171-179.
- Cushing D. H. 1972. The production cycle and the number of marine fish. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 29:213-232.
- Diaz Viloria, N., L. Sánchez Velasco and R. Pérez Enríquez. 2005. Inhibition of DNA amplification in marine fish larva preserved in formalin. *J. Plankton Res.* 27(8):787-792.
- Field, J. G., K. R. Clarke and R.M Warwick. 1982. A practical strategy for analysis multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8:37-52.
- Fortier, L. & A. Gagné. 1990. Larval herring (*Cuplea harengus*) dispersion, growth, and survival in the St. Lawrence estuary: match/mismatch or membership/vagrancy *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:1898-1912.
- Gaxiola Castro, G., Álvarez-Borrego, S. y Schwartzlose, R. A. 1978. Sistema del bióxido de carbono en el Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 5(2): 25-40.
- González Acosta A. F. 1998. Ecología de la comunidad de peces asociada al manglar del estero El Cochalito, ensenada de La Paz, B.C.S; México Tesis de maestría. Dpto. de Pesquerías y Biología Marina. CICIMAR La Paz, B.C.S. 125 p.
- Green Ruiz, Y. & Acal Sánchez D., 1987. Distribution and abundance of fish larvae and estimation of the spawning biomass of *Etrumeus teres* (Dekay) in the Gulf of California. April 1985. *Ciencias Marinas*; 13 (3): 69-96.
- Green Ruiz, Y. & A. Hinojosa Corona 1997. Study of the spawning area of the Northern anchovy in the Gulf of California from 1990 to 1994, using satellite images of sea surface temperatures. *Journal of Plankton Research*, 19 (8): 957-968.
- Hammann, M. G., M. O. Nevarez Martínez & Y. Green Ruiz. 1998. Spawning habitat of sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California: egg and larval distribution 1956-1957 and 1971-1991. *CalCOFI Rep.*, 39:169-179.

- Hunter, J. R. 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. In: R. Lasker (Ed.). Marine fish larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries. Washington Sea Program, Seattle and London: 34-77.
- Jiménez Rosenberg, S. P. A. 1998. Descripción del desarrollo larvario de *Eucinostomus gracilis* y larvario y juvenil de *Eucinostomus dowii* y *Diapterus peruvianus*. Tesis de maestría CICIMAR-IPN. 98 p.
- Kramer, D. M., M. J. Kalin., E. G. Stevens, J. R. Thrailkill and J. R. Zweifel. 1972. Collecting and processing data of fish eggs and larvae in the California Current region NOAA Tech. Rep. NMFSC. 370 p.
- Lavín, M. F., & Organista S. 1988. Surface heat flux in the northern Gulf of California J. Geophys. Res., 93: 14,033-14, 038.
- Lavín, M. F., E. Beier y A. Badan. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escala estacional e interanual. En: contribuciones a la oceanografía física en México. Monog. No. 3. Unión Geof. Mex. pp. 141-171.
- Lavín, M. F & S. G. Marinone., 2003. An overview of physical Oceanography of the Gulf of California. In: Velasco Fuentes, O., J. Sheinbaum y J. J. Ochoa de la Torre (Eds.) Nonlinear processes in the Geophysical fluid dynamics. Kluwer Academy Publishers, Dordrecht, Holanda, ISBN 1-4020-1589-5, 173-204.
- Leiby, M. M. 1986. Life history and ecology of pelagic fish eggs and larvae. pp 11-140 In: K. Steidinger y L. M. Walker, eds. Marine plankton life cycle strategies. CRC Press. Boca Raton, Florida. 158 p.
- Mcaleece, N. 1997. Biodiversity professional beta. Versión 2.0. The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science.
- Margalef, R. 1977. Ecología. Editorial Omega Barcelona. 280 p.
- Moser, H. G. (Edit) 1996. The early stages of fishes in the California Current Region CalCOFI Atlas No. 33. Allen Press, Inc., Lawrence Kansas 1505 p.
- Moser, H. G., E. H. Ahlstrom, D. Kramer, and E. G. Stevens. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. CalCOFI Report. 17:112-128.
- Paden, C. A., M. R., Abbott and C. D. Winant, 1991. Tidal and atmospheric forcing of the upper ocean in the Gulf of California. Part I. Sea surface temperature variability . J. Geophys. Res., 96: 18, 337-18, 359.
- Palacios Hernández, E., E. Beier., M. F. Lavín and P. Ripa . 2002. The effect of the seasonal variation of stratification on the circulation of the northern Gulf of California. Journal of Physical Oceanography. 32:705-728.

- Renteria Cano, M. E. 2005. Distribución de larvas de peces y composición de la dieta de especies abundantes en las costas de la región central del Golfo de California, durante el verano 1998 y verano 2000. Tesis de Maestría CICIMAR-IPN. 61 p.
- Ripa, P., 1990. Seasonal circulation in the Gulf of California. *Ann. Geophys.*, 8: 559–564.
- Ripa, P. 1997. Towards a physical explanation of the seasonal dynamics and thermodynamics of the Gulf of California. *J. Phys. Oceanogr.*, 27: 597-614.
- Ripa, P. & S. G. Marinone. 1989. Seasonal variability of temperature, salinity, velocity, vorticity and sea level in the central Gulf of California, as inferred from historical data. *Q. J. R. Meteor. Soc.*, 115: 887-913.
- Robles, J. M. & S. G. Marinone. 1987. Seasonal and interannual thermohaline variability in the Guaymas Basin in the Gulf of California, *Cont. Shelf Res.* 7: 715-733.
- Roden, G. I. & G. W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *J. Mar. Res.*, 18: 10-35.
- Roden, G. I., 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. In: Tj. H. Van Andel & G. G. Shor Jr. (eds.) *Marine Geology of the Gulf of California: A symposium*. Mem. Am. Assoc. Petrol. Geol., 3: 30-58.
- Roden, G. I. 1972 Thermohaline structure and baroclinic flow across the Gulf of California entrance and in the Revillagigedo Islands region. *J. Phys. Oceanogr.*, 2:117-183.
- Sánchez Velasco L., I. Contreras Arredondo and G. Esqueda Escárcega. 1999. Diet Composition of *Euthynnus lineatus* and *Auxis* sp. Larvae (Pisces: Scombridae) in the Gulf of California. *Bull. Mar. Sci.*, 65 (3):687-698.
- Sánchez Velasco L., B. Shirasago, M. A. Cisneros Mata and C. Ávalos García. 2000. Spatial distribution of small pelagic fish larvae in the Gulf of California and its relation to the El Niño 1997-1998. *Journal of Plankton Research.*, 22(8): 1611-1618.
- Sánchez Velasco, L., E. Valdez Holguin, B. Shirasago and M. A. Cisneros Mata. 2002. Changes in the spawning Environment of *Sardinops caeruleus* in the Gulf of California during El Niño 1997-1998. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 54:207-217.
- Sánchez Velasco, L., C. Ávalos García, M. Renteria Cano and B. Shirasago. 2004. Fish larvae abundance and distribution in the Central Gulf of California during strong environmental changes (1997-1998 El Niño and 1998-1999 La Niña). *Deep-Sea Research II* 51(6-7): 711-722.
- Sanvicente Añorve, L. E. 1990. Comunidades ictioplanctónicas en el suroeste del Golfo de México. Tesis de Maestría. UNAM, ICMYL. 57 p.
- Sinclair, M. 1988. Marine populations. An essay on population regulation and speciation. Washington Sea Grant Program. Seattle & London. 252 p.

- Smith, P. E. & S. L. Richardson. 1979. Standars Techniques for pelagic fish egg and larvae survey. FAO fish. Tech. Pap. 175. 100 p.
- Sokal, R. R., & F. J. Rohlf. 1969. Biometría. Ed. Blume. Barcelona, España 587 p.
- Surfer version 8.02. Oct. 2002 Surface Mapping System, Golden Software Inc.
- Soto Mardones,L., S. G. Marinone and A. Parés Sierra, 1999. Time and spatial variability of sea surface temperature in the Gulf of California . Cienc. Mar., 25:1-30.
- Sverdrup, H. U. 1941. The Gulf of California: preliminary discussion on the cruise of *the E. W. Scripps* in February and March 1939. Proc. Sixth Pacific Sciences Congress, 3: 161-166.
- Wyrski, K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Oceanogr. Mar. Biol. Am. Rev., 4: 33-68.