



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

Distribución vertical de larvas de peces en la zona de un frente  
térmico en el Golfo de California (agosto 2005).

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

PRESENTA:

ANELL DANELL JIMÉNEZ.



TUTORA  
DRA: LAURA SÁNCHEZ VELASCO.

2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## Hoja de datos del jurado

1. Datos del alumno  
Danell  
Jiménez  
Anell  
55 16 77 95  
Universidad Nacional Autónoma De México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
099088158

2. Datos del tutor  
Dra.  
Laura  
Sánchez  
Velasco

3. Datos del sinodal 1  
Dr.  
Cesar Eduardo  
Flores  
Coto

4. Datos del sinodal 2  
Dr.  
Miguel Fernando  
Lavín  
Peregrina

5. Datos del sinodal 3  
M. en C.  
Maria del Pilar  
Torres  
García

6. Datos del sinodal 4  
M. en C.  
Fernando  
Flores  
Hernández

7. Datos del trabajo escrito

Distribución vertical de larvas de peces en la zona de un frente térmico en el Golfo de California (agosto de 2005).

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco de manera particular a la Dra. Laura Sánchez Velasco por su apoyo para la realización de este trabajo y a los investigadores del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) que siempre me supieron orientar.

Al Dr. Miguel Lavín y a su agradable grupo de trabajo en el Centro de Educación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), por el apoyo para el desarrollo de este trabajo.

A los miembros del jurado, Dr. Cesar Flores, Dr. Miguel Lavín, M. en C. Pilar Torres y M. en C. Fernando Flores por las sugerencias para mejorar este trabajo.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado.

## **DEDICATORIA**

*A mis admirables padres por su confianza y apoyo ya que me enseñaron a salir a delante con sus consejos, cariño y comprensión.*

*A mí querido hermano que siempre ha estado en todo momento conmigo y me ha demostrado su cariño incondicional.*

*A mi tío Manuel quien siempre me dió la confianza para luchar por mis ideales.*

*A mi familia y amigos por que han sido y serán parte de mi vida a todos ellos gracias por que siempre creyeron en mí.*

*Utilizar sabiamente las herramientas para generar Ciencia,  
es lo que engrandece a la humanidad...*

<b>ÍNDICE</b>	<b>Página</b>
RESUMEN.....	<i>i</i>
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	6
ÁREA DE ESTUDIO.....	7
HIPÓTESIS.....	9
OBJETIVO GENERAL.....	10
MATERIAL Y METODO.....	11
Análisis de laboratorio.-	
Análisis de datos.-	
Larvas de peces	
Hidrografía e indicadores del ambiente	
RESULTADOS.....	16
Larvas de peces.-	
Hidrografía e indicadores del ambiente.-	
Perfiles de temperatura, densidad, salinidad, oxígeno y fluorescencia.	
DISCUSIÓN.....	51
CONCLUSIÓN.....	56
GLOSARIO.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS	

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Fig. 1.</b> Regionalización del Golfo de California según Lavín y Marinone (2003).....	8
<b>Fig. 2.</b> Localización de las estaciones de muestreo sobre mapa con temperatura superficial del mar.....	11
<b>Fig. 3.</b> Abundancias relativas de las especies dominantes por estratos de profundidad al sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).....	16
<b>Fig. 4.</b> Dendrograma obtenido mediante el índice de disimilitud de Bray–Curtis definiendo tres grupos en la zona sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).....	19
<b>Fig. 5.</b> Localización de grupos definidos por el índice de disimilitud de Bray–Curtis en la zona sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).....	20
<b>Fig. 6.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>Benthosema panamense</i> en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	24
<b>Fig. 7.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>Triphoturus mexicanus</i> en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	25
<b>Fig. 8.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>Vinciguerria lucetia</i> en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	26
<b>Fig. 9.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>Albula</i> sp. en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	27
<b>Fig. 10.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>Auxis</i> sp. en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	28

<b>Fig. 11.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>Harengula thrissina</i> en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	29
<b>Fig. 12.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>Syacium ovale</i> en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	30
<b>Fig. 13.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de Carangidae T1 en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	31
<b>Fig. 14.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>Cyclopsetta panamensis</i> en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	32
<b>Fig. 15.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>Selar crumenophthalmus</i> en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	33
<b>Fig. 16.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>B. panamense</i> por estado de desarrollo en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	35
<b>Fig. 17.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>S. ovale</i> por estado de desarrollo en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	36
<b>Fig. 18.</b> Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de <i>T. mexicanus</i> por estado de desarrollo en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).....	37
<b>Fig. 19.</b> Distribución horizontal de temperatura en la zona del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).....	39
<b>Fig. 20.</b> Distribución horizontal de salinidad en la zona del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).....	40
<b>Fig. 21.</b> Distribución horizontal de oxígeno en la zona del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).....	41
<b>Fig. 22.</b> Distribución horizontal de clorofila- <i>a</i> : superficial (a) y sub-superficial (b) en la zona del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del	

2005).....	42
<b>Fig. 23.</b> Distribución horizontal de biomasa de zooplancton en la zona del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).....	43
<b>Fig. 24</b> Transectos realizados en agosto del 2005. Transecto B, Transecto C, Transecto D, Transecto DCB y Transecto GDCBA.....	44
<b>Fig. 25.</b> Perfiles verticales del transecto B de temperatura, densidad, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia (agosto de 2005).....	47
<b>Fig. 26.</b> Perfiles verticales del transecto C de temperatura, densidad, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia (agosto de 2005).....	48
<b>Fig. 27.</b> Perfiles verticales del transecto D de temperatura, densidad, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia (agosto de 2005).....	49
<b>Fig. 28.</b> Perfiles verticales del transecto D de temperatura, densidad, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia (agosto de 2005).....	50
<b>Fig. 29.</b> Perfiles verticales del transecto GFCA de temperatura, densidad, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia (agosto de 2005).....	51
<b>Tabla I.</b> Prueba no paramétrica de Mann-Whitney (Mann y Whitney 1947) aplicada a una matriz de abundancia total de larvas de peces por estratos de profundidad, de datos provenientes del sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).....	18
<b>Tabla II.</b> Especies dominantes obtenidas mediante la prueba de Olmstead-Tukey en los grupos de estratos definidos en la zona sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005): Superficial Sub-superficial Golfo Sur (SSGS), Sub-superficial-fondo (SbF) y Superficial Sub-superficial Frente (SSFr). X = abundancia promedio, %FO = porcentaje de la frecuencia de ocurrencia.....	22

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la distribución vertical de larvas de peces en la zona de un frente térmico en el Golfo de California (agosto 2005) y su relación con la estructura hidrográfica en donde se presentan factores abióticos que pueden funcionar como barreras físicas para algunas especies como termoclinas, haloclinas, picniclinas, cantidad de luz, patrones de circulación de corrientes entre otros. Las muestras de zooplancton fueron colectadas con redes de cierre-apertura-cierre (505  $\mu$ ) en cuatro estratos de profundidad desde los 200 m hasta superficie; el muestreo fue sobre un frente térmico al sur del Archipiélago Central del Golfo de California, donde también se tomaron datos de CTD y muestras de agua con botellas Niskin para la obtención de clorofila-*a*. La especie *Benthosema panamense* fue la más abundante y frecuente en la zona de estudio, conformando más del 69 % en todos los niveles. Se aplicó una prueba no paramétrica en donde se demostró que si existe diferencia significativa entre el nivel superficial (0-50 m) con el resto de los niveles. Se definieron tres grupos: sobre el frente térmico (**Superficial Sub-superficial Frente**), otro hacia la parte sur de la zona de estudio (**Superficial Sub-superficial Golfo Sur**) y uno más que principalmente se localizó a profundidades mayores de 50 m (**Sub-superficial Fondo**). La mayoría de larvas de peces se localizaron en la picnoclina. No se presentó una diferencia significativa para la abundancia de larvas de peces entre el día y noche. La distribución vertical de larvas está relacionada a la estructura hidrográfica de la columna de agua. El frente térmico sí limita la distribución de ciertas especies de larvas.

## INTRODUCCIÓN

La fase planctónica de los peces es la más vulnerable a las variaciones del ambiente (Hjort 1914, Margalef 1968) y es en ésta donde se registra la mayor tasa de mortalidad de su ciclo de vida (Hjort 1914, Lasker 1981). El éxito de la supervivencia de las larvas se ha asociado a la sincronización en espacio y tiempo, entre el desove de los peces y la presencia de las estructuras hidrográficas de mesoescala, tales como giros y frentes que limitan la dispersión de huevos y larvas a zonas poco favorables para su desarrollo, o por el contrario, que los productos de desove sean acarreados por corrientes, filamentos etc., a zonas que favorezcan su supervivencia y posterior reclutamiento (Sinclair 1988).

En este contexto, la presencia recurrente de estructuras hidrográficas de mesoescala en el Golfo de California, tales como giros y filamentos al norte y sur de las Islas Ángel de la Guarda y Tiburón (Figuroa *et al.*, 2003, Lavín y Marinone 2003, Navarro-Olache *et al.*, 2004) y la presencia de mezcla vertical continua y frentes de temperatura que prevalecen alrededor de las grandes islas (Argote *et al.*, 1995, Lavín *et al.*, 1997, Lavín y Marinone 2003) deben tener una importante influencia sobre aspectos del desove (p. ej. áreas, épocas) de los peces que habitan el Golfo y consecuentemente sobre la distribución (dispersión o retención) de sus huevos y larvas. Uda (1959) sugiere que los frentes actúan como zonas limítrofes de distribución de organismos señalando también que las zonas de convergencia frontales determinan la localización de acumulaciones de plancton.

Estudios sobre la distribución vertical de las larvas de peces en diversas áreas del mundo han mostrado que la mayor abundancia y diversidad de éstas se presenta sobre la pycnoclina durante los períodos de estratificación en la columna de agua, o en la capa de mezcla durante periodos afectados por fuertes vientos y/o mareas. (p. ej. Ahlstrom 1959, Lasker 1975, Loeb y Nichols 1984).

Las larvas de especies mesopelágicas, las cuales conforman más del 60%, en la zona oceánica se encuentran generalmente en los primeros 200 m de la columna de agua, aunque su distribución vertical y conducta migratoria pueden variar según el estado de

desarrollo, estación del año, conductas alimentarias y características morfológicas y fisiológicas de cada especie (Ahlstrom 1959, Loeb 1979 y Hulley 1994).

En el Golfo de California las especies de mesopelágicos que han sido observadas por diversos autores como dominantes durante el verano son *Benthoosema panamense*, *Triphoturus mexicanus* y *Vinciguerria lucetia* (Moser *et al.*, 1974, Rentarías-Cano 2005), sin embargo el conocimiento sobre su distribución vertical y su relación con la hidrografía es prácticamente inexistente.

En este trabajo se analiza la composición y distribución vertical de las larvas de peces durante agosto de 2005 en una zona dominada por la dinámica de un frente térmico al sur del Archipiélago Central del Golfo de California. Se enfatiza la distribución vertical de las especies dominantes, como son los mesopelágicos y su relación con la estructura de la columna de agua.

## ANTECEDENTES

Los estudios sobre la distribución vertical del zooplancton e ictioplancton han sido escasos en relación a los estudios dirigidos a su distribución horizontal. Uno de los primeros registros sobre la distribución vertical de ambos grupos en el Pacífico Tropical Oriental en verano fue el realizado por Loeb y Nichols (1984). Estos autores, quienes colectaron las muestras con una red de apertura y cierre tipo bongo, mencionaron que la máxima abundancia y diversidad del ictioplancton se presenta en la parte superior de la termoclina, encontrándose la mayoría de las larvas de peces por debajo de la profundidad máxima de abundancia de los taxa principales del zooplancton (invertebrados).

Leis (1986) quien realizó un estudio de distribución vertical de larvas de peces en una zona somera de arrecifes de coral en Australia, mediante una red de apertura y cierre (estratos de 3 m de profundidad) durante un ciclo anual, señaló que la mayoría de las larvas se encontraron en profundidades mayores a 3 m durante el día y por las noches se observó una migración hacia la superficie, mencionando que este está más relacionado con la biología de cada especie que con la hidrografía de la columna de agua.

Brewer y Kleppel (1986) describieron la distribución vertical de larvas de peces y sus presas mediante muestro con bomba (estratos de 8 y 14 m de profundidad) en las costas del sur de California durante la época de invierno. Estos autores encontraron que aunque prácticamente no se detectó una termoclina, las larvas de peces si presentaron una estratificación significativa durante las horas de luz, mientras que en horas de oscuridad, no se presentó un patrón claro.

Leis (1991) realiza un estudio sobre distribución vertical mediante estratos finos (6 m de profundidad) en una laguna de la gran barrera arrecifal en Australia durante verano, detectando que la mayoría de las larvas se concentraron en profundidades máximas durante el día y que los cambios de posición en la columna de agua durante el día y la noche fueron debidos más al azar que a una migración activa.

Röpke (1993) quien efectuó un estudio en el mar Árabe durante el período de

intermonzón, con una sistema de red MOCNESS-1 (con estratos de 10, 25 y 50 m de profundidad), encontró que la mayoría de las especies mesopelágicas no se relacionaron directamente con la profundidad de la picnoclina, excepto *Benthoosema pterotum*, la cual se concentró sobre el límite superior de la termoclina.

Moser y Smith (1993) examinando los cambios en la distribución horizontal y vertical de larvas de peces con una red tipo MOCNESS (estratos de 25, 50, 100 y 150 de profundidad), en un frente semi-permanente al sur de California separado por aguas eutróficas frías al norte y aguas oligotróficas al sur, encuentran cambios en la distribución vertical de las especies, relacionados con la variación de las condiciones tróficas y el hundimiento de la termoclina.

Conway *et al.*, (1997) quienes dirigieron un estudio sobre distribución vertical de huevos y larvas de peces mediante bombeo cada 5 m de profundidad, en los alrededores del Mar del Norte durante primavera, encontraron que la mayoría de éstas se concentraron en los primeros 50 m de profundidad; los huevos incrementando hacia la superficie y las larvas con máximos a profundidades entre 10 y 15 m, sin observarse diferencia significativa entre el día y la noche, ni entre condiciones de mezcla y estratificación.

Leis (2004) realizó un estudio sobre comportamiento de larvas en estado posflexión en la columna de agua en una zona arrecifal de Australia, concluyendo que los movimientos verticales de las larvas están fuertemente influenciados por la profundidad de la columna de agua y el tipo de fondo.

Espinosa-Fuentes y Flores-Coto (2004) quienes realizaron un estudio sobre asociaciones de larvas de peces en el sur del Golfo de México durante un ciclo anual, utilizando una red de cierre-apertura-cierre (con estratos de 6 y 10 m de profundidad), encontraron que la variación en la distribución vertical de las larvas de peces se relaciona principalmente con procesos físicos a escala fina.

En el Golfo de California son prácticamente inexistentes los estudios sobre la distribución vertical de larvas de peces y del zooplancton en general. A la fecha sólo está publicado el trabajo de Sánchez-Velasco *et al.*, (2007). Estos autores realizaron un estudio

en la boca principal de Bahía de la Paz durante un ciclo anual, con red de cierre-apertura-cierre (estratos de 50 m de grosor), encontrando una fuerte relación entre la distribución de las larvas y la estructura de la columna de agua. La mayoría de éstas se concentró en la picnoclina.

Dado lo anterior es clara la necesidad de realizar estudios enfocados sobre la distribución vertical de larvas de peces en el Golfo de California, una región considerada santuario marino a nivel mundial.

## JUSTIFICACIÓN

El Golfo de California se caracteriza por una compleja oceanografía y patrones de vientos bien definidos que mantienen una alta producción en la región (Álvarez-Borrego 1983, Lavín y Marinone 2003); la cual se asocia a una alta riqueza específica y abundancia de especies de importancia comercial (Cisneros Mata *et al.*, 1997).

Entre las especies de importancia comercial que habitan en el Golfo está la sardina Monterrey *Sardinops caeruleus*, la anchoveta del norte *Engraulis mordax* y la macarela *Scomber japonicus*, las cuales desovan durante invierno y primavera, y especies de atún como el barrilete negro *Euthynus lineatus* y la melva y melvera *Auxis* sp. que desovan durante verano; lo cual hace que este Golfo sea una de las regiones pesqueras más importantes del país.

Aunado a lo anterior, su alta diversidad, que está dominada por las especies de peces mesopelágicos, ha generado que esta región sea considerada como zona prioritaria para instituciones nacionales como CONACyT y la CONABIO, y para agrupaciones ecologistas internacionales como la WWF.

En este marco es prioritario que, además de conocer que especies de peces desovan en el Golfo, se conozca que factores físicos y biológicos afectan la sobrevivencia de sus primeros estadios de vida, particularmente de temas poco estudiados como la distribución vertical de las larvas de peces y su relación con la zona de un frente térmico.

## ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de California es un mar rodeado por la Península de Baja California y la costa continental de México. Es un mar marginal de considerable interés oceanográfico y meteorológico, entre otras razones, por ser la única cuenca de evaporación del Océano Pacífico (Roden 1958), por su alta productividad biológica, y por la interacción de las diferentes características hidrográficas, climáticas y topográficas (Lavín y Marinone 2003).

Su extensión es aproximadamente de 1100 km de largo y 150 km de ancho, la profundidad es variable ya que en la parte norte es poco profunda aproximadamente de 120 m promedio y las máximas profundidades de hasta 3600 m las alcanza en la parte de la boca.

La variabilidad física del Golfo de California en la escala estacional, está dada por el forzamiento del Océano Pacífico en la entrada del Golfo (Castro *et al.*, 1994; Ripa 1997), por el régimen de vientos monzónicos (Badan-Dangon *et al.*, 1991) y por el intercambio de calor atmósfera- océano (Beier 1999, Lavín y Marinone 2003).

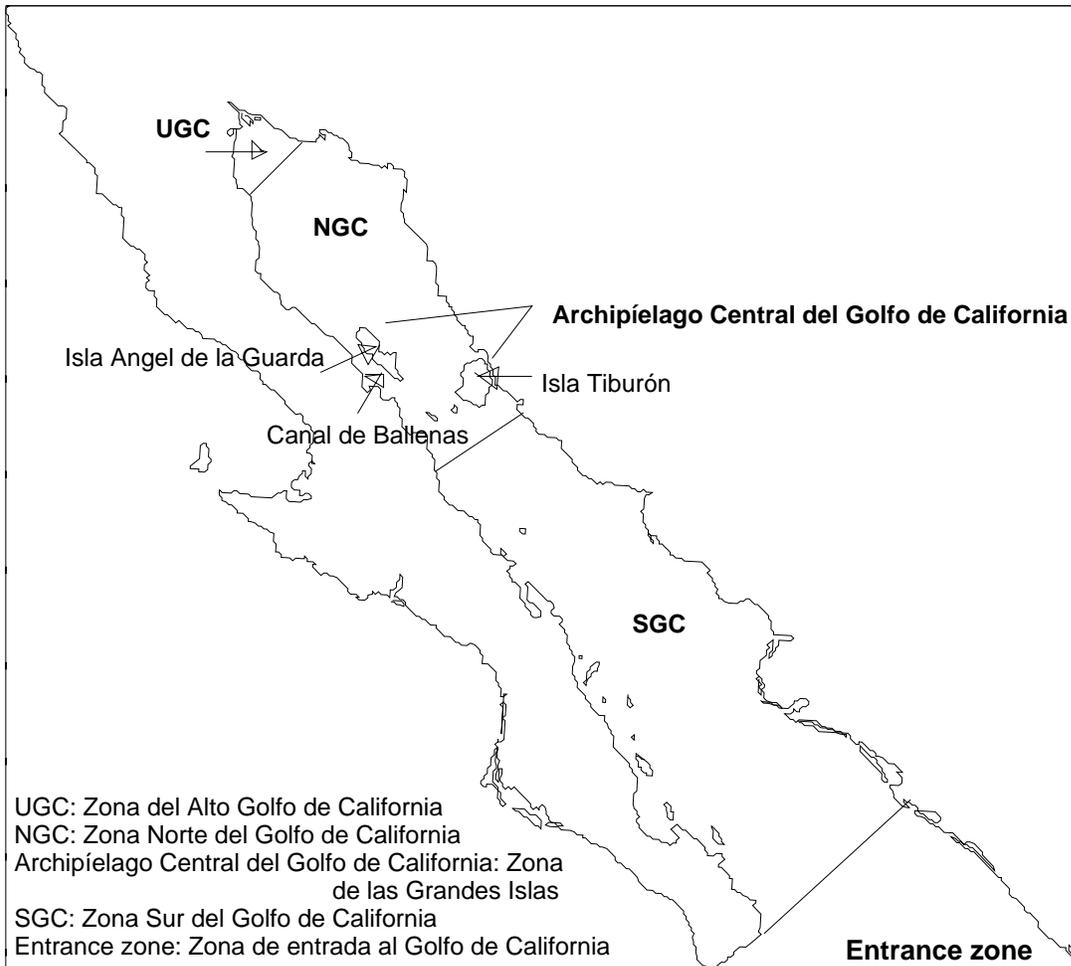
La circulación superficial del mar en el Golfo de California es predominantemente estacional. En promedio el agua entra durante la primavera y verano y sale durante otoño e invierno (Roden 1958). La circulación superficial es ciclónica en verano y anticiclónica en invierno (Beier 1997).

La estructura hidrográfica cerca de la superficie presenta fuertes cambios estacionales. En primavera y verano la estratificación alcanza la superficie mientras que en invierno la capa de mezcla puede llegar hasta profundidades de 100 m (Lavín y Marinone 2003).

Aunado a lo anterior se presentan surgencias estacionales definidas por el patrón de viento, generando surgencias en la costa continental durante invierno y en la costa peninsular durante verano (Soto- Mardones *et al.*, 1999).

El Golfo de California fue dividido por Lavín y Marinone (2003) en cinco regiones; a) la región de entrada, la cual está en comunicación con el Océano Pacífico Tropical

Oriental, b) el sur del Golfo de California, que va desde Cabo San Lucas- El Dorado (la boca interna) hasta justo al sur de las grandes islas, c) el archipiélago o la zona de las grandes islas, que tiene canales estrechos en los que se encuentran umbrales cuyas profundidades máximas están entre los 300 y 600 m, d) el Norte del Golfo de California, el cual se caracteriza por una amplia plataforma continental y e) el Alto Golfo de California, el cual presenta profundidades < 30 m (Figura 1).



**Fig. 1.** Regionalización del Golfo de California según Lavín y Marinone (2003).

Estos autores mencionan que la zona del archipiélago, particularmente en el Canal Ballenas, la interacción de la abrupta topografía y las corrientes de marea generan mezcla vertical intensa durante todo el año, presentándose durante todo el año las menores

temperaturas superficiales de todo el Golfo. Así mismo describen que la región norte y sur mantienen comunicación a lo largo del año a través del canal entre Isla Ángel de la Guarda e Isla Tiburón, excepto cuando la circulación es anticiclónica en todo el Golfo.

Estas características generan frentes térmicos, como el que se presenta al sur de la Isla Ángel de la Guarda durante el verano (Argote *et al.*, 1995, Navarro-Olache *et al.*, 2004), el cual puede tener una importante influencia en la distribución del plancton en general; como en el caso de huevos de *Engraulis mordax* en filamentos que se extienden del archipiélago hacia el sur (Green-Ruiz y Hinojosa-Corona 1997).

### **HIPÓTESIS**

En base a los antecedentes donde se menciona que la mayoría de las larvas de peces se concentran en la pycnoclina en época de estratificación, se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

Ho: El periodo de luz afecta la distribución vertical de las larvas de peces a lo largo de una columna de agua hasta profundidades de 200 m.

Ha: El periodo de luz no afecta la distribución vertical de las larvas de peces a lo largo de una columna de agua hasta profundidades de 200 m.

Ho: Las larvas de peces no muestran cambios en la distribución vertical en relación a la estructura hidrográfica de una columna de agua con profundidades máximas de 200 m.

Ha: Las larvas de peces muestran cambios en la distribución vertical en relación a la estructura hidrográfica de una columna de agua con profundidades máximas de 200 m.

Ho: Los frentes térmicos no limitan la distribución horizontal y vertical de larvas de especies de peces.

Ha: Los frentes térmicos limitan la distribución horizontal y vertical de larvas de especies de peces.

**OBJETIVO GENERAL**

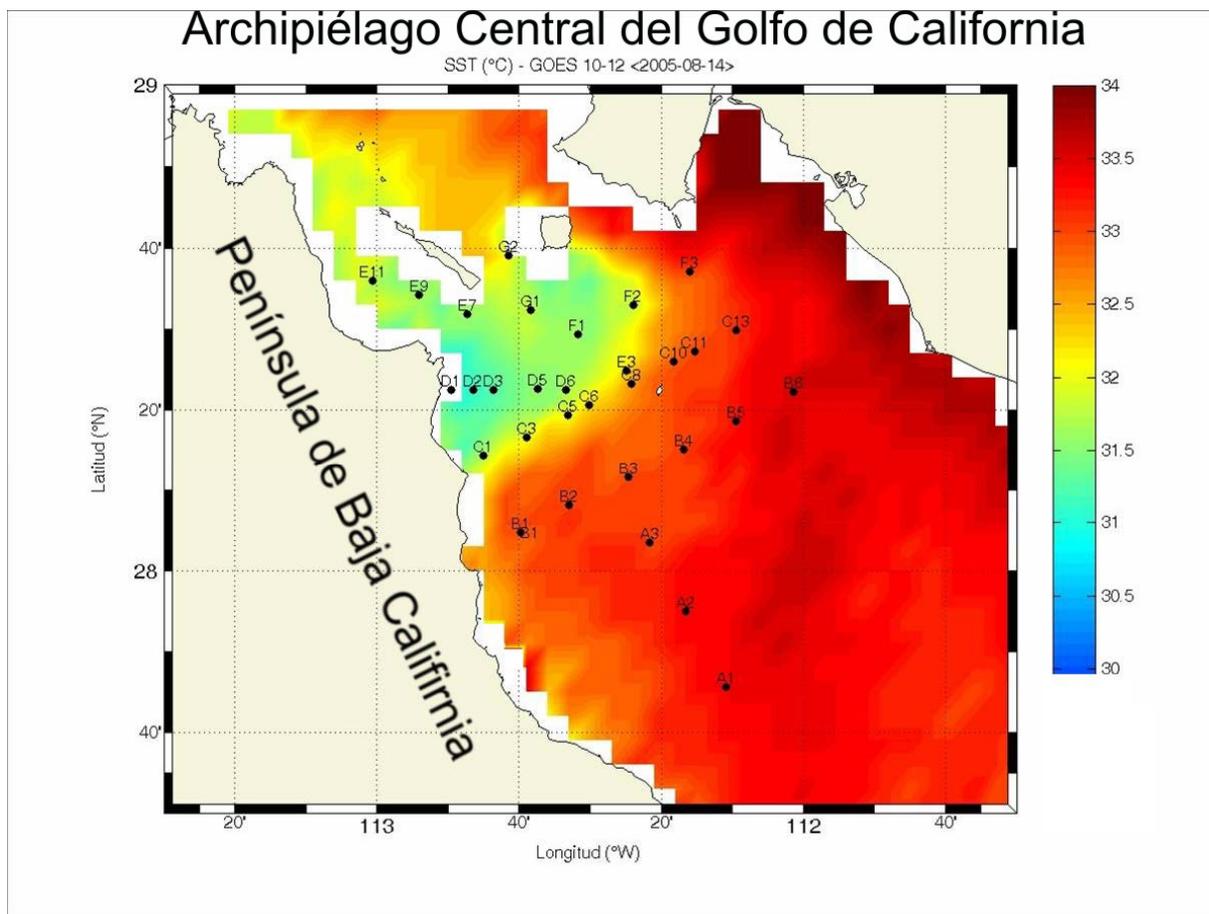
Conocer la distribución vertical de larvas de peces en la zona de un frente térmico en el Golfo de California durante agosto de 2005.

**Objetivo particular**

- Conocer la composición de larvas de peces.
- Determinar grupos de larvas de peces en relación a su ubicación en la columna de agua.
- Conocer la distribución vertical por estados de desarrollo de especies dominantes.
- Relacionar la hidrografía con la distribución vertical de larvas de peces.

## MATERIAL Y MÉTODO

Los muestreos se realizaron en el Golfo de California a bordo del B/O Francisco de Ulloa del 11 al 19 de agosto del 2005, sobre una red de 83 estaciones de muestreo. De las 83 estaciones fueron seleccionadas 32 para el desarrollo de este trabajo; en estas estaciones se muestrearon de uno a cuatro estratos, con un total de 94 muestras. Las estaciones se ubicaron al sur del Archipiélago Central, sobre un frente térmico localizado inmediatamente antes del muestreo mediante imágenes de satélite (Figura 2).



**Fig. 2.** Localización de las estaciones de muestreo sobre mapa con temperatura superficial del mar.

En cada estación se obtuvieron perfiles verticales de temperatura y conductividad con un CTD *SBE-911 plus* fabricado por Sea-Bird Electronics Inc., el cual consta de una unidad submarina a la cual se le fijaron los sensores: presión, temperatura, conductividad, fluorímetro y oxígeno disuelto. Esta unidad sincroniza la adquisición de datos y los envía a través de un cable conductor hacia una unidad de control en cubierta, como se explica detalladamente en Godínez-Sandoval *et al.*, (2005).

Se obtuvieron muestras de agua mediante botellas Niskin de 5 L a dos niveles de profundidad para determinar la concentración promedio de clorofila-*a*. El primer nivel fue en superficie y el segundo en el máximo de fluorescencia según la lectura del CTD de cada estación.

Las muestras de zooplancton fueron recolectadas durante el día (6:30- 20:30 hrs) y la noche (20:31- 6:29 hrs) con una red cónica de cierre-apertura-cierre de 60 cm de diámetro de boca, 250 cm de largo de malla y 505 micras de apertura de malla, a cuatro estratos de profundidad: 0 – 50 m, (nivel 1), 50 – 100 m (nivel 2), 100 – 150 m (nivel 3) y 150 – 200 m (nivel 4). La profundidad de cada estrato fue calculada mediante el método del coseno del ángulo del cable siguiendo las especificaciones de Smith y Richardsson (1979). La profundidad de fondo varió entre 1400 m y 97 m de profundidad, por lo que no en todas las estaciones fue posible obtener muestras de los cuatro estratos. El volumen filtrado fue calculado usando un flujómetro calibrado que se colocó en la boca de la red. En el Anexo 1 se muestra la ubicación de las estaciones, el número de estratos obtenidos en cada estación y el volumen filtrado de cada lance. Las muestras de zooplancton fueron fijadas con una solución de formalina al 4% neutralizada con borato de sodio.

#### **Análisis de laboratorio.-**

Para la determinación espectrofotométrica de clorofila-*a*, se filtraron 1.5 L de agua marina de las muestras, a través de filtros GF/F al vacío (<1/3 atm). Las extracciones de clorofila se hicieron colocando los filtros por 24 horas en 10 ml de acetona al 90% como recomiendan Venrick y Hayward (1984) y utilizando las ecuaciones de Jeffrey y Humphrey

(1975) para calcular la concentración de clorofila-*a*. Estos valores fueron estandarizados a mg / m<sup>3</sup>.

Para la determinación de la biomasa del zooplancton se utilizó el método de volumen desplazado descrito por Kramer *et al.*, (1972) y Beers (1976). El volumen obtenido se normalizó a ml / 1000 m<sup>3</sup> mediante la siguiente formulación:

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

Después de la obtención de la biomasa se separaron las larvas de peces del resto del zooplancton de cada una de las muestras. Las larvas fueron clasificadas de acuerdo a su estado de desarrollo (preflexión, flexión y posflexión) siguiendo los criterios de Kendall (1984) y fueron identificadas taxonómicamente con apoyo de bibliografía especializada como la de Moser *et al.*, (1996), donde se describen las etapas larvianas de más de mil especies.

Los datos obtenidos fueron estandarizados a número de larvas por 10 m<sup>2</sup>. Este método fue utilizado para poder comparar los valores obtenidos con trabajos anteriores en la zona del Pacífico Norte Mexicano, la fórmula es la siguiente:

$$\text{No. de larvas / 10 m}^2 = \left( \frac{(\text{No. de larvas}) (\text{profundidad máxima del lance m})}{(\text{Volumen de agua filtrado m}^3)} \right) 10$$

### **Análisis de datos.-**

#### **Larvas de peces**

A partir de una matriz de abundancia de larvas de peces por estrato/estación se aplicó una prueba no paramétrica de rango para muestras independientes o prueba de U de Mann-Whitney (Mann y Whitney 1947), para evaluar si había diferencia significativa entre los muestreos realizados durante el día y la noche, y para evaluar si había diferencia significativa entre el conjunto de estratos.

Se arreglaron los datos de las muestras en orden creciente (donde  $n_1$  es el tamaño de la muestra 1 y  $n_2$  es el tamaño de la muestra 2), conservando cada valor dentro de su propia muestra; la suma de los rangos de la muestra 1 se denominó como  $R_1$  y la suma de los rangos de la muestra 2,  $R_2$ , aplicándose la siguiente formula:

$$U_1 = n_1 + n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1$$

Una vez calculado  $U_1$  se obtuvo el valor de  $U'$  con la siguiente formula:

$$U' = n_1 n_2 - U$$

Después se comparó el menor de los valores calculados  $U$  ó  $U'$  con el menor de los valores críticos de la tabla de valores críticos para la prueba de  $U$  o prueba de Mann-Whitney para los tamaños de muestras  $n_1$  y  $n_2$  correspondientes, y con un nivel de significación  $\alpha = 0.05$  si el valor calculado es menor que el valor crítico (de la tabla), se rechaza  $H_0: \mu_1 = \mu_2$  (Marques de Cantú 1990).

Para obtener grupos de estratos con base en una matriz de abundancia de larvas de peces, se aplicó un análisis de clasificación numérica utilizando el índice de disimilitud de Bray-Curtis, debido a que éste es suficientemente robusto para datos de zooplancton porque no da peso a las dobles ausencias (Bray y Curtis 1957, Field *et al.*, 1982); esto se realizó por medio del programa estadístico ANACOM. Antes de la aplicación del mismo se consideró lo siguiente:

- 1) Se eliminaron las especies con porcentaje de abundancia  $< 0.06\%$  con la finalidad de suprimir las especies poco representativas biológicamente.
- 2) La matriz de datos fue transformada a raíz cuarta siguiendo las recomendaciones de Field *et al.*, (1982).

El dendrograma resultante fue obtenido mediante el método de unión flexible con una  $\alpha = -0.25$  (Sokal y Sneath 1963), mediante el programa ANACOM.

Posteriormente se aplicó a cada grupo definido por el dendrograma la prueba de Olmstead-Tukey para caracterizar el conjunto de especies que conformaron cada grupo. Esta prueba denomina a las especies de la siguiente forma; D = dominantes (especies que tienen valores relativos de frecuencia y abundancia por arriba de la media aritmética); O = ocasionales (especies con una abundancia relativa que está por arriba de su valor promedio, y con una frecuencia relativa debajo de su media aritmética); C = constantes (especies que tienen valores de frecuencia relativa por arriba de su promedio y una abundancia relativa por debajo de su media aritmética); R = rara (los valores relativos tanto de la frecuencia como de la abundancia se encuentran por debajo de su media aritmética) (Sokal y Rohlf 1985; modificada por García de León 1988, González-Acosta 1998).

Para las especies dominantes de cada grupo se realizaron mapas de distribución horizontal por estrato con el programa Surfer versión 8. De estas especies se eligieron las que estuvieron representadas en los 4 estratos de profundidad y se hicieron mapas de distribución horizontal por estratos por estado de desarrollo.

### **Hidrografía e indicadores del ambiente**

Se realizaron mapas de distribución horizontal de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en las siguientes profundidades: 2 m, 50 m, 100 m, 150 m y 200 m.

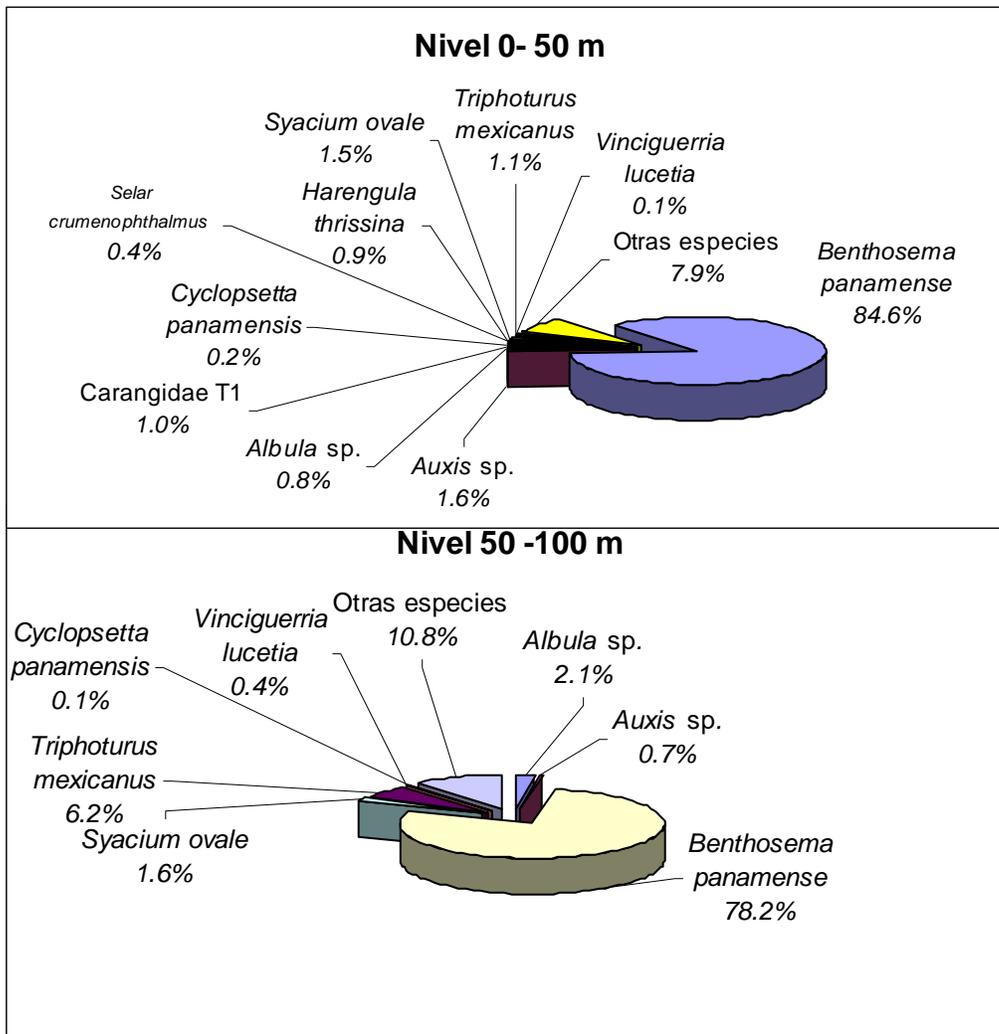
Así mismo, se realizaron mapas de distribución horizontal de clorofila-*a* en superficie y a la profundidad del máximo de fluorescencia registrado en cada estación; por otra parte se realizaron mapas de biomasa de zooplancton en los cuatro estratos muestreados.

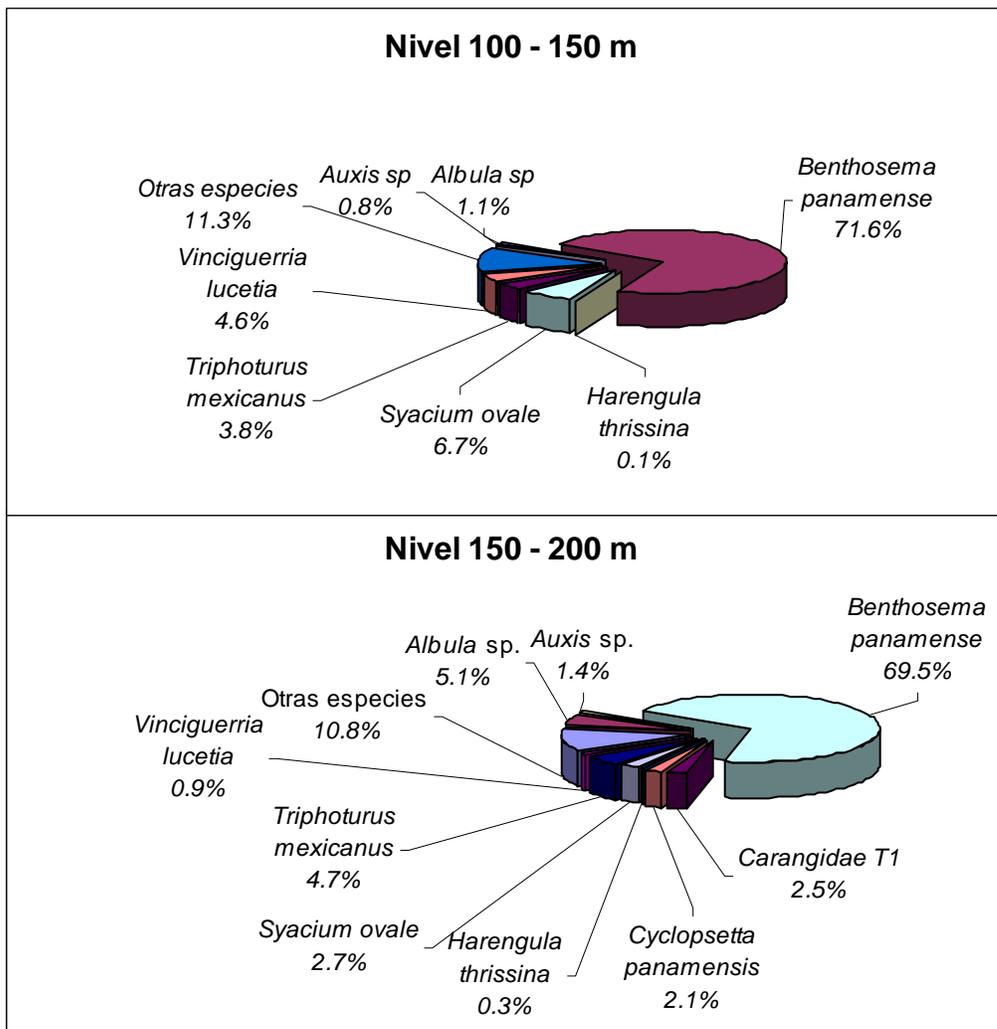
Se realizaron perfiles verticales, en donde se superponen los grupos definidos por el dendrograma, los cuales fueron procesados por el grupo de Oceanografía Física del CICESE encabezado por el Dr. Lavín.

**RESULTADOS**

**Larvas de peces.-**

Se identificaron 5779 larvas de peces, las cuales estuvieron representadas en 123 taxa (Anexo 2). La especie *B. panamense* fue la mas abundante y frecuente en los cuatro niveles de profundidad, conformando más del 69 % en todos los niveles. Las especies que siguieron en abundancia a *B. panamense* en los cuatro niveles fueron: *Syacium ovale*, *Triphoturus mexicanus*, *Albula* sp. y *Auxis* sp. con porcentajes menores de 7% (Figura 3).





**Fig. 3.** Abundancias relativas de las especies dominantes por estratos de profundidad al sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).

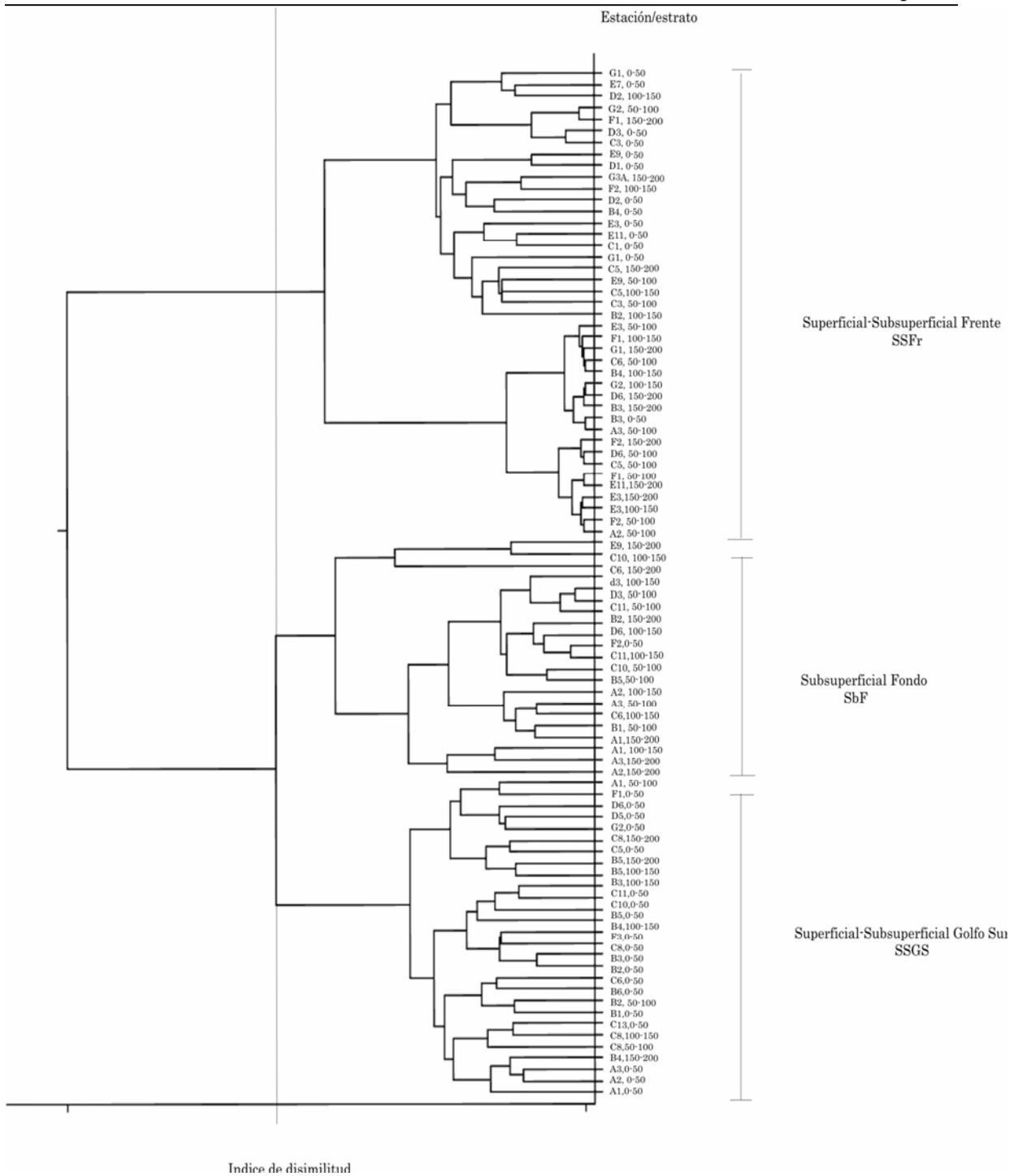
La prueba de Mann-Whitney mostró los siguientes resultados para el caso de la matriz día-noche: no hubo diferencia estadísticamente significativa, debido a que se obtuvo una  $U'=106$  con  $\alpha= 0.05$  en un rango de valores críticos entre 170 y 82, por lo tanto se acepta  $H_0: \mu_1=\mu_2$ .

Para el caso de la matriz de estratos, sin tomar en cuenta el día y la noche (89 estratos), se obtuvieron los siguientes resultados: se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el nivel 1 (0-50 m) y el resto de los niveles, con una  $U' = 27$  para el nivel 1 y nivel 2,  $U' = 15.5$  para el nivel 1 y nivel 3, y  $U' = 4.5$  para el nivel 1 y nivel 4; en todos los casos con un  $\alpha = 0.05$  por lo que se rechaza la  $H_0: \mu_1 = \mu_2$  (Tabla I).

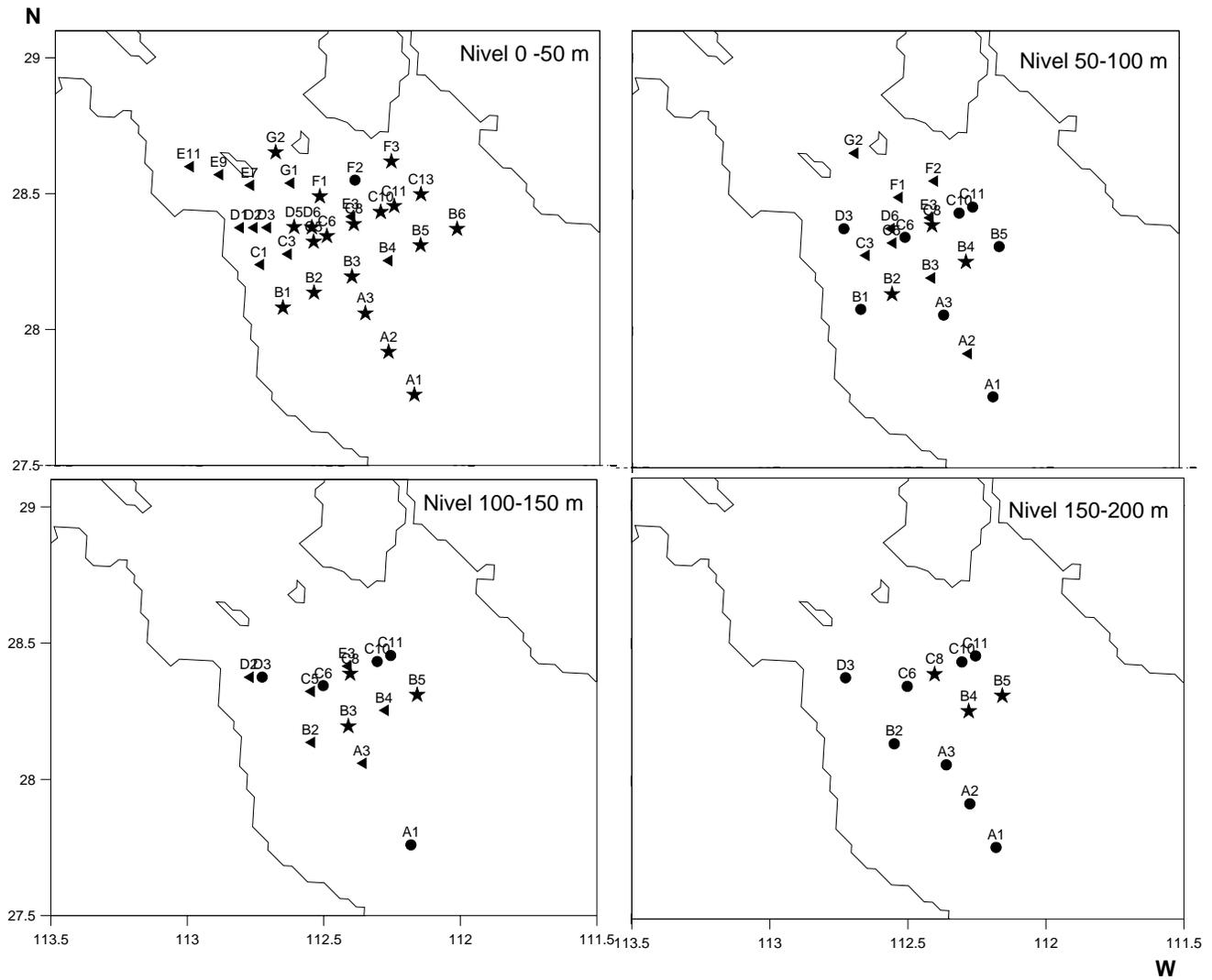
**Tabla I.** Prueba no paramétrica de Mann-Whitney (Mann y Whitney 1947) aplicada a una matriz de abundancia total de larvas de peces por estratos de profundidad, de datos provenientes del sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).

Nivel 1 / Nivel 2	Nivel 1 / Nivel 3	Nivel 1 / Nivel 4	Nivel 2 / Nivel 3	Nivel 2 / Nivel 4	Nivel 3 / Nivel 4
<b>27</b> (37, 93)	<b>15.5</b> (33, 84)	<b>4.5</b> (11, 45)	<b>46.5</b> (27, 72)	<b>24.5</b> (12, 43)	<b>20.5</b> (9,36)
DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	NO DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	NO DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	NO DIFERENCIA SIGNIFICATIVA

El índice de disimilitud de Bray Curtis y el método de ligamiento flexible definieron tres grupos de estratos a un nivel de corte cercano a uno, que por la profundidad de la mayoría de los estratos que conformaron a cada grupo y su localización fueron denominados como: Superficial-Sub-superficial Golfo Sur (de aquí en adelante referido como **SSGS**), Sub-superficial-Fondo (**SbF**) y Superficial-Sub-superficial Frente (**SSFr**) (Figura 4 y 5).



**Fig. 4.** Dendrograma obtenido mediante el índice de disimilitud de Bray–Curtis definiendo tres grupos en la zona sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).



Grupos: Superficial Sub-superficial Golfo Sur (SSGS ★), Superficial Sub-superficial Frente (SSFr ▲) y Sub superficial Fondo (SbF ●)

**Fig. 5.** Localización de grupos definidos por el índice de disimilitud de Bray–Curtis en la zona sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).

El grupo **SSGS** (★) estuvo conformado en su mayor parte por estratos de 0-50 m y de 50-100 m de profundidad que se ubicaron en la zona Central del Golfo. En este grupo se registraron 109 taxa con un promedio de abundancia de 927 larvas / 10 m<sup>2</sup>. Las especies dominantes fueron *Albula* sp, *Auxis* sp, *Benthoosema panamense*, Carangidae T1, *Cyclopsetta panamensis*, *Harengula thrissina*, *Selar crumenophthalmus*, *Syacium ovale*, *Triphoturus mexicanus* (Tabla II, Anexo 3).

El grupo **SSFr** (▲) estuvo conformado en su mayor parte por estratos de 0-50 m y de 50-100 m de profundidad que se ubicaron sobre la mayor variación térmica superficial al sur de Isla Ángel de la Guarda. En este grupo se registraron 44 especies con una abundancia promedio de 97 larvas / 10 m<sup>2</sup>. La especie dominante fue *B. panamense* la cual se asocio con *Albula* sp. y Gobiidae T7, estas últimas en menor abundancia que *B. panamense* (Tabla II, Anexo 4).

El grupo **SbF** (●) estuvo conformado en su mayoría por estratos con profundidades >50 m, ubicándose en toda la zona de estudio. En este grupo se registraron 28 taxa con una abundancia promedio de 126 larvas / 10 m<sup>2</sup>. *B. panamense* y *V. lucetia* fueron las especies dominantes las cuales se asociaron a *Antennarius avalonis* y *T. mexicanus*, éstas últimas con menor abundancia que las dos primeras (Tabla II, Anexo 5).

**Tabla II.** Especies dominantes obtenidas mediante la prueba de Olmstead-Tukey en los grupos de estratos definidos en la zona sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005): **Superficial Sub-superficial Golfo Sur (SSGS)**, **Sub-superficial Fondo (SbF)** y **Superficial Sub-superficial Frente (SSFr)**. X = abundancia promedio, %FO = porcentaje de la frecuencia de ocurrencia

<b>Grupo</b>	<b>Especies dominantes</b>	<b>X</b>	<b>%FO</b>
<b>SSFr</b>	<i>Bentosema panamense</i>	84.61	100.00
<b>SbF</b>	<i>Bentosema panamense</i>	103.07	76.19
	<i>Vinciguerria lucetia</i>	54.12	14.29
<b>SSGS</b>	<i>Albula</i> sp	5.32	50.00
	<i>Auxis</i> sp	34.23	64.29
	<i>Bentosema panamense</i>	14.24	100.00
	Carangidae T1	6.61	35.71
	<i>Cyclopsetta panamensis</i>	5.81	21.43
	<i>Harengula thrissina</i>	8.37	14.29
	<i>Selar crumenophthalmus</i>	7.14	14.29
	<i>Syacium ovale</i>	3.82	60.71
	<i>Triphoturus mexicanus</i>	14.66	42.86

La distribución vertical por estrato de profundidad de larvas de las especies dominantes se muestra a continuación:

Las larvas de *B. panamense* se distribuyeron en toda el área de estudio, con alta abundancia y frecuencia en los cuatro estratos muestreados, observándose que decrece de superficie a fondo (Figura 6).

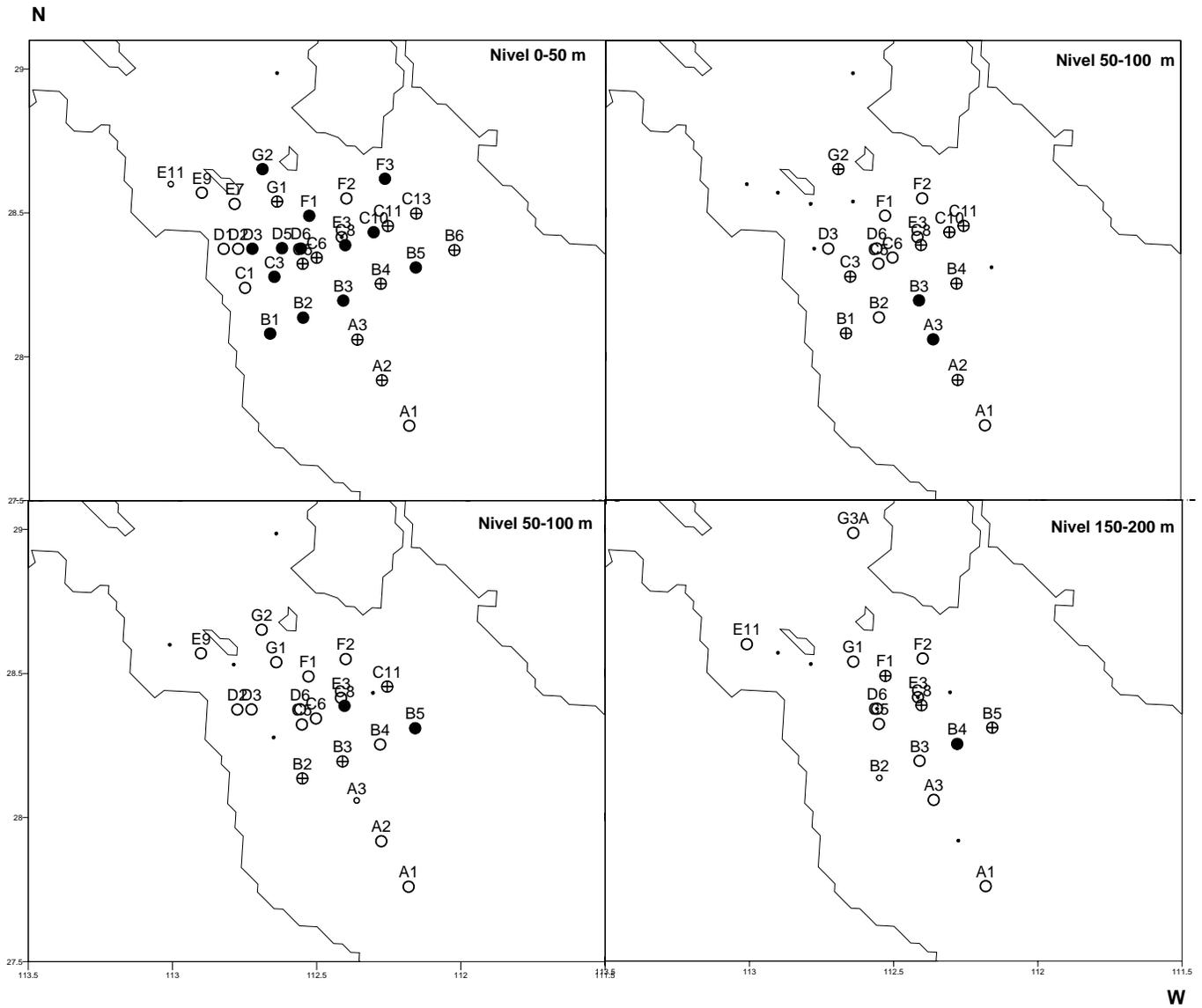
Las larvas de *T. mexicanus* y *V. lucetia* se distribuyeron en el área correspondiente al grupo **SSGS** y **SbF**, resaltando el hecho de que las larvas de *T. mexicanus* se presentaron en los niveles profundos de la zona del cambio térmico superficial y las larvas de *V. lucetia*

no se registraron en esa zona. Por otro lado, las larvas de ambas especies se distribuyeron en toda la columna de agua, la primera con mayor abundancia en el estrato de 50-100 m y la segunda en el estrato de 100-150 m (Figura 7 y 8).

Las larvas de *Albula* sp., *Auxis* sp. y *H. thrissina* se distribuyeron en la zona del grupo **SSGS** y **SSFr** y en toda la columna de agua con mayor abundancia en el nivel superficial, aunque la última especie con menor presencia que las dos primeras (Figura 9, 10 y 11).

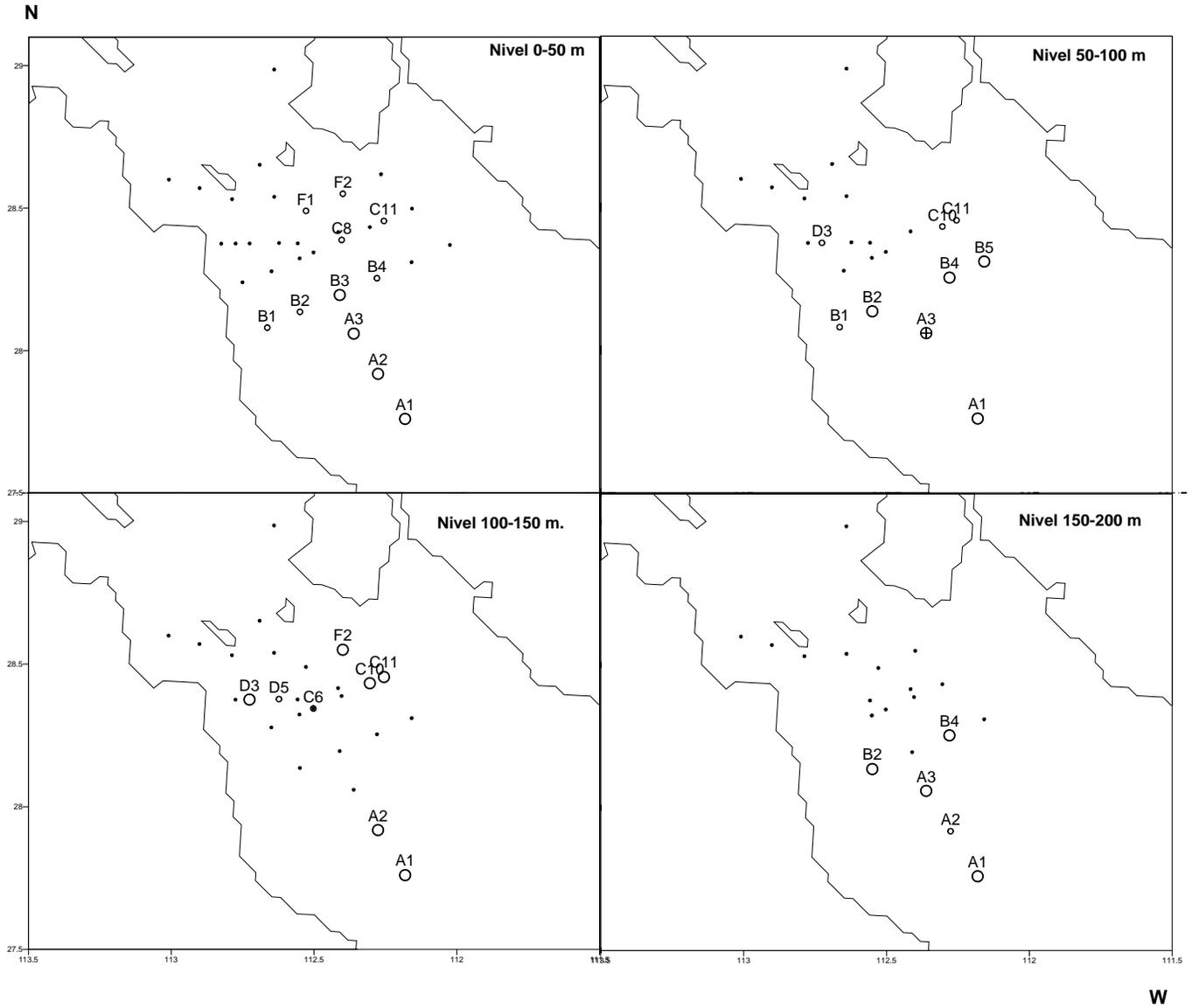
Las larvas de *S. ovale*, Carangidae T1 y *C. panamensis* se restringieron a la zona del grupo **SSGS** y se presentaron en toda la columna de agua con mayor abundancia en el nivel superficial, aunque las dos últimas con menor presencia que las larvas de *S. ovale* (Figura 12, 13 y 14).

Las larvas de *S. crumenophthalmus* se restringieron a la zona oeste del **SSGS** en los límites con el grupo **SSFr** y en los estratos superficial y profundo de la columna de agua (Figura 15).



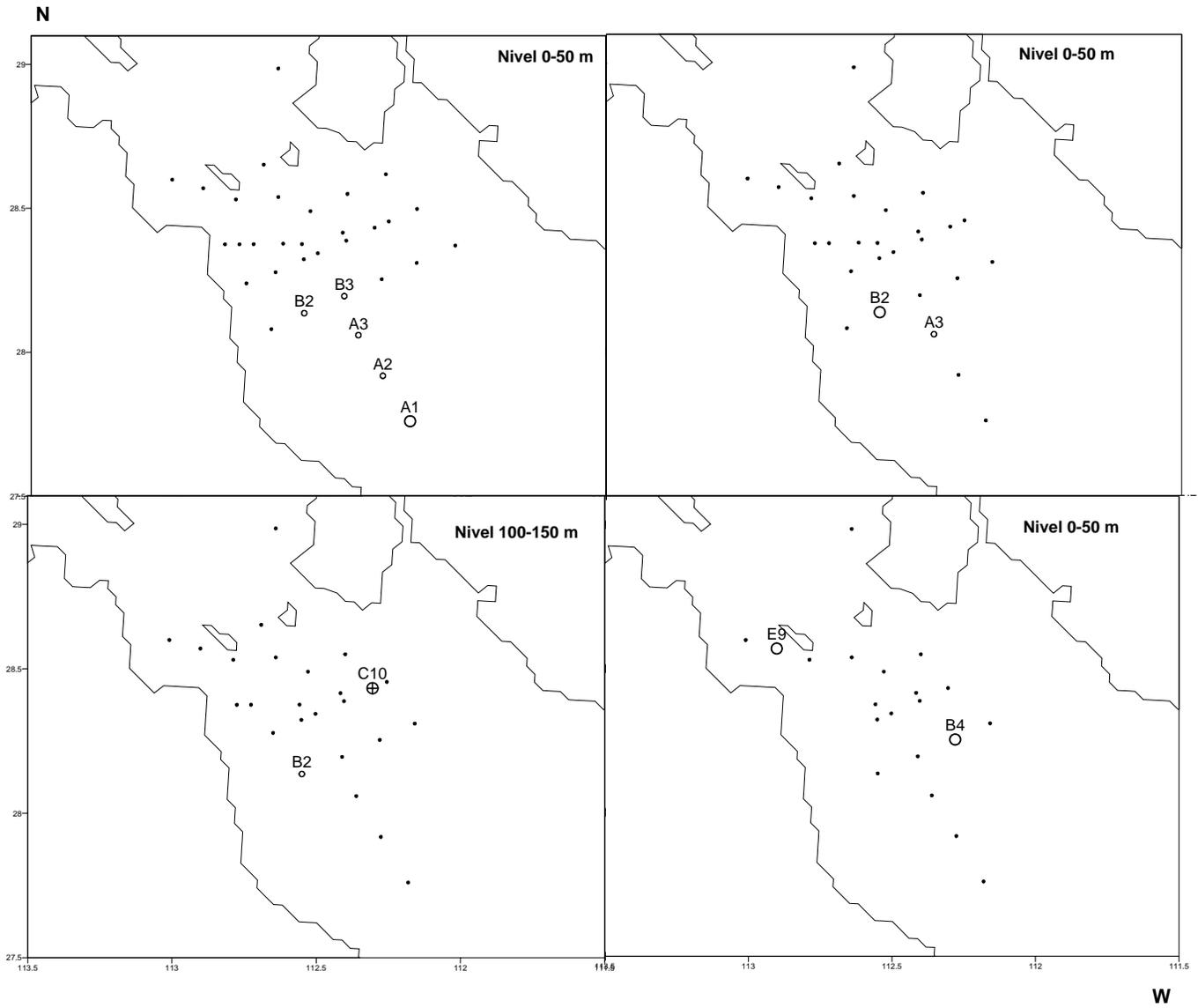
Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 6.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *Benthosema panamense* en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).



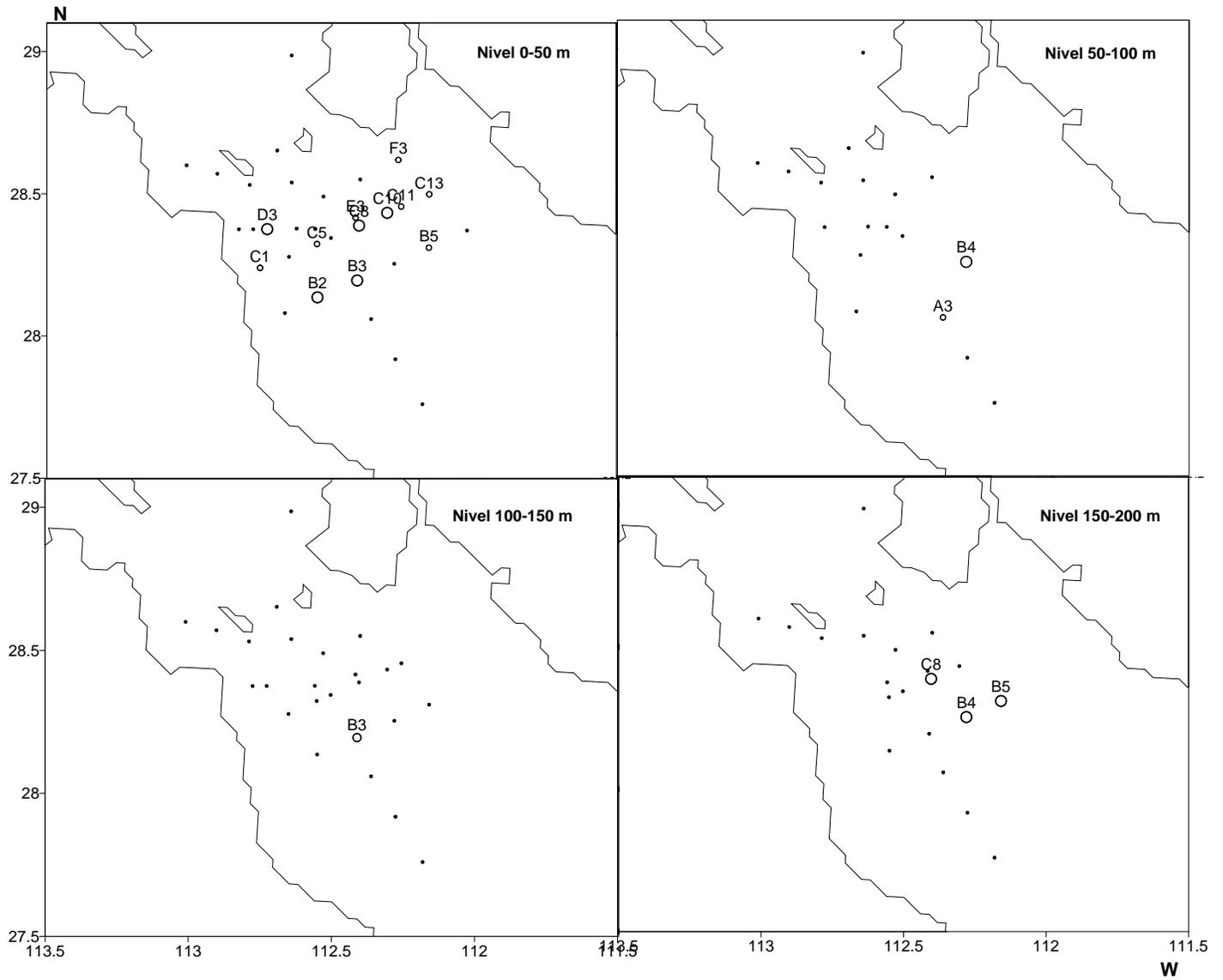
Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 7.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *Triphoturus mexicanus* en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).



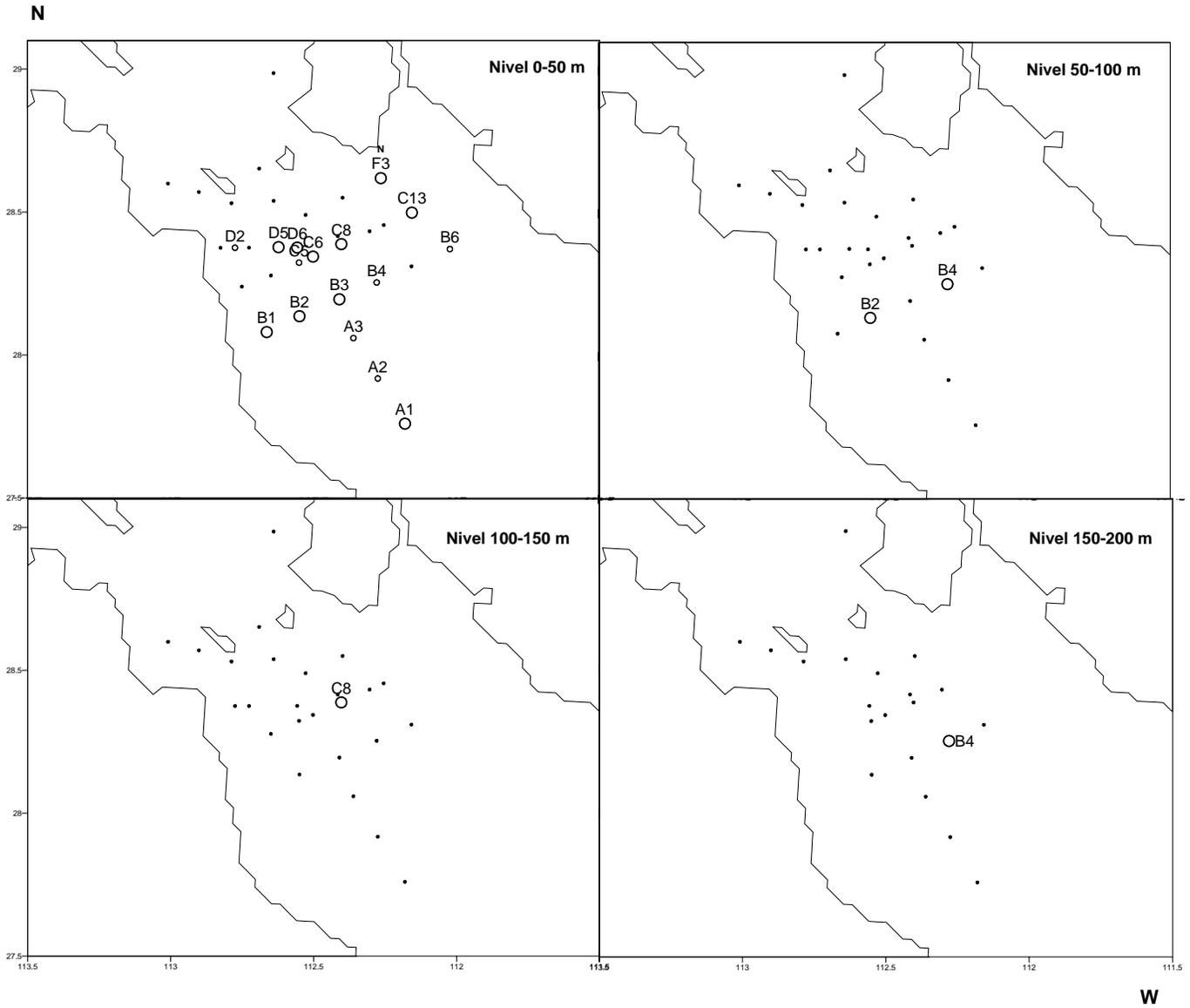
Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 8.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *Vinciguerria lucetia* en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).



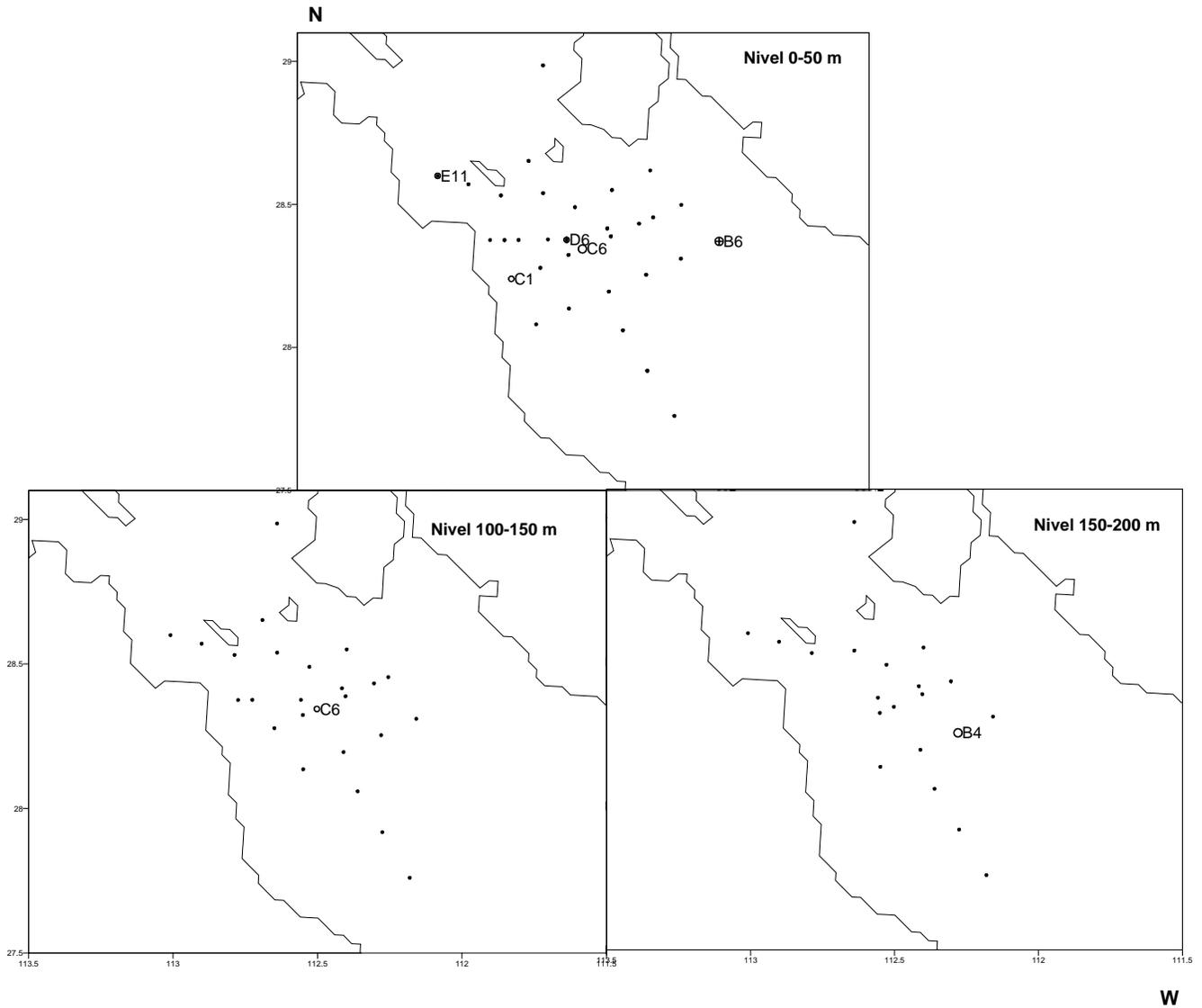
Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 9.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *Albula* sp. en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).



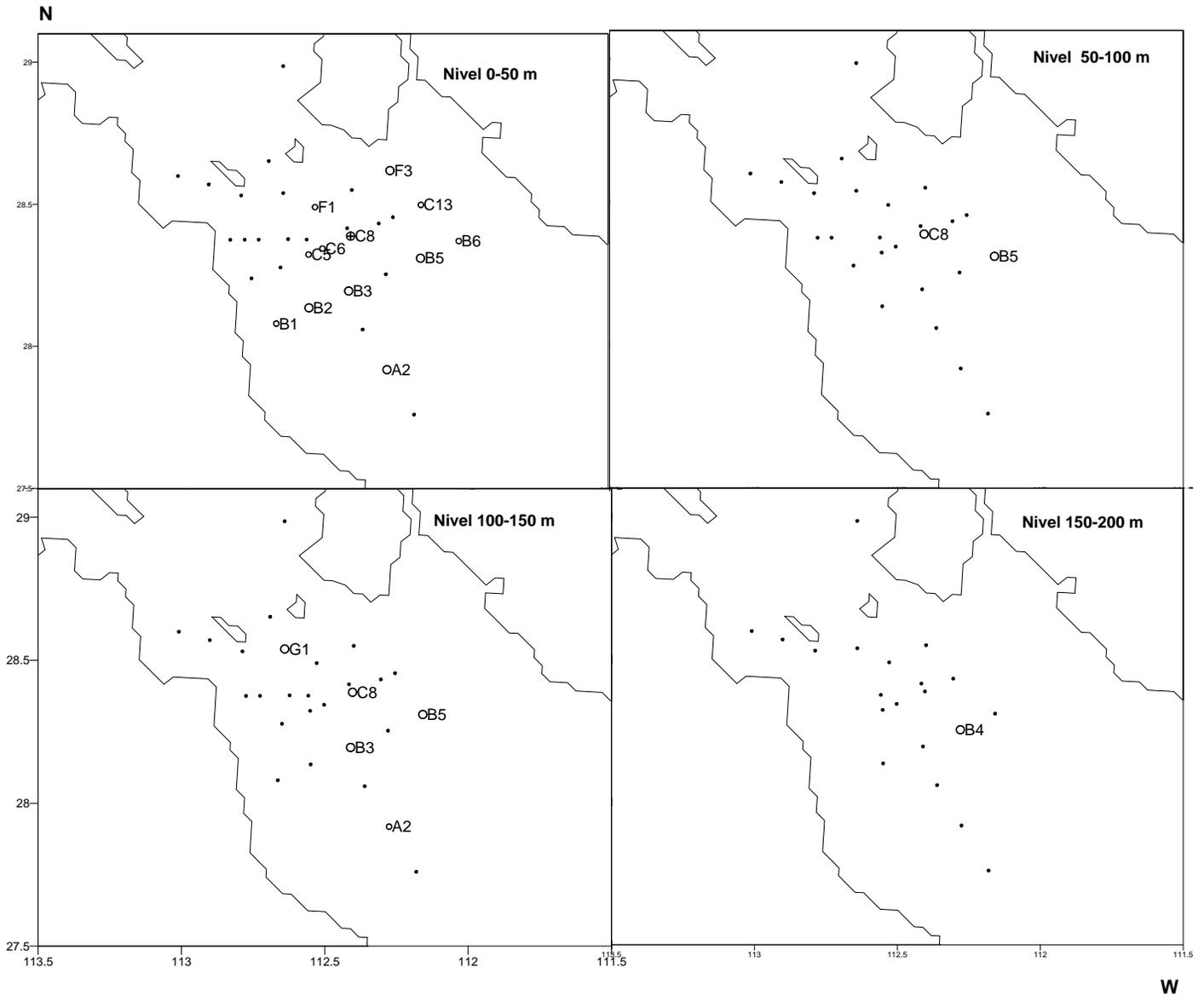
Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1-10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 10.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *Auxis* sp. en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).



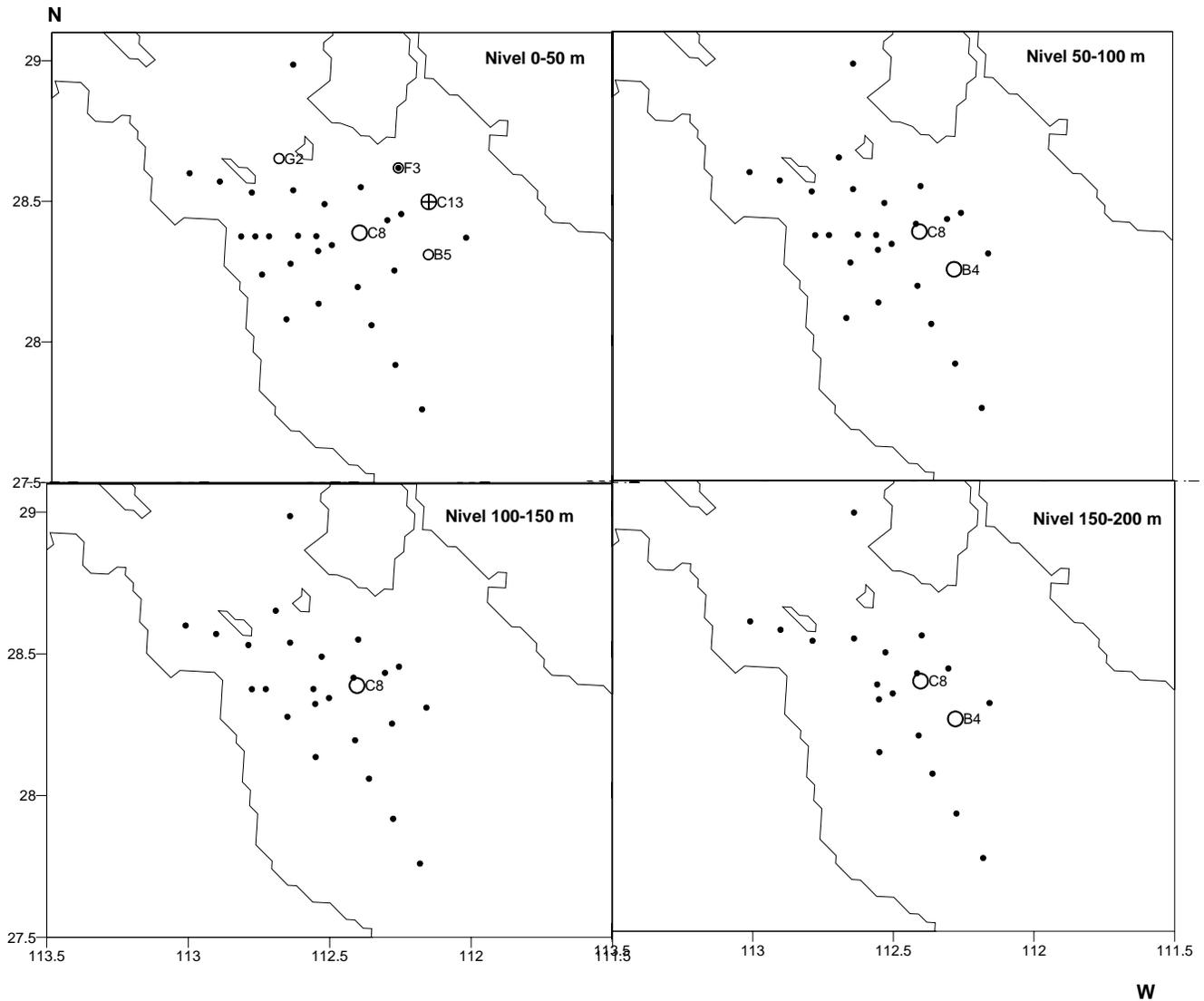
Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 11.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *Harengula thrissina* en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).



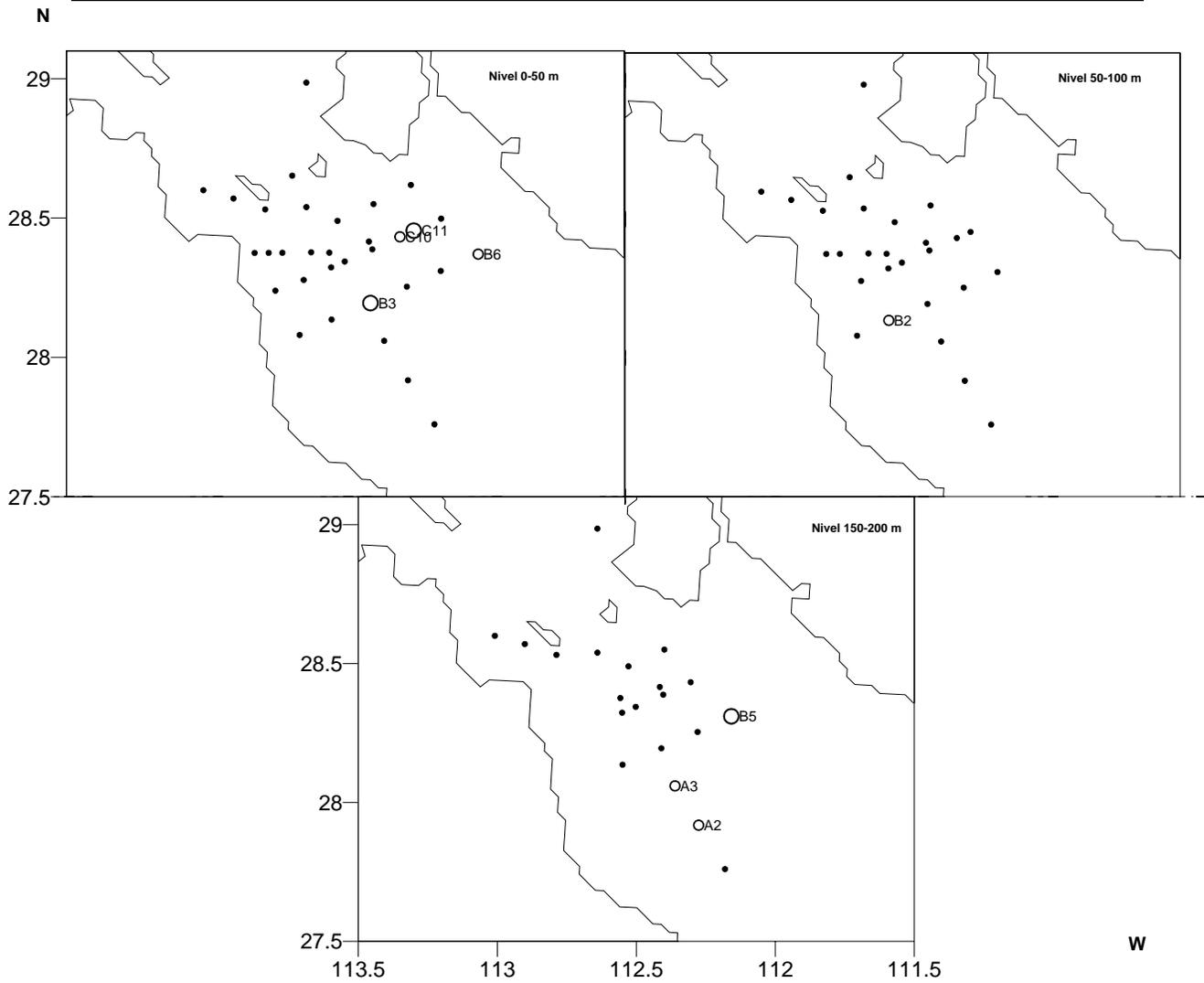
Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 12.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *Syacium ovale* en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).



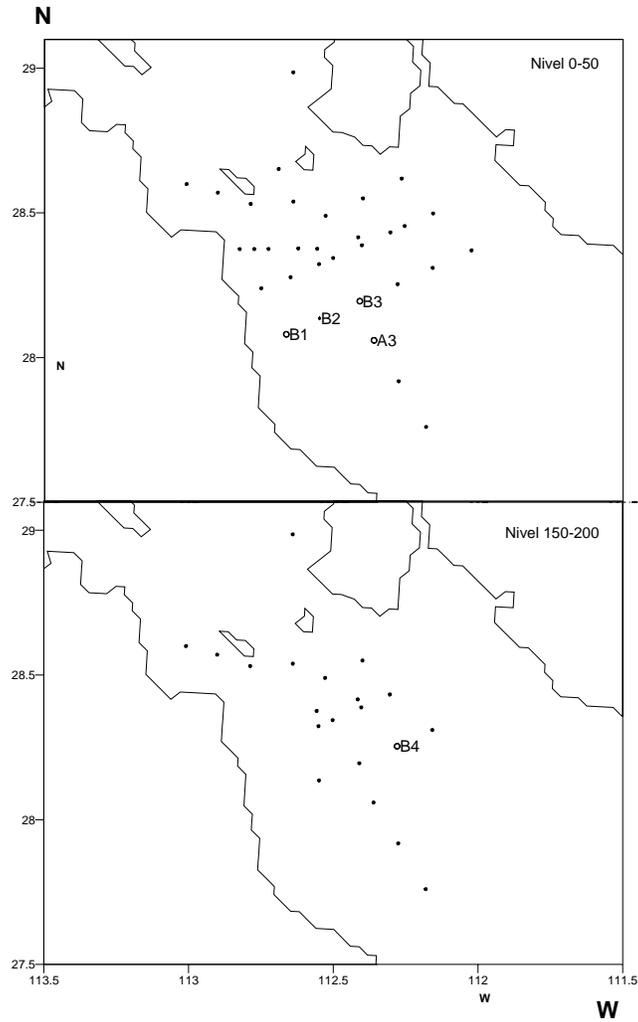
Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 13.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de Carangidae T1 en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).



Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 14.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *Cyclopsetta panamensis* en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).



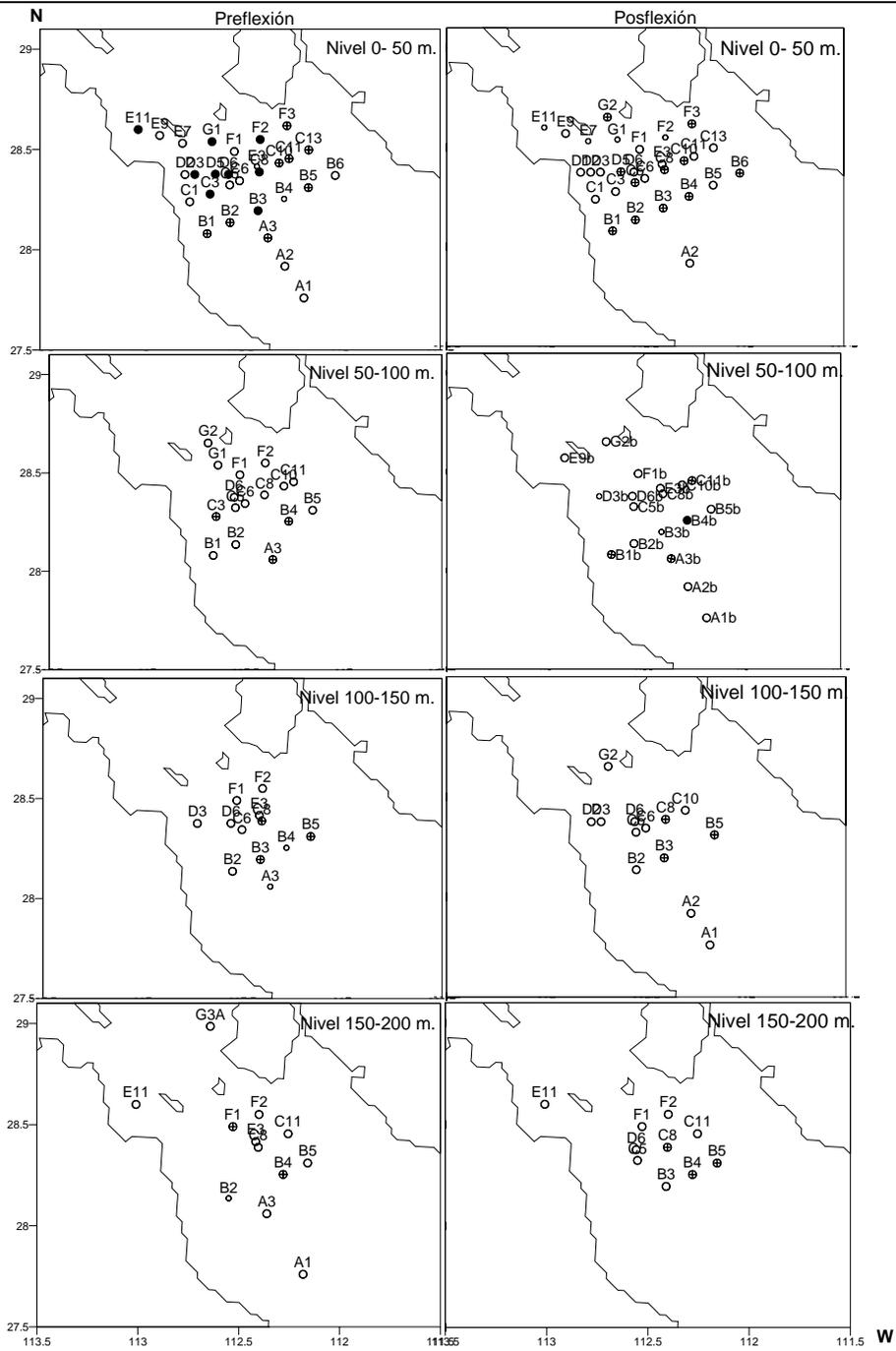
Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 15.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *Selar crumenophthalmus* en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).

La distribución vertical de algunas especies por estado de desarrollo mostró lo siguiente:

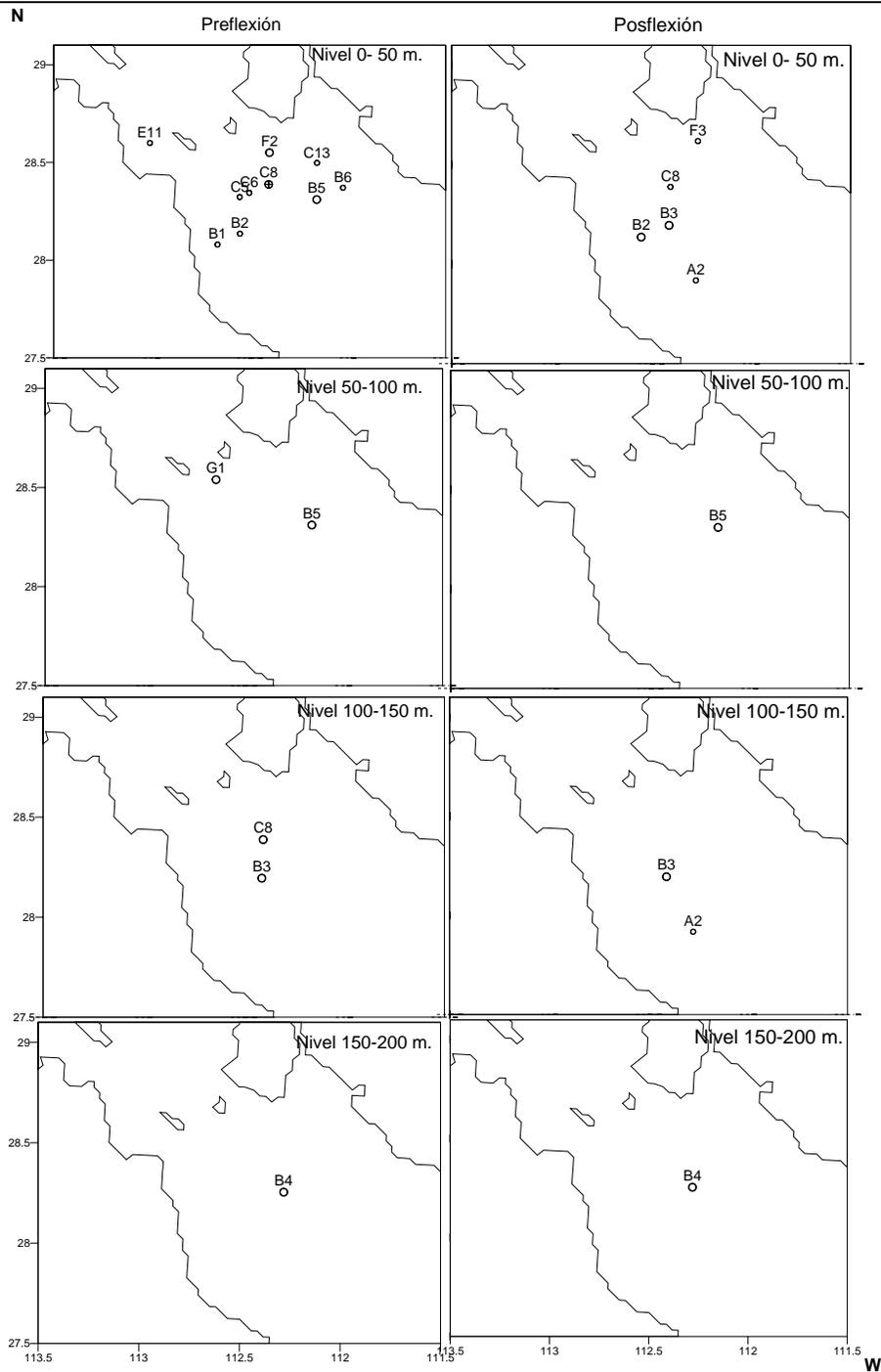
Las larvas de *B. panamense* y *S. ovale* en estado de preflexión y posflexión mostraron en cuanto a su abundancia decrece de superficie a fondo (Figura 16 y 17).

Las larvas de *T. mexicanus* en estado de preflexión mostraron en su abundancia que decrece de superficie a fondo, y por el contrario las larvas en estado posflexión, aumentaron su abundancia en el nivel de 100-150 m de profundidad (Figura 18).



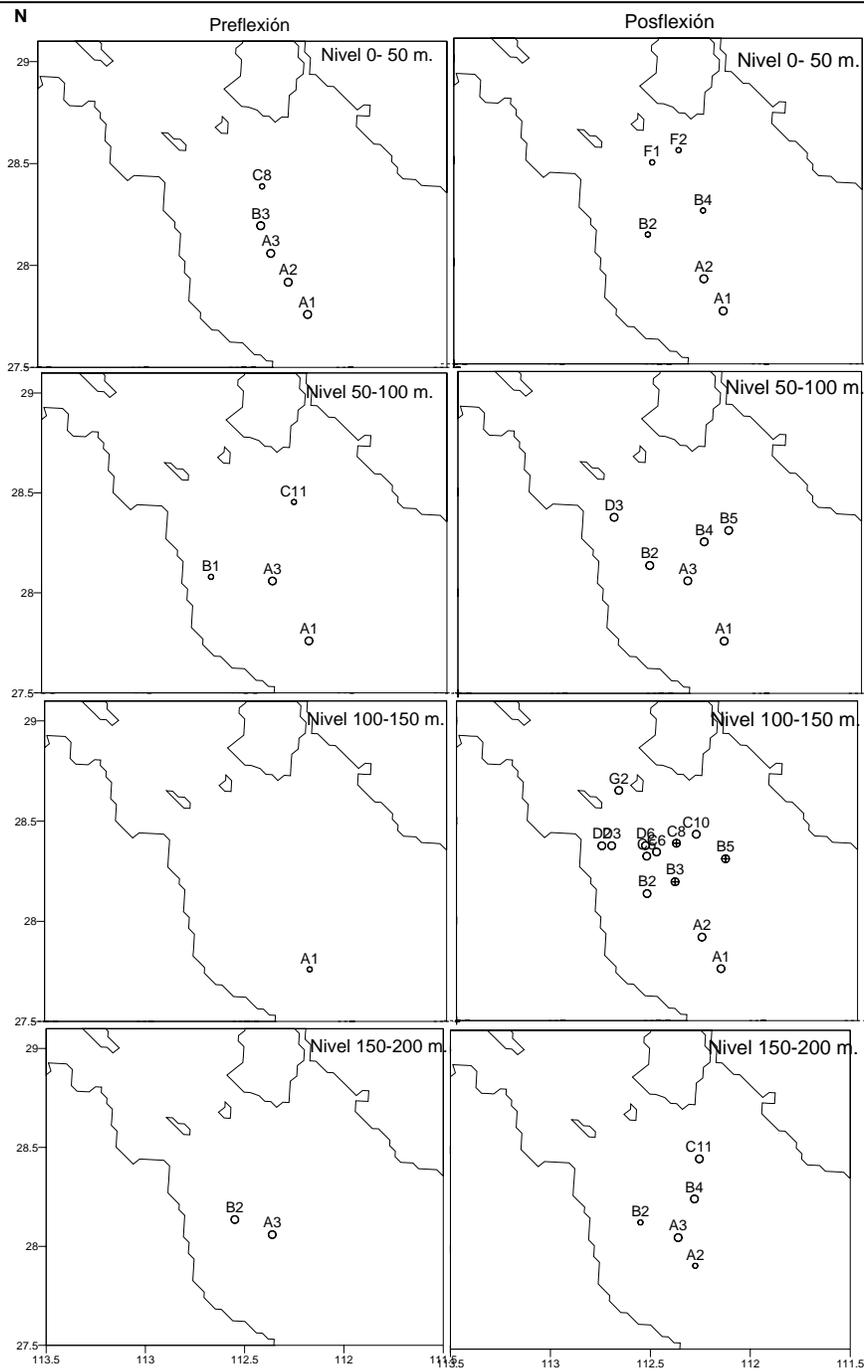
Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 16.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *B. panamense* por estado de desarrollo en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).



Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 17.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *S. ovale* por estado de desarrollo en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005)



Abundancia de larvas de peces 10/m<sup>2</sup> ○ 0.1- 10 ○ 10.1-100 ⊕ 100.1-500 ● >500.1

**Fig. 18.** Distribución horizontal por estratos de profundidad de larvas de *T. mexicanus* por estado de desarrollo en el sur del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto 2005).

**Hidrografía e indicadores del ambiente.-**

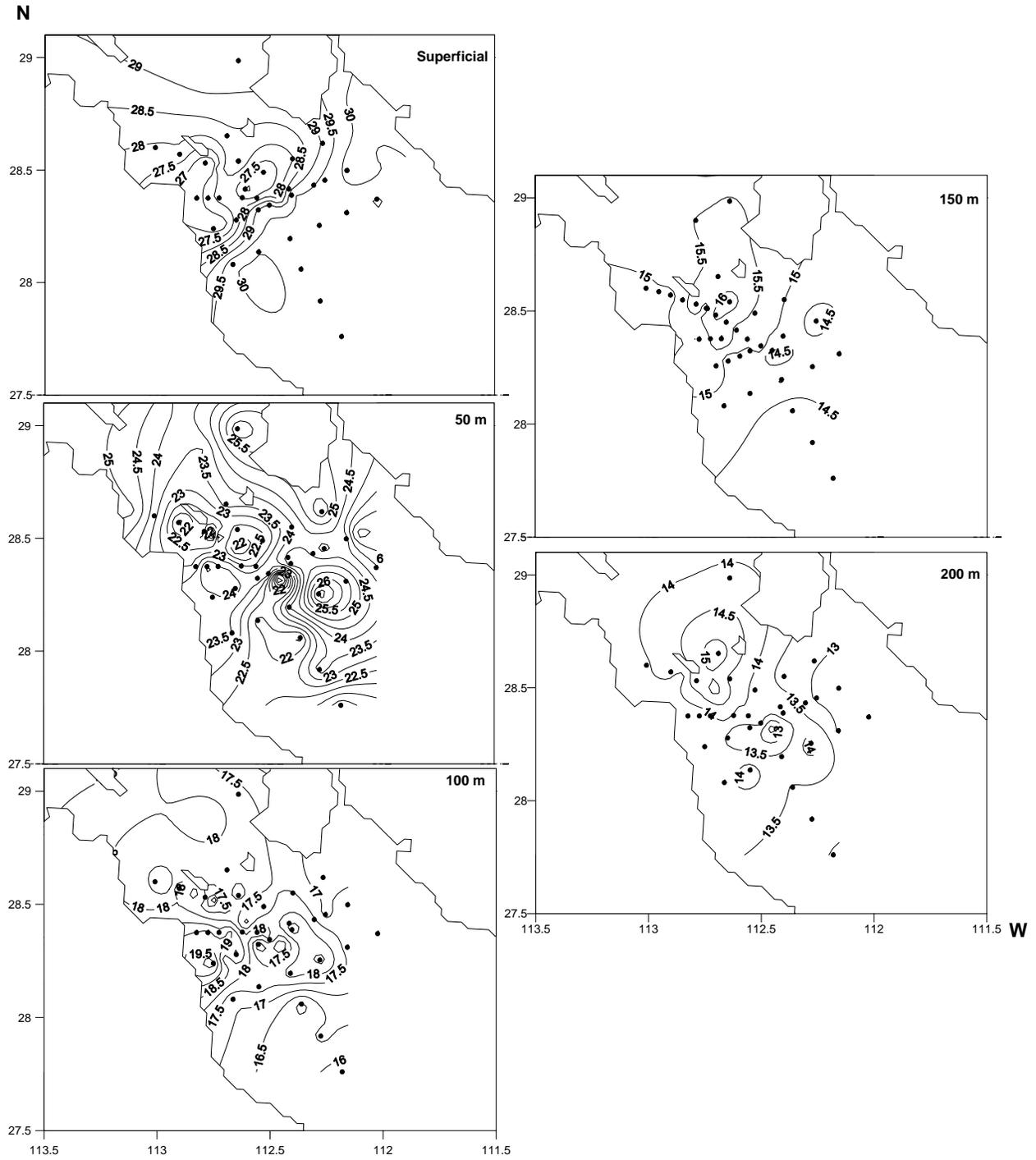
La temperatura superficial del mar mostró la presencia de un frente térmico; debido a la variación de hasta 4°C, ubicándose al sur del Archipiélagos Central del Golfo de California, entre los 28.1 - 29.1 Lat °N y 113.20 - 133.40 Long °W aproximadamente, el cambio de temperatura en la vertical decreció de superficie a fondo presentando un intervalo de 7 °C a los 50 m, por otro lado a los 150 y 200 m de profundidad el intervalo de temperatura fue de 2.5 °C (Figura 19).

La distribución horizontal de la salinidad superficial muestra un ligero aumento hacia la parte norte del área de estudio. En la distribución vertical se observó un descenso en la concentración de superficie a fondo, con ~35.20 ups en superficie y ~34.80 ups a los 200 m de profundidad presentando un patrón similar a la concentración superficial es decir presentó un ligero aumento hacia la parte norte del área de estudio (Figura 20).

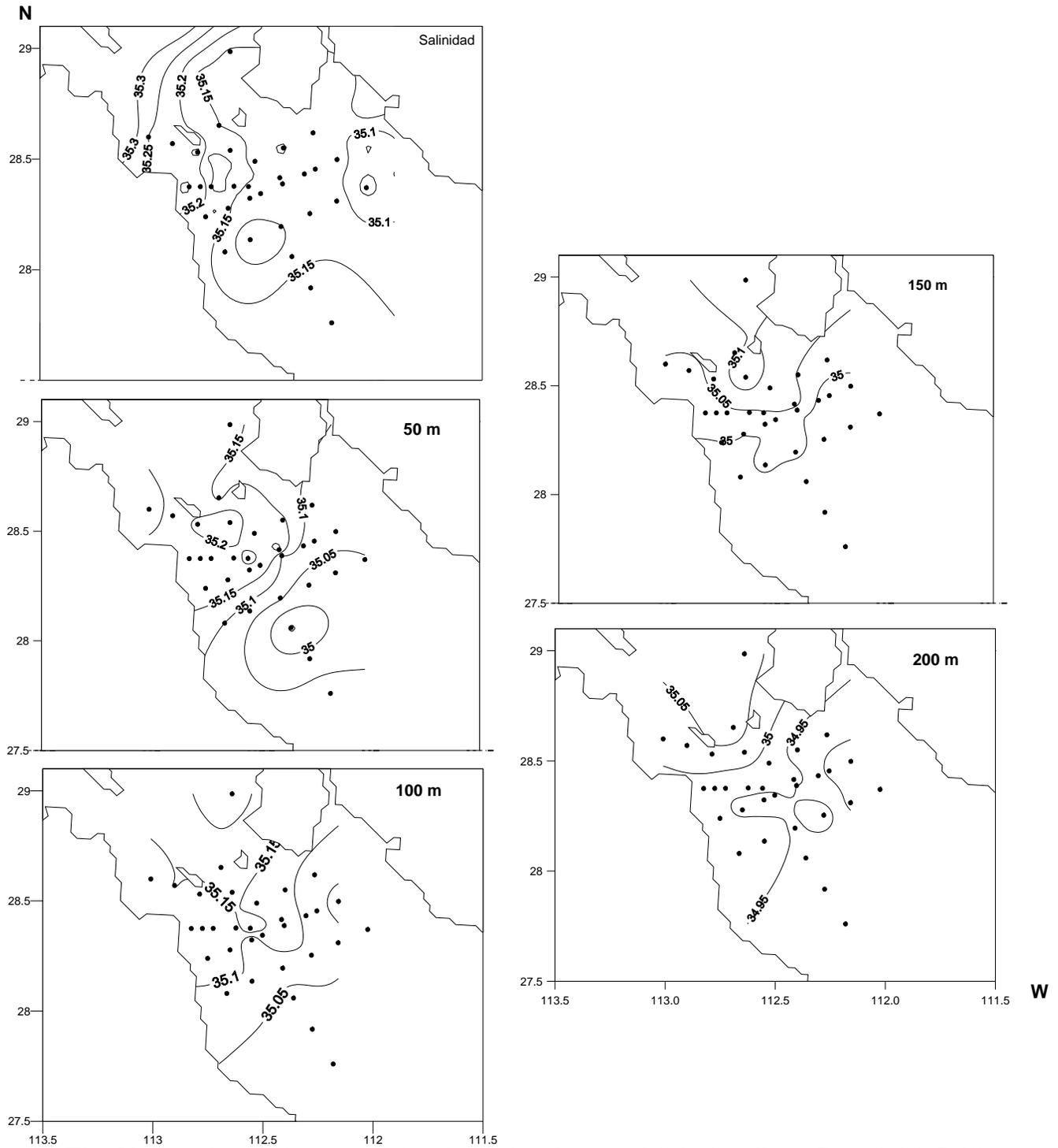
La distribución horizontal del oxígeno disuelto en superficie presentó los máximos valores (4.0 - 4.9 mL / L) decreciendo gradualmente de noroeste a suroeste del área de estudio. Conforme aumentó la profundidad la concentración de oxígeno decreció, con un intervalo de 4.10 a 2.80 mL / L a los 50 m y como mínimo 0.80 a 1.60 mL / L a los 200 m de profundidad (Figura 21).

La distribución superficial de la concentración de clorofila-*a*, con valores de 0.03 a 2.75 mg / m<sup>3</sup>, y la concentración a la profundidad del máximo de clorofila, con un intervalo de 0.03 a 3 mg / m<sup>3</sup>, mostraron sus máximos sobre la zona del frente térmico (Figura 22).

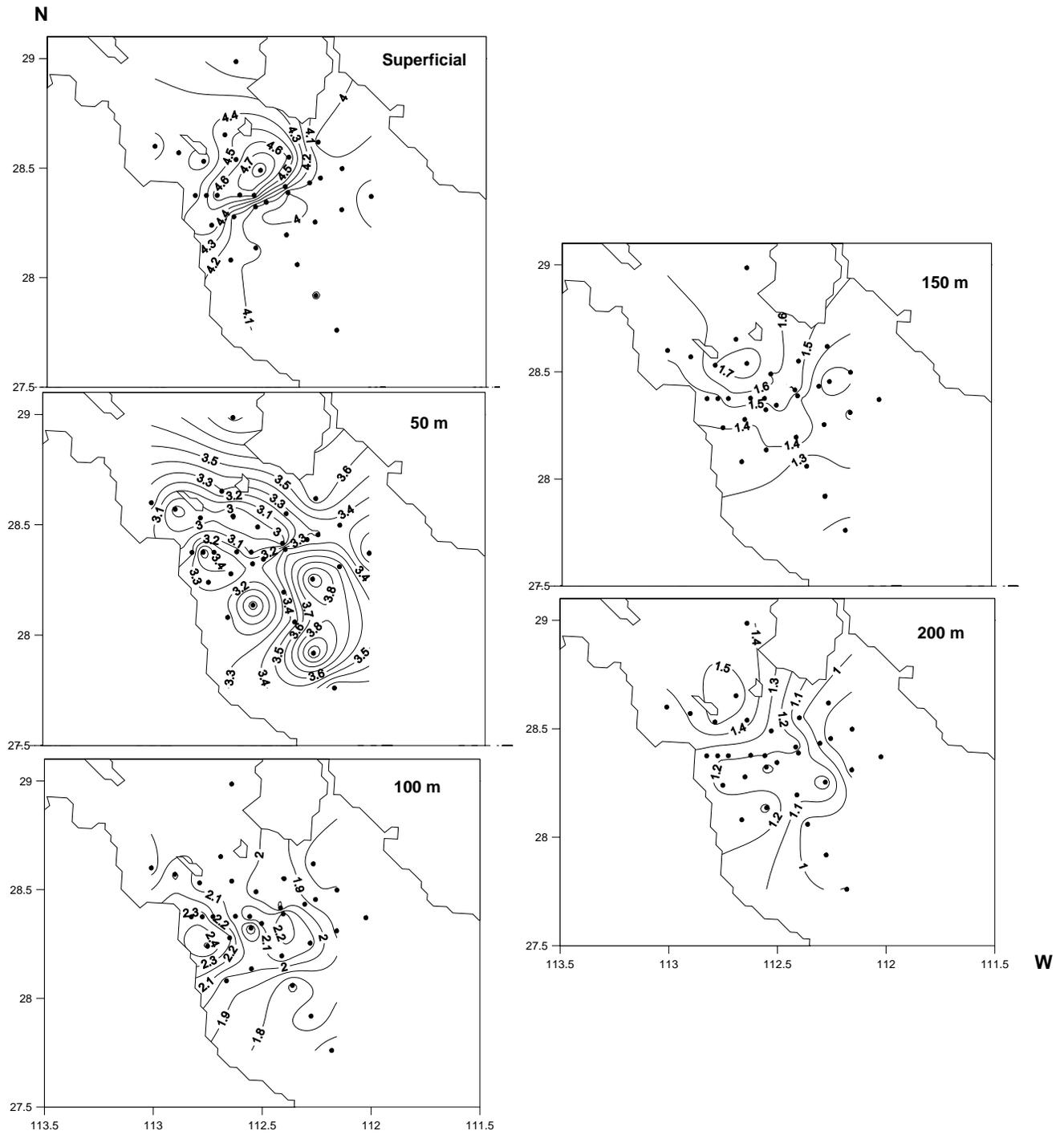
La distribución horizontal de la biomasa del zooplancton en el estrato de 0-50 m mostró valores > 300 mL/ 1000 m<sup>3</sup>, tendiendo a concentrarse en el frente térmico. A partir de 50 m de profundidad se presentaron valores de biomasa < 100 mL/1000 m<sup>3</sup> (Figura 23).



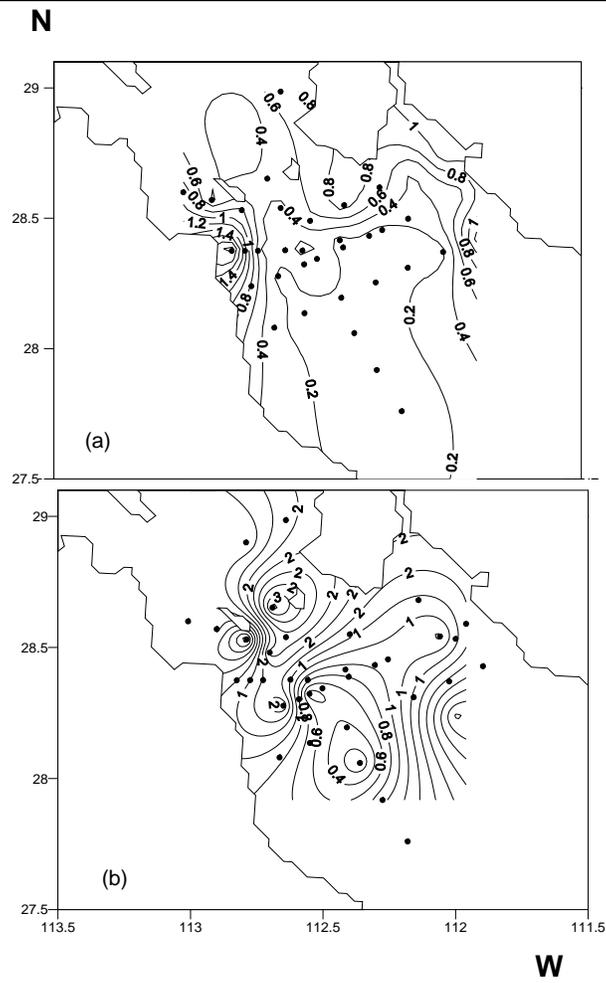
**Fig. 19.** Distribución horizontal de temperatura en la zona del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).....



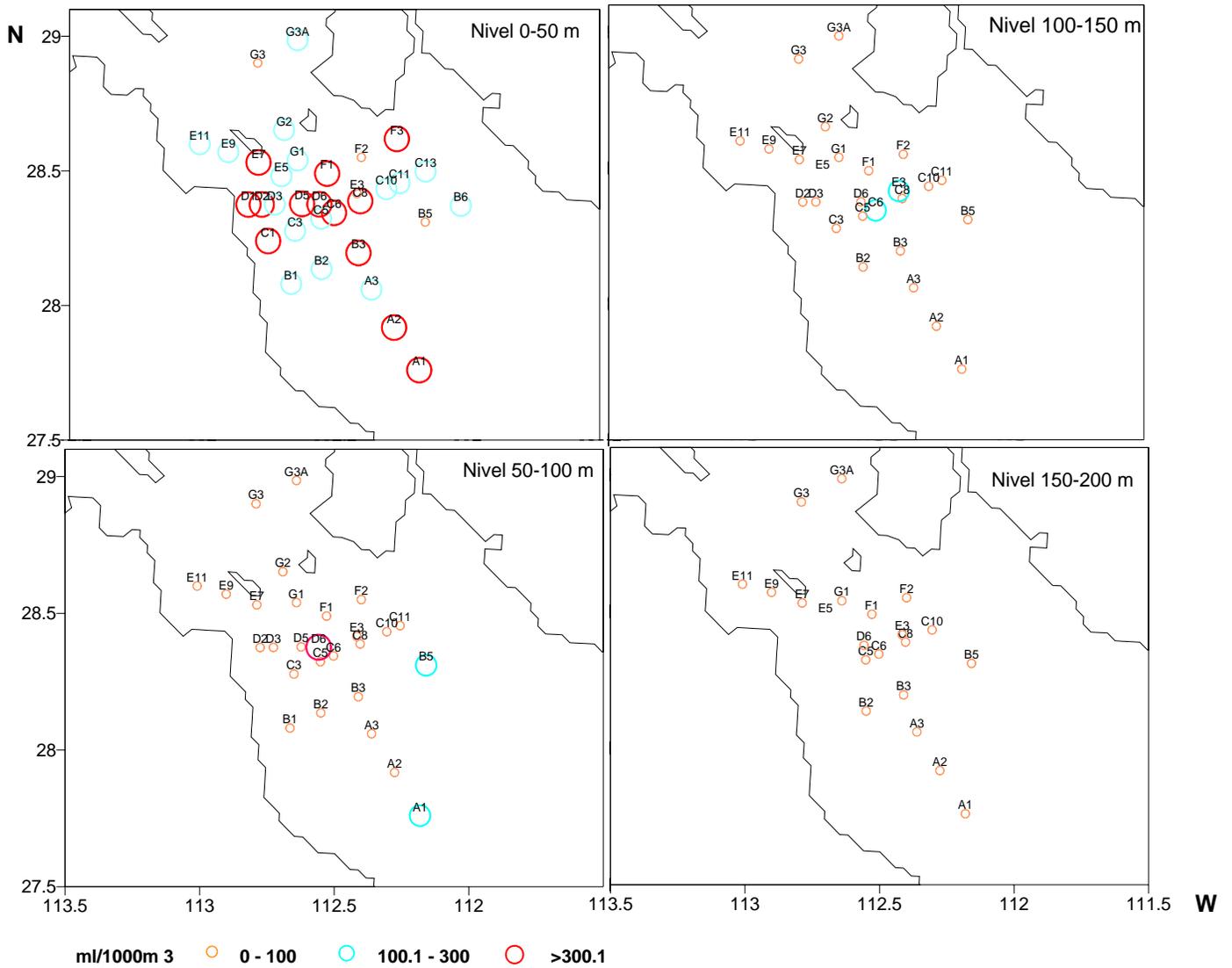
**Fig. 20.** Distribución horizontal de salinidad en la zona del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).



**Fig. 21.** Distribución horizontal de oxígeno en la zona del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).



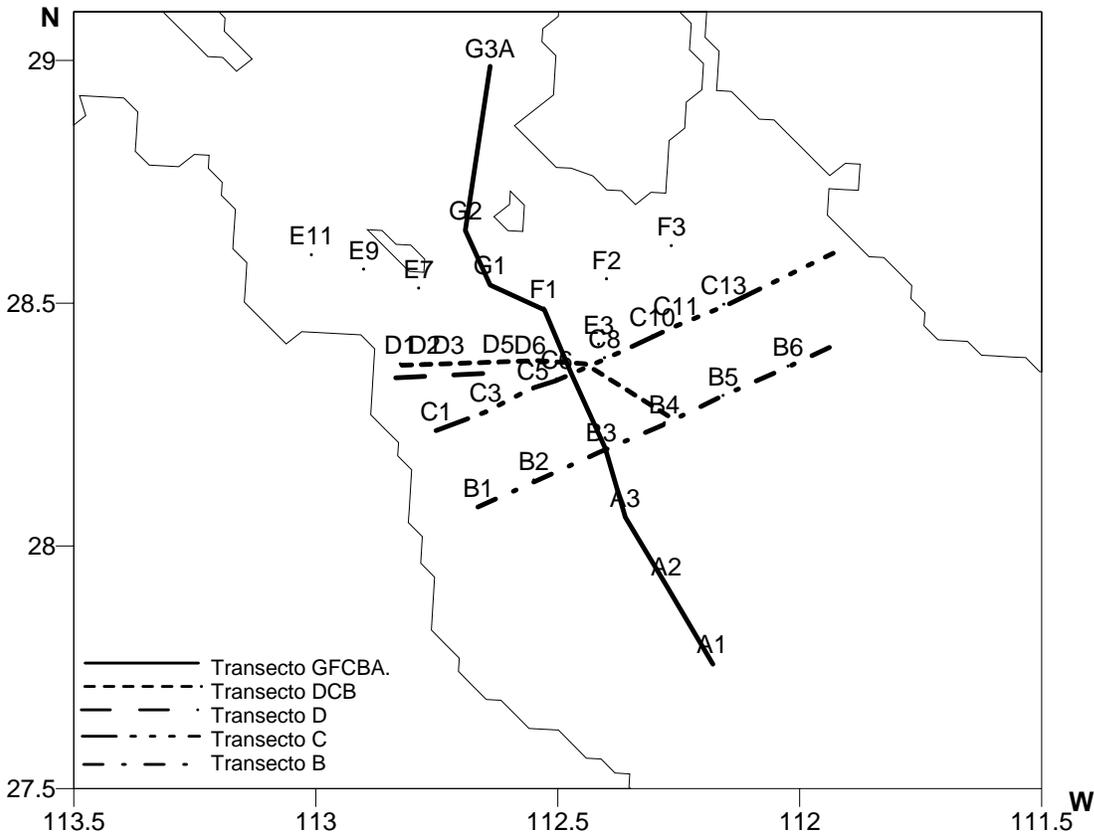
**Fig. 22.** Distribución horizontal de clorofila-*a*: superficial (a) y sub-superficial (b) en la zona del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).



**Fig. 23.** Distribución horizontal de biomasa de zooplancton en la zona del Archipiélago Central del Golfo de California (agosto del 2005).

### Perfiles verticales de temperatura, salinidad, oxígeno densidad y fluorescencia

Los transectos realizados durante agosto del 2005 se muestran en la Figura 28. En las secciones verticales se pudieron observar diversas estructuras como son los domos y cuencos, los cuales son desplazamientos verticales de las isopícnas hacia arriba y hacia abajo, asociados a una circulación anticiclónica y ciclónica respectivamente. En los domos, los desplazamientos hacia la superficie de las isopícnas originan enfriamiento superficial y un posible transporte de materiales (p. ej. nutrientes) hacia las capas superiores desde la región profunda, mientras que en los cuencos los desplazamientos hacia abajo de las isopícnas originan calentamiento superficial con un posible agotamiento de nutrientes.



**Fig. 24.** Transectos realizados en agosto del 2005. Transecto B, Transecto C, Transecto D, Transecto DCB y Transecto GDCBA.

El perfil vertical del transecto B (perpendicular a la costa) (Figura 29) se observaron isolíneas de temperatura, salinidad y oxígeno que decrecieron de superficie a fondo, mostrando una estratificación en los primeros 50 m. En la estación B4 se observó un cuenco debido al hundimiento de las isopícnas con un desplazamiento aproximado hasta 25 m de profundidad. Las isolíneas de fluorescencia mostraron un máximo a los 25 m de profundidad ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de la estación B1 a B3 y un máximo aproximado de los 50 a 25 m ( $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) entre las estaciones B4 a B7. La superposición de los grupos por estratos sobre el transecto B, mostró en el estrato superficial al grupo SSGS excepto en la estación B4. La distribución de los grupos en el resto de los estratos no mostró un patrón claro.

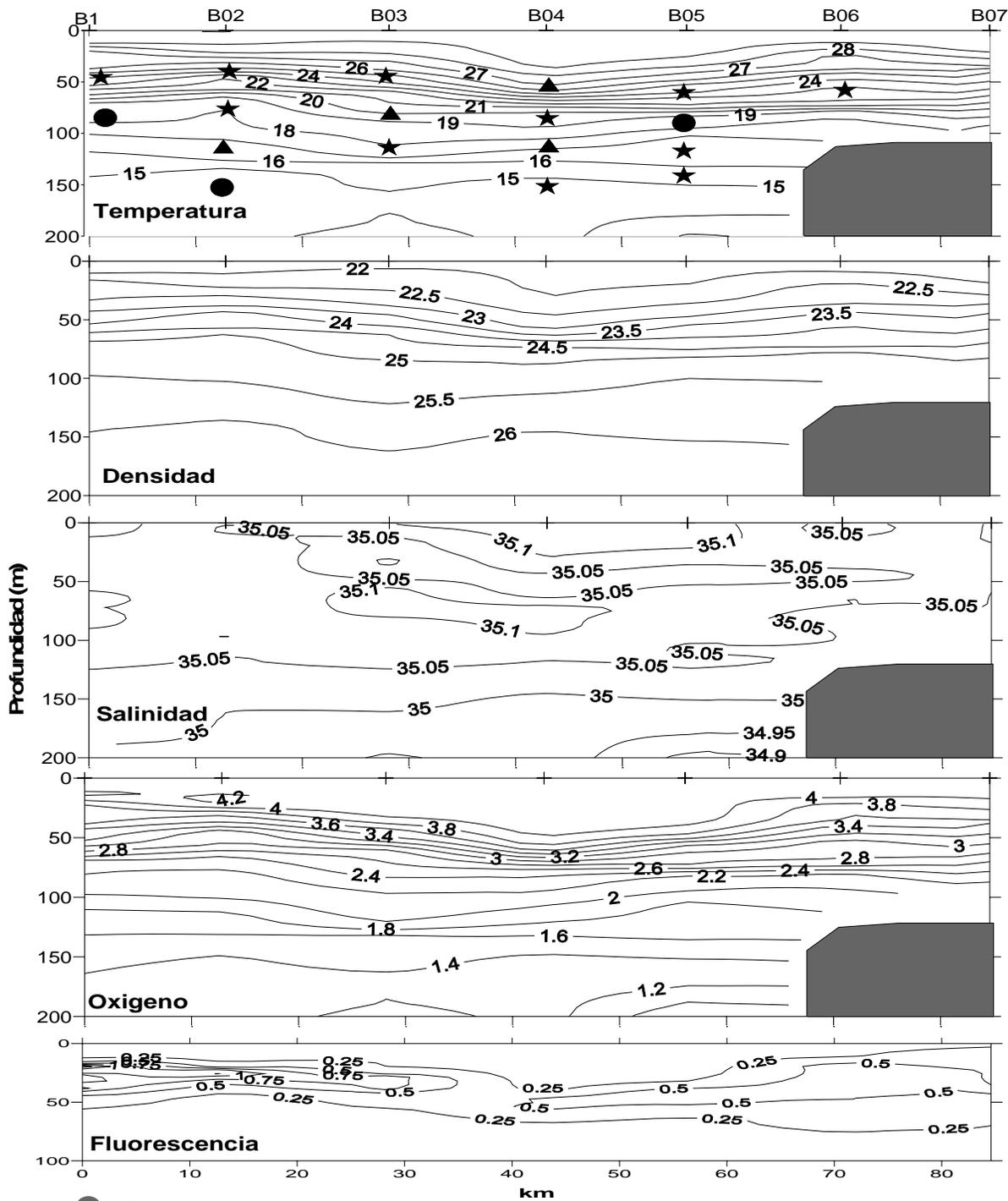
El perfil vertical del transecto C (perpendicular a la costa) (Figura 30) permitió observar las isolíneas de temperatura, salinidad y oxígeno que decrecen de superficie a fondo, mostrando una estratificación en los primeros 75 m. Entre las estaciones C2 y C5 se observó el afloramiento de isotermas y para la fluorescencia mostró un máximo a los 35 m de profundidad ( $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de la estación C4 a C5. La superposición de los grupos por estratos sobre el transecto C, permitió observar en las estaciones C1 a C5 la dominancia del grupo SSFr de los cero a 150 m de profundidad, excepto en el nivel superficial en la estación C5, el grupo SSGS se presentó en todos los estratos en la estación C8 y hacia la parte oeste y el grupo SbF se observó de los 50 a 200 m de profundidad en la estación C 11.

El perfil vertical del transecto D (perpendicular a la costa) (Figura 31) permitió observar las isolíneas de temperatura, salinidad y oxígeno que decrecen de superficie a fondo mostrando ligera estratificación en los primeros 100 m de profundidad. Entre las estaciones D1 y D2 se observó un afloramiento de las isolíneas graficadas. Para la fluorescencia se observó el máximo ( $2.2 \mu\text{g} / \text{m}^3$ ) sobre los 25 m de profundidad cerca de la estación D5. La superposición de los grupos por estratos sobre el transecto D, mostró al grupo SSFr en las estaciones D1, D2 y D3 en los estratos superficiales y en los estratos de 50 a 200 m se presentó el grupo SbF.

El perfil vertical del transecto DCB (perpendicular a la costa) (Figura 32) permitió observar las isolíneas de temperatura, salinidad y oxígeno en el transecto que decrecen de superficie a fondo mostrando una estratificación en los primeros 50 m. El desplazamiento

de las isopícnas entre las estaciones D1 y D5 formó un ligero cuenco, mientras que para las estaciones D6 a B4 se observó un domo hasta los 20 m. Entre las estaciones D6 y D7 se observó un afloramiento en las isolíneas graficadas. Para la fluorescencia se observó el máximo ( $1.75 \mu\text{g} / \text{m}^3$ ) sobre los 25 m de profundidad cerca de la estación D5. La superposición de los grupos por estratos sobre el transecto DCB, mostró de las estaciones D1 a B4 en los estratos superficiales al grupo SSFr excepto en la estación D5, también se presentó en el estrato de 50 a 100 m en la estación D6 y el grupo SbF se observó en la estación D3 de los 50 a 200 m de profundidad.

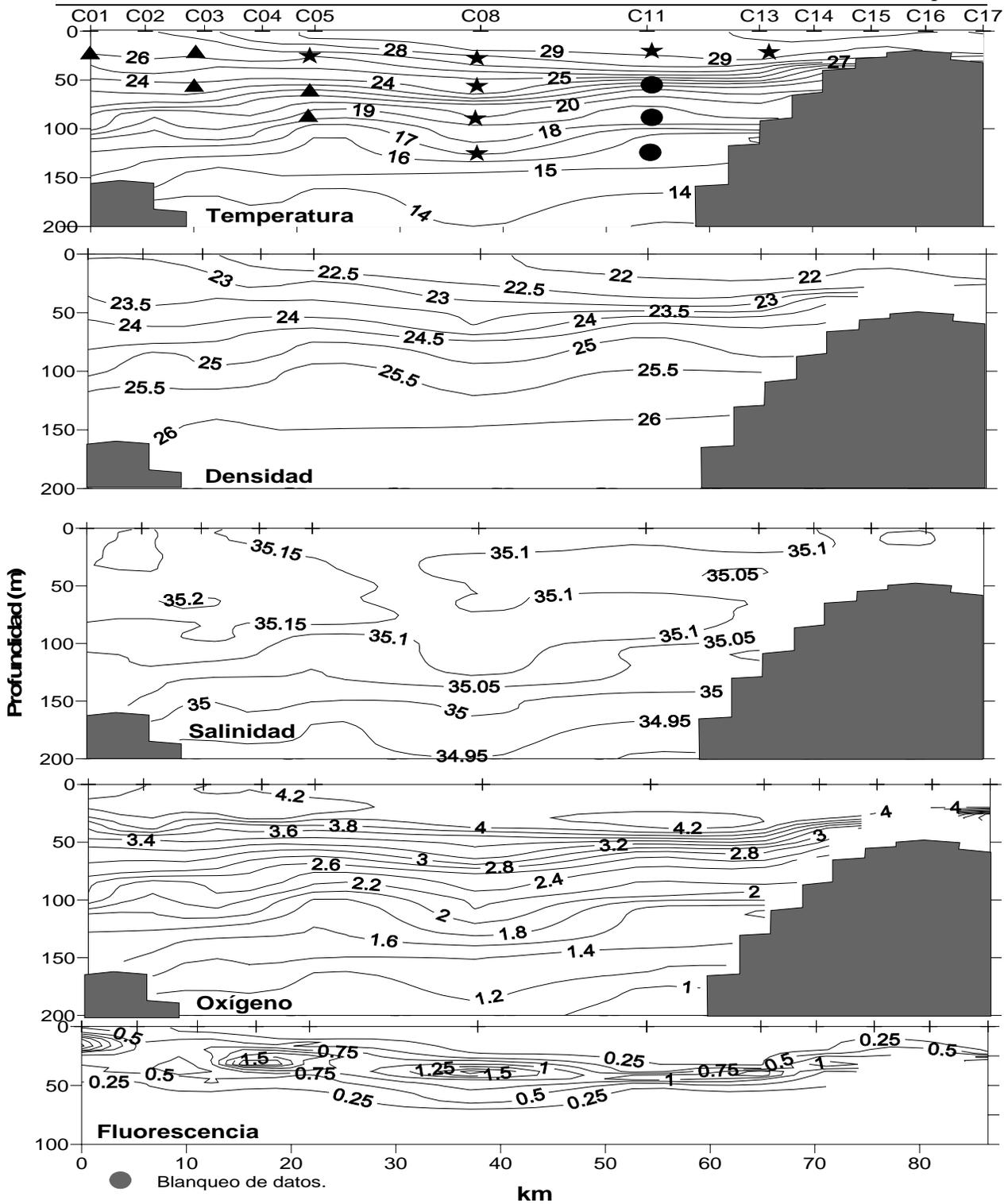
El perfil vertical del transecto GFCBA (paralelo a la costa) (Figura 33) permitió observar que las isolíneas de temperatura, salinidad y oxígeno decrecen de superficie a fondo mostrando una estratificación en los primeros 100 m. El desplazamiento de las isopícnas entre las estaciones G1 y C6 se formó un domo, mientras que entre las estaciones A1 y A3 se observó un cuenco con un desplazamiento aproximado hasta los 20 m. Entre las estaciones G3A y C6 se observó un afloramiento en las isolíneas graficadas. Para la fluorescencia se observó el máximo ( $3 \mu\text{g} / \text{m}^3$ ) en los 15 m de profundidad en la estación F1. La superposición de los grupos por estratos sobre el transecto GFCBA, mostró de las estaciones A1 a G2 en los estratos superficiales excepto en la estación G1 al grupo SSGS y en los estratos de 50 a 200 m se observó a los grupos SSFr y SbF.



Grupos: Superficial Sub-superficial Golfo Sur (SSGS ★), Superficial Sub-superficial Frente (SSFr ▲) y Sub superficial Fondo (SbF ●)

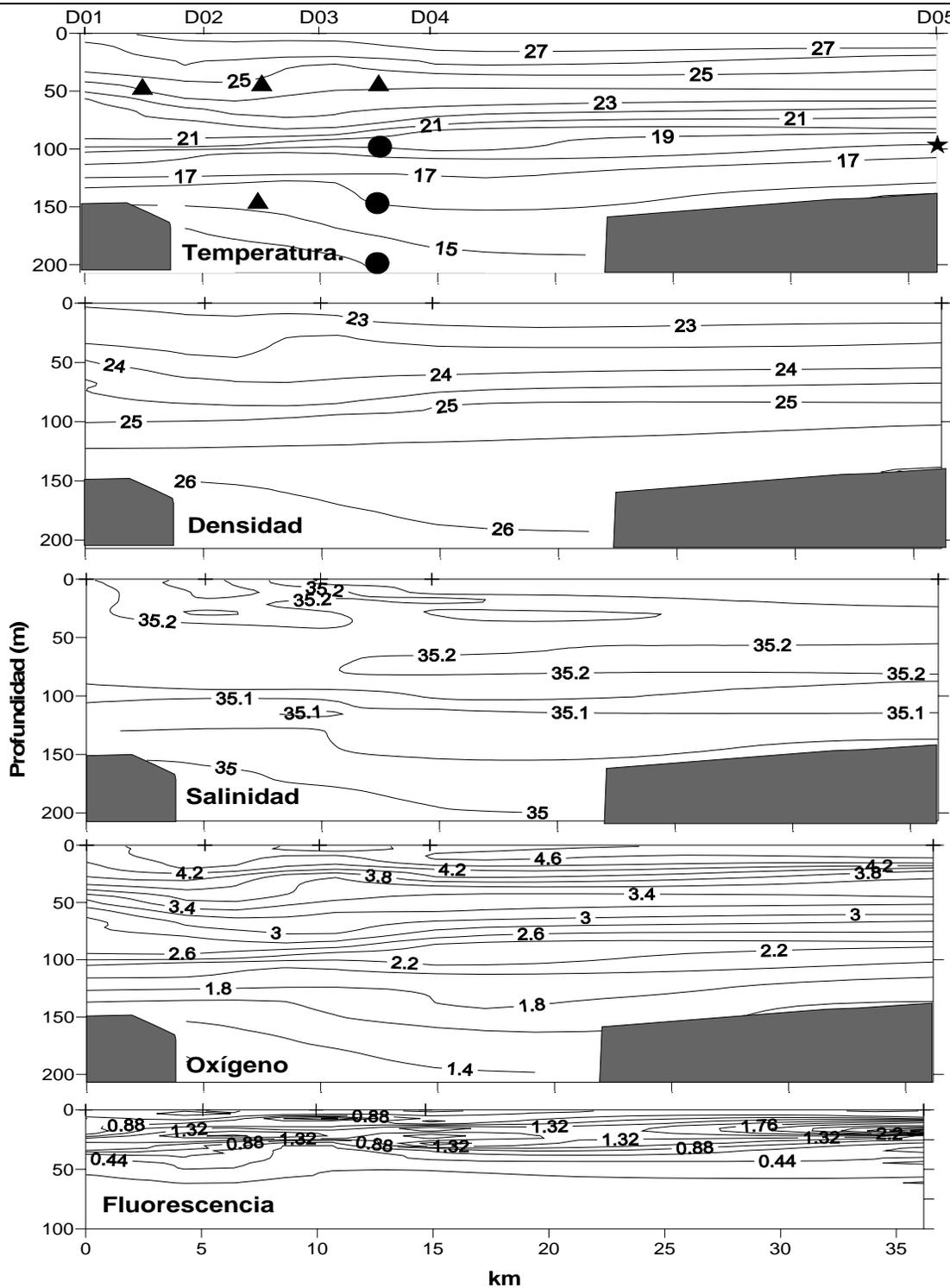
**Fig. 25.** Perfiles verticales del transecto B de temperatura, densidad, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia (agosto de 2005)

Distribución de lavas de peces



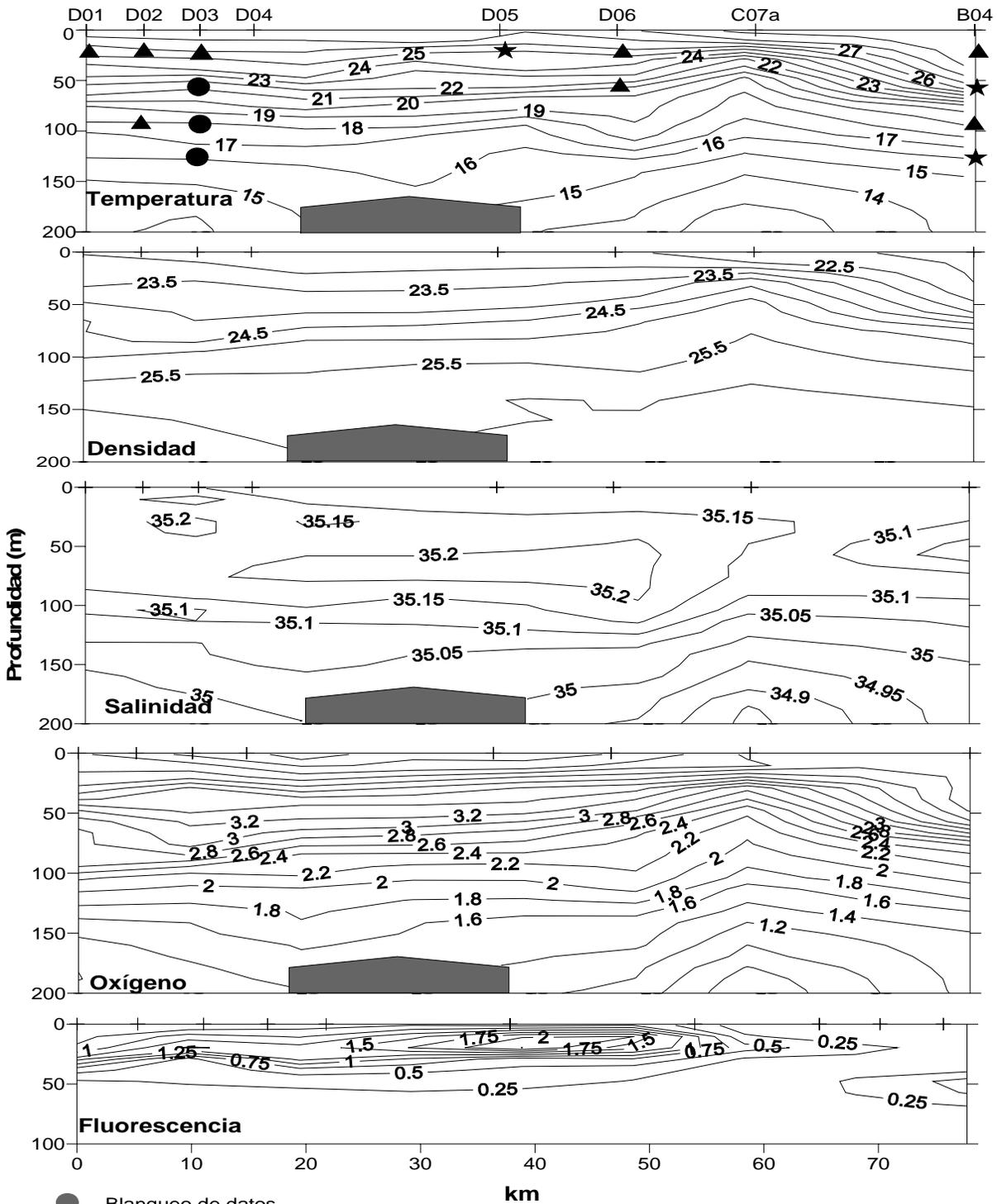
Grupos: Superficial Sub-superficial Golfo Sur (SSGS ★), Superficial Sub-superficial Frente ( SSFr ▲) y Sub superficial Fondo (SbF ●)

**Fig. 26.** Perfiles verticales del transecto C de temperatura, densidad, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia (agosto de 2005).



Grupos: Superficial Sub-superficial Golfo Sur (SSGS ★), Superficial Sub-superficial Frente (SSFr ▲) y Sub superficial Fondo (SbF ●)

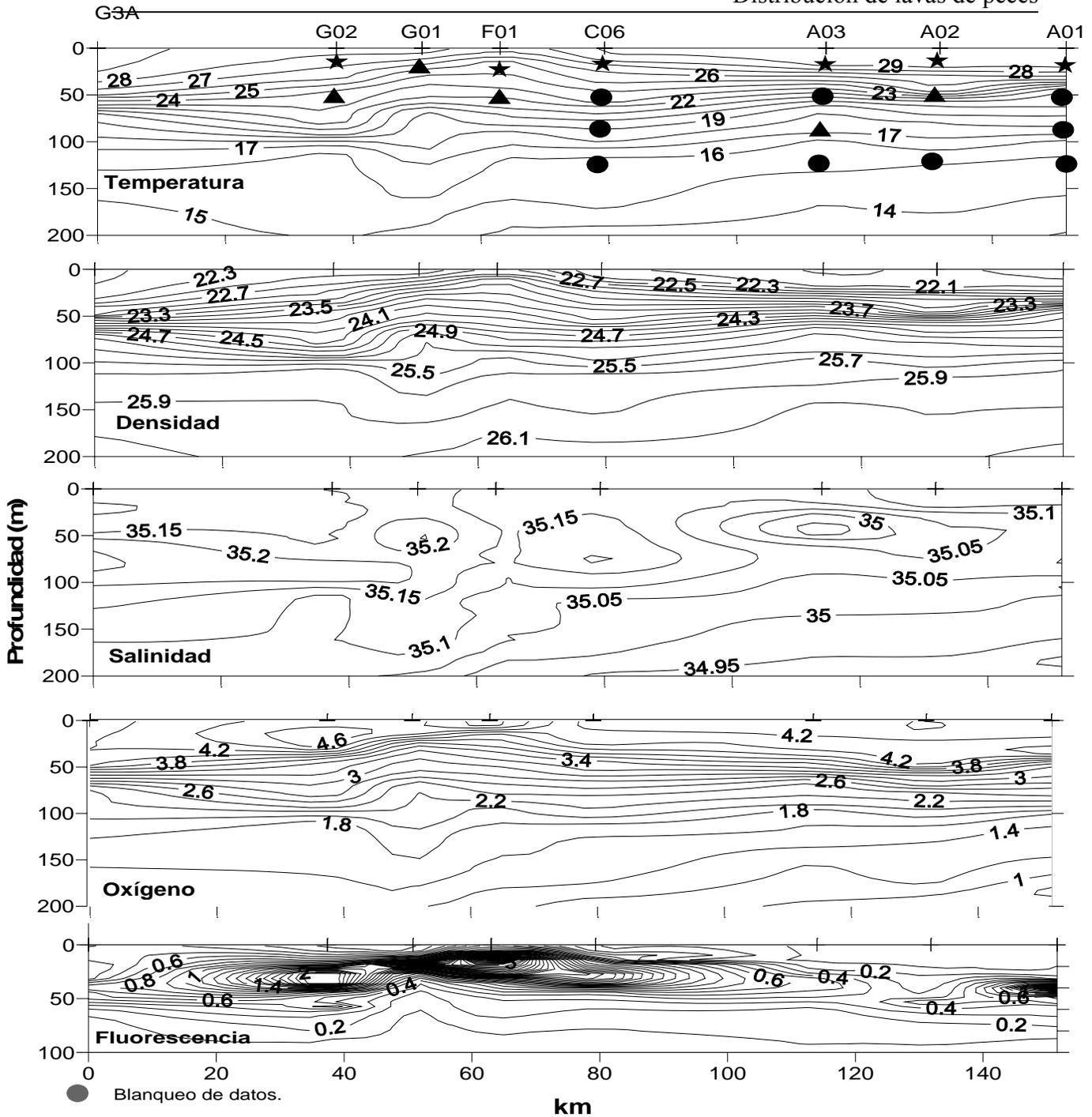
**Fig. 27.** Perfiles verticales del transecto D de temperatura, densidad, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia (agosto de 2005).



Grupos: Superficial Sub-superficial Golfo Sur (SSGS ★), Superficial Sub-superficial Frente (SSFr ▲) y Sub superficial Fondo (SbF ●)

**Fig. 28.** Perfiles verticales del transecto DCB de temperatura, densidad, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia (agosto de 2005)

Distribución de lavas de peces



Grupos: Superficial Sub-superficial Golfo Sur (SSGS ★), Superficial Sub-superficial Frente (SSFr ▲) y Sub superficial Fondo (SbF ●)

**Fig. 29.** Perfiles verticales del transecto GFCA de temperatura, densidad, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia (agosto de 2005).

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron una estrecha relación entre las distribuciones horizontal y vertical de los grupos definidos por el índice de Bray–Curtis con sus especies dominantes, y los cambios horizontales y verticales de las variables hidrográficas (temperatura, oxígeno y salinidad) y biológicas (fluorescencia, biomasa de zooplancton) analizadas en el presente trabajo.

Los datos hidrográficos corroboraron la ubicación del frente térmico observado al sur de la Isla Ángel de la Guarda mediante imágenes de satélite antes de la realización de ésta campaña. El frente térmico registró temperaturas en la zona superficial de 26.5 a 30 °C y salinidades de 35 a 35.2 ups. Los altos valores de variables como oxígeno (4.6 mL / L), fluorescencia (3 µg / m<sup>3</sup>) y biomasa del zooplancton (>300 mL / 1000 m<sup>3</sup>) son un indicador de que existe un enriquecimiento biológico en la zona del frente térmico lo cual se ve reflejado por lo menos en los primeros niveles tróficos.

Estos resultados concuerdan con las generalidades descritas por Lavín y Marinone (2003) donde mencionan que en la zona del Archipiélago Central durante los meses de verano existen cambios de temperatura en la capa superficial del mar al sur de éste, con aguas más calidas del lado del continente y mas frías del lado de la península; esto resultado de procesos como la interacción de la heterogeneidad de la abrupta topografía y las corrientes de marea en el Canal Ballenas, que generan mezcla vertical intensa durante todo el año, y en menor medida, las surgencias que se presentan en la costa peninsular durante esta época.

En la zona del frente térmico se observaron valores altos de biomasa de zooplancton, lo cual concuerda con lo observado en el George Bank por Horne *et al.*, (1989, 1996) quienes mencionan que la alta concentración de organismos es a causa del aumento en la producción primaria observada en dicho frente de marea.

La definición de los tres grupos de larvas de peces, el grupo Superficial Sub-superficial Golfo Sur (**SSGS**), Superficial Sub-superficial Frente (**SSFr**) y Sub-superficial Fondo (**SbF**) se relacionó con diferentes características hidrográficas y biológicas.

Los grupos **SSGS** y **SSF<sub>r</sub>** se ubicaron principalmente sobre los 100 m de profundidad, capa en la cual se localizaron los valores máximos de biomasa de zooplancton, oxígeno, fluorescencia y clorofila. Sin embargo el grupo **SSF<sub>r</sub>** se ubicó en las estaciones localizadas en la zona del mayor cambio térmico superficial, donde se presentó mayor estratificación, la temperatura superficial más baja del área de estudio (26.5 °C); y las concentraciones mayores en biomasa de zooplancton (>300 mL / 1000 m<sup>3</sup>), fluorescencia (>2.5 µg / m<sup>3</sup>) y oxígeno (4.6 mL / L) en comparación a la zona en la que se localizó al grupo **SSGS**. Este último localizado al suroeste del frente. El hecho de que el grupo **SSF<sub>r</sub>** presentó la menor abundancia promedio (97 larvas / m<sup>2</sup>) y 44 taxa podría ser un reflejo de la existencia de barreras físicas tales como la termoclinina y picnoclina razón por la cual se ve limitada la distribución de ciertas especies.

La dominancia de *B. panamense*, *Albula* sp., *Auxis* sp. y *Syacium ovale* en el grupo **SbF**, estas tres últimas con menor abundancia y frecuencia, puede ser la extensión del área de desove hacia la zona del frente; por el contrario especies como *T. mexicanus* y *V. lucetia* mostraron que la zona de cambios térmicos funciona como limite, restringiendo su distribución a las estaciones fuera de la zona del frente.

El grupo **SSGS** se localizó sobre el área con valores de fluorescencia ( $\leq 1.8$  µg / m<sup>3</sup>) y oxígeno ( $\leq 4.2$  mL / L) menores a la zona del frente térmico, ésta zona presentó la mayor temperatura superficial la cual alcanzó los 30 °C. Este grupo mostró una mayor abundancia promedio de 927 larvas / m<sup>2</sup> y 109 taxa, lo cual indica que las condiciones ambientales a las que estuvo asociado el grupo fueron favorables para el desarrollo larvario de un alto número de especies.

Por otra parte el grupo **SbF** se distribuyó en casi toda el área de estudio por debajo de los 100 m de profundidad en donde se registraron las menores concentraciones de fluorescencia ( $\leq 0.5$  µg / m<sup>3</sup>), oxígeno ( $\leq 3.4$  mL / L) y temperatura ( $\leq 17$  °C). Su abundancia fue de 126 larvas / m<sup>2</sup> y 28 taxa de las cuales se presentaron como dominantes *B. panamense* especie que no estuvo restringida hacia la zona de los máximos cambios de temperatura superficial y por el contrario *V. lucetia* se restringió al área fuera del frente térmico.

Los estudios relacionados con distribución vertical de larvas de peces y su relación con la hidrografía en el Golfo de California son escasos, sin embargo este trabajo concuerda con lo antes descrito por Sánchez-Velasco *et al.*, (2007) quienes analizaron la distribución vertical de larvas de peces en relación con la estructura de la columna de agua en Bahía de la Paz, encontrando que existe una relación entre la picnoclina y la alta abundancia de larvas de peces, así mismo nuestros resultados coinciden con trabajos en otras partes del mundo como el de Loeb y Nichols (1984) quienes analizaron la distribución vertical de zooplancton en general, en un sitio en el oeste del Pacífico Tropical durante el verano, notando que el máximo de abundancia del ictioplancton y la mayor diversidad ocurre en la picnoclina y los estudios de Moser y Smith (1993) en la Corriente de California quienes encontraron altas densidades larvarias que están asociadas con la interfase entre la capa de mezcla y la picnoclina en verano.

En particular, la distribución vertical de los mesopelágicos tales como *B. panamense* y *T. mexicanus* que se presentaron en toda la columna de agua decreciendo de superficie a fondo tanto en estado de posflexión como preflexión, excepto *T. mexicanus* especie que presentó una mayor distribución en el nivel de 100-150 m de profundidad en el estado posflexión, puede ser explicado con lo descrito por Blaxter (1986), quien atribuye que la capacidad de las larvas para desarrollar el desplazamiento vertical está estrechamente relacionada por el gradual desarrollo de aletas y por otra parte la habilidad de natación (Montelenone y Peterson 1986); también coincide con lo descrito por Röpke (1993) quien realizó un estudio en el norte del Mar Árabe durante un periodo intermonzón (marzo-junio), reportando que la mayor abundancia larvas de peces mesopelágicos no fueron estrechamente asociados con la picnoclina sino que se distribuye en toda la columna de agua.

La distribución vertical de los mictófidios y en particular la especie *B. panamense* la cual fue más abundante y frecuente en toda el área de estudio, se considera de suma importancia para el ecosistema debido a su gran capacidad de migración vertical, como lo han mencionado varios autores (Gjfsaeter 1981; Willis y Pearcy 1982; Roe y Badcock 1982) por lo que actúan como una vía de exportación de carbono desde la zona fótica hacia

aguas más profundas (Pakhomov *et al.* 1996). También, los mictófididos son presa de una gran diversidad de especies, muchas de las cuales tienen importancia comercial (Acuña 1986; Greer-Walker y Nichols 1993), lo que los convierte en un nexo entre el meso-macroplankton y los predadores tope (Pakhomov *et al.*, 1996).

La distribución vertical de *S. ovale* se observó igualmente en toda la columna de agua, decreciendo de superficie a fondo tanto para el estado de posflexión como preflexión, esta especie no presentó restricción en la distribución horizontal ya que se observó en la zona de cambios térmicos, lo cual concuerda con lo observado por Aceves-Medina *et al.* (2003) quienes mencionan que dicha especie está ampliamente distribuida por todo el Golfo y su mayor abundancia es durante el verano, época del año en la que se observan células de circulación ciclónica causando zonas de convergencia en la región sur y central del Golfo (Emilsson y Alatorre 1980).

El hecho de no presentarse una diferencia estadísticamente significativa entre la abundancia de día y de noche posiblemente fue debida al grosor de los estratos (50 m de profundidad) coincidiendo también con Conway *et al.* (1997) y Sánchez-Velasco *et al.* (2007); en cambio muestreos en estratos más finos como los que realizaron Brewer y Kleppel (1986) y Leis (1986) menores a 10 m de profundidad en áreas poco profundas detectaron variaciones entre el día y la noche.

Los resultados obtenidos en este trabajo, de manera general mostraron que el estrato 0-50 m sí presenta diferencia significativa con el resto de los niveles, siendo éste donde se encontró la mayor abundancia de larvas de peces, biomasa de zooplankton, concentraciones de clorofila y oxígeno, observándose la relación entre la mayor agregación de larvas de peces y la picnoclina. Esto concuerda con la hipótesis de estabilidad de Lasker (Lasker 1975, 1981), quien describió la importancia de la estabilidad de la columna de agua en la parte del ciclo de vida de las especies del plancton. En la zona de mayor estabilidad de la columna de agua, la interacción óptima de la concentración de nutrientes, oxígeno y la radiación solar da como resultado el crecimiento del fitoplancton y promueve la agregación de presas-depredadores, en este caso a las larvas de peces con sus presas el cual es un primer requisito para la supervivencia larval.

## CONCLUSIÓN

La distribución vertical de las larvas de peces al sur del Archipiélago Central del Golfo de California durante agosto de 2005 mostró la mayor concentración en la picnoclina, en el estrato de los 50 m de profundidad hacia la superficie; en este estrato se observaron las mayores concentraciones de oxígeno, clorofila y biomasa del zooplancton.

Las concentraciones de las variables hidrográficas y biológicas en el estrato superficial decrecen gradualmente del Noreste (frente térmico) al Suroeste (Golfo Central) del área de estudio, presentando sus máximos valores dentro del área del frente térmico.

El índice de Bray-Curtis definió tres grupos de larvas de peces; el grupo **Superficial Sub-superficial Golfo Sur (SSGS)** se caracterizó por especies dominantes como *H. thrissina*, *Albula* sp., *Auxis* sp., Carangidae T1, *C. panamensis*, *T. mexicanus*, *S. ovale*, *S. crumenophthalmus* y *B. panamense*; y para el grupo **Superficial Sub-superficial Frente (SSFr)** mostró como especie dominante *B. panamense*; en ambos grupos se observó su mayor abundancia en la picnoclina. El grupo **SSGS** presentó la mayor abundancia de larvas probablemente debido a las condiciones favorables para el desarrollo larvario de un alto número de especies y por el contrario en el grupo **SSFr** presentó la menor abundancia debido a que la variación térmica no fue favorable para el desarrollo de larvas de peces.

El grupo **Sub-superficial Fondo (SbF)** presentó como especies dominantes a *B. panamense* y *V. lucetia*, se distribuyó en la mayor parte del área de estudio por debajo de los 100 m de profundidad, donde se registraron las menores concentraciones de las variables hidrográficas y biológicas; a pesar de estas condiciones presentó una abundancia 126 larvas /10m<sup>2</sup> mayor a la del grupo **SSFr**.

De lo anterior se puede mencionar que la interacción de procesos físico-biológicos que afectan la columna de agua en el Golfo de California, si determinan la distribución vertical de las larvas de peces y posiblemente de otros organismos del zooplancton.

## Glosario

**Anticiclónico:** Se usa para definir el sentido de rotación de fenómenos oceánicos y atmosféricos contrario a la dirección de giro de los ciclones y al de la tierra; en el mismo sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio norte y en sentido contrario en el hemisferio sur.

**Batimetría:** Se refiere a mediciones de la profundidad, a la configuración del suelo marino o a un mapa en donde esté delineado el perfil del fondo de un cuerpo de agua, por medio de contorno de igual profundidades (isóbatas).

**Biomasa del zooplancton:** Aunque la biomasa se define literalmente como la “cantidad de materia viviente”, su determinación en el zooplancton incluye componentes no vivos (seston), así como el contenido de agua y estructuras esqueléticas.

**Capa de mezcla:** Capa superficial de agua de mar que se encuentra bien mezclada en sus características, como temperatura, salinidad, densidad etc. La mezcla puede ser por la acción del oleaje, viento sobre la superficie del mar o convección termohalina.

**Ciclónico:** Es el sentido de giro de un fluido igual al de los ciclones y de la tierra; en sentido contrario al de las manecillas del reloj en el hemisferio norte y en el mismo sentido en el hemisferio sur.

**C.T.D.:** Instrumento oceanográfico para obtener un perfil de temperatura y la conductividad con la profundidad. Con estos datos se puede generar las características T-S (Temperatura-Salinidad) de la columna de agua. Este instrumento se puede bajar al agua desde un barco con cable en cuyo núcleo contenga conectores eléctricos y por lo tanto recibir, observar y almacenar los datos en tiempo real. También existen C.T.D. que funcionan en forma autónoma de tal manera que realiza el lance y después se recuperan los datos. Las siglas C.T.D. provienen del inglés Conductivity, Temperatura, Depth.

**Decibar (Dbar):** Es la unidad práctica de presión para trabajos oceanográficos, es la décima parte de un bar. Para fines prácticos equivale a un metro de profundidad.

**Densidad:** Es una medida de la masa de una sustancia por unidad de volumen  $\rho = m/V$ . El recíproco del volumen específico. En oceanografía, la densidad del agua de mar es numéricamente equivalente a la gravedad específica y es una función de la salinidad, temperatura y la presión Densidad  $\rho = \rho_{(s,t,p)}$ .

**Diagramas T-S:** Gráfica de datos de temperatura *versus* salinidad colectados en forma simultánea en cada nivel de una estación oceanográfica. Estos datos son muy útiles: permiten identificar las masas de agua, hacer estimaciones de la mezcla relativa entre ellas,

obtener el valor de sigma  $-\sigma_t$ , da idea de la estabilidad de la columna de agua y permite encontrar posibles errores en las estimaciones de temperatura y salinidad.

**Dispersión:** Es una medida de la separación de las partículas (en suspensión) en un fluido en un tiempo dado. Por ejemplo un contaminante vertido al mar o la distribución de huevos y larvas después de cierto tiempo de haber sido liberados.

**Estratificación:** Condición del fluido que implica la existencia de dos o mas capas horizontales arregladas según su densidad, de tal manera que las capas menos densas están sobre las mas densas.

**Frente:** Región del océano, que separa parcelas o masas de agua de características marcadamente diferentes. Por ejemplo: zonas de diferente temperatura, zonas estratificadas de zonas mezcladas, zonas con masas de agua diferentes.

**Hidrografía:** Disciplina que se ocupa de las mediciones y la descripción de las características físicas de los océanos, mares, lagos, ríos y las zonas costeras adyacentes a ellos.

**Ictioplancton:** es la fracción del plancton constituida por huevos y larvas de peces.

**Isóbatas:** Una línea que conecta todos los puntos de profundidad constante sobre una gráfica en el espacio o en el tiempo.

**Mesoescala:** Se refiere a la dirección a la extensión geográfica de fenómenos marinos, la cual va de decenas hasta cientos de kilómetros.

**Métodos volumétricos:** Consisten en la determinación del espacio ocupado por el plancton, incluyendo el agua ambiental y estructural. Los dos métodos básicos son: por desplazamiento y por sedimentación.

**Morfotipos:** son las especies que no están descritas en la literatura pero que se distinguen como una identidad biológica independiente de acuerdo a sus características morfológicas, morfológicas y pigmentarias.

**Oxígeno disuelto:** es la cantidad de oxígeno presente en el agua. En las aguas superficiales unos valores que superen los 10 mg/l, en sobresaturación, indican un desarrollo excesivo de las microalgas. Su valor medio está por lo regular comprendido entre los 6-8 mg/l y, de todos modos, está sujeto a variaciones. En las aguas del fondo, los valores inferiores a 3 mg/l están dentro de la norma; también puede presentarse la condición de carencia del oxígeno disuelto en las aguas del fondo; los valores que indican dicha condición están comprendidos entre 0-1,0 mg/l y se le denomina *Anoxia*. Las condiciones de anoxia producen el sufrimiento y la mortandad de los organismos que viven en las aguas del fondo. Y la condición de *Hipoxia*: es la disminución del oxígeno disuelto en las aguas del fondo;

los valores que indican dicha condición están comprendidos entre 3,0 y 1,0.

**Periodo larvario:** esta compuesto de tres fases: preflexión se dio la absorción del saco vitelino, la apertura del ano y la boca, la pigmentación de los ojos y el notocordio recto; flexión comienza con la flexión del notocordio y termina con la formación de la placa hipúrica; y posflexión, que inicia con la osificación de la placa hipúrica y termina antes de que se complete el número de elementos de aletas pares e impares.

**Salinidades –ups:** La salinidad en ups es adimensional (UNESCO, 1985). Abreviación de: unidades prácticas de salinidad. Unidades de una nueva definición de salinidad (UNESCO, 1978) basada en la razón entre conductividad eléctrica de la muestra y una muestra estándar. Se conocen como unidades prácticas fueron definidas de tal manera que la nueva escala coincida con la antigua de partes por mil (ppm).

**Sigma t  $\sigma_t$  :** Representa en forma abreviada el valor de la densidad de una muestra de agua de mar en función de su temperatura y salinidad *in situ* a presión constante e igual a cero  $\sigma_t = (\rho_{(s,t,0)} - 1) * 10^3$ . convierte un número como 1.02635 en 26.35, que es mas fácil de usar.

**Surgencias:** Ascenso de aguas sub-superficiales, mas frías y con mayor concentración de nutrientes, que reemplazan las aguas superficiales en zonas restringidas del océano. Las surgencias mas importantes que se presentan en el océano son las surgencias costeras, las cuales son provocadas por vientos hacia el ecuador en los océanos con frontera oriental.

**Taxón:** grupo de organismos lo suficientemente distintos de otros grupos semejantes como para ser considerados una unidad separada, el plural de taxón es taxa.

**Termoclina:** Capa que presenta un cambio abrupto de temperatura con la profundidad. En los océanos se pueden encontrar termoclinas temporales, las cuales tienen una variación estacionaria (anual) y termoclinas permanentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aceves-Medina, G., R. Saldierna-Martínez, y E. Gonzáles. 2003. Distribution and abundance of *Syacium ovale* larvae (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) in the Gulf of California. *Rev. Biol. Trop.* 51(2): 561-570.
- Acuña, E. 1986. El recurso mictófidios (Pisces, Myctophidae): antecedentes en aguas chilenas y marco de referencia para su investigación. En: *La Pesca en Chile*. P. Arana (Ed.) Valparaíso. 315-339.
- Ahlstrom, E. H. 1959. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California. *Fish. Bull.* 60:107-147
- Alvarez-Borrego S., 1983. Gulf of California. In: B.H. Ketchum (ed.). *Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier, Amsterdam, 427-449 pp
- Argote M. L., A. Amador, M. F. Lavín y J. R. Hunter. 1995. Tidal dissipation and stratification in the Gulf of California. *J. Geophys. Res.* 100: 16103-16118
- Badan - Dangon, A., C. Dorman, M. A. Merrifield y C. D. Winant. 1991. The coger atmosphere over the Gulf of California *J. Geophys. Res.* 96:16877-16896
- Beers, J. R. 1976. Volumetric methods. In: Steedmann, H. F. (ed.) *zooplankton, fixation and preservation. Monographs on ocean. Meth. Abundance. No. 4 UNESCO Press Paris: 56-60*
- Beier, E. 1997. A numerical investigation of the annual variability in the Gulf of California. *J. Phys. Oceanogr.* 27 (5) 615-632
- Beier, E. 1999. Estudio de la marea y la circulación estacional en el Golfo de California mediante un modelo de dos capas heterogéneas .Ph D. thesis, Department of Physical Oceanography, CICESE Ensenada B. C. México. 64 pp.
- Blaxter, J. H. S. 1986: Development of sense organs and behavior of teleost larvae with special reference to feeding and predator avoidance. *Transaction of the American Fisheries Society*, 115: 98-114

- Bray, J. R. y J. T. Curtis 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27:235-249
- Brewer, G. D. y G. S. Kleppel. 1986. Diel vertical distribution on fish larvae and their prey in nearshore waters of southern California. *Mar ecol.* 27: 217-226.
- Castro, R., M. F. Lavín y P. Ripa. 1994 Seasonal heat balance in the Gulf of California. *J. Geophys. Res.* 99:349-3261
- Cisneros-Mata M., M. Nevarez M., M. Martínez, J. Santos, A. Godínez Y G. Montemayor. 1997. Sinopsis de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1991/1992 a 1995/1996. *Inst. Nal. de Pesca, CRIP Guaymas*, 89 p.
- Conway, D. V. P., S. H. Coombs y C. Smith. 1997. Vertical distribution of fish eggs and larvae in the Irish Sea and southern North Sea. *Journal of Marine Science*, 54:136-147
- De la Cruz-Agüero, G. 1994. ANACOM: Un sistema para el análisis de comunidades en computadoras personales. Ver. 3.0. Manual de usuario. *ISBN, México*, xi + 99 p
- Emilsson, I. y M. A. Alatorre. 1980. Recent investigations on the circulation in the outer part of the Gulf of California, pp. 1-24. *In* A. Ayala-Castañares, F.B. Phleger, R. Schwartzlose y A. Laguarda (eds.). *Memorias Simposio El Golfo de California*. Univ. Nal. Autón. Méx. México, D.F.
- Espinosa-Fuentes M. L. y C. Flores-Coto. 2004. Cross-shelf and vertical structure of ichthyoplankton assemblages in continental shelf waters of the Southern Gulf of Mexico.
- Fielf, J. G. K. R. Clarke, y M. Warwick. 1982 A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8:37-52
- Figueroa, M., G. Marinone y M. F. Lavín. 2003. Geostrophic gyres in the southern Gulf of California., *Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Huland*, ISBN 1-4020-1589-5
- García de León, L. A. 1988. Generalidades del análisis de cúmulos y análisis de componentes principales. *Inst. Geol. UNAM. México. D. F.* 29 p.
- Gjfsaeter, J. 1981. Abundance and production of lantern fish (Myctophidae) in the western and northern Arabian Sea. *FiskDir. Ser. HavUnders.* 17:215-251.

- Godínez V. M., L. Sánchez-Velasco, M. F. Lavín y M. Peguero. 2005. Datos hidrográficos de la campaña GOLCA-0508: 11-19 de Agosoto 2005. Departamento de Oceanografía Física, CICESE. 99 pp. (34021)
- González-Acosta, A. F. 1998. Ecología de la comunidad de peces asociada al manglar del estero El Conchalito, ensenada de La Paz, Baja California Sur; México. Tesis de Maestría. Depto. de Pesquerías y Biología Marina. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B. C. S. 125 p.
- Green-Ruíz, Y. y A. Hinojosa-Corona. 1997. Study of the spawning area of the Northern anchovy in the Gulf of California from to 1994, using satellite images of sea surface temperates. *Journal of plankton Research*, 19(8): 957-968.
- Greer-Walker, M. y J. H. Nichols. 1993. Predation on *Benthoosema glaciale* (Myctophidae) by spawning mackerel (*Scomber scombrus*). *J. Fish. Biol.* 42:618-620.
- Hjort, J. 1914. Fluctuations on the great fisheries of northern Europe viewed in the light of all biological research. *Rapp P-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 20: 1-228.
- Horne, E. P. W., J.W. Loder, C. E. Naimie, N. S. Oakey. 1996. Turbulence dissipation rates and nitrate supply in the upper water column on George Bank Deep-sea Research II 43, 1683-1712
- Horne, E. P. W., J.W. Loder, W. G. Harrison, R. Mohon, M. R. Lewis, B. Irwin, T. Platt. 1989. Nitrate supply and demand at the George Bank tidal from. *Scientia Marina* 55, 145-158
- Hulley, P.A. 1994. Lanternfishes. Pages 426-428. In: *Encyclopedia of Fishes*. Paxton, J. R. y W. N. Eschmeyer (Eds.). Academic Press, San Diego.
- Jeffrey, S. W. and Humphrey, G. F. (1975) New spectrophotometric equations for determining chlorophylls *a*, *b*, *c*<sub>1</sub> and *c*<sub>2</sub> in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanzen.* **167**, 191 – 194.
- Kendall, A. W. Jr. & A. C. Matarese. 1994. Status of early life history descriptions of marine teleosts. *Fish. Bull.* 92: 725-736.

- Kramer, D. M. J. Kalin, E. G. Stevens, J. R. Thrailkill y J. R. Zweifel. 1972. Collectin y processing data on fish eggs and larvae in the California Current region. *NOAA Tech. Rep. NMFS CIRC-370*:1-38
- Lasker, R. 1975. Field criteria for survival of anchovy larvae: the relation between inshore chlorophyll maximum layer and successful first feeding. *Fish. Bull.* 73:453-462.
- Lasker, R. 1981. The role of stable ocean in larval fish survival and subsequent recruitment. Pag. 80-87 *In* R. Lasker, ed. *Marine Fish larvae. Morphology, Ecology and Relation to Fisheries*. Washington Sea Grant Program, USA.
- Lavín M. F., E. Beier y A. Badan. 1997 Estructura Hidrográfica y Circulación del Golfo de California: Escalas estacional r interanual, *Contribuciones a la oceanografía Física en México* , Union Geofisica Mexicana, Monografía No. 3: 141-171
- Lavín, M. F. y S. G. Marinone. 2003. An overview of physical oceanography of the Gulf of California. Pags. 173-204 en O. Velasco-Fuentes, J. Sheinbaum y J. J. Ochoa de la Torre, eds. *Nonlinear Processes in the Geophysical Fluid dynamics*. Kluwer Academia Plublisher,. ISBN 1-4020-1589-5. Dordrecht, Holanda
- Leis, J. M. 1986. Vertical and horizontal distribution of fish larvae near coral reefs at Lizard Island, Grat Barrier Reef. *Mar. Biol.* 90:505-516
- Leis, J. M. 1991. Veritical distribution of fish larvae in the Grat Barrier Reef Lagoon, Australia. *Mar. Biol.* 109: 157-166
- Leis, J. M. 2004. Vertical distribution behavior and its spatial variation in late-stage larvae of Coral-reef fishes during the day. *Mar. Fresh Behav. Physiol.* 37: 65-88
- Loeb, V. J. 1979. Vertical distribution and development of larval fishes in the North Pacific Central Gyre during summer. *Fish. Bull. US* 77:777-793.
- Loeb, V. J., y A. Nichols. 1984. Vertical distribution and composition of ichthyoplankton and invertebrate zooplankton assemblages in the eastern tropical Pacific. *Biol. Pesq.* 13:39-66
- Mann, H. B., y D. R. Whitney. 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger that the other. *Ann. Math. Statistic* 18:50-60

- Margalef, R. 1968. Perspectives in ecological theory. Univ. Chicago Press.
- Montelenone, D. M., W. T. Peterson, 1986. Feeding ecology of American sand lance *Ammodytes americanus* larvae from Long Island Sound. Marine Ecology Progress Series, 30: 133-143
- Moser, H. G. y E. H. Ahlstrom. 1974. Role of larval stages in systematic investigations of marine teleosts: the Myctophidae, a case of study. Fish. Bull. US. 72:391-413.
- Moser, H. G., and P. E. Smith 1993 Larval fish assemblages of the California Current Region and their horizontal and vertical distribution across a front. Bull. Mar. Sci. 53(2):645-691
- Moser, H.G. 1996. Atlas N° 33: The early stages of fishes in the California Current Region. CalCOFI. Moser, H.G. (Ed.). 1505 pp.
- Navarro-Olache, L. F., M. F. Lavín, L. G. Álvarez-Sánchez y A. R. Zirino. 2004. Internal Structure of SST features in the central Gulf of California. *Deep Sea Res.*
- Pakhomov, E.A., R. Perissinotto y C.D. McQuaid. 1996. Prey composition and daily rations of myctophid fishes in the Southern Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 134:1-14.
- Rentaría-Cano, M. E. 2005. distribución de larvas de peces y composición de la dieta de especies abundantes en la costa de al región del Golfo de California, durante el verano 1998. Tesis de Maestría en Ciencias. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S. 61 p.
- Ripa, P. 1997. Towards a physical explanation of the seasonal dynamics and thermodynamics of the Gulf the California, J. *Phys Ocean*, 27: 597-614
- Roden, G. I. 1958. Oceanographic and Meteorological Aspects of the Gulf of California. Pac. Sci. 12: 21-45
- Roe, H. S. y J. Badcock. 1982. The diel migrations and distributions within a mesopelagic community in the north-east Atlantic. 5. Vertical migrations and feeding of fish. Prog. Oceanogr. 13:389-424.
- Röpke, A. 1993. Do larvae of mesopelagic fishes in the Arabian Sea adjust their vertical distribution to physical and biological gradients? Mar. Ecol. Prog. Ser. 101:223-235.

- Sánchez-Velasco, L., S. P. A. Jiménez-Rosenberg y M. L. Lavín. 2007. Vertical distribution of fish larvae and its relation with water column structure in the SW of the Gulf of California. *Pacific Science*. 61-4
- Sinclair, M. 1988. Marine population. An essay on population regulation and speciation. Washington Sea Grant Program. Seattle and London. 252 p.
- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO, Documentos Técnicos de Pesca N°175, FIR/T175 (Es), 107 pp.
- Sokal, R. R. y P. H. Sneath. 1963. Principles of Numerical Taxonomy. W. H. Freeman and Co., San Francisco.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1985. Biometría. Glume. Barcelona. 587 p.
- Soto-Mardones, I., S. G. Marinone, y A. Parés-Sierra. 1999 Variabilidad espacio-temporal superficial del lar en el Golfo de California. *Cienc. Mar.* 25(1): 1-30
- Venrik, E. y T. Hayward. 1984. Determining chlorophyll on the 1984 CALCOFI surveys. *CalCOFI Rep.* 25: 74-79.
- Willis, J. & W.G. Pearcy. 1982. Vertical distribution and migration of fishes of the lower mesopelagic zone off Oregon. *Mar. Biol.* 70:87-98.

**Anexo 1.** Características de cada estación.

Estación	Estrato	Abundancia total	Volumen filtrado	Profundidad del lance	Localización		Profundidad de fondo (m)
					Latitud (N)	Longitud (W)	
A1	0-50	299.05	97.81	66.48	27.75991667	112.18095	1448
	50-100	176.62	52.69	132.96			
	100-150	86.51	187.55	180.28			
	150-200	64.45	223.77	240.37			
A2	0-50	293.55	69.70	56.83	27.91791667	112.2757667	1171
	50-100	31.48	144.44	113.67			
	100-150	36.80	376.92	173.36			
	150-200	17.12	540.17	231.15			
A3	0-50	358.52	66.65	53.10	28.05935	112.361	1073
	50-100	476.12	169.53	106.21			
	100-150	8.78	187.81	164.92			
	150-200	119.00	258.70	219.89			
B1	0-50	835.59	94.38	54.39	28.0803	112.6641	131
	50-100	565.86	193.17	105.10			
B2	0-50	1508.10	249.17	57.81	28.13565	112.5496167	491
	50-100	230.53	160.50	115.62			
	100-150	181.88	208.30	151.54			
	150-200	35.54	227.42	202.06			
B3	0-50	2010.18	100.17	53.27	28.19486667	112.4101333	497
	50-100	121.25	26.36	106.54			
	100-150	530.38	190.49	160.37			
	150-200	12.73	167.93	213.83			
B4	0-50	330.32	80.09	52.91	28.25363333	112.2796667	950
	50-100	1839.69	94.04	102.37			
	100-150	17.58	179.34	157.66			
	150-200	1422.74	176.86	187.78			
B5	0-50	676.90	304.06	61.81	28.31005	112.1582167	414
	50-100	233.84	89.87	123.62			
	100-150	662.10	181.10	181.68			
	150-200	552.08	205.17	242.24			
B6	0-50	557.64	60.58	56.30	28.3705	112.02405	97
C1	0-50	87.91	116.09	60.03	28.23925	112.7510833	128
C3	0-50	734.99	86.07	55.01	28.27776667	112.6495	211
	50-100	116.53	84.97	110.02			
C5	0-50	577.80	59.57	57.37	28.32303333	112.5511667	577
	50-100	58.92	97.37	114.73			
	100-150	29.95	226.99	169.95			
	150-200	22.68	199.80	226.60			
C6	0-50	284.64	59.05	54.22	28.34406667	112.50235	876
	50-100	17.24	125.82	108.43			

	100-150	116.32	242.37	168.75			
	150-200	33.47	201.67	225.00			
<b>C8</b>	0-50	2453.74	79.11	54.22	28.38788333	112.4033167	950
	50-100	293.14	96.19	108.45			
	100-150	769.03	188.63	161.18			
	150-200	396.54	162.63	195.42			
<b>C10</b>	0-50	972.05	99.86	47.12	28.43268333	112.3045333	NO HUBO DATO
	50-100	173.24	152.32	94.24			
	100-150	154.16	189.10	161.96			
	150-200*		189.12	215.94			
<b>C11</b>	0-50	459.70	76.67	51.08	28.45461667	112.2551	258
	50-100	318.23	133.01	103.24			
	100-150	123.16	143.18	146.95			
<b>C13</b>	0-50	694.97	68.55	59.55	28.4979	112.1568333	118
<b>D1</b>	0-50	88.43	74.84	60.17	28.37486667	112.8254167	116
<b>D2</b>	0-50	66.88	89.00	54.11	28.37508333	112.77505	208
	50-100*		126.92	108.22			
	100-150	22.28	268.75	149.71			
<b>D3</b>	0-50	861.60	54.67	57.44	28.37538333	112.7259833	209
	50-100	21.37	161.25	114.89			
	100-150	30.38	181.79	184.07			
<b>D5</b>	0-50	4041.97	56.83	47.66	28.37716667	112.6229333	150
	50-100*		115.88	95.32			
<b>D6</b>	0-50	2336.87	90.63	60.86	28.37581667	112.5575833	546
	50-100	63.69	95.56	121.72			
	100-150	65.89	585.51	167.72			
	150-200	11.01	203.13	223.63			
<b>E3</b>	0-50	82.98	91.34	58.30	28.41565	112.41565	392
	50-100	19.73	118.22	116.60			
	100-150	28.96	181.86	175.58			
	150-200	25.09	93.32	234.10			
<b>E7</b>	0-50	95.41	61.89	53.69	28.53101667	112.7874167	813
	50-100*		142.67	107.37			
	100-150*		143.76	172.69			
	150-200*		99.32	230.26			
<b>E9</b>	0-50	55.08	88.50	60.93	28.57006667	112.9011833	612
	50-100*		90.72	121.86			
	100-150	27.91	147.94	206.47			
	150-200	18.77	139.18	261.18			
<b>E11</b>	0-50	12.12	97.22	58.91	28.59973333	113.0090833	332
	50-100*		83.71	117.82			
	100-150*		149.53	192.73			
	150-200	43.87	117.14	256.97			
<b>F1</b>	0-50	2893.79	77.51	51.09	28.48991667	112.5283667	765
	50-100	42.31	96.60	102.18			
	100-150	14.08	119.98	168.89			

	150-200	199.27	237.31	225.19			
<b>F2</b>	0-50	118.00	56.60	51.37	28.55011667	112.3992167	294
	50-100	33.14	62.00	102.74			
	100-150	152.56	160.19	174.56			
	150-200	74.92	155.33	232.75			
<b>F3</b>	0-50	1592.29	107.90	60.71	28.61855	112.2653333	114
<b>G1</b>	0-50	241.95	80.91	63.15	28.53921667	112.64	431
	100-150	71.62	169.21	173.12			
	150-200	16.03	143.98	230.83			
<b>G2</b>	0-50	1353.74	52.88	49.72	28.65196667	112.6906667	216
	50-100	152.22	91.45	99.43			
	100-150	11.94	131.59	157.06			
<b>G3A</b>	0-50*		71.52	63.28	28.98586667	112.6401333	392
	50-100*		103.67	126.56			
	100-150*		201.54	181.34			
	150-200	126.11	95.86	241.78			
<b>* No se encontraron larvas de peces.</b>							

**Anexo 2.** Abundancia promedio de las taxa identificadas.

<b>Taxón</b>	<b>abundancia promedio</b>
<i>Abudefduf troschelii</i>	0.15
<i>Albula sp</i>	5.62
<i>Anchoa compressa</i>	0.32
Anguilliforme	1.12
Anguilliforme T1	0.22
Anguilliforme T2	0.38
Anguilliforme T3	0.16
Anguilliforme T4	0.08
Anguilliforme T5	0.98
Anguilliforme T6	0.24
Anguilliforme T7	0.51
Anguilliforme T8	0.33
Anguilliforme T9	0.20
<i>Anisotremus davidsoni</i>	0.86
<i>Antennarius avalonis</i>	0.54
<i>Apogon guadalupensis</i>	0.12
<i>Argentina sialis</i>	0.09
<i>Auxis sp</i>	5.66
<i>Balistes polylepis</i>	2.16
Balistidae T1	0.03
Balistidae T2	0.05
<i>Benthoosema panamense</i>	343.18
<i>Bothus leopardinus</i>	1.46
Bythitidae T1	0.20
<i>Borophyrne apogon</i>	0.12
Carangidae T1	4.41
Carangidae T2	0.33
Carangidae T3	0.19
Carangidae T4	0.03
<i>Caranx caballus</i>	0.84
<i>Caranx sexfasciatus</i>	0.24
<i>Citharichthys fragilis</i>	0.06
<i>Citharichthys platophrys</i>	0.11
<i>Citharichthys sp 1</i>	0.14
<i>Clarkichthys bilineatus</i>	0.08
Congridae T1	0.07
Congridae T2	0.03
<i>Cyclopsetta panamensis</i>	1.59
<i>Diapterus peruvianus</i>	0.57
Diodontide T1	0.06
<i>Diogenichthys laternatus</i>	0.26
<i>Echiodon exsilium</i>	0.07

<b>Taxón</b>	<b>abundancia promedio</b>
<i>Encheliophis sp</i>	0.07
<i>Engraulis mordax</i>	0.67
<i>Engyophrys sanctilaurentia</i>	0.14
<i>Epinephelus sp</i>	0.10
<i>Eucinostomus dowii</i>	0.05
<i>Eucinostomus gracilis</i>	0.38
<i>Euthynnus lineatus</i>	0.06
<i>Gigantactis sp</i>	0.08
Gobiidae T1	2.25
Gobiidae T2	1.40
Gobiidae T3	0.93
Gobiidae T4	0.32
Gobiidae T5	0.46
Gobiidae T6	0.07
Gobiidae T7	0.64
Gobiidae T8	0.37
Gobiidae T9	0.35
<i>Harengula thrissina</i>	2.53
<i>Hemanthias signifer</i>	0.32
Holocentridae T1	0.06
<i>Hypsypops rubicundus</i>	0.39
Labridae	0.17
Labrisomidae	0.06
<i>Lepidopus fitchi</i>	0.07
<i>Lepophidium stigmatistium</i>	0.20
Lophidae T 1	0.16
<i>Lophiodes spilurus</i>	0.65
Lutjanidae	0.06
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0.49
<i>Lutjanus guttatus</i>	0.09
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	0.24
<i>Lutjanus peru</i>	0.32
<i>Lutjanus sp</i>	0.11
<i>Lythrypnus dalli</i>	0.09
<i>Melamphaes sp</i>	0.29
Microdesmidae	0.23
<i>Microdesmos multiradiatus</i>	0.14
<i>Micropogonidas sp</i>	0.81
<i>Monolene asaedai</i>	0.06
<i>Mugil sp</i>	0.40
Mullidae T1	0.22
Myctophidae	0.12

<b>Taxón</b>	<b>abundancia promedio</b>
<i>Myripristis leiognathos</i>	0.12
<i>Ophichthus triserialis</i>	0.15
<i>Ophidion scrippsae</i>	0.08
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	0.16
<i>Opisthonema libertate</i>	0.24
<i>Paranthias colonus</i>	0.08
<i>Perissias taeniopterus</i>	0.21
Pomacentridae T1	0.38
<i>Pontinus sp</i>	1.02
Pricanthidae T1	0.07
<i>Prionotus ruscarius</i>	0.18
<i>Prionotus sp</i>	0.05
<i>Pristigenys serrula</i>	0.06
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	0.09
<i>Sardinops sagax</i>	0.39
Sciaenidae T1	0.08
Scombridae T1	0.28
<i>Scorpaena guttata</i>	1.87
<i>Scorpaenodes xyris</i>	0.31

<b>Taxón</b>	<b>abundancia promedio</b>
<i>Selar crumenophthalmus</i>	1.01
<i>Selar sp</i>	0.13
<i>Semicossyphus pulcher</i>	0.31
Serranidae T1	0.13
<i>Serranus sp</i>	0.97
<i>Stegastes rectifraenum</i>	0.07
<i>Syacium ovale</i>	8.59
<i>Symphurus atramentatus</i>	0.10
<i>Symphurus sp</i>	0.98
<i>Symphurus sp 2</i>	1.21
<i>Symphurus sp 3</i>	0.12
<i>Symphurus sp 4</i>	0.31
<i>Symphurus williamsi</i>	1.35
<i>Synodus lucioceps</i>	0.77
<i>Thalassoma sp</i>	0.12
Trachichthyidae T 1	0.06
<i>Trachurus symmentricus</i>	0.13
<i>Triphoturus mexicanus</i>	9.39
<i>Vinciguerria lucetia</i>	2.65

**Anexo 3.** Prueba de Olmostead-Tukey para el grupo Superficial Sub-superficial Golfo Sur (SSGS★) resultado del índice de disimilitud de Bray - Curtis.

<b>SSGS(★)</b>	<b>Abundancia promedio</b>	<b>Frecuencia de ocurrencia %</b>	<b>JERARQUIA</b>
<i>Bentosema panamense</i>	738.31	100.00	Dominante
<i>Harengula thrissina</i>	50.82	14.29	
Carangidae T1	34.43	35.71	
<i>Albula</i> sp	34.23	50.00	
<i>Syacium ovale</i>	33.60	60.71	
<i>Triphoturus mexicanus</i>	29.03	42.86	
<i>Auxis</i> sp	25.42	64.29	
<i>Selar crumenophthalmus</i>	22.68	14.29	
<i>Cyclosetta panamensis</i>	20.28	21.43	
Anguilliforme	10.96	42.86	Constante
Anguilliforme T5	5.32	21.43	
<i>Anisotremus davidsoni</i>	3.57	14.29	
<i>Balistes polylepis</i>	9.14	50.00	
<i>Bothus leopardinus</i>	5.76	32.14	
<i>Caranx caballus</i>	5.75	21.43	
<i>Caranx sexfasciatus</i>	8.54	14.29	
Gobiidae T1	25.42	42.86	
Gobiidae T2	13.89	32.14	
Gobiidae T3	2.32	17.86	
<i>Lophiodes spilurus</i>	738.31	14.29	
<i>Pontinus</i> sp	12.81	17.86	
<i>Scorpaena guttata</i>	9.06	42.86	
<i>Eucinostomus gracilis</i>	1.62	14.29	
<i>Serranus</i> sp	34.43	28.57	
<i>Symphurus</i> sp	14.71	14.29	
<i>Symphurus</i> sp 2	16.88	25.00	
<i>Symphurus williamsi</i>	2.32	28.57	
<i>Synodus lucioceps</i>	7.25	25.00	
<i>Vinciguerria lucetia</i>	5.66	25.00	
<i>Diapterus peruvianus</i>	5.32	7.14	Ocasional
<i>Engraulis mordax</i>	4.78	10.71	
Pomacentridae T1	1.97	3.57	
<i>Semicossyphus pulcher</i>	2.32	3.57	
<i>Abudefduf troschelii</i>	20.28	3.57	Rara
<i>Anchoa compressa</i>	25.67	7.14	
Anguilliforme T1	5.63	7.14	
Anguilliforme T2	6.80	10.71	
Anguilliforme T3	15.41	7.14	

Anguilliforme T4	6.66	7.14	
Anguilliforme T6	17.21	7.14	
Anguilliforme T7	8.15	3.57	
Anguilliforme T8	8.69	7.14	
<i>Antennarius avalonis</i>	4.64	3.57	
<i>Apogon guadalupensis</i>	8.63	7.14	
<i>Argentina sialis</i>	6.85	3.57	
Balistidae T1	14.68	3.57	
Bythitidae T1	13.10	7.14	
<i>Borophyrne apogon</i>	13.75	3.57	
Carangidae T2	9.84	7.14	
Carangidae T3	1.89	3.57	
Carangidae T4	26.87	3.57	
<i>Citharichthys fragilis</i>	13.43	3.57	
<i>Citharichthys platophrys</i>	25.16	7.14	
<i>Citharichthys</i> sp 1	50.82	7.14	
Congridae T2	3.45	3.57	
Diodontide T1	5.32	3.57	
<i>Diogenichthys laternatus</i>	3.26	3.57	
<i>Elops affinis</i>	5.63	10.71	
<i>Encheliophis</i> sp	5.86	3.57	
<i>Engyophrys sanctilaurentia</i>	8.42	3.57	
<i>Epinephelus</i> sp	5.89	3.57	
<i>Eucinostomus dowii</i>	5.63	3.57	
<i>Gigantactis</i> sp	5.10	3.57	
Gobiidae T4	8.39	7.14	
Gobiidae T5	7.21	3.57	
Gobiidae T7	9.62	3.57	
Gobiidae T8	1.32	7.14	
Gobiidae T9	8.57	3.57	
<i>Hemanthias signifer</i>	10.14	10.71	
Holocentridae T1	1.97	3.57	
Labridae T1	5.76	7.14	
Labrisomidae T1	4.64	3.57	
<i>Lepophidium stigmatistium</i>	6.80	10.71	
Lophidae T1	13.59	3.57	
Lutjanidae T1	7.24	3.57	
<i>Lutjanus argentiventris</i>	6.59	10.71	
<i>Lutjanus guttatus</i>	7.46	3.57	
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	6.85	10.71	
<i>Lutjanus peru</i>	6.40	10.71	
<i>Lutjanus</i> sp	6.96	3.57	
<i>Melamphaes</i> sp	22.56	10.71	
Microdesmidae T1	14.97	7.14	

<i>Microdesmos multiradiatus</i>	5.65	7.14	
<i>Monolene asaedai</i>	4.72	3.57	
<i>Mugil sp</i>	5.63	3.57	
Mullidae T1	7.97	3.57	
<i>Ophichthus triserialis</i>	8.82	3.57	
<i>Ophidion scrippsae</i>	6.85	3.57	
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	9.41	3.57	
<i>Opisthonema libertate</i>	9.44	7.14	
<i>Paranthias colonus</i>	12.65	3.57	
<i>Perissias taeniopterus</i>	6.83	10.71	
Pomacentridae	22.68	3.57	
<i>Prionotus ruscarius</i>	5.98	10.71	
<i>Prionotus sp</i>	27.88	3.57	
<i>Pristigenys serrula</i>	11.27	3.57	
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	9.67	3.57	
<i>Sardinops sagax</i>	6.59	10.71	
Sciaenidae T1	33.60	3.57	
ScombridaeT1	11.59	3.57	
<i>Scorpaenodes xyris</i>	14.54	7.14	
<i>Selar sp</i>	2.64	7.14	
Serranidae T1	10.92	3.57	
<i>Stegastes rectifraenum</i>	7.39	3.57	
<i>Symphurus atramentatus</i>	1.62	3.57	
<i>Symphurus sp 4</i>	5.76	3.57	
<i>Thalassoma sp</i>	29.03	3.57	
<i>Trachurus symmentricus</i>	6.04	3.57	
	Número de especies		109
	Numero de estación/estrato		28
	Promedio con respecto al número de estaciones		926.85

**Anexo 4.** Prueba de Olmstead-Tukey para el grupo Superficial Sub-superficial Frente (SSFr ▲) resultado del índice de disimilitud de Bray - Curtis.

<b>SSFr(▲)</b>	<b>Abundancia promedio</b>	<b>Frecuencia de ocurrencia %</b>	<b>JERARQUIA</b>
<i>Bentosema panamense</i>	84.61	100.00	Dominante
<i>Albula sp</i>	4.38	7.32	Constante
Gobiidae T7	10.26	7.32	
Anguilliforme	12.95	2.44	Ocasional
Anguilliforme T8	13.21	2.44	
<i>Anisotremus davidsoni</i>	11.84	4.88	
<i>Caranx caballus</i>	16.05	4.88	
Gobiidae T5	10.86	4.88	
<i>Hypsypops rubicundus</i>	34.70	2.44	
<i>Micropogonidas sp</i>	34.41	4.88	
Mullidae T1	12.78	2.44	
<i>Scorpaenodes xyris</i>	13.96	2.44	
<i>Serranus sp</i>	1.23	2.44	
<i>Abudefduf troschelii</i>	8.39	2.44	Rara
Anguilliforme T7	4.42	2.44	
Anguilliforme T9	9.00	4.88	
<i>Auxis sp</i>	6.77	4.88	
<i>Bothus leopardinus</i>	7.28	2.44	
<i>Clarkichthys bilineatus</i>	7.28	2.44	
Congridae T1	6.66	2.44	
Engraulidae	8.39	2.44	
<i>Euthynnus lineatus</i>	5.17	2.44	
Gobiidae T1	8.67	2.44	
Gobiidae T6	6.66	2.44	
Gobiidae T8	6.88	2.44	
Gobiidae T9	6.38	2.44	
<i>Harengula thrissina</i>	5.88	4.88	
<i>Lepidopus fitchi</i>	6.38	2.44	
<i>Lutjanus argentiventris</i>	1.90	2.44	
<i>Lythrypnus dalli</i>	8.39	2.44	
Myctophidae	1.90	2.44	
Ophidiidae	6.88	2.44	
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	8.39	2.44	
<i>Opisthonema libertate</i>	6.38	2.44	
Pomacentridae T1	5.17	2.44	
<i>Pontinus sp</i>	7.85	2.44	
Scombridae	6.38	2.44	
<i>Scorpaena guttata</i>	8.39	2.44	

<i>Syacium ovale</i>	2.46	2.44	
<i>Symphurus</i> sp	7.85	2.44	
Symp		#	44
Trachichthyidae T 1	5.17	2.44	
<i>Triphoturus mexicanus</i>	4.28	4.88	
<i>Vinciguerria lucetia</i>	7.28	2.44	
Número de especies			44
Numero de estación/estrato			41
Promedio con respecto al número de estaciones			96.93

**Anexo 5** Prueba de Olmostead-Tukey para el grupo **Sub-superficial Fondo (SbF ●)**  
 resultado del índice de disimilitud de Bray - Curtis.

<b>SbF(●)</b>	<b>Abundancia promedio</b>	<b>Frecuencia de ocurrencia %</b>	<b>JERARQUIA</b>
<i>Benthoosema panamense</i>	103.07	76.19	Dominante
<i>Vinciguerrria lucetia</i>	54.12	14.29	
<i>Antennarius avalonis</i>	6.76	23.81	Constante
<i>Triphoturus mexicanus</i>	24.34	90.48	
<i>Auxis</i> sp	22.31	4.76	Ocasional
<i>Diogenichthys laternatus</i>	17.73	4.76	
<i>Lophiodes spilurus</i>	17.42	9.52	
<i>Syacium ovale</i>	36.69	9.52	
<i>Symphurus</i> sp	25.23	4.76	
<i>Symphurus williamsi</i>	25.23	4.76	
Balistidae T2	4.47	4.76	Rara
<i>Albula</i> sp	6.26	4.76	
Anguilliforme T1	8.54	4.76	
<i>Cyclopsetta panamensis</i>	6.41	9.52	
<i>Echiodon exsilium</i>	6.26	4.76	
<i>Engyophrys sanctilaurentia</i>	4.28	4.76	
Gobiidae T3	5.73	4.76	
<i>Harengula thrissina</i>	4.47	4.76	
Lophidae T1	6.26	4.76	
<i>Lutjanus argentiventris</i>	9.77	4.76	
<i>Micropogonidas</i> sp	4.47	4.76	
<i>Mugil</i> sp	15.75	9.52	
<i>Myripristis leiognathos</i>	1.74	4.76	
Pricanthidae T1	6.26	4.76	
Scorpaenidae	11.16	4.76	
<i>Symphurus</i> sp 3	1.74	4.76	
<i>Symphurus</i> sp 4	7.76	4.76	
<i>Trachurus symmentricus</i>	6.26	4.76	
Número de especies			28
Numero de estación/estrato			21
Promedio con respecto al número de estaciones			126.01