

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Distribución de la biomasa
zooplanctónica en la Región del
Cañón de Campeche en fin de
temporada de Nortes

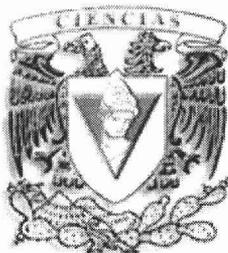
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A :

VERÓNICA RAMÍREZ CRUZ



DIRECTOR DE TESIS: DR. DAVID ALBERTO SALAS DE LEÓN

2005

m343773





UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA II
MIZTAPÁN

Autorizo a la Secretaría de Planeación de la UNAM a disponer de los recursos necesarios para el contenido de mi trabajo recepcional.
NOMBRE: Ramírez Cruz Verónica

FECHA: 4 Mayo 2005

FIRMA: athlyvero@hotmail.com

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:
"Distribución de la biomasa zooplanctonica en la Región del Cañón de Campeche en fin de temporada de Nortes".

realizado por Ramírez Cruz Verónica

con número de cuenta 09420221-6 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Dr. David Alberto Salas de León

Propietario

Dr. Cesar Flores Coto

Propietario

Dra. María de la Luz Espinosa Fuentes

Suplente

Dra. María Adela Monreal Gómez

Suplente

Biol. Gabriel González Chávez

Consejo Departamental de Biología

FACULTAD DE CIENCIAS

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGÍA

DEDICO ESTA TESIS,

A mis padres.

*Por haberme permitido vivir y
Recibir todas las maravillas de la vida.*

*Por todo lo que me han dado y
Enseñado para caminar por la vida*

*Por el apoyo, que siempre me han dado y
Haber me permitido llegar hasta aquí*

*Por los buenos y malos momentos
que hemos pasado, pero siempre juntos*

A mis padres que me lo han dado todo.

*Gracias papá
Gracias mamá*

*Por que cada triunfo y fracaso en la vida
Siempre enseña algo para hacerla mejor.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México que me ha abierto sus puertas y me ha permitido seguir superando.

Al Proyecto Procesos Oceanográficos y Mecanismos de Producción Biológica en el Sur del Golfo de México ICML/UNAM-CONACYT G27777B.

A la tripulación del B/O Justo Sierra por todo el apoyo recibido durante la toma de muestras, pero sobre todo por la amistad que me han brindado.

Al Dr. David Alberto Salas de León. Por haber dirigido esta tesis, por todo el apoyo, paciencia, comprensión que me ha brindado y todo lo que me ha permitido aprender. Sobre todo por su amistad.

A la Dra. María Adela Monreal Gómez por su apoyo en la realización de este trabajo y por su amistad.

Al Dr. Cesar Flores Coto por el apoyo que me dio para la realización de este trabajo en la revisión de muestras, por sus comentarios y amistad.

A la Dra. María de la Luz Espinosa Fuentes. Por las observaciones hechas a este trabajo y por la amistad que me ha brindado.

Al Biol. Gabriel Gonzáles Chávez. Por todo el apoyo que me has dado. Por haberme permitido conocer a los Doctores Salas y Monreal y por tu amistad y confianza.

A la Biol. Balbina Suárez Achaval. Por el asesoramiento en el procesamiento y revisión de muestras de zooplancton. Desde luego por tu amistad.

Al Biol. Jorge Arturo Castro Sánchez. Por el apoyo en el manejo de programas de computación para el procesamiento de datos y figuras y por supuesto por tu amistad.

Al Laboratorio de Oceanografía Física. Por su apoyo y a amistad, Habacuc, Miguel Ángel, Javier, Gilberto, Erika e Ikebana.

Al Laboratorio de Zooplancton, por su ayuda en la revisión de muestras y amistad que me han brindado.

A todos aquellos amigos los que están y los que ya no, por haberlos conocido, por que siempre me han enseñado algo y me han dejado ser su amiga.

A ti Ubaldo, por los consejos que me has dado, por tu comprensión y apoyo. Por todos los momentos que hemos pasado juntos y porque ante todo se que cuento con tu amistad y cariño, “¡igual!”.

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	7
ANTECEDENTES	8
ÁREA DE ESTUDIOS	12
MÉTODO Y MATERIALES	16
RESULTADOS	22
Biomasa	27
Análisis de Conglomerados	54
Análisis Zooplanctónico	57
DISCUSIÓN	68
CONCLUSIONES	74
REFERENCIAS	76

RESUMEN

Se presenta la variación espacial del zooplancton en la Región del Cañón de Campeche durante las la segunda etapa de las campañas oceanográfica PROMEBIO – III del 16 al 18 de abril de 2000, y de PROMEBIO – IV del 27 al 28 de abril de 2001 y en la primera etapa de PROMEBIO – VII del 20 al 26 de febrero 2003. Las muestras de zooplancton se obtuvieron con redes de apertura-cierre. Los datos de temperatura, conductividad y presión se midieron con un CTD Neil Bown Mark III. Los resultados sugieren que la forma del cañón influye en la distribución de la biomasa, así como el giro anticiclónico subsuperficial de la zona del cañón. Y frontera de los giros. La asociación de las estaciones revela que hay tres grupos que conservan características semejantes uno en la periferia del cañón, otra al borde del cañón y el tercero en el centro del cañón. La mayor cantidad de la biomasa zooplanctónica se presentó por arriba de la termoclina, en las estaciones que están sobre el cañón y en zonas de interacción de los giros ciclónicos y anticiclónicos. Durante el paso de los nortes, debido a la presencia de los fuertes vientos, se vió que estos afectan la columna de agua, hundiendo la termoclina, haloclina y picnoclina, aumento el espesor de la capa de mezcla. La concentración de la biomasa zooplanctónica se vio afectada durante el paso de los nortes, mostrando un descenso en la concentración de la biomasa zooplanctónica. Al final de la temporada de nortes se observa reestablecimiento del espesor de la columna de agua con un ascenso de la termoclina , haloclina y picnoclina, así como un mayor concentración de zooplancton por arriba de la termoclina y picnoclina, así como una mayor concentración del zooplancton por arriba de la termoclina y migración zooplanctónica verticales ascendentes durante el día. La diversidad de grupos en el Cañón de Campeche es considerable. Se encontró un gran número de grupos. El grupo de los copépodos fue dominante comprendió hasta el 50 % de la población, le siguen en abundancia los quetognatos y sifonóforos. El paso de los nortes al parecer afecta su número pero solo en algunos grupos, como el de las apendicularias y tornarea, cuyo número de organismos fue completamente reducido, siendo quizás los más afectados por el paso de los nortes. La distribución de los grupos más abundantes en función de la temperatura y salinidad, revela que su distribución debe responde en primer lugar a la disponibilidad de alimento, y en segundo lugar al tipo de masa de agua en que se encuentran y que en durante las campañas oceanograficas se observó que no se localizan en un punto de temperatura y salinidad fija.

ABSTRACT

Spatial variation of zooplankton biomass and abundance were analyzed in the Campeche Canyon region from April 16 through 18, 2000 (PROMEBIO III), April 27 through 29, 2001 (PROMEBIO IV), and February 20 through 26, 2003 (PROMEBIO VII) surveys. Zooplankton samples were taken using opening-closing nets at sublevels. A Neil Brown Mark III CTD was used to record conductivity, temperature, and pressure. Results indicate that the canyon bathymetry, and the anticyclonic eddy, as well as, the boundary between cyclonic and anticyclonic eddies influence the distribution of biomass. The cluster analysis shows the existence of three groups, one in the periphery of the canyon, another in the shelf break, and the third at the center of the canyon. The highest concentration of the zooplankton biomass was located over the thermocline, along the canyon axis, and in the boundary between cyclonic and anticyclonic eddies. The strong norther winds induce deeper thermocline, halocline and pycnocline. The concentration and distribution of the zooplankton biomass were also influenced and become lower. At the end of the norther season the thickness of the mixed layers is recuperated, as well as, the higher zooplankton biomass over the thermocline. The diversity in the Campeche Canyon region was considerable. The copepod was the dominant group with 50 % abundance population. The chaetognatha and siphonophores were the second and third groups according with abundance. The norther winds influence the number of organisms, and in particular the appendicularians and tornarian number decreased. The distribution of the most abundant groups should respond first to food availability, and second to water mass characteristics, since during the different surveys the organisms were localized at different temperature and salinity on the T-S diagram.

INTRODUCCIÓN

EL zooplancton tiene una gran importancia ecológica en los sistemas marinos, un alto valor científico e implícitamente un gran interés económico. El zooplancton se encuentra junto con el fitoplancton, en la base de la pirámide de la producción biológica del ecosistema marino, juntos sostienen la producción de los subsecuentes niveles tróficos. El fitoplancton proporciona la producción primaria y el zooplancton como parte fundamental de la base de la cadena trófica, transfiere la energía de los productores primarios a los consumidores secundarios, jugando un papel significativo en el potencial productivo de cualquier ambiente acuático (Wickstead, 1979).

La comunidad zooplanctónica en los océanos no se distribuye en forma aleatoria, crea parches de formas y tamaños diferentes, presenta movimientos dentro de la columna de agua, tanto verticales como horizontales según los parámetros físicos, químicos y biológicos (Banse, 1955; Margalef *et al*, 1967; Wickstead, 1979). Algunas especies del zooplancton experimentan diariamente migraciones verticales (Hutchinson, 1967), durante la noche ascienden y durante el día descienden, en el ocaso comienza el ascenso y el descenso lo efectúan cerca del amanecer. En otro tipo de migración vertical, inverso al patrón de migración anterior, el zooplancton presenta un ascenso durante el día y un descenso en la noche. El zooplancton comúnmente se desplaza con el patrón de migración diurno. Las migraciones verticales pueden originarse como una respuesta a factores exógenos (luz, gravedad, temperatura, salinidad, oxígeno y presión hidrostática) o a cambios endógenos (sexo y edad, depredación, comportamiento y fisiología), la luz y

los ritmos endógenos juegan un papel importante en la migración vertical del zooplancton (Forward, 1988).

Por su valor ecológico o tiempo de vida en el plancton, el zooplancton se divide en: meroplancton; aquellos organismos que sólo viven etapas larvazas de su ciclo de vida en el plancton, como las larvas trocóforas y veliger de poliquetos y moluscos bénticos, las zoeas, nauplios, mysis y filosomas de los crustáceos, las larvas tornarias, algunas larvas de equinodermos, las plánulas, éfiras y la mayoría de las fases medusoides de los cnidarios hidrozoarios, así como las larvas y huevos de los peces: holoplancton; lo forman aquellos organismos que viven todo su ciclo de vida en el plancton, como los sifonóforos, los ctenóforos, los copépodos planctónicos, los quetognatos, los anfípodos hipéridos y algunas familias de poliquetos, algunos eufáusidos, los moluscos pterópodos y heterópodos, las apendicularias, entre otros grupos (Hagmaier y Künne, 1950).

Uno de los grupos del zooplancton de mayor importancia para el hombre es el meroplancton en el que se encuentran muchos grupos de interés comercial como los crustáceos; camarón (larvas, protozoa y mysis), langosta (larvas filosoma y algunos puerulos) y jaiba (zoeas), peces (huevos y larvas) y moluscos: pulpo y calamares, ostiones, mejillones, almejas y abulón (larva veliger y protoconchas), entre otros (Margalef, 1967; Gasca y Suárez, 1996).

El estudio del zooplancton en un principio se dirigió principalmente a conocer la composición zooplanctónica, actualmente un gran número de estudios se enfocan al conocimiento de la biología de las especies comerciales (aspectos morfológicos,

taxonómicos, ecológicos y zoogeográficos) y a la exploración y evaluación pesquera en zonas de desove, detección de recursos potenciales, estimación de biomasa y producción sostenible, básicamente en regiones costeras. Se estima que en México existe un gran número de especies del meroplancton que pueden ser explotadas, de las cuales sólo unas cuantas son las más viables de capturar y muy pocas son las más explotadas (Ortuño, 1996).

Existen básicamente dos formas de análisis del zooplancton; *Análisis cualitativo*, en el cual se analizan sistemas de distribución, estructura de la comunidad y ciclos de vida; *Análisis cuantitativos*; en este tipo de análisis la medición de biomasa zooplanctónica se ha considerado como una medida importante de la abundancia en estudios descriptivos de poblaciones biológicas en el mar. Y dependiendo del estudio o investigación que se haga será el análisis estadístico que se requiera. (Leakey *et al.*, 1992).

La biomasa, es la cantidad de materia viva o carbono producido por los organismos en un área determinada (Powell, 1989). Para el caso del zooplancton puede ser considerado como un índice de la cantidad de materia viva presente en la forma de uno o varios tipos de organismos que comprenden una población de plancton (Ohma y Smith, 1995).

Varias propiedades del zooplancton que incluyen tamaño, peso, volumen, composición química y contenido clorofílico se usan comúnmente como índices de biomasa. Los métodos clásicos para medir biomasa pueden ser clasificados en tres tipos: gravimétricos, volumétricos y químicos. Actualmente el uso de ecosondas y ADCP

(Acoustic Doppler Current Profiler, equipos que se utilizan para medir la velocidad de las corrientes), permiten obtener una estimación confiable de la concentración y la abundancia del zooplancton, aunque aún no es posible identificar el tipo de organismos que conforman esa biomasa.

El estudio de las poblaciones en un área permite inferir las condiciones ambientales, ya que la distribución y composición de las poblaciones son el reflejo de las características físico-químicas del medio en que se encuentran, así como de la influencia de las corrientes oceánicas en el área (Cushing, 1969).

La importancia del conocimiento del zooplancton para un buen manejo de las pesquerías es innegable y su papel ecológico es fundamental. La mayoría de los estudios de biomasa zooplanctónica se han efectuado en zonas costeras, frente a las desembocaduras de los ríos o de las lagunas costeras, ya que los aportes continentales promueven la llamada “producción nueva” y forman importantes zonas de crianza de pesquerías de interés nacional. Sin embargo, estudios efectuados en otras regiones del sur del Golfo de México inducen a creer que hay zonas en las cuales los procesos oceánicos como los giros, frentes, fuertes corrientes, afloramientos, etc., promueven la producción regenerada, lo que favorecería la producción biológica, estas características físicas se presentan en la región del Cañón de Campeche (Salas de León *et al.*, 2004), y con este estudio se desea conocer la distribución de la biomasa zooplanctónica al final de la temporada de nortes en la región del Cañón de Campeche.

OBJETIVOS

- Determinar la variabilidad espacial y temporal de la biomasa zooplanctónica y su relación con las condiciones oceanográficas en el Cañón de Campeche al final de la temporada de nortes.
- Determinar la abundancia de grupos zooplanctónicos en la región de el Cañón de Campeche.

ANTECEDENTES

El Golfo de México, en particular el sur de la Bahía de Campeche, constituye una región pesquera de gran importancia para México, por lo que se han realizado varios estudios sobre diversos aspectos del plancton en la zona. En lo que corresponde a los estudios detallados de las comunidades zooplanctónicas dentro del par ciclón-anticiclón que domina la circulación en la bahía, aún son pocos (Castellanos y Gasca, 1999).

En el norte del Golfo de México en los domo de los centros fríos de los giros ciclónicos han observado concentraciones de nutrientes relativamente altas, mientras que en los centros calidos de los giros anticiclónicos las concentraciones son bajas (Biggs, 1992). Al norte del Golfo de México han observado mayor biomasa en los giros ciclónicos que en los giros anticiclónicos (Wormuth *et al* 2000). El incremento en la biomasa zooplanctónica se da cuando disminuye la intensidad del giro ciclónico, las poblaciones de necton y plancton pueden mantenerse por la mezcla de agua como agregaciones locales (Biggs *et al.*, 1997). Zimmerman y Biggs (1999) reportaron mayor presencia de zooplancton y micronecton en giros ciclónicos que en anticiclones, por lo que concluyó que los giros son los responsable de la distribución espacio-temporal de los organismos planctónicos a escala geográfica..

Entre los primeros registros de biomasa en el sur del Golfo de México, que incluyen la zona del Cañón de Campeche se encuentran los realizados por Flores-Coto *et al.* (1988), estos autores encontraron que la mayor biomasa zooplanctónica ocurre en

zonas costeras esencialmente frente a los principales sistemas fluvio-estuarinos, haciéndose más bajos hacia el área del cañón. Mojica (2003) en un estudio realizado en el Cañón de Campeche encontró que la distribución de la biomasa zooplanctónica en la zona esta influenciada principalmente por la profundidad, temperatura, salinidad y las migraciones nocturnas. Registró en el Cañón de Campeche las mayores concentraciones de biomasa por debajo de la termoclina, y en la frontera del giro ciclónico y anticiclónico.

Por lo general, la comunidad zooplanctónica decrece con la profundidad y la mayor parte de la biomasa se presenta arriba de los 200 m (Hopkins, 1982), siendo los copépodos el grupo más abundante, conformando hasta el 80% en número de organismos y la mitad de la biomasa.

Las comunidades planctónicas en la Bahía de Campeche están influenciadas por diferentes fenómenos que actúan a diferentes escalas espacio-temporal, a lo que los organismos responden de diferentes maneras (Sanvicente Añorve et al 2000). La distribución de las larvas planctónicas se ve influenciada por el giro ciclónico de mesoescala que domina la circulación en la Bahía de Campeche y por su desplazamiento hacia el oeste, lo cual facilita el transporte de los organismos planctónicos del área oceánica a la zona costera e inversamente (Salas de León *et al.*, 1998).

La Bahía de Campeche está caracterizada como un área de alta producción biológica, ricos en meroplancton, peces y crustáceos (Villalobos y Zamora, 1975). Silva (1980) registró una mayor abundancia zooplanctónica en el suroeste de la Sonda de

Campeche y que en el noreste, siendo el grupo más abundante el de los copépodos con un 58.65%. En un estudio sobre la abundancia y distribución de los copépodos en la laguna de Términos, Campeche, Salas Marmolejo (1981) no encontró relación alguna entre la temperatura, el oxígeno y la biomasa zooplanctónica. Sin embargo; Mille Pegaza y Carrillo Laguna (2001) reportan que la temperatura influye en la composición de la comunidad de los quetognatos, y Gasca (1999) lo reportó para los sifonóforos; Flores *et al.*, (1980) encontraron que la temperatura y la salinidad son determinantes en el periodo de máxima abundancia de las larvas de peces en la Laguna de Términos, Campeche. Sanvicente-Añorve *et al.*, (2000) reportaron que los principales mecanismos que controlan la distribución del ictioplancton en el Golfo de México son las corrientes inducidas por el viento y la salinidad. Sanvicente-Añorve (1990) observó que la distribución de peces a mesoescala coincide con la distribución de la biomasa zooplanctónica en la zona nerítica de la Bahía de Campeche y que su máxima abundancia se da en áreas influenciadas por la descarga del sistema de ríos Grijalva-Usumacinta.

Gasca (1997) observó, en la plataforma continental de la Bahía de Campeche bajas de concentración de sifonóforos que coinciden con los giros anticiclónicos y altas concentraciones en áreas de giros ciclónicos y de surgencias. Este mismo autor registró una pequeña diferencia en la abundancia de zooplancton gelatinoso entre el interior y exterior de los dos tipos de giros y reportó que en el sur del Golfo de México a grandes profundidades, la densidad de sifonóforos es muy baja, menor a los 400 ind/1000 m⁻³ y que es en áreas de surgencia es mayor a los 3000 ind/1000 m⁻³. Para áreas costeras registró densidades moderadas, menores a los 3000 ind/1000 m⁻³ y en áreas oceánicas

densidades menores a los 1271 ind/1000 m⁻³. concluyó que la comunidad de sifonóforos en el Golfo de México está influenciada principalmente por la presencia o ausencia de surgencias en áreas de plataforma, por corrientes de mesoescala y corrientes internas.

Las variaciones en el número y tipo de eufáusidos arriba de los 200 m de profundidad, están correlacionados con los ritmos de migración vertical durante el ciclo día-noche. Los patrones de migración pueden ser modificados por las condiciones ambientales locales impuestas por las características de mesoescala (Mauchline, 1980). La comunidad de eufáusidos presenta una baja densidad en los giros anticiclónicos y alta densidad en el centro de los giros ciclónicos, así como también, en áreas de surgencias (Castellanos y Gasca, 1999).

ÁREA DE ESTUDIO

El Cañón de Campeche se localiza al sur del Golfo de México en la Bahía de Campeche, esta bahía es un ecosistema marino influenciado por numerosos ríos, estuarios y lagunas costeras, tiene un gran valor económico ya que sostiene grandes pesquerías y en su subsuelo se encuentran grandes cantidades de hidrocarburos.

El Cañón de Campeche se ubica al oeste de la plataforma de Yucatán y al noreste de la Bahía de Campeche a los 20° 12' y 21° 46' de latitud Norte y 92° 24' y 93° 24' de longitud oeste (Fig. 1). El Cañón de Campeche presenta una longitud de 125 km. y un ancho de 30 km. en la parte final, en lo más profundo llega a tener hasta 55 km. de ancho (Creager, 1958). Es una región pequeña, de topografía compleja, con profundidades de 160 m en su inicio en la plataforma del Banco de Campeche y hasta 2800 m en su parte más profunda (Salas de León *et al.*, 2004).

La circulación en el Cañón de Campeche inicia desde la plataforma de Yucatán y se extiende sobre el Banco de Campeche (Monreal Gómez y Salas de León, 1990). En las márgenes del cañón se presenta un giro ciclónico que se asocia con un giro anticiclónico, ubicado al norte del Banco de Campeche, se desprende de la Corriente de Lazo (Walsh *et al.*, 1989), la cual se forma por el flujo que entra por el Canal de Yucatán y sale por el estrecho de Florida (Bogdanov, 1965). Los giros ciclónicos inducen el afloramiento de nutrientes (Ruiz, 1979) y en la Bahía de Campeche se presenta un giro ciclónico semi-permanente (Vázquez de la Cerda, 1993) con mayor intensidad en el verano y más débil en abril y mayo (Monreal Gómez y Salas de León, 1997)

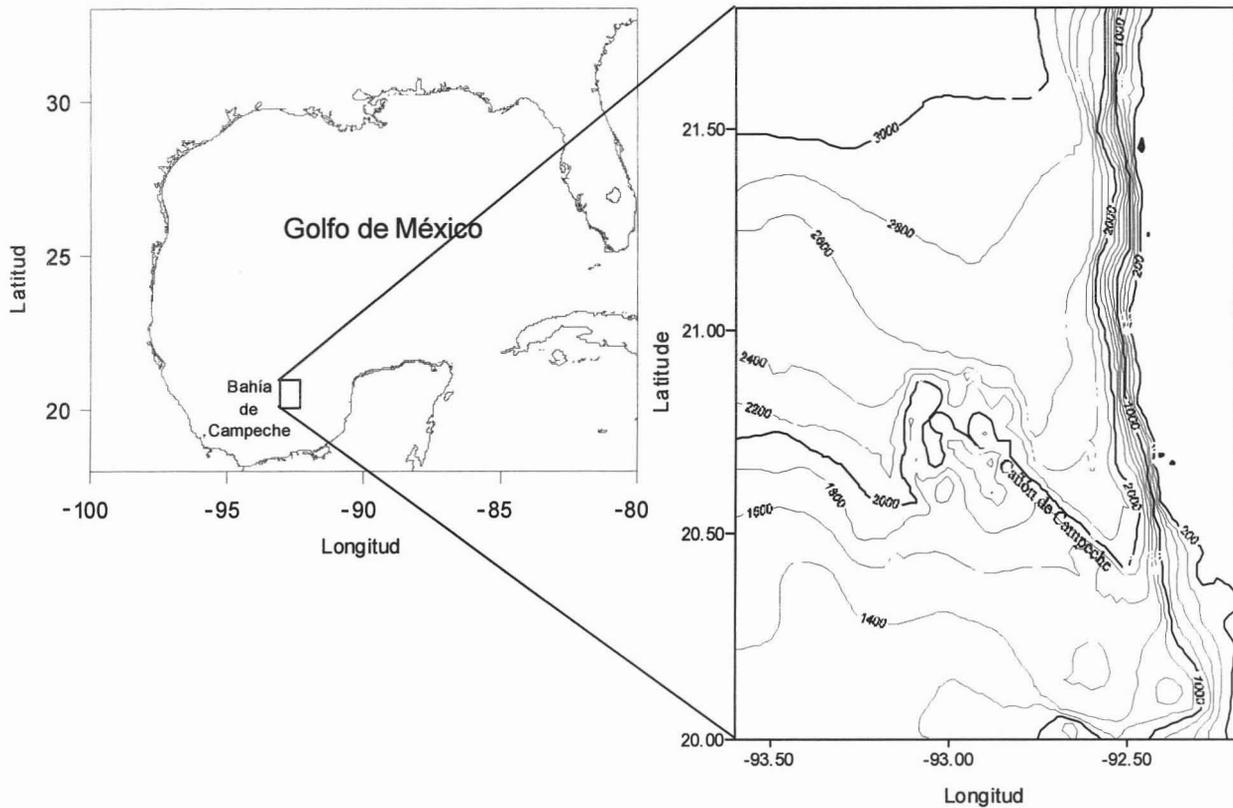


Figura. 1. Localización del Cañón de Campeche y batimetría (m).

Recientemente se ha analizado la circulación en la región del Cañón de Campeche y se ha observado un dipolo anticiclón-ciclón (Salas de León *et al.*, 2004). El giro anticiclónico en el Cañón de Campeche se encuentra centrado en los $20^{\circ} 65' N$ y $93^{\circ} 00' W$, con un diámetro de 70 km. En su núcleo calido se produce un hundimiento de agua sobre el Cañón de Campeche y en sus bordes se desarrolla una zona frontal entre la frontera del giro ciclónico y las orillas del escarpe de Campeche. La dinámica del Cañón de Campeche presenta una capa de mezclade aproximadamente 45 m de profundidad, en la superficie del par anticiclón-ciclón, el frente termal y la plataforma del escarpe y al

parecer modulan las características biológicas y de productividad en el cañón (Salas de León *et al.*, 2004).

Esta agua modificada sobre la plataforma de Campeche llega al borde del talud choca con aguas de marcadas diferencias en temperatura y salinidad, especialmente en la región del Cañón de Campeche, induciendo la formación del giro anticiclónico y una surgencia subsuperficial (Salas de León *et al.*, 2004).

Nowlin (1971) propuso la existencia de varias masas de agua en el Golfo de México y una capa de mezcla localizada hasta 100-150 m de profundidad, que es afectada principalmente por los fenómenos atmosféricos (viento), las mareas, los giros de mesoescala y el flujo de la Corriente de Lazo, lo que cambia las características físicas de la capa superficial, siendo entre verano e invierno los cambios más extremos. En verano las tormentas tropicales y los huracanes producen una fuerte mezcla de la capa superficial, mientras que en invierno son los nortes los que afectan y mezclan la capa superficial.

En el Golfo de México los parámetros meteorológicos determinan muchas de las características de sus aguas. Al golfo llegan masas de aire frío continental de E.U.A. y Canadá que chocan con las masas de aire de origen marítimo y tropical (Panoffsky, 1956). En la región los vientos dominantes de febrero a septiembre proviene del este, en el resto del año provienen principalmente del noreste. Durante los meses de octubre a abril la rapidez de los vientos es grande, principalmente de noviembre a diciembre, estos vientos son llamados localmente "nortes". Durante el paso de los nortes la dinámica del

golfo se ve afectada por lo menos durante dos días (DiMego *et al.*, 1976), pero las tormentas severas pueden permanecer hasta cuatro días seguidos, ocasionando lluvia, descenso de temperatura y mezcla turbulenta de la capa superficial del mar. Rodríguez *et al.* (1973) reportan que un promedio de 19 nortes por temporada, presentándose los más severos de diciembre a febrero, ocasionalmente pueden presentarse nortes severos posteriormente.

MÉTODO Y MATERIALES

Las muestras de zooplancton y los parámetros hidrodinámicos se obtuvieron a bordo del B/O Justo Sierra, de la UNAM, como parte del proyecto “Procesos Oceánicos y Mecanismos de Producción Biológica en el Sur del Golfo de México” (PROMEBIO), durante las campañas oceanográficas PROMEBIO III del 16 al 19 de abril del 2000, PROMEBIO IV del 27 al 29 de abril del 2001 y PROMEBIO VII del 20 al 26 de febrero 2003. Para su posterior análisis en el laboratorio de Zooplancton y laboratorio de Oceanografía Física, ambos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

Durante la campaña oceanográfica que se llevo a cabo en abril del 2000 (PROMEBIO III) en el Cañón de Campeche se realizaron un total de 11 estaciones (Fig. 2), en abril del 2001 (PROMEBIO IV) 6 estaciones (Fig. 3), y 16 estaciones en febrero del 2003 (PROMEBIO VII) (Fig. 4).

Las muestras de zooplancton se obtuvieron con redes cónicas de apertura-cierre de 75 cm de diámetro en su boca, 2.35 m de largo y una apertura de malla de 505 μm . En la boca de las redes se colocaron flujómetros para determinar el volumen de agua filtrada.

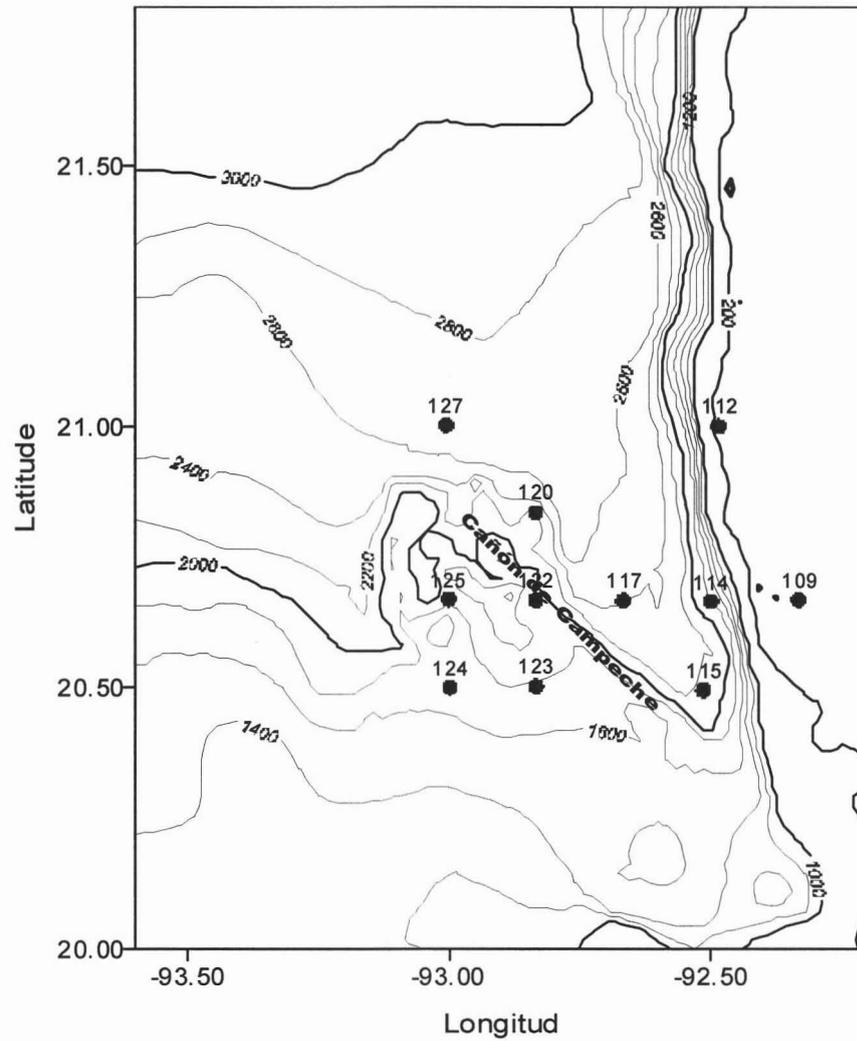


Figura 2. Mapa de estaciones en PROMEBIO III, abril del 2000.
 (●) número y estaciones de muestreo.

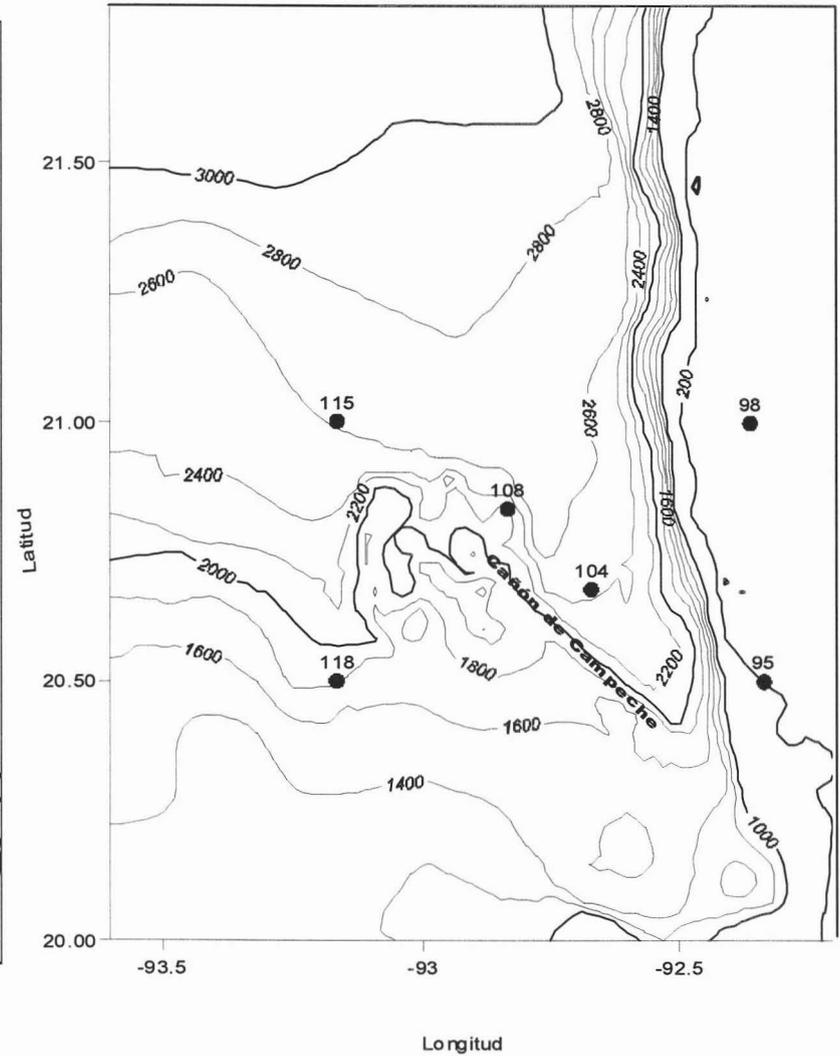


Figura 3. Mapa de estaciones en PROMEBIO IV, julio del 2001.
 (●) número y estaciones de muestreo.

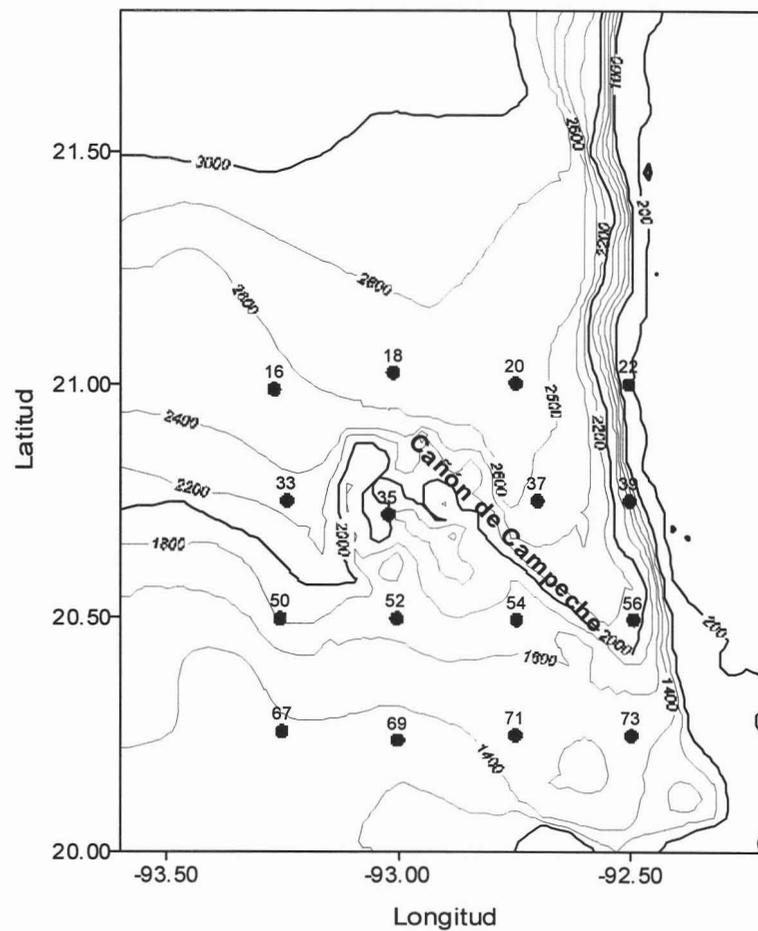


Figura 4. Mapa de estaciones en PROMEBIO VII, febrero 2003.
 (●) número y estaciones de muestreo.

El muestreo se efectuó mediante arrastres oblicuos en 6 niveles de diferentes profundidades. Los arrastres se realizaron en dos etapas: en el primer arrastre se muestreo: nivel-1 (0-10 m); nivel-2 (10-20 m); y nivel-3 (20 a 30 m): en el segundo arrastre se muestrearon: nivel-4 (40 -60 m); nivel-5 (60-80 m) y nivel-6 (80-100 m). Las muestras se fijaron en formol al 30 % y 4 % de tetraborato de sodio, 24 horas después fueron traspasadas a alcohol al 70 % para su conservación.

Los parámetros físicos del de la columna de agua: temperatura, salinidad y conductividad, se registraron con un CTD (Conductivity, Temperature and Depth) marca Neil Brown Mark-III. La salinidad y la densidad o Sigma (σ_θ) se calcularon usando los algoritmos de la UNESCO propuestos por Fofonoff y Millard (1983).

La biomasa zooplanctónica se determinó como peso húmedo y volumen desplazado, siguiendo el método propuesto por Zavala y Flores, (1989). Cada muestra se aforaró en un litro de alcohol al 70 %, posteriormente se les vació en un cernidor para eliminar el líquido por vacío. Una vez escurrida la muestra fue pesada en una balanza analítica Mettler modelo H-10. Con el peso neto la muestra, el volúmen filtrado por las redes, se obtuvo el valor de la biomasa en g 100 m⁻³ por la relación Zavala y Flores (1989).

$$\mathbf{Biomasa\ Zooplanctónica\ (g\ 100\ m^{-3})} = \frac{\mathit{peso\ neto\ (g)}}{\mathit{volumen\ filtrado\ (m^3)}} \times 100$$

Con los datos procesados de CTD, se obtuvieron los perfiles de temperatura, salinidad y densidad (σ_θ) en la columna de agua y de la biomasa por nivel, con en el fin

analizar la relación de la biomasa zooplanctónica en la columna de agua, con los parámetros hidrográficos.

Para cada campaña oceanográfica se elaboró un mapa con las estaciones y una proporción grafica de la concentración de biomasa registrada por nivel para cada una de las estaciones. La concentración de biomasa zooplanctónica por nivel se graficó contra el tiempo para observar la distribución de la biomasa zooplanctónica durante el día y la noche.

Para determinar la similitud entre estaciones y su asociación espacial de acuerdo al conjunto de las variables medidas, se aplicó un análisis de conglomerados (cluster), con una matriz de datos de biomasa, temperatura, salinidad y densidad (σ_θ), hora de colecta, profundidad en el centro de la capa muestreada y número de estaciones muestreadas, así como la localización de la estación (latitud, longitud).

Para analizar la composición zooplanctónico se tomaron exclusivamente cuatro estaciones (112, 115, 124 y 127), Cañón de Campeche de las campañas oceanográficas realizadas durante el mes de abril del 2000; y cuatro (95, 98, 115 y 118) de la campaña oceanográfica de abril del 2001. Las muestras fueron divididas hasta obtener la mínima fracción para analizar, según lo permitiera la muestra; $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ o no se fraccionó.

La fracción de la muestra se analizó en un microscopio estereoscópico, para identificar y cuantificar los organismos zooplanctónicos a nivel de grupo. Se crearon dos tipos de tablas; una que enlista el número de organismos contados por cada nivel y

estación; y otra en la que se muestra el número y porcentaje total que representa cada grupo por estación. Con el total de organismos contados, se seleccionaron los de mayor abundancia y se elaboró un diagrama T-S (de temperatura vs. salinidad), para analizar el comportamiento de los grupos dentro de los intervalos de temperatura y salinidad del Cañón de Campeche.

RESULTADOS

Biomosas

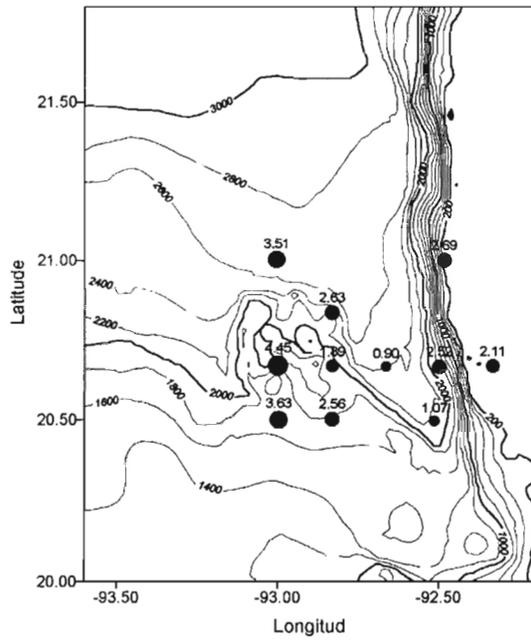
Se analizaron 191 muestra de un total de 33 estaciones, con seis niveles en cada estación. Para hacer una comparación de las estaciones y niveles, se consideró como concentración de biomasa baja aquellas menores a los 3 g 100 m⁻³.

En la campaña oceanográfica de abril del 2000 (PROMEBIO III) (Tabla 1), se realizaron 11 estaciones de las cuales se obtuvieron 63 muestras. En la estación 109 no se obtuvieron muestras de los niveles 4, 5 y 6. En abril del 2000 las concentraciones de biomas registrada en la región del Cañón de Campeche presentó un mínimo de 0.21 g 100 m⁻³, un máximo de 10.77 g 100 m⁻³ y un promedio de 3.04 g 100 m⁻³. Un 62 % (43 de 66) de las muestras presentaron concentraciones menores a los 3 g 100 m⁻³ y solo un 38 % (24 de 66) tuvieron concentraciones arriba de los 3 g 100 m⁻³.

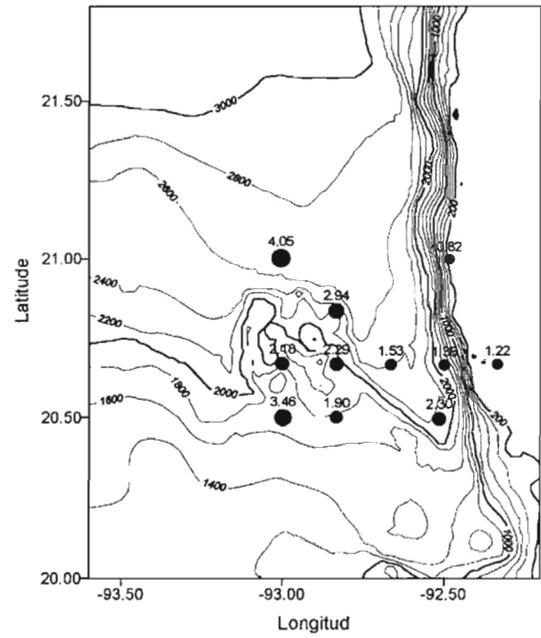
Tabla 1. Biomasa zooplanctónica (g 100 m⁻³) por estación y nivel, en abril del 2000 (PROMEBIO III)

Niv/Est.	109	115	117	112	114	124	120	122	125	127	123	Prom.
1	2.11	1.07	0.89	2.69	2.52	3.62	2.62	1.89	4.44	3.50	2.56	2.54
2	1.21	2.29	1.53	0.81	1.35	3.46	2.93	2.28	2.17	4.05	1.90	2.18
3	1.45	3.82	1.54	2.00	2.26	3.36	3.69	6.03	2.69	5.03	5.98	3.44
4	-	0.81	3.68	8.41	2.80	2.50	8.23	7.65	6.22	4.11	10.77	5.52
5	-	1.11	2.25	0.21	1.70	0.85	0.35	0.75	5.28	4.94	4.27	2.17
6	-	1.03	0.76	2.51	2.08	1.68	1.50	3.28	3.90	5.70	2.53	2.68
Prom.	1.59	1.69	1.77	2.77	2.12	2.58	3.22	3.65	4.12	4.55	4.67	3.04

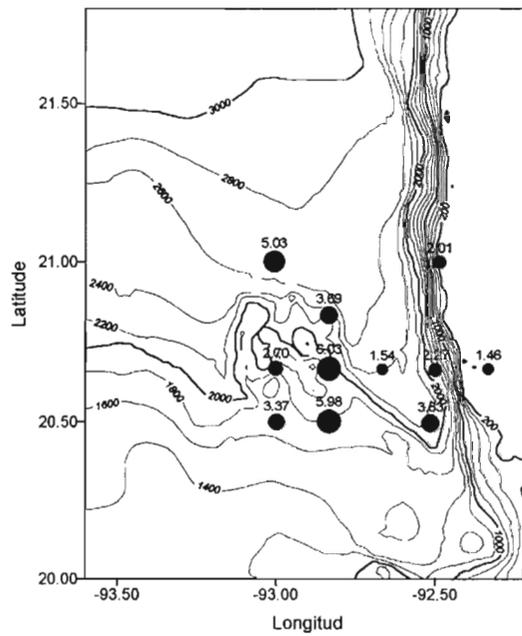
Las estaciones que presentaron el valor más alto fueron las localizadas en la frontera del giro anticiclónico reportado en el cañón; la estación 127, en el extremo noroeste del cañón, presentó en todos sus niveles concentraciones arriba de los $3 \text{ g } 100 \text{ m}^{-3}$; sin embargo la estación 123 que se ubicó en el extremo suroeste cañón fue la que presentó la concentración más alta de todos los niveles y estaciones. Esta estación al igual que la estación 125 presentó 4 niveles con valores de biomasa arriba de los $3 \text{ g } 100 \text{ m}^{-3}$. Las estaciones del centro del cañón fueron las 122 y 120 también presentaron concentraciones altas; la 120 presentó cuatro niveles (3, 4, 5 y 6) con valores arriba de los $3 \text{ g } 100 \text{ m}^{-3}$ y la 122 sólo tres niveles (3, 4 y 6) pero ambas presentaron una concentración similar. El resto de las estaciones (112, 114, 115, 117 y 109) localizadas al este del cañón, cerca y sobre la plataforma continental, presentaron concentraciones bajas, siendo la 109 la más adentrada sobre la plataforma, la que presentó la concentración más baja (Fig. 5). La mayoría de las estaciones (112, 114, 117, 120, 122, 123 y 125) presentaron la mayor concentración de biomasa en el cuarto nivel (40–60 m). Sin embargo, la estación 127 lo presentó en el quinto nivel. La 115 de los 20 a los 30 m, en tanto que las estaciones 124 y 109 lo registraron de los 0 a los 10 m.



NIVEL 1 (0-10 m)

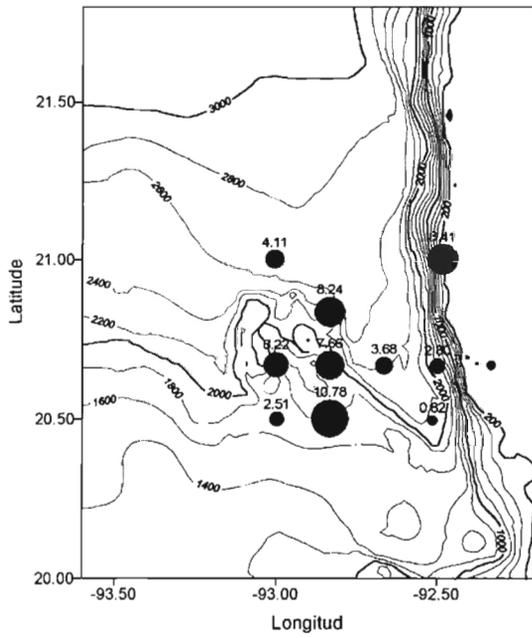


NIVEL 2 (10-20 m)

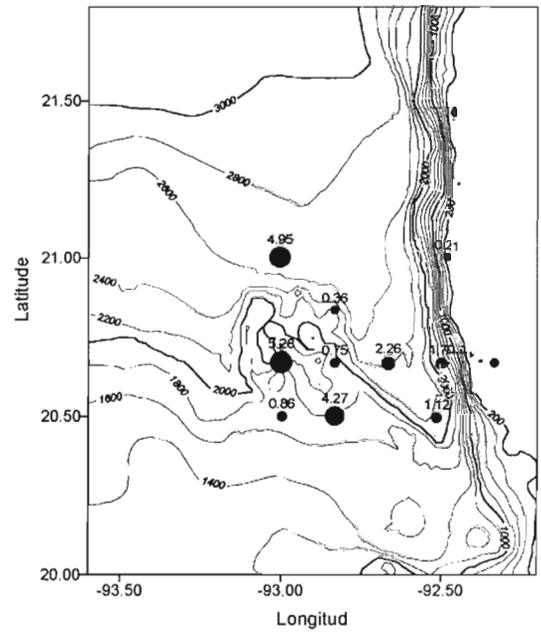


NIVEL 3 (20-30 m)

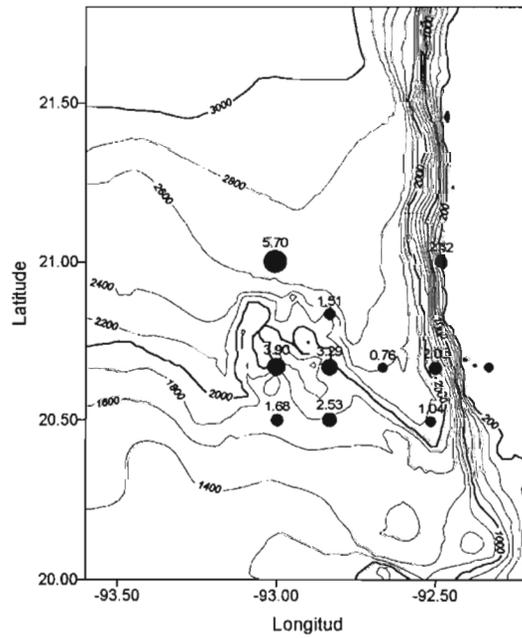
Figura. 5a) Distribución de biomasa ($\text{g } 100 \text{ m}^{-3}$) por niveles en abril 2000 (PROMEBIO III). Niveles 1, 2 y 3



NIVEL 4 (40-60 m)



NIVEL 5 (60-80 m)



NIVEL 6 (80-100 m)

Figura. 5 b) Distribución de biomazas (g 100 m⁻³) por niveles en abril 2003 (PROMEBIO III). Niveles 4, 5 y 6.

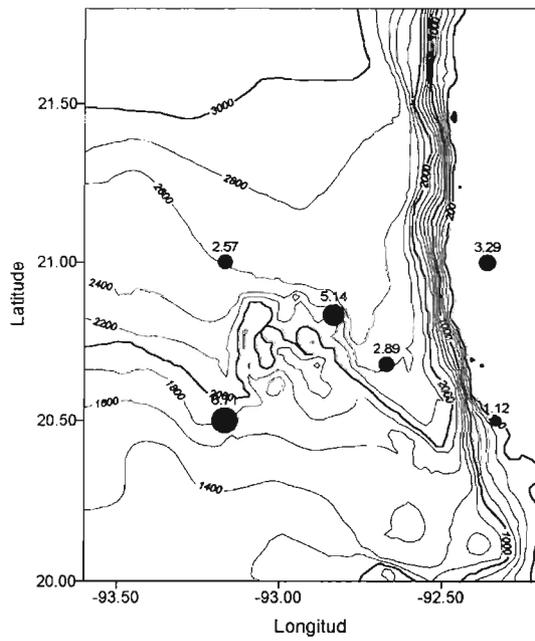
En la campaña de Abril del 2001 (PROMEBIO IV) se realizaron 6 estaciones con un total de 32 muestras. En las estaciones 95 y 98 no se obtuvieron muestras de los niveles 5 y 6, (Tabla 2). La concentración más baja registrada en abril del 2001, fue de 0.04 g 100 m⁻³, la más alta de 9.63 g 100 m⁻³, los valores más bajos a los registrados durante la campaña de Abril del 2000 (PROMEBIO III). Sin embargo el peso promedio fue 3.51 g 100 m⁻³ ligeramente mayor al promedio obtenido en abril del 2000. Un 53 % de muestras (17 de 32) presentó valores arriba del mínimo (3 g 100 m⁻³).

Tabla 2. Biomasa zooplanctónica (g 100 m⁻³) por estación y nivel en abril del 2001 (PROMEBIO IV)

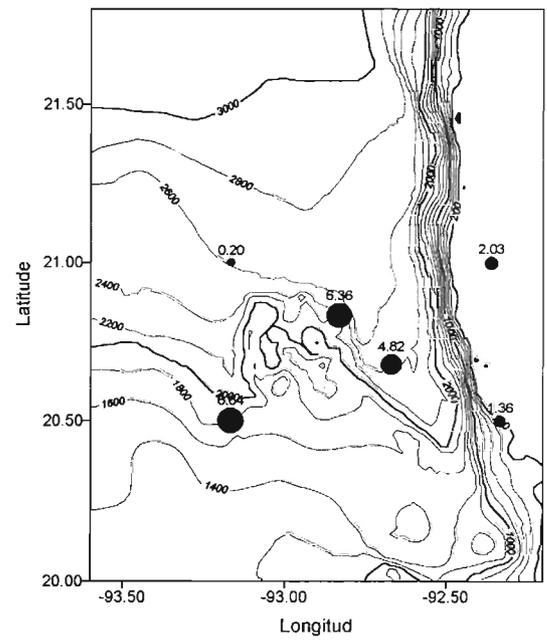
Niv/Est	95	98	115	104	108	118	Prom.
1	1.12	3.29	2.57	2.88	5.13	6.71	3.62
2	1.36	2.02	0.19	4.82	6.36	6.63	3.56
3	1.60	3.13	2.30	3.62	6.11	9.63	4.40
4	0.04	3.37	2.29	4.54	2.24	6.05	3.09
5	-	-	1.15	3.67	2.34	3.41	2.64
6	-	-	1.77	2.40	4.17	5.33	3.59
Prom.	1.03	2.95	1.71	3.66	4.39	6.29	3.51

La estación 118 presentó la concentración mayor y se encuentra localizada en la periferia suroeste del cañón, en todos sus niveles la biomasa estuvo por arriba de los 3 g 100 m⁻³, y fue esta estación la que registró la mayor concentración de biomasa en todo el estudio. Le siguieron las estaciones 108 y 104, localizadas en el centro del cañón, con cuatro niveles por arriba de los 3 g 100 m⁻³: 1, 2, 3 y 6 en la estación 108, y nivel 2, 3, 4 y 5 en la estación 104. La 115 localizada en la periferia noroeste del cañón presentó una de las concentraciones más baja de esta campaña al igual que las estaciones 95 y 98 ubicadas sobre la plataforma (Fig. 6).

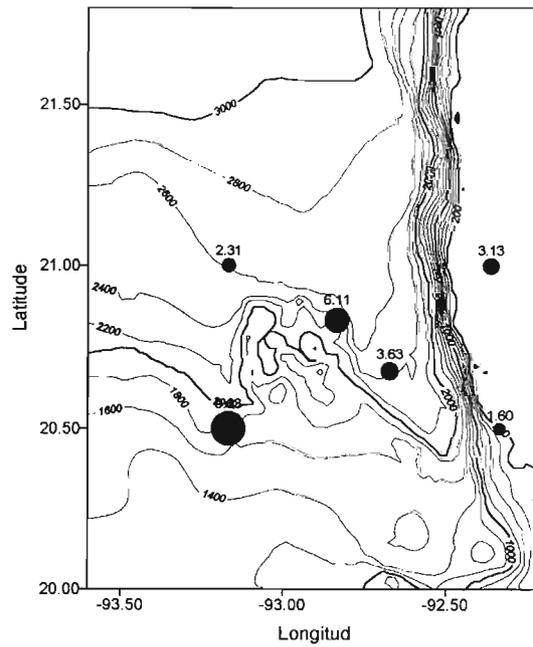
En el tercer nivel se presentaron mayores concentraciones en tres estaciones 95, 108 y 118, en esta última presentó el valor más alto de todas las muestras. En la estación 98 en tres niveles las concentraciones fueron mayores a 3 g 100 m⁻³.



NIVEL 1 (0-10 m)

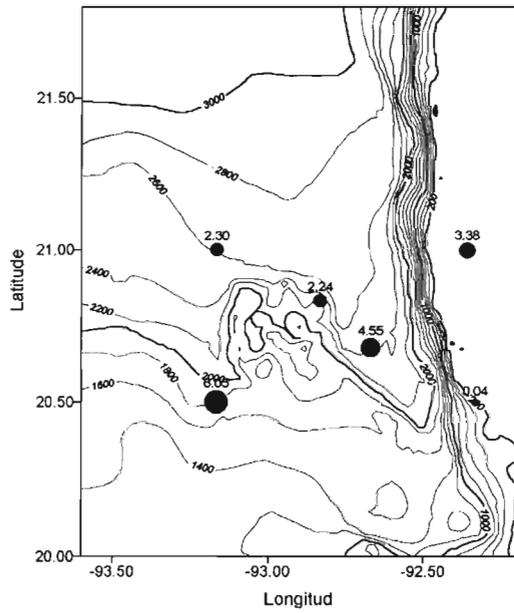


NIVEL 2 (10-20 m)

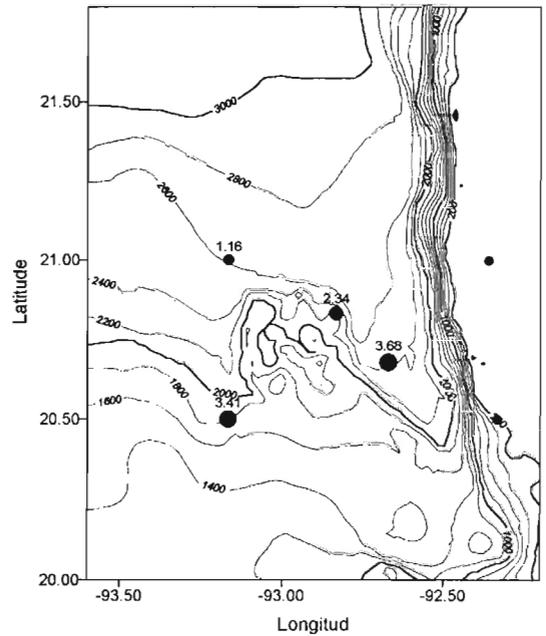


NIVEL 3 (30-40 m)

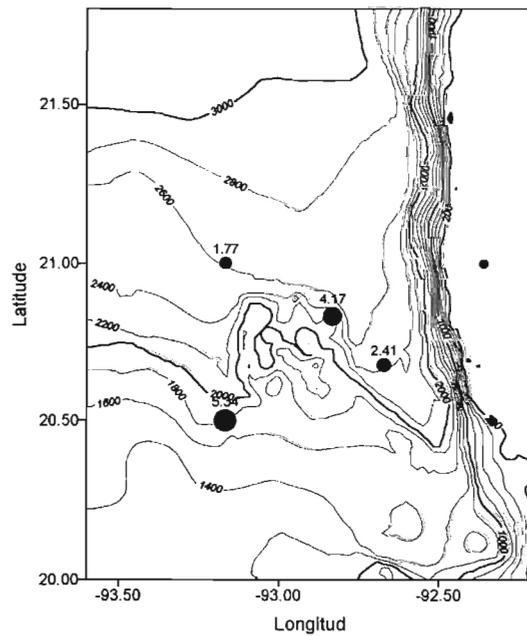
Figura 6 a) Distribución de biomazas (g 100 m⁻³) por niveles en abril 2001 (PROMEBIO IV). Niveles 1, 2 y 3.



NIVEL 4 (40-60 m)



NIVEL 5 (60-80 m)



NIVEL 6 (80-100 m)

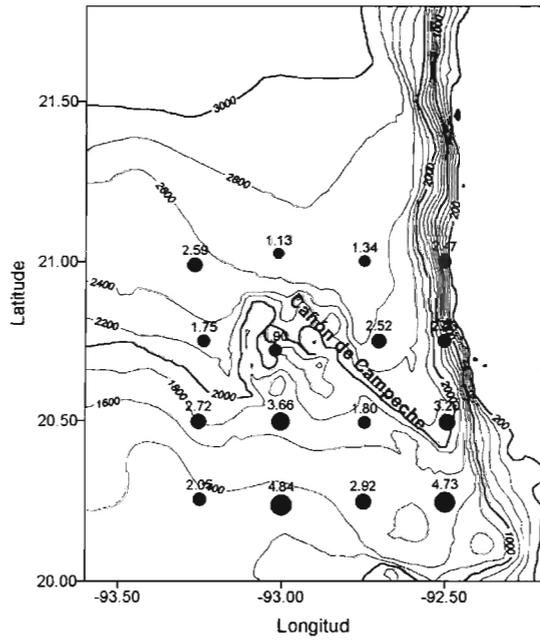
Figura 6 b) Distribución de biomazas ($\text{g } 100 \text{ m}^{-3}$) por niveles en abril 2001 (PROMEBIO IV). Niveles 4, 5 y 6

Durante la campaña oceanográfica en febrero del 2003 (PROMEBIO VII), se registró el paso de un norte, resultando las concentraciones de biomasa más bajas de las tres campañas (Tabla 3). La biomasa para esta campaña presentó un mínimo de $0.04 \text{ g } 100 \text{ m}^{-3}$, un máximo de $5.58 \text{ g } 100 \text{ m}^{-3}$ y un promedio de $2.39 \text{ g } 100 \text{ m}^{-3}$. Sólo tres estaciones, la 50, 52 y 56 cercanas al centro del cañón, presentaron una concentración de biomasa mayor a los $3 \text{ g } 100 \text{ m}^{-3}$.

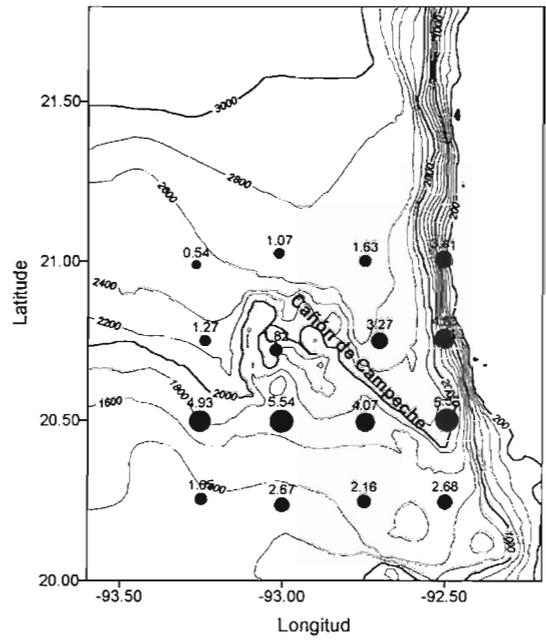
Las estaciones 69, 71, y 73 en el extremo sur del cañón, fueron las que siguieron en biomasa mayor registrada, después le siguen las estaciones cercanas a la plataforma al este del cañón. Las estaciones en el centro del cañón: 35 y 37, y las estaciones en la periferia norte y oeste del cañón, presentaron las concentraciones más bajas (Fig. 7).

Tabla 3. Biomasa zooplanctónica (g 100 m⁻³) por estación y nivel en febrero del 2003 (PROMEBIO VII)

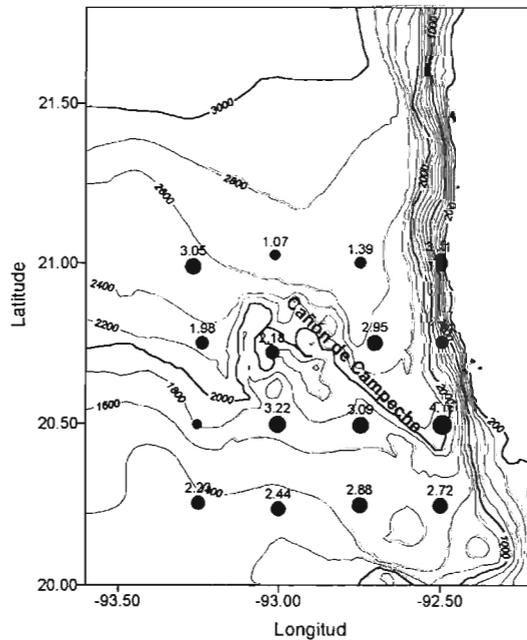
Niv/Est	16	18	20	33	67	35	37	39	54	22	73	71	69	56	50	52	Prom
1	2.59	1.13	1.33	1.75	2.04	1.90	2.52	2.23	1.80	2.46	4.73	2.91	4.83	3.20	2.72	3.65	2.61
2	0.53	1.06	1.62	1.27	1.65	1.82	3.27	4.53	4.06	3.50	2.68	2.15	2.66	5.58	4.93	5.53	2.93
3	3.05	1.06	1.39	1.97	2.23	2.18	2.95	1.81	3.08	3.50	2.71	2.88	2.44	4.15	-	3.22	2.57
4	3.64	1.25	2.34	1.10	2.07	1.74	3.02	2.84	0.35	2.07	2.08	3.97	0.32	2.38	3.93	5.41	2.41
5	0.04	1.34	1.02	0.04	1.31	2.88	3.43	1.84	2.56	2.88	4.79	4.04	1.52	0.46	3.02	3.83	2.19
6	0.58	0.70	1.88	0.84	1.66	3.05	2.06	1.18	2.68	1.58	0.12	1.64	1.31	2.29	1.95	2.82	1.61
Prom	1.74	1.09	1.60	1.65	1.83	2.26	2.87	2.40	2.42	2.67	2.85	2.93	2.18	3.01	3.31	4.08	2.39



NIVEL 1 (0-10 m)

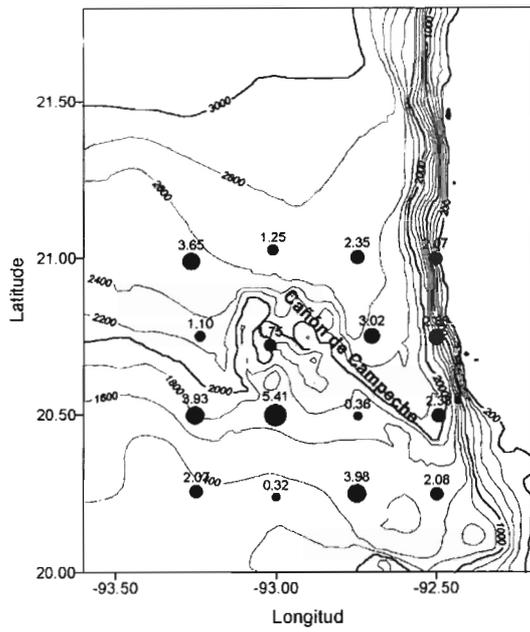


NIVEL 2 (10-20 m)



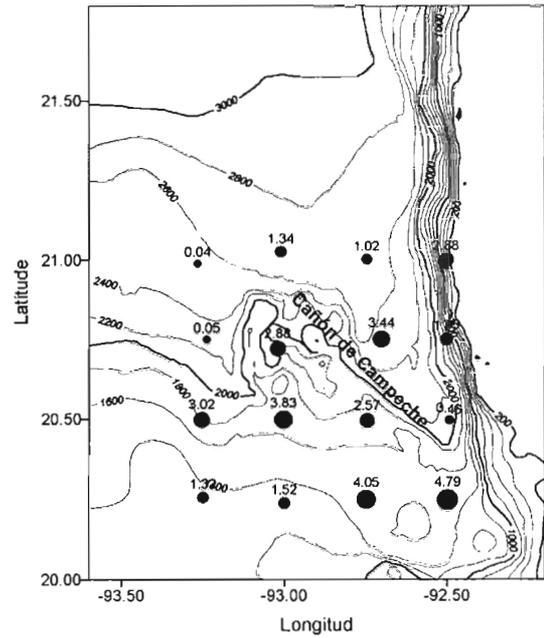
NIVEL 3 (20-30 m)

Figura 7 a) Distribución de biomazas (g 100 m⁻³) por niveles durante febrero 2003 (PROMEBIO VII). Niveles 1, 2 y 3.

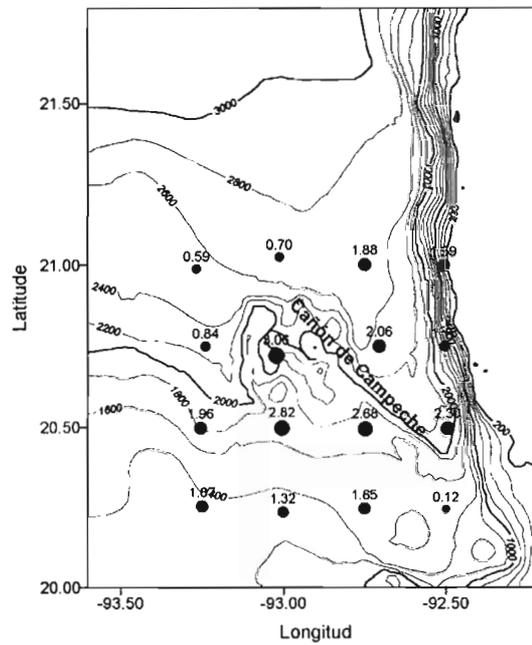


NIVEL 4 (40-60 m)

biomasas
5 y 6.



NIVEL 5 (60-80 m)



NIVEL 6 (80-100 m)

Figura 7 b) Distribución de biomasas (g 100 m⁻³) por niveles durante abril 2003 (PROMEBIO VII). Niveles 4, 5 y 6.

De los perfiles verticales de temperatura, salinidad, densidad y concentraciones de biomasa se observa que en abril del 2000 (PROMEBIO III) (Fig. 8) la termoclina y la picnoclina se registraron aproximadamente a la misma profundidad; alrededor de los 40 m de profundidad en las estaciones 109, 112, 114, 117, 123; a 30 m en las estaciones 120, 122, 124 y 125; a 50 m en la estación 115. Los máximos de biomasa en las estaciones 112, 114, 117, 120, 122, 123 y 125 se localizaron por debajo de la termoclina, haloclina y la picnoclina, en las estaciones 115 y 124 el máximo de biomasa se encontró por arriba de estas. Para la estación 109, no fue posible obtener el valor de máxima biomasa debido a la falta de datos en los niveles 4, 5 y 6 y la estación 127 no fue posible hacer este análisis ya que no se contó con los datos de temperatura, salinidad y densidad.

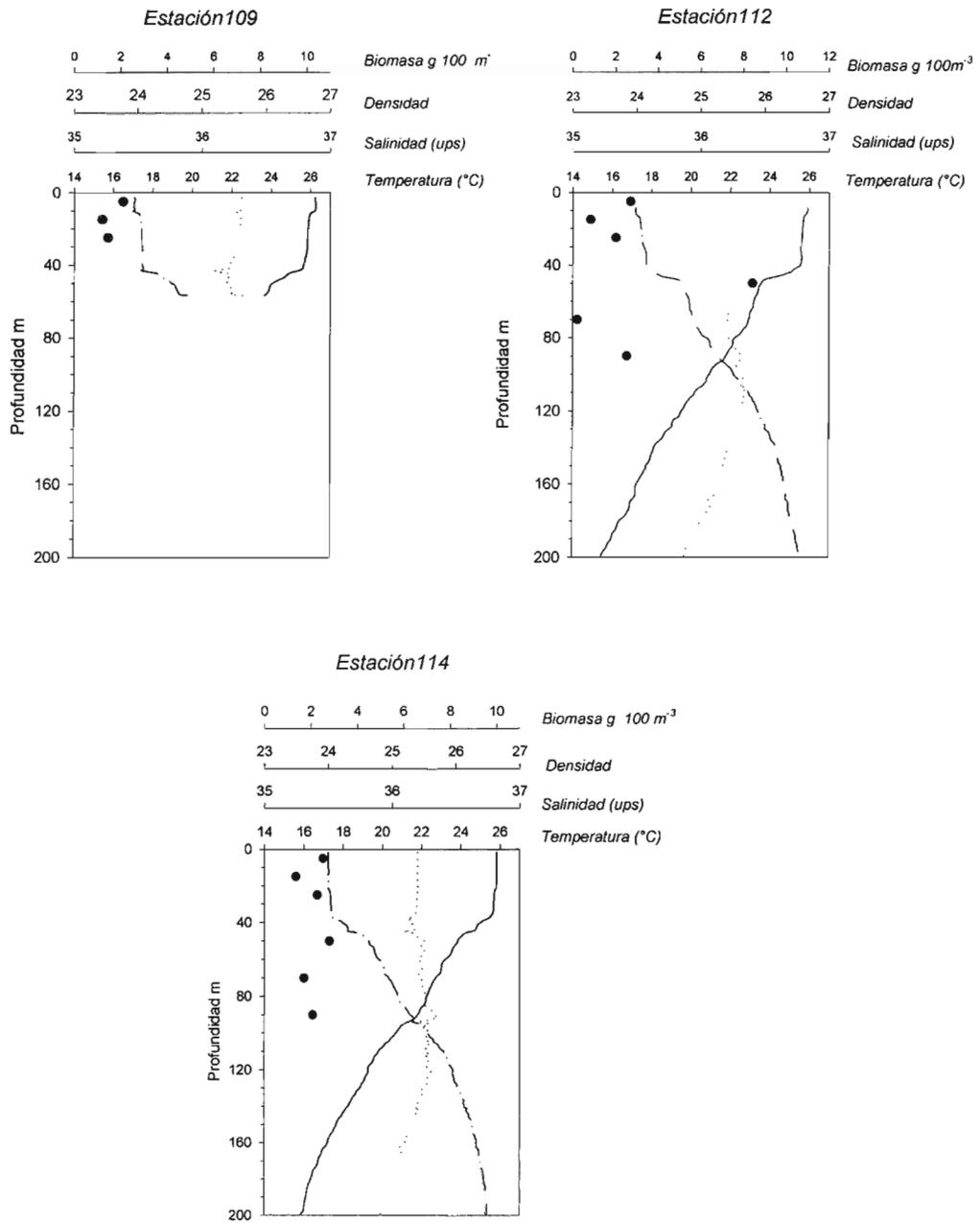


Figura 8. a) Distribución de biomasa zoopláctónica en la columna de agua, en abril 2000 (PROMEBIO III). Biomasa g 100 m⁻³ (●), temperatura °C (—), salinidad (...) y densidad (σ_θ) (!). Estaciones 109, 112 y 114.

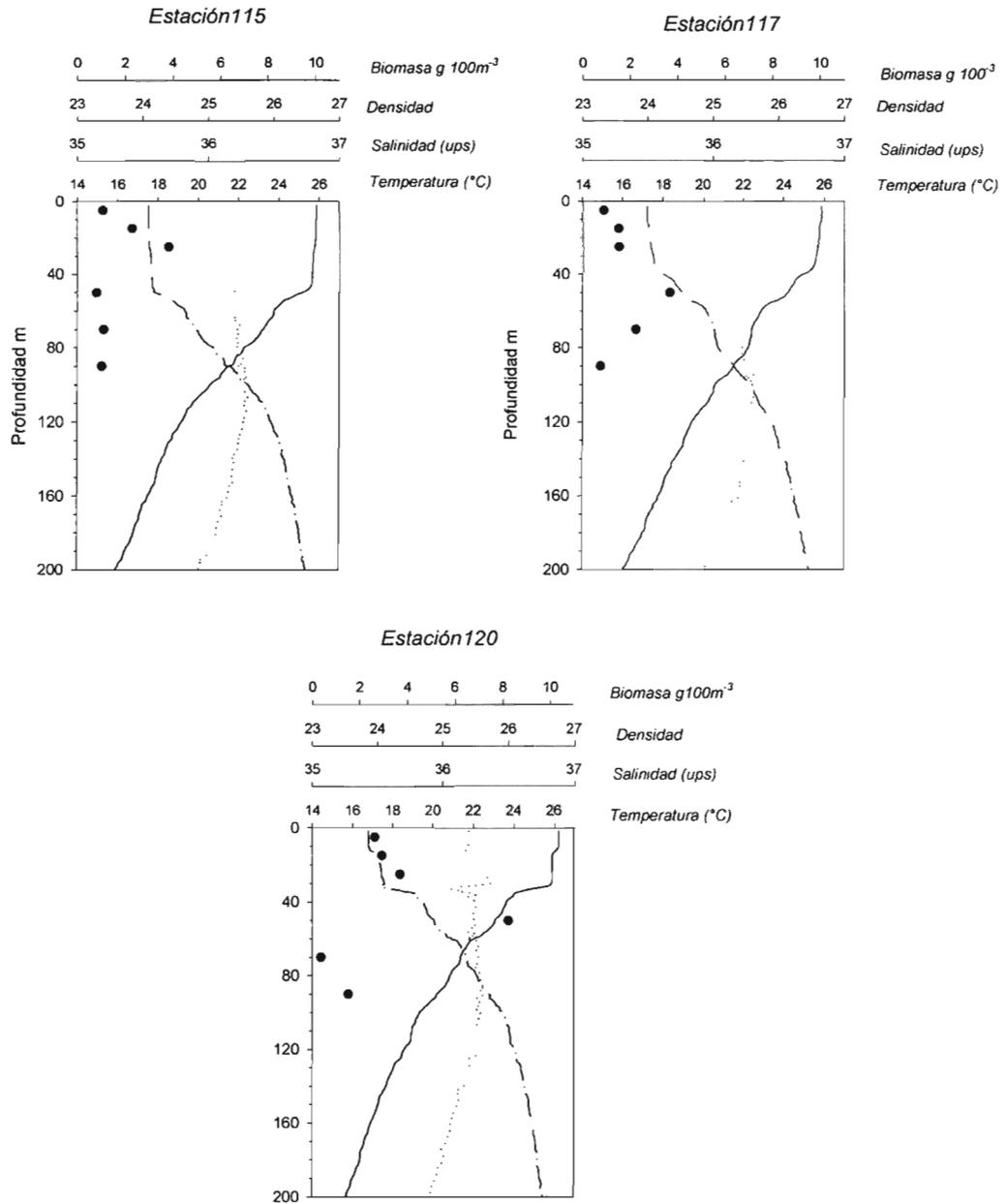


Figura 8. b) Distribución de biomasa zooplanctónica en la columna de agua, en abril 2000 (PROMEBIO III). Biomasa g 100 m⁻³ (●), temperatura °C (—), salinidad (...) y densidad (σ_θ) (- -). Estaciones 115, 117 y 120.

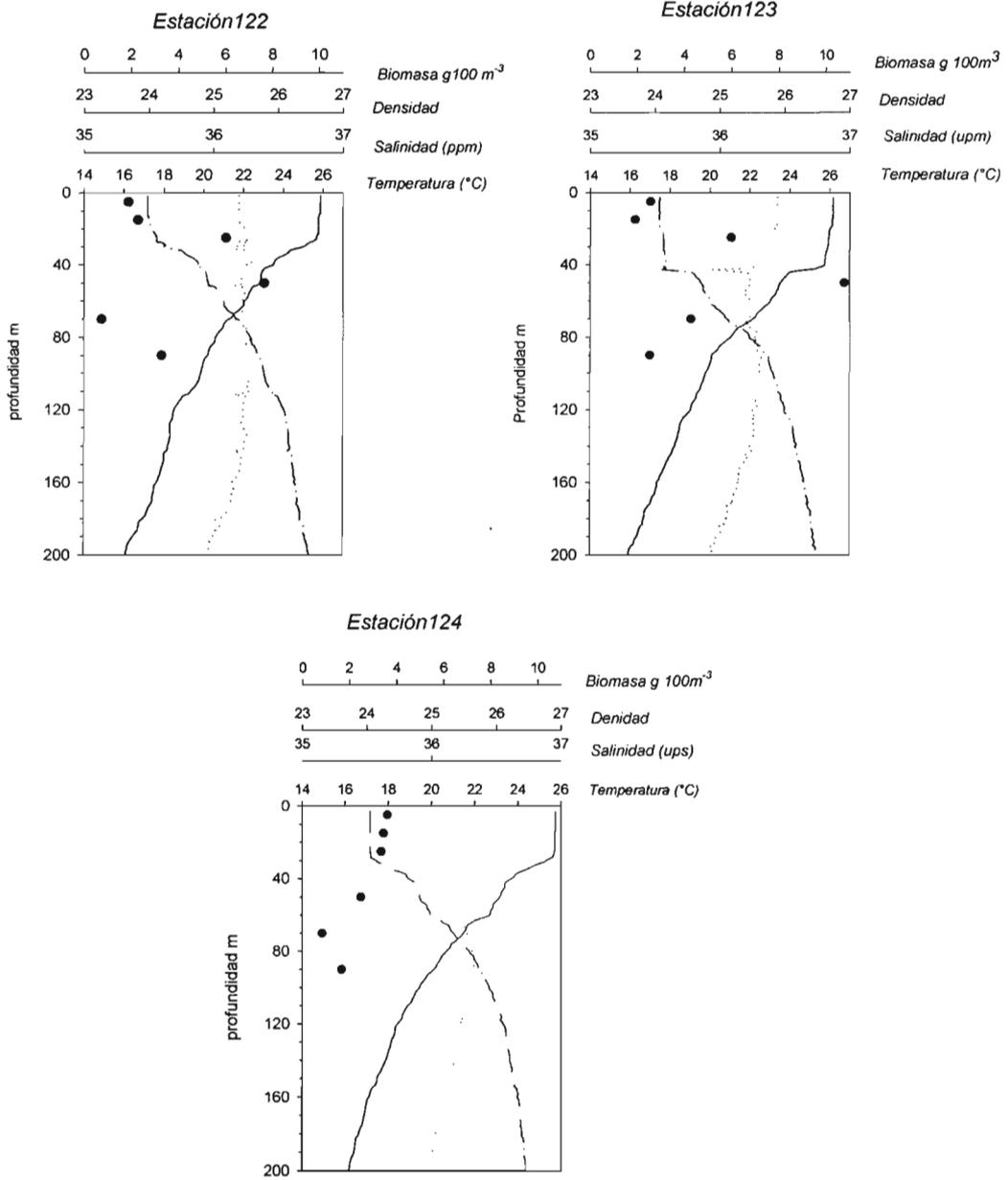


Figura 8. c) Distribución de biomasa zooplanctónica en la columna de agua, en abril 2000 (PROMEBIO III). Biomasa g 100 m⁻³ (●), temperatura °C (—), salinidad (...) y densidad (σ_θ) (- -). Estaciones 122, 123 y 124.

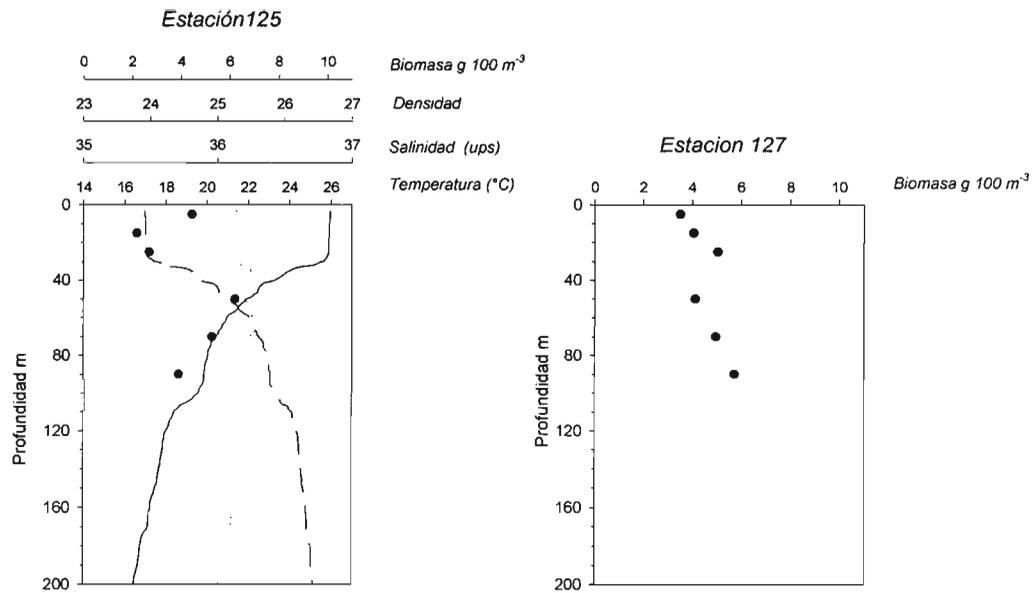


Figura 8. d) Distribución de biomasa zooplanctónica en la columna de agua, en abril 2000 (PROMEBIO III). Biomasa $\text{g } 100 \text{ m}^{-3}$ (●), temperatura $^{\circ}\text{C}$ (—), salinidad (...) y densidad (σ_{θ}) (·). Estaciones 125 y 127. Para la estación 127 no se cuenta con información de temperatura, salinidad y densidad.

En abril del 2001 (PROMEBIO IV) la termoclina, haloclina y picnoclina se registró cerca de los 40 m de profundidad en las estaciones 95, 104, 108, a 45 m en la estación 115 y 118, y a 50 m en la estación 98 (Fig. 9), las máximas concentraciones de biomasa se localizaron arriba de la termoclina en todas las estaciones, sin embargo la estación 104 presentó una distribución bimodal con un segundo máximo relativo por abajo de la termoclina a los 50 m. En la estación 98 sólo se realizaron los tres primeros niveles y quedaron por arriba de la termoclina.

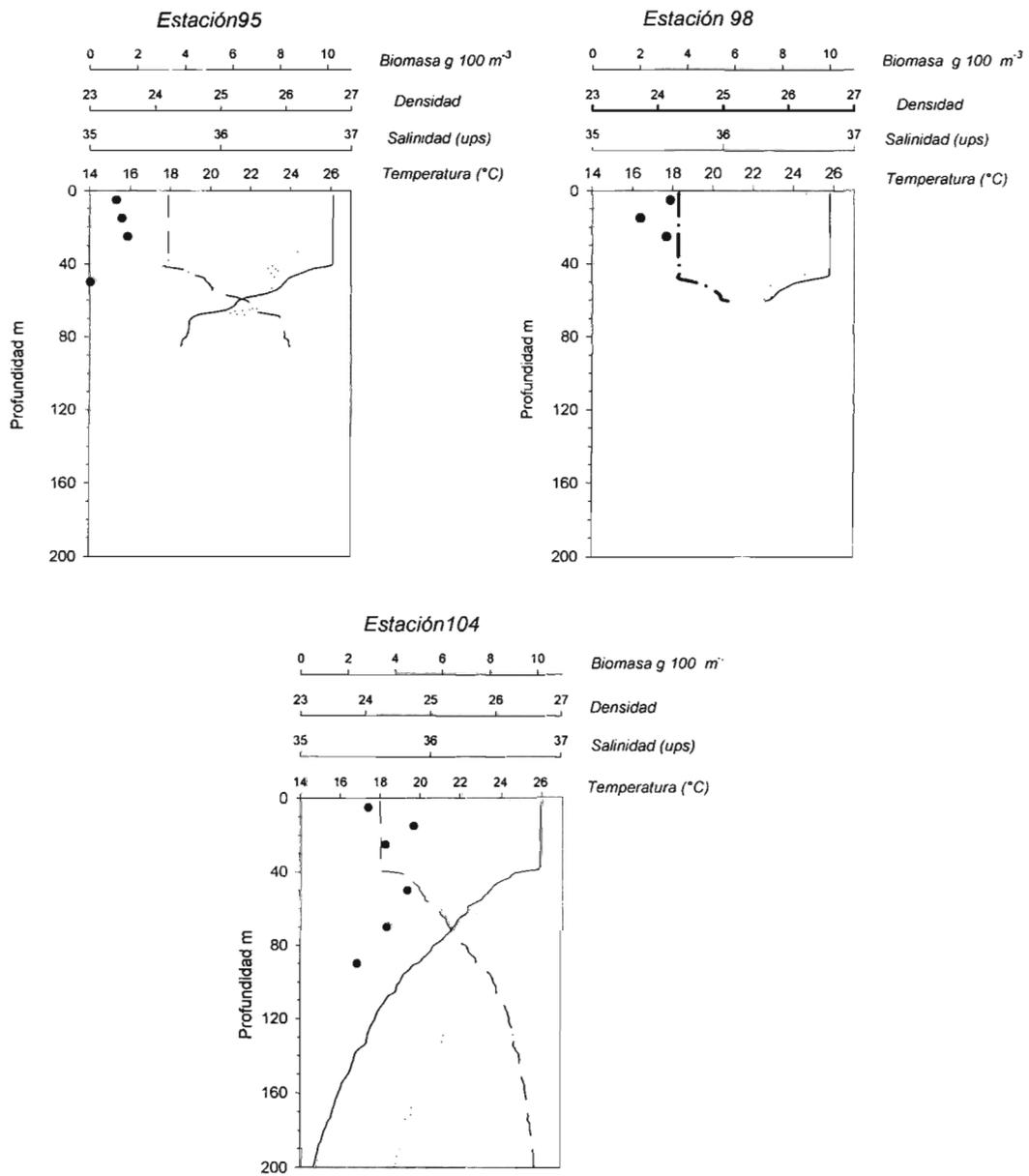


Figura 9. a) Distribución de biomasa zooplanctónica en la columna de agua, en abril 2001 (PROMEBIO IV). Biomasa g 100 m⁻³ (●), temperatura °C (—), salinidad (...) y densidad (σ_θ) (!) Estaciones 95, 98 y 104.

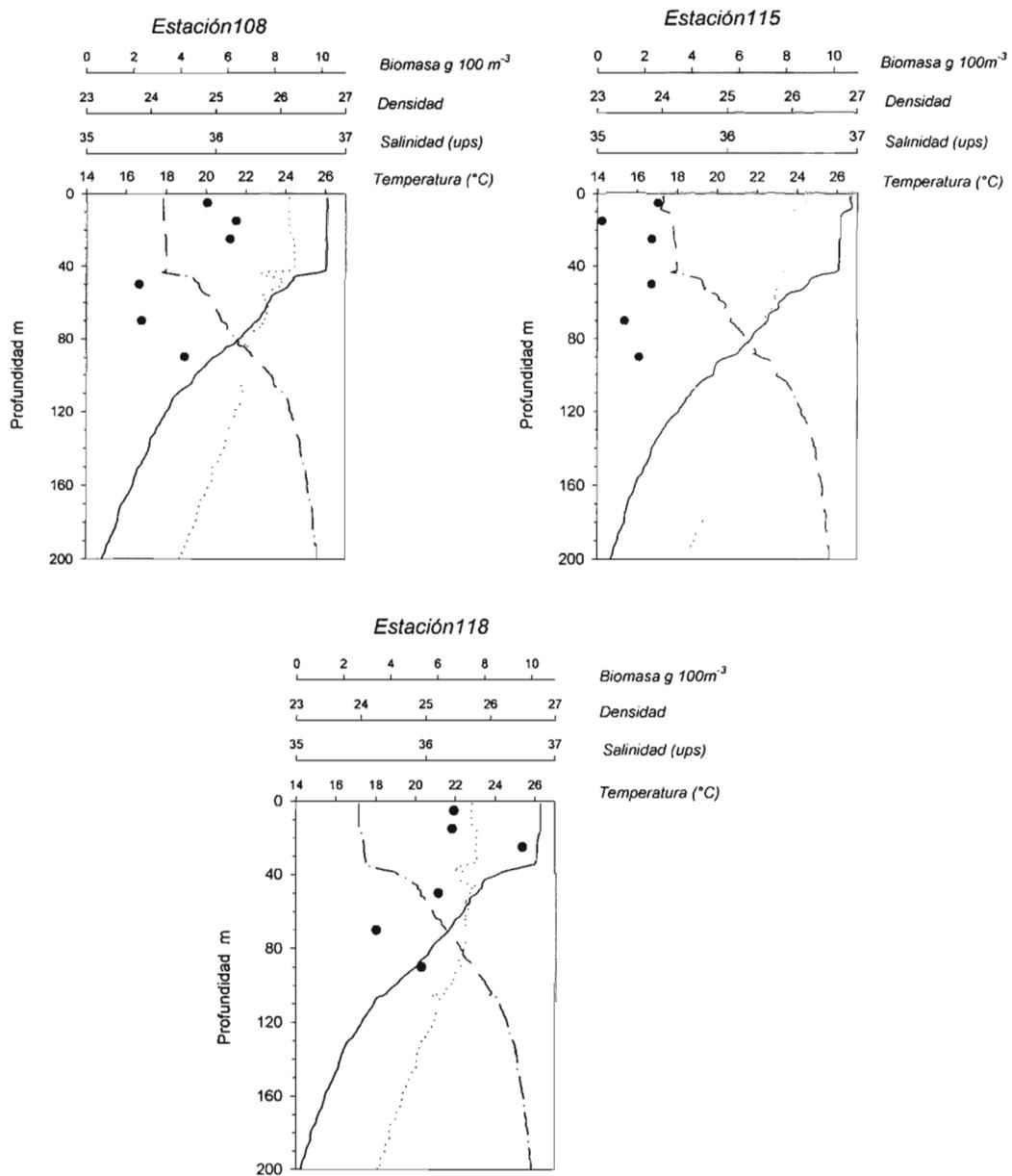


Figura 9. b) Distribución de biomasa zooplanctónica en la columna de agua, en abril 2001 (PROMEBIO IV). Biomasa $g\ 100\ m^{-3}$ (●), temperatura $^{\circ}C$ (—), salinidad (...) y densidad (σ_{θ}) (!). Estaciones 108, 115 y 118.

En febrero del 2003 (PROMEBIO VII) (Figura 10) la termoclina, pycnoclina y haloclina no fueron tan marcadas como en las otras campañas (Fig. 10). Se observó un descenso continuo hasta cerca de los 100 m en la mayoría de las estaciones. Lo que evidencia una fuerte erosión de la termoclina, haloclina y pycnoclina por efecto del norte que se presentó durante la campaña. En las estaciones 18, 20, 22, 37 y 69, los gradientes verticales se registraron cerca de los 110 m y 100 m en la estación 69, en la estación 67 a los 90 m ambas al sur del cañón y en las estaciones 16, 33, 39, 50, 56, 73 y 71 se presentó a los 80 m y estas se ubican al este y oeste del cañón, y a los 50 m de profundidad en las estación 35 y 52 en el centro del cañón. Hubo estaciones que presentaron dos termoclinas, pycnoclina y haloclina aunque una más marcada que la otra como fue el caso de las estaciones 18, 50, 56, 69, 71 y 73 que la presentaron a los 40 m una segunda termoclina, las estaciones 20, 37 y 39 a los 50 m de profundidad.

En febrero del 2003 los máximos de biomasa se registraron arriba de la termoclina en casi todas las estaciones, sólo en el caso de la estación 35 se presenta debajo de la termoclina, en las estaciones 20 y 71 se presentó debajo de la termoclina más superficial la de los 40 m.

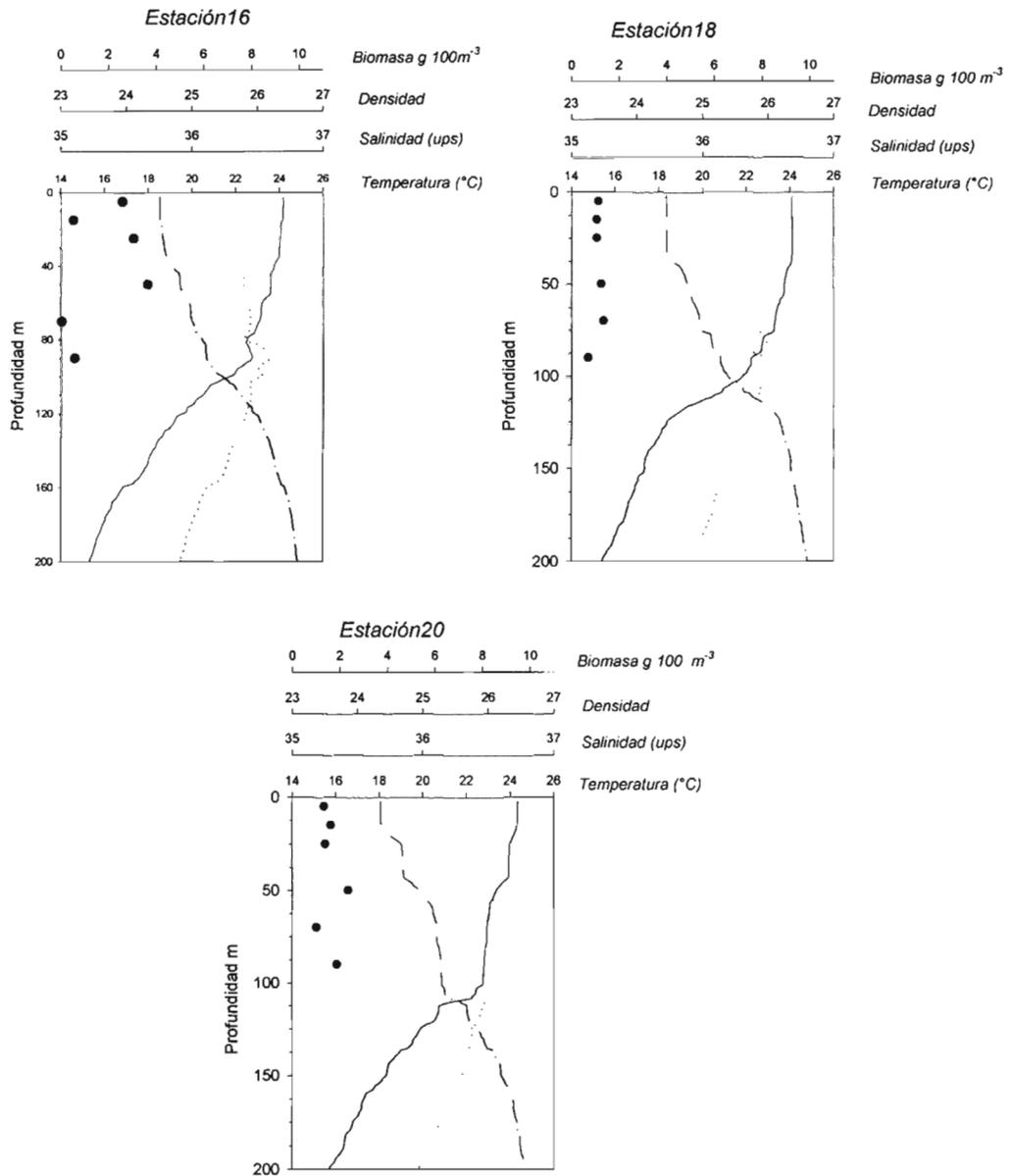


Figura 10. a) Distribución de biomasa zooplanctónica en la columna de agua, en febrero 2003 (PROMEBIO VII). Biomasa $g\ 100\ m^{-3}$ (●), temperatura $^{\circ}C$ (—), salinidad (...) y densidad (σ_{θ}) (!). Estaciones 16, 18 y 20.

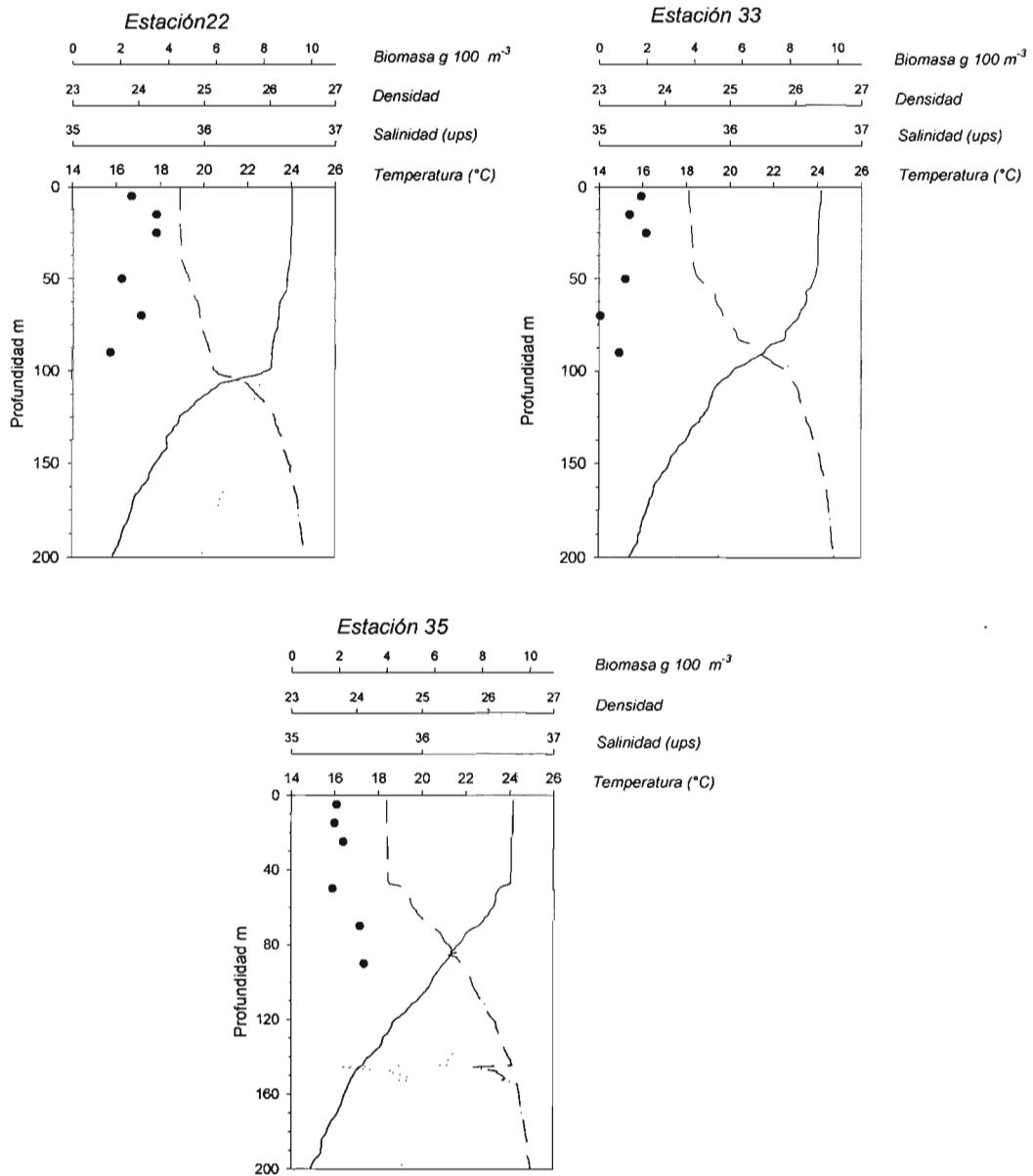


Figura 10. b) Distribución de biomasa zooplanctónica en la columna de agua, en febrero 2003 (PROMEBIO VII). Biomasa $g\ 100\ m^{-3}$ (●), temperatura $^{\circ}C$ (—), salinidad (...) y densidad (σ_{θ}) (⋯). Estaciones 22, 33 y 35.

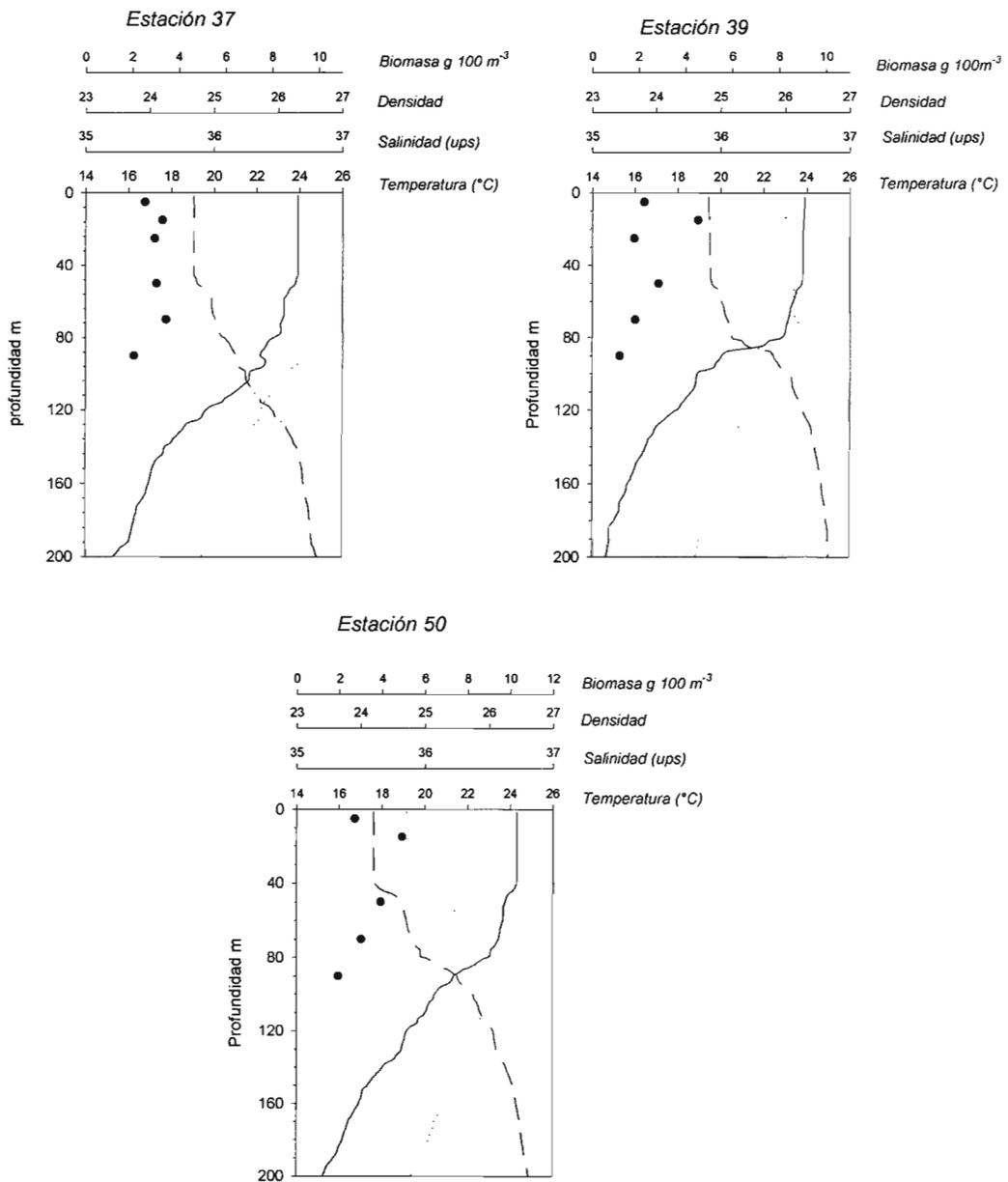


Figura 10.c) Distribución de biomasa zooplanctónica en la columna de agua, en febrero 2003 (PROMEBIO VII). Biomasa g 100 m⁻³ (●), temperatura °C (—), salinidad (...) y densidad (σ_θ) (!). Estaciones 37, 39 y 50.

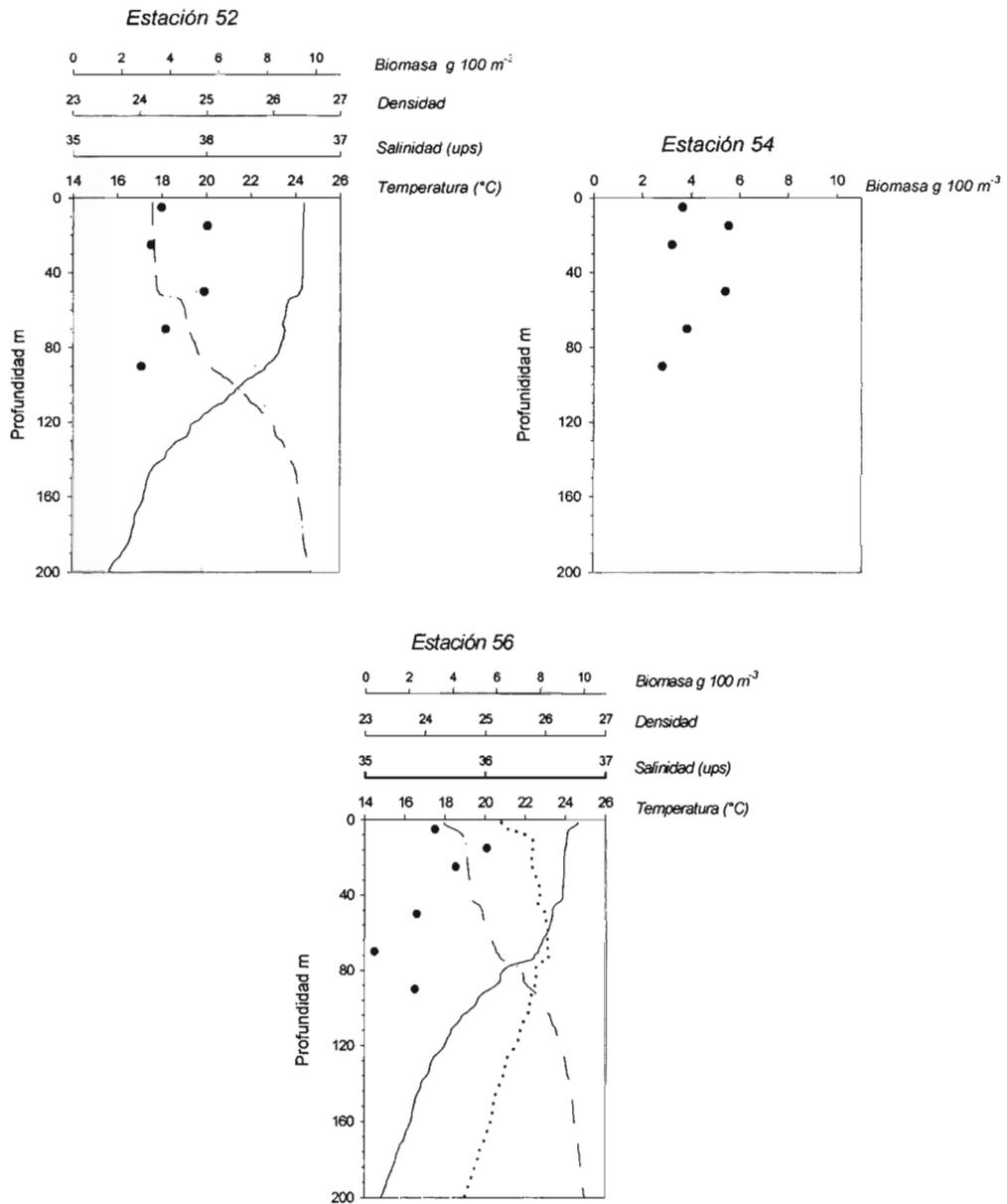


Figura 10. d) Distribución de biomasa zooplanctónica en la columna de agua, en febrero 2003 (PROMEBIO VII). Biomasa $g\ 100\ m^{-3}$ (●), temperatura $^{\circ}C$ (—), salinidad (...) y densidad (σ_{θ}) (!). Estaciones 52, 54 y 56. Para la estación 54 no se obtuvieron datos de temperatura, salinidad y densidad potencial.

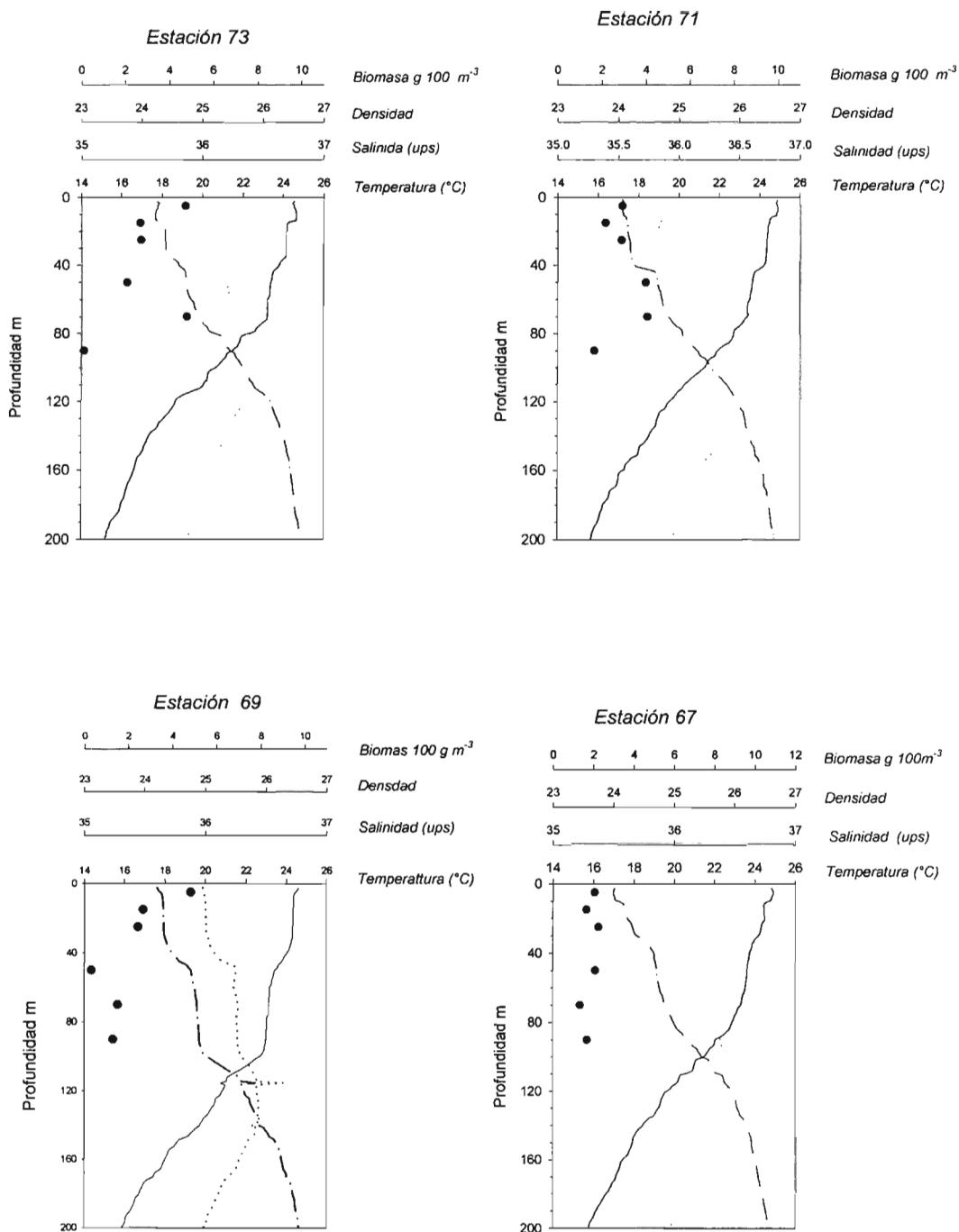


Figura 7. e) Distribución de biomasa zooplanctónica en la columna de agua, en febrero 2003 (PROMEBIO VII). Biomasa g 100 m⁻³ (●), temperatura °C (—), salinidad (...) y densidad (σ_θ) (·) Estaciones 73, 71, 69 y 67.

En abril del 2000 (Fig. 11), se efectuaron cuatro estaciones (109, 117, 124 y 125) durante el día y siete durante la noche (112, 114, 115, 120, 122, 123 y 127). En este periodo se presentaron los máximos de biomasa principalmente durante la noche, en los seis niveles, solo un máximo de los 40 a los 100 se presentó a las 12:00 h, y a las 11:00 h en el nivel uno, que corresponde a la estación 125. Esta misma estación en los niveles superiores presentó baja concentración zooplanctónica a la misma hora. El resto de las estaciones realizadas durante el día, en los seis niveles registraron concentraciones bajas en la mayoría de ellas.

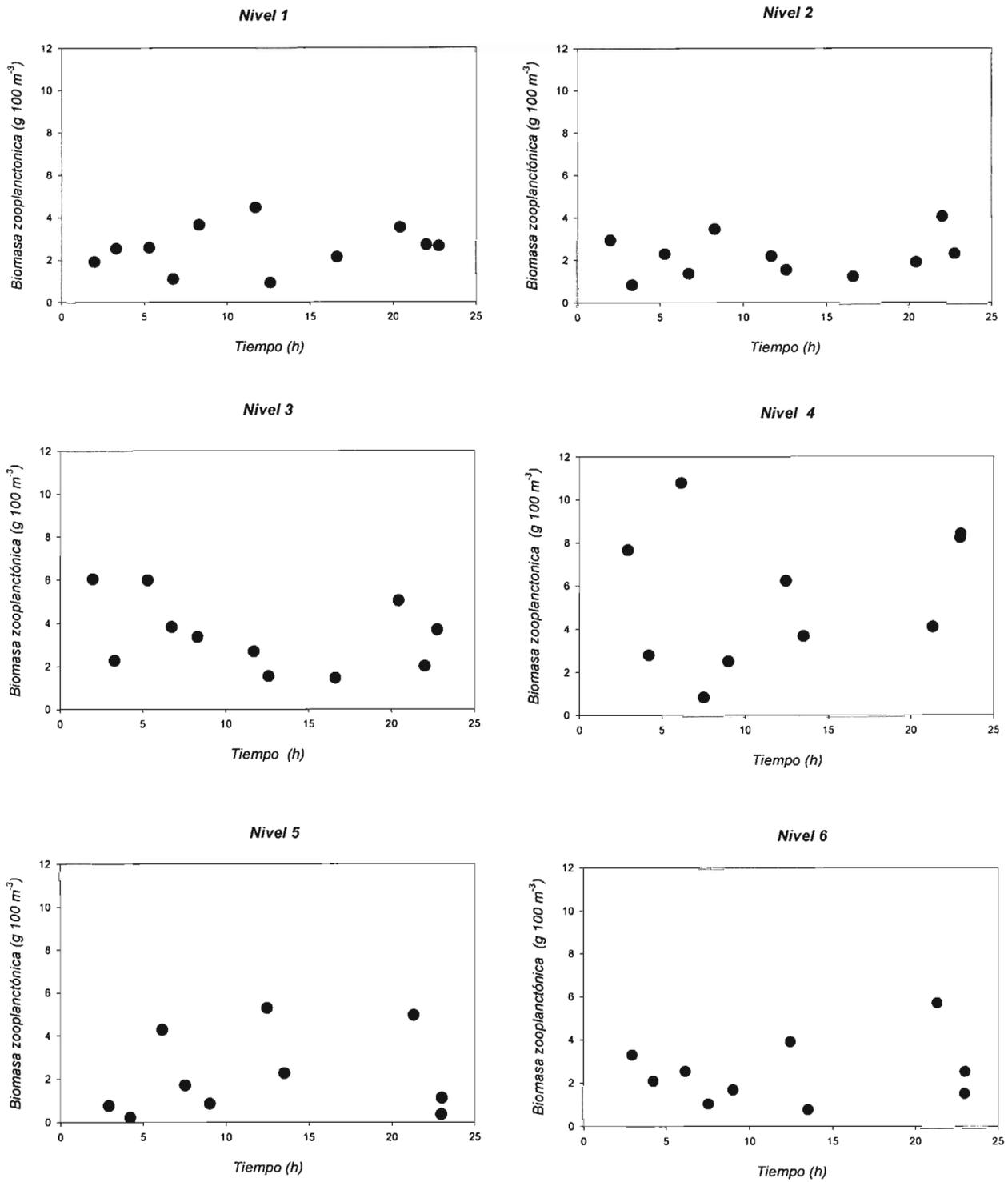


Figura 11. Diagramas de dispersión de biomasa (g 100 m⁻³) en función del tiempo (h), por nivel durante abril del 2000 (PROMEBIO III).

En abril del 2001 (Fig. 12), se realizaron cuatro estaciones durante el día (98, 104, 95 y 115) y sólo dos durante la noche (108 y 118). Si embargo es posible apreciar los incrementos en la biomasa zooplanctónica, desde la superficie hasta los 60 m durante la noche principalmente, aunque también de los 80 m a los 100 m se presentó un aumento en la biomasa. Las estaciones realizadas durante las horas luz en general presentaron baja concentración sólo la estación 104 tuvo un ligero incremento de los 10 a los 80 m, a las 11:00 h. El nivel 5 no mostró diferencia alguna con las estaciones realizadas durante el día y la noche en ambos tiempos presentan concentraciones similares.

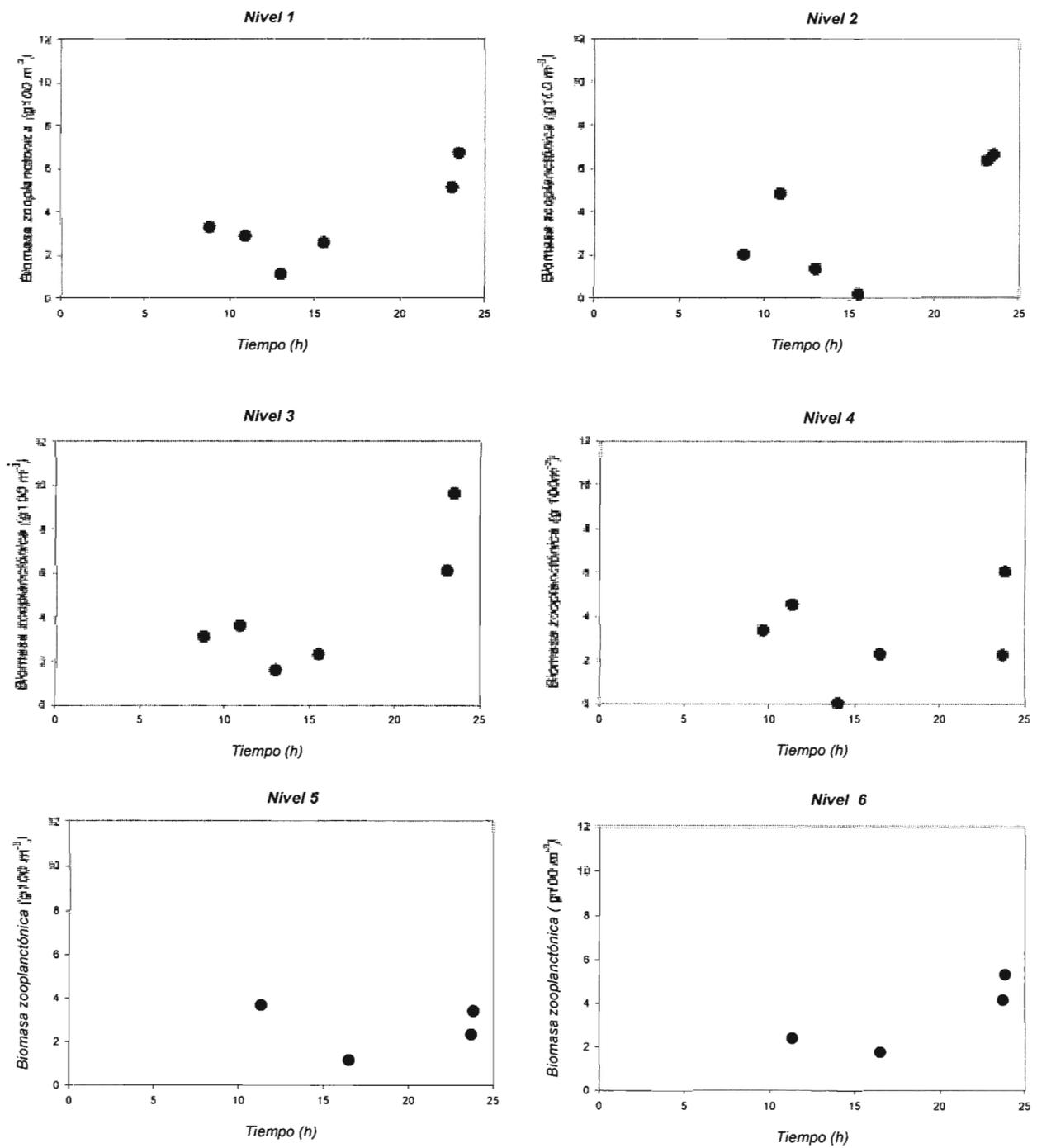


Figura 12. Diagramas de dispersión de biomasa ($\text{g } 100 \text{ m}^{-3}$) en función del tiempo (h), por nivel durante abril del 2001.

En febrero del 2003 (Fig. 13), se realizaron nueve estaciones durante el día (18, 20, 33, 39, 50, 52, 54, 69 y 67) y siete durante la noche (16, 22, 35, 37, 56, 73 y 71). En ninguno de los niveles, se aprecia una diferencia significativa entre las concentraciones de biomasa obtenidas durante el día y la noche. Sólo de los 10 a los 20 m se presentó un incremento en la biomasa en las estaciones 39, 52 y de los 40 a los 60 m las estaciones 50 y 52 en las horas luz. Durante la noche de los 40-60 m y 80 –100 m la estación 73 presentó un ligero aumento en la biomasa de los 10 a los 20m y de los 40 a los 60 m.

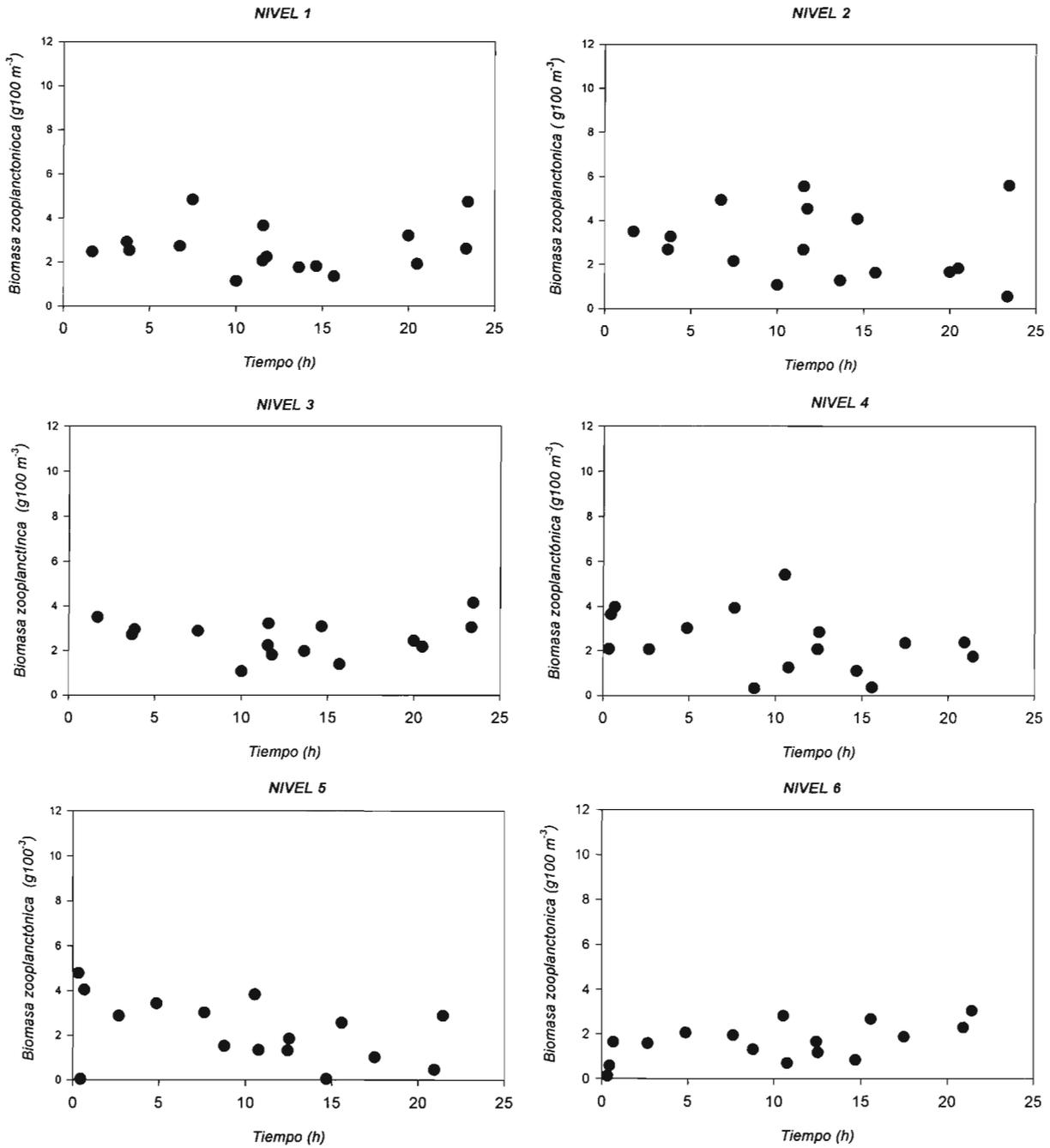


Figura 13. Diagramas de dispersión de biomasa ($g\ 100\ m^{-3}$) en función del tiempo (h), por nivel durante febrero del 2003 (PROMEBIO VII).

Análisis de Conglomerados

Se aplicó un análisis de conglomerados (cluster), desarrollado mediante distancias euclidianas, en el cual las dimensiones son los diferentes factores medidos en cada estación (temperatura, salinidad, densidad, hora de colecta, profundidad y profundidad media del nivel de arrastre, ubicación y biomasa zooplanctónica). De esta forma se pueden ver las asociaciones entre estaciones dentro del área.

De la asociación de estaciones realizadas en abril del 2000 (PROMEBIO III), se formaron ocho grupos (Fig. 14); uno establecido por la estación 122, localizado en el centro del giro anticiclónico reportado en el cañón; el segundo lo constituye la estación 117 que se une a un bloque formado por el tercer grupo con la estación 125 y el cuarto grupo que contiene a las estaciones 120 y 115, dicha agrupación se localiza en el eje del Cañón. Por otro lado los grupos seis y siete se agrupan y se unen al grupo cinco para formar otro gran bloque que se localiza al borde y en zonas externas del eje del cañón y giro anticiclónico. El grupo ocho lo forma la estación 109 y se encuentra fuertemente aislado, ya que se localiza sobre el talud del cañón.

Campaña Oceanográfica PROMEBIO III (abril del 2000)

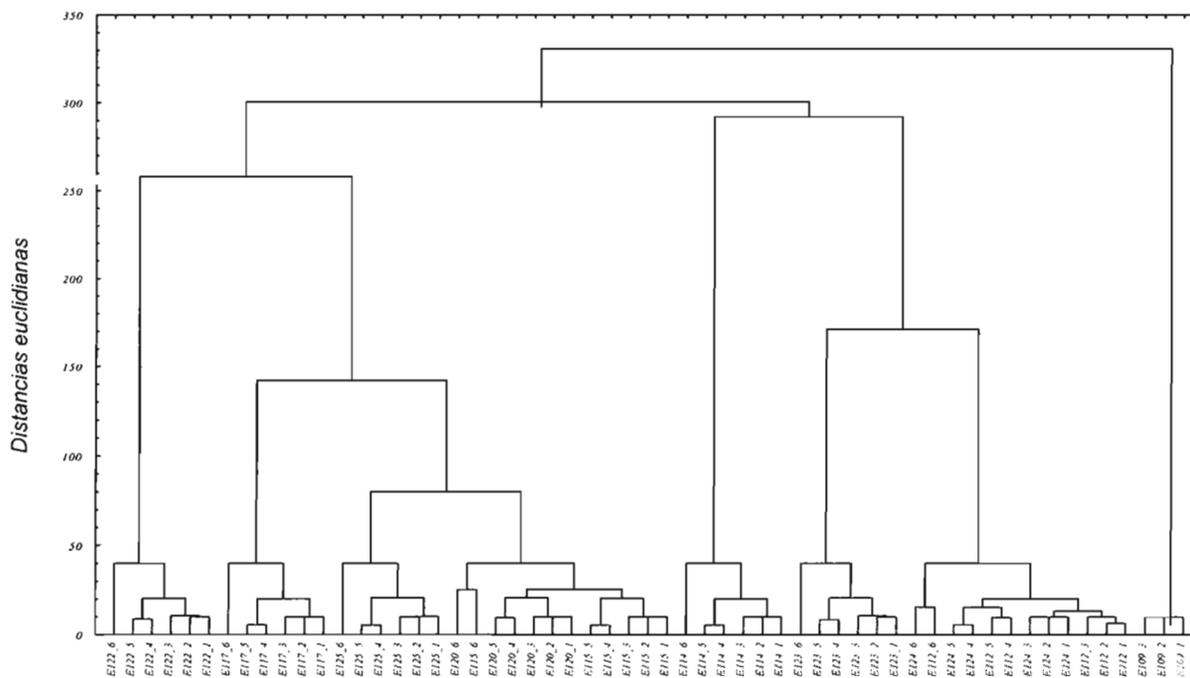


Figura 14. Conglomerado de las estaciones y niveles con base en su similitud mediante distancias euclidianas. Campaña oceanográfica de abril del 2000.

Para la campaña oceanográfica del mes de abril del 2001 (PROMEBIO IV) se forman tres grandes bloques de asociaciones con cuatro grupos (Fig. 15). En el primer grupo se encuentra la estación 108, localizada al centro del giro anticiclónico, en el segundo grupo está la estación 115 que se une al tercer grupo que conglomerara las estaciones 118 y 104, ambos grupos forman un subgrupo que se ubica al borde del giro anticiclónico y finalmente en el cuarto grupo se encuentran las estaciones 95 y 98, las cuales se localizan sobre el talud del cañón.

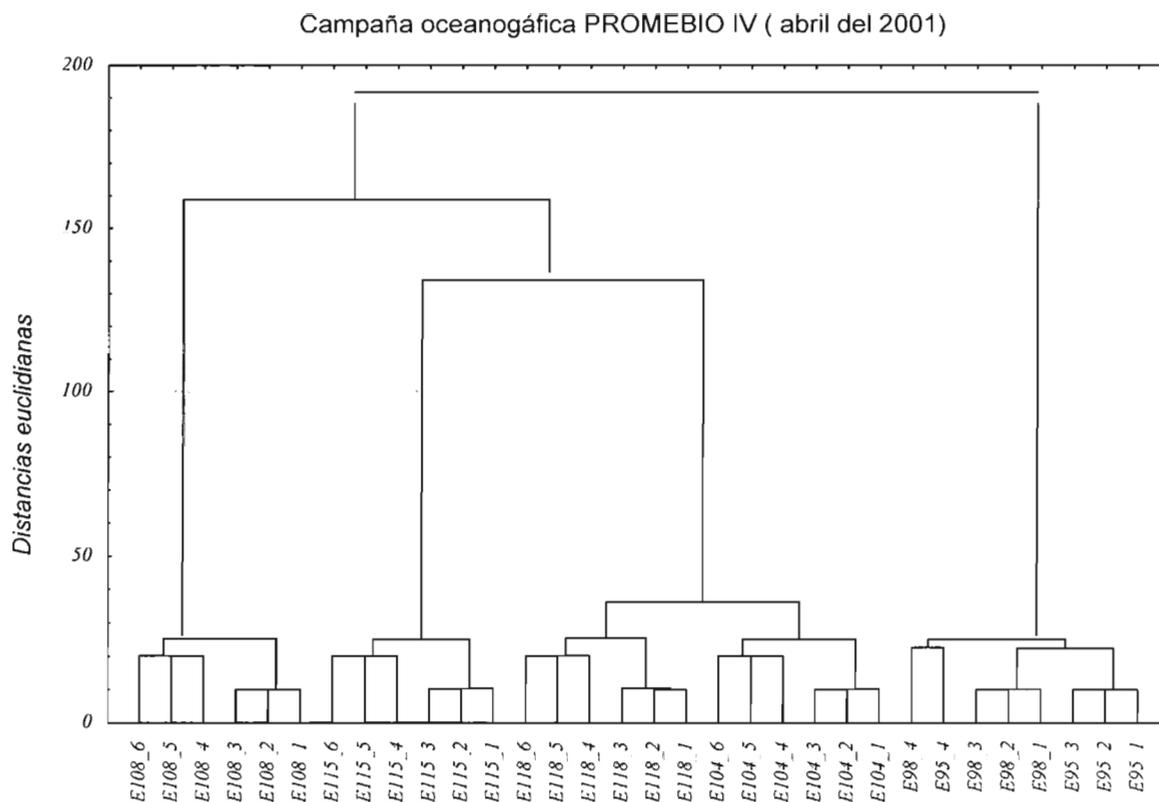


Figura 15. Conglomerado de las estaciones y niveles con base en su similitud mediante distancias euclidianas. Campaña oceanográfica de abril del 2001

En la campaña de febrero del 2003 (PROMEBIO VII) se dio la existencia de dos grandes bloques formados por ocho grupos (Fig. 16). El primero lo formaron las estaciones 67 y 69 que se unen a una agrupación integrada por el segundo grupo que comprende a la estación 50, el grupo tres formado por las estaciones 73, 39 y 33, el grupo cuatro con las estaciones 71, 52 y el grupo cinco con la estación 22. Este primer bloque se encuentra en la zona sur del cañón y extremos del giro. El segundo bloque lo conforman el grupo seis formado por la estación 35 y agrupación integrada por el grupo siete con las estaciones 56 y 18, y el grupo ocho que agrupa a las estaciones 20, 37 y 16. El segundo gran bloque se extiende en el eje del cañón y zona norte

Campaña Oceanográfica PROMEBIO VII (febrero 2003)

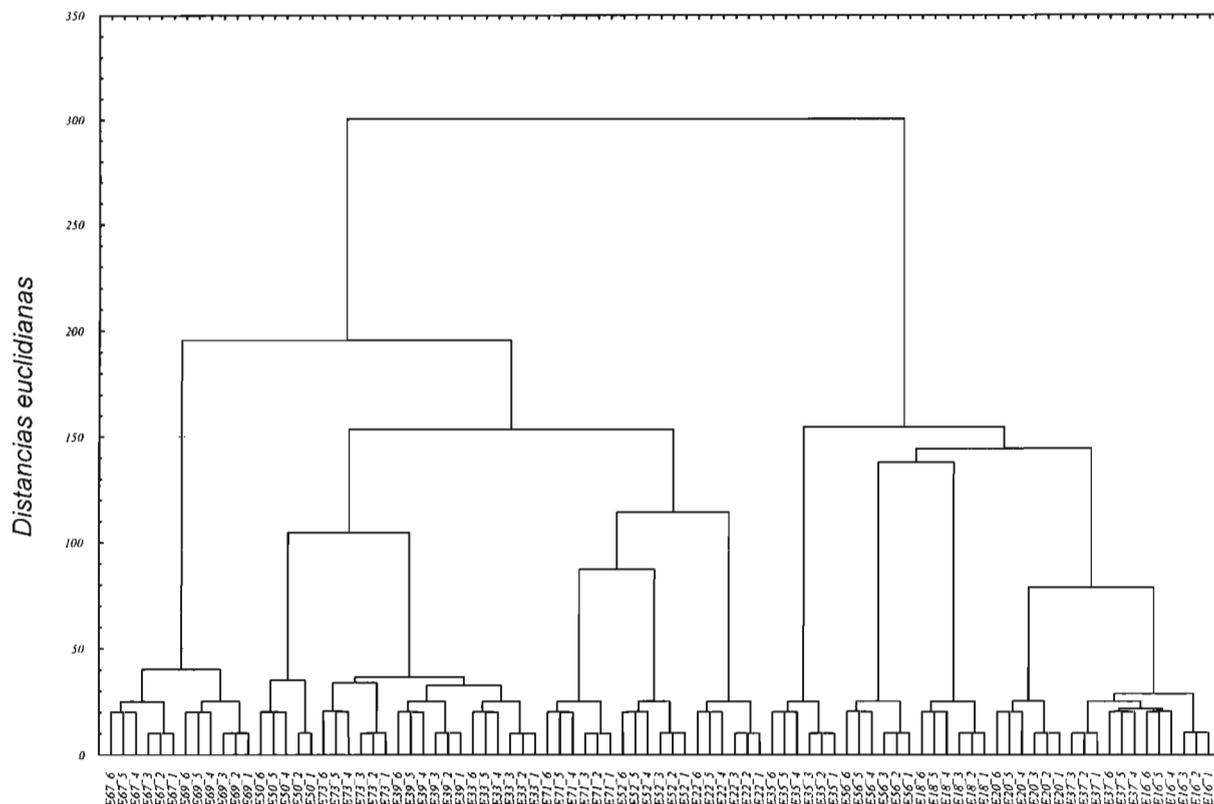


Figura 16. Conglomerado de las estaciones y niveles con base en su similitud mediante distancias euclidianas. Campaña oceanográfica febrero del 2003.

Análisis Zooplanctónico

Del análisis zooplanctónico realizado a las muestras obtenidas de abril del 2000 (Tabla 4) y 2001 (Tabla 6), se registró un total de 25 grupos y dos indeterminados. Sólo en abril del 2000 (PROMEBIO III), se encontraron antozoos y tonariae, aunque en número muy reducido.

En abril del 2000 de los 25 grupos identificados el de los copépodos fue el más abundante con más del 50% de organismos contados (Tabla 5). En la estación 112 fueron 55 %, el 54 % en la estación 127 y 53 % en la 115. Otros grupos sobresalientes en este periodo fue el de los sifonóforos, eufáusidos y quetognatos con hasta un 21%, 7% y 14%, en las estaciones 115, 112 y 124 respectivamente. El resto de los grupos presentará bajo porcentaje, menor al 2 %. El grupo de las larvas de peces fue bajo, solo en dos estaciones apenas alcanzó el 1%. Sin embargo, los ostracodos y decápodos alcanzaron porcentajes relativamente altos, con respecto a los demás grupos entre el 6 y 2%.

Tabla 4.1 Número de organismos por nivel en abril 2000 (PROMEBIO III).

ESTACIÓN	112						115					
NIVEL	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
PROTOZOA	72	144	400	1576	512	624	80	48	16	100	180	288
HIDROZOA	48	64	64	32	8	0	0	16	32	12	32	44
SIPHONOPHORA	768	528	528	640	960	840	3064	3056	952	572	1568	1072
CTENOPHORA	48	24	8	8	40	64	0	0	0	4	16	12
POLYCHAETA	80	64	104	40	56	40	0	8	8	4	8	60
SIPUNCULIDA	0	256	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
PTEROPODA	216	0	80	192	112	56	72	24	16	4	40	32
HETEROPODA	0	0	16	16	16	16	0	0	0	0	0	20
LAMELLIBRANCHIATA	0	0	0	1536	0	72	0	0	0	4	0	32
CEPHALOPODA	8	8	0	0	0	0	0	0	16	8	0	8
OSTRACODA	784	968	1008	0	912	1112	24	8	16	176	324	152
COPEPODA	8120	5968	5024	10880	6744	8000	5840	3888	4248	3236	4068	4500
MYSIDACEA	24	24	56	0	0	8	24	8	0	4	4	0
AMPHIPODA	472	232	24	128	144	192	88	80	80	0	200	52
EUPHASIACEA	184	576	912	1760	1576	872	392	184	224	184	244	172
CIRRIPIEDIA	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	8	8
DECAPODA	80	144	328	440	536	544	480	184	112	96	68	124
BRACHIOPODA	0	8	24	0	8	0	0	0	0	4	4	0
CHAETOGNATHA	1536	992	864	1440	1008	1704	1264	936	752	276	1080	544
COPELATA	16	24	48	288	24	168	0	8	0	8	56	40
THALIACEA	40	72	40	168	104	8	120	296	80	60	200	96
PYROSMIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECHINODERMATA	0	8	8	8	32	40	0	0	0	0	16	36
PICES(LARVAS)	16	64	56	56	138	112	88	32	16	52	64	48
GASTEROPODA	504	472	200	240	72	72	136	136	96	32	148	88
OTROS	32	8	56	40	32	128	0	0	0	0	52	0
INDETERMIANDOS	24	16	16	16	16	0	8	16	8	4	0	16

Tabla 4.2 Número de organismos por nivel en abril del 2000 (PROMEBIO III).

ESTACIÓN	124						127					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
PROTOZOA	68	112	104	84	228	12	64	32	32	104	224	120
HIDROZOA	12	8	8	44	56	20	72	40	0	48	40	0
SIPHONOPHORA	1404	1832	792	372	700	212	808	960	1568	680	544	336
CTENOPHORA	0	0	0	100	32	24	0	0	24	24	0	0
POLYCHAETA	12	8	8	4	28	8	24	36	16	32	40	40
SIPUNCULIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PTEROPODA	80	40	8	20	20	20	200	164	176	56	80	64
HETEROPODA	0	24	12	16	44	0	4	0	8	24	0	0
LAMELLIBRANCHIATA	0	0	0	0	44	8	0	0	0	0	0	0
CEPHALOPODA	4	0	0	0	0	0	20	4	0	0	0	0
OSTRACODA	4	8	40	304	252	68	576	232	616	592	784	776
COPEPODA	3816	2480	2996	2252	584	2320	2088	2024	5800	6480	7392	6320
MYSIDACEA	4	24	16	0	0	0	4	12	0	16	8	0
AMPHIPODA	76	40	32	132	92	40	212	56	72	48	88	104
EUPHASIACEA	140	240	612	208	140	84	80	384	992	296	520	480
CIRRIPEDIA	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
DECAPODA	108	168	160	100	72	40	60	196	240	192	216	192
BRACHIOPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHAETOGNATHA	596	1184	816	272	1148	604	868	492	1128	816	752	936
COPELATA	0	0	16	168	36	20	56	28	0	120	40	32
THALIACEA	112	240	220	256	148	108	192	868	504	760	856	440
PYROSMIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECHINODERMATA	0	0	8	4	4	0	0	8	8	64	48	56
PICES(LARVAS)	28	40	220	76	20	16	32	56	232	24	120	128
GASTEROPODA	32	80	68	104	20	0	172	204	240	120	192	96
OTROS	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
INDETERMIANDOS	8	16	0	0	0	4	0	0	0	0	8	8

Tabla 5. Número y porcentaje de organismos, por estación en abril del 2001 (PROMEBIO III).

ESTACION	112		115		124		127	
GRUPO	No org	%						
PROTOZOA	3328	4.12	712	1.49	608	1.96	576	1.04
HIDROZOA	216	0.27	136	0.28	148	0.48	200	0.36
SIPHONOPHORA	4264	5.27	10284	21.45	5312	17.14	4896	8.81
CTENOPHORA	192	0.24	32	0.07	156	0.50	48	0.09
POLYCHAETA	384	0.48	88	0.18	68	0.22	188	0.34
SIPUNCULIDA	256	0.32	8	0.02	0	0.00	0	0.00
PTEROPODA	656	0.81	188	0.39	188	0.607	740	1.33
HETEROPODA	64	0.08	20	0.04	96	0.31	36	0.07
LAMELLIBRANCHIATA	1608	1.99	36	0.08	52	0.17	0	0.00
CEPHALOPODA	16	0.02	32	0.07	4	0.02	24	0.04
OSTRACODA	4784	5.92	700	1.46	676	2.18	3576	6.44
COPEPODA	44736	55.33	25780	53.76	14448	46.61	30104	54.18
MYSIDACEA	112	0.14	40	0.08	44	0.14	40	0.07
AMPHIPODA	1192	1.47	500	1.04	412	1.33	580	1.04
EUPHASIACEA	5880	7.27	1400	2.92	1424	4.59	2752	4.95
CIRRIPEDIA	24	0.03	16	0.03	8	0.03	0	0.00
DECAPODA	2072	2.56	1064	2.22	648	2.09	1096	1.97
BRACHIOPODA	40	0.05	8	0.02	0	0.00	0	0.00
CHAETOGNATHA	7544	9.33	4852	10.12	4620	14.90	4992	8.99
COPELATA	568	0.70	112	0.23	240	0.77	276	0.49
THALIACEA	432	0.53	852	1.77	1084	3.49	3620	6.52
PYROSMIDAE	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
ECHINODERMATA	96	0.12	52	0.11	16	0.05	184	0.33
PICES(LARVAS)	448	0.55	300	0.63	400	1.29	592	1.07
GASTEROPODA	1560	1.93	636	1.33	304	0.98	1024	1.84
OTROS	296	0.37	52	0.11	16	0.05	0	0.00
INDETERMIANDOS	88	0.11	52	0.11	28	0.09	16	0.03

En abril del 2001 (PROMEBIO IV), se encontraron los 25 grupos además se registraron dos grupos más tornariae con solo dos organismos y cuatro antozoos (Tabla 6). Nuevamente el grupo con mayor porcentaje fue el de los copépodos, el cual alcanzó hasta el 63% del zooplancton contado en la estación 98, 56 % en la 115 y 41 % en la 118. En abril del 2001 el segundo grupo más abundante fue el de los quetognatos con 12.9 % , 12.3 % y 7% , pero fue menor al encontrado en abril del 2000, los sifonóforos alcanzaron hasta el 10 % y 4% en. Los eufáusidos aunque, nuevamente fue de los grupos con mayor abundancia, desde el 2 %, hasta un 10 %. Las larvas de peces alcanzaron el 5 % en la estación 95 en abril del 2001.

Tabla 6.1 Número de organismos por nivel en abril del 2001 (PROMEBIO IV).

ESTACION	95				98			
	1	2	3	4	1	2	3	4
PROTOZOA	668	852	430	1048	40	112	56	44
HIDROZOA	8	4	0	0	0	32	0	0
SIPHONOPHORA	48	84	138	180	76	0	0	100
CTENOPHORA	0	0	4	12	8	0	0	0
POLYCHAETA	0	0	0	0	4	0	0	0
SIPUNCULIDA	0	0	0	0	4	0	0	0
PTEROPODA	144	156	18	24	32	168	160	76
HETEROPODA	0	0	0	0	0	0	0	0
LAMELLIBRANCHIATA	0	0	0	0	0	0	0	0
CEPHALOPODA	0	0	0	4	4	0	0	0
OSTRACODA	52	0	0	0	8	0	0	0
COPEPODA	904	872	934	764	2960	6768	6160	4096
MYSIDACEA	16	24	10	32	84	72	32	24
AMPHIPODA	28	56	14	12	596	1408	368	80
EUPHASIACEA	20	44	36	48	28	376	200	144
CIRRIPEDIA	0	0	0	396	0	0	0	0
DECAPODA	128	548	26	0	752	1096	640	368
BRACHIOPODA	12	8	0	0	0	0	0	0
CHAETOGNATHA	68	272	254	792	316	920	400	780
COPELATA	28	0	6	0	8	0	0	0
THALIACEA	28	12	16	84	24	0	0	60
PYROSMIDAE	4	0	0	0	0	0	0	0
ECHINODERMATA	0	0	2	0	0	0	0	0
PICES(LARVAS)	204	236	74	136	140	400	192	56
GASTEROPODA	48	28	10	40	0	56	88	56
OTROS	0	0	0	0	0	0	688	0
INDETERMIANDOS	0	12	0	12	0	8	0	4
TORNARIAE	0	0	2	0	0	0	0	0

Tabla 6.2 Número de organismos por nivel en abril del 2001 (PROMEBIO IV).

ESTACION NIVEL	115						118					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
PROTOZOA	136	7	216	148	64	128	400	96	464	40	48	120
HIDROZOA	0	3	8	16	8	0	32	16	0	8	8	8
SIPHONOPHORA	440	146	696	256	112	0	2632	968	856	768	808	440
CTENOPHORA	0		0	0	48	8	8	0	16	32	24	8
POLYCHAETA	0	2	16	12	8	16	48	48	72	64	48	48
SIPUNCULIDA	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PTEROPODA	424	4	56	28	0	120	128	112	72	32	24	24
HETEROPODA	0		0	4	0	0	0	8	0	0	0	0
LAMELLIBRANCHIATA	0	1	0	0	0	0	0	8	0	72	8	32
CEPHALOPODA	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSTRACODA	96	3	8	8	24	176	128	152	384	384	344	424
COPEPODA	4448	168	1728	2632	7336	2952	4248	3888	5464	5088	4648	3416
MYSIDACEA	48	6	184	8	8	64	96	72	56	24	32	48
AMPHIPODA	120	7	80	16	16	8	112	80	64	24	48	104
EUPHASIACEA	336	9	24	48	40	96	432	1184	2480	1104	768	712
CIRRIPEDIA	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DECAPODA	328	13	48	32	16	48	104	272	560	416	320	288
BRACHIOPODA	0		0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
CHAETOGNATHA	1120	64	1808	380	392	640	1824	816	488	736	744	456
COPELATA	224	2	0	52	48	88	64	8	0	24	32	0
THALIACEA	520	23	1168	260	768	728	56	1328	5200	1768	1368	408
PYROSMIDAE	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECHINODERMATA	0		0	0	0	0	0	0	0	8	16	0
PICES (LARVAS)	88	5	56	12	8	8	24	152	48	40	64	56
GASTEROPODA	760	15	96	88	48	88	552	384	112	256	368	136
OTROS	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDETERMIANDOS	0	2	8	8	0	0	0	8	32	32	0	16
TORNARIAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Número y porcentaje de organismo, por estación en abril del 2001(PROME BIO IV)

ESTACIÓN	95		98		115		118	
GRUPO	No org	%						
PROTOZOA	2998	26.82	252	0.81	699	2.06	1168	1.82
HIDROZOA	12	0.11	32	0.10	35	0.10	72	0.11
SIPHONOPHORA	450	4.03	176	0.56	1650	4.87	6472	10.08
CTENOPHORA	16	0.14	8	0.03	56	0.17	88	0.14
POLYCHAETA	0	0.00	4	0.01	54	0.16	328	0.51
SIPUNCULIDA	0	0.00	4	0.01	0	0.00	0	0.00
PTEROPODA	342	3.06	436	1.39	632	1.86	392	0.61
HETEROPODA	0	0.00	0	0.00	4	0.01	8	0.01
LAMELLIBRANCHIATA	0	0.00	0	0.00	1	0.01	120	0.19
CEPHALOPODA	4	0.04	4	0.01	0	0.00	0	0.00
OSTRACODA	52	0.47	8	0.03	315	0.93	1816	2.83
COPEPODA	3474	31.08	19984	63.70	19264	56.82	26752	41.64
MYSIDACEA	82	0.73	212	0.68	318	0.94	328	0.51
AMPHIPODA	110	0.98	2452	7.82	247	0.726	432	0.672
EUPHASIACEA	148	1.32	748	2.38	553	1.63	6680	10.39
CIRRIPIEDIA	396	3.54	0	0.00	0	0.00	0	0.00
DECAPODA	702	6.28	2856	9.10	485	1.41	1960	3.05
BRACHIOPODA	20	0.18	0	0.00	16	0.05	0	0.00
CHAETOGNATHA	1386	12.4	2416	7.70	4404	12.99	5064	7.88
COPELATA	34	0.30	8	0.03	414	1.22	128	0.19
THALIACEA	140	1.25	84	0.27	3467	10.23	10128	15.77
PYROSMIDAE	4	0.04	0	0.00	0	0.00	0	0.00
ECHINODERMATA	2	0.02	0	0.00	0	0.00	24	0.04
PICES(LARVAS)	650	5.82	788	2.51	177	0.52	384	0.59
GASTEROPODA	126	1.13	200	0.64	1095	3.23	1808	2.81
OTROS	0	0.00	688	2.19	0	0.00	0	0.00
INDETERMIANDOS	24	0.22	12	0.04	18	0.05	88	0.13
TORNARIAE	2	0.02	0	0.00	0	0.00	0	0.00
ANTOZOA	4	0.04	0	0.00	0	0.00	0	0.00

En la relación de los organismos en un espacio T-S (Fig. 17), se encontró en abril del 2000 cuatro agrupaciones; una formada por anfípodos, pterópodos, gasterópodos y larvas de peces que se ubicaron entre 25°- 26° C y 36.21 - 36.25 ups. La segunda agrupación formada de copépodos y eufáusidos se encontró entre los 23°- 24° C y 36.20 a 36.23 ups de salinidad. Un tercer grupo lo constituyeron los decápodos, quetognatos y ostracodos, se concentraron entre los 21° - 22° C de temperatura y salinidades de 36.26 - 36.32 ups. Finalmente el grupo de los sifonóforos, se encontró alrededor de los 25° - 26° C y los 36.32 - 36.34 ups.

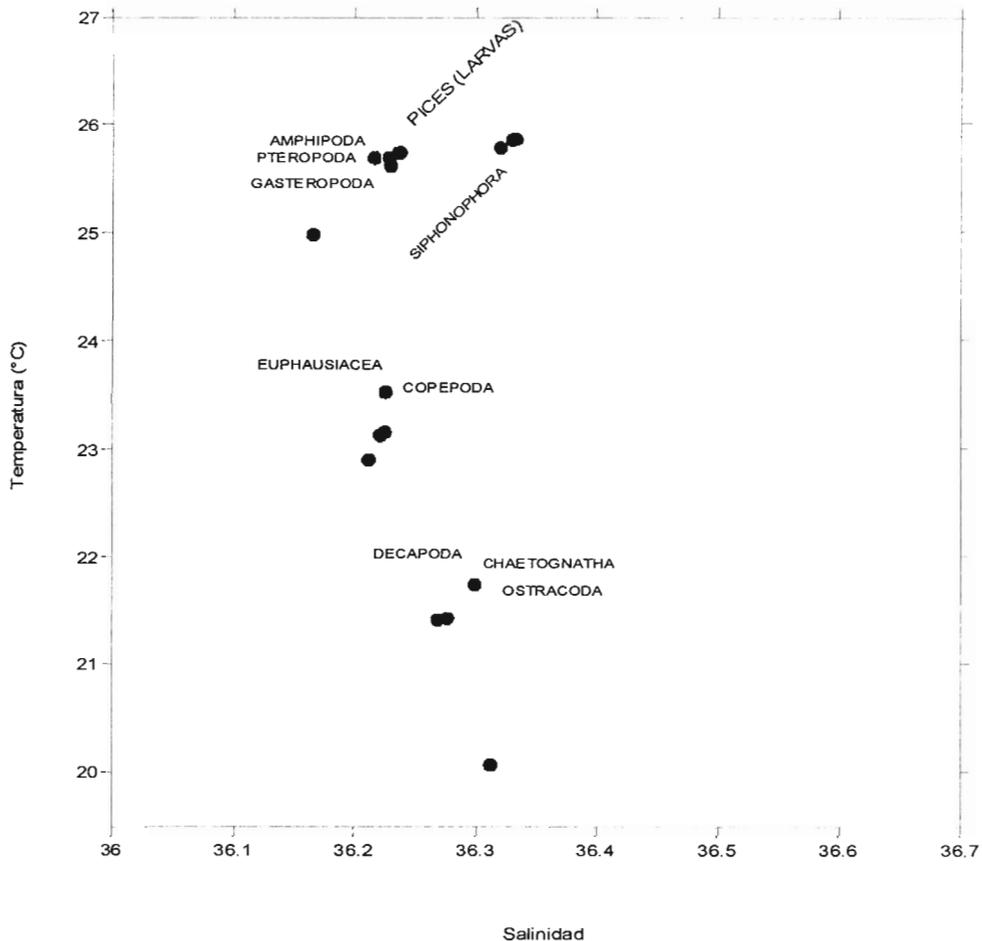


Figura 17. Dispersión de grupos de organismos en un espacio T-S. Abril 2000. Puntos sueltos son otros grupos

En abril del 2001 en la dispersión de los organismos, en el diagrama T-S (Fig. 18), mostró un agrupamiento formado por quetognatos, eufáusidos, sifonóforos y taliaceas, entre los 36.35 y 36.40 ups de salinidad y los 25.50 y 26.50° C, otro agrupamiento lo integraron los anfípodos, decápodos y larvas de peces entre los 36.55 y los 36.65 ups y los 25.50 y 26.20° C de temperatura. En este periodo los copépodos se ubicaron en el punto de los 22° C y 36.27 de salinidad aislado de los otros grupos.

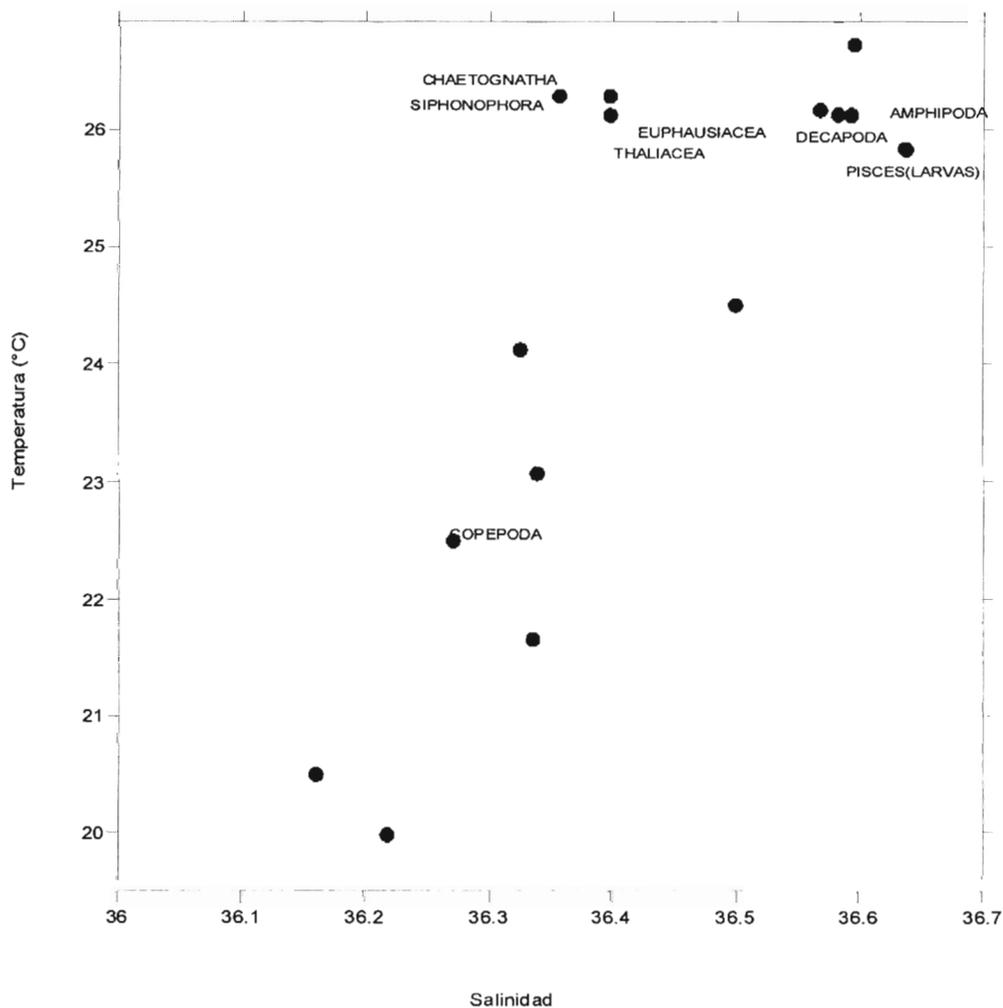


Figura 18. Dispersión de grupos de organismos en un espacio T-S. abril 2001. Puntos sueltos otros grupos

DISCUSIÓN

Durante las tres campañas analizadas se observaron diferentes concentraciones de biomasa zooplanctónica. Las campañas realizadas a fin de temporada de nortes (abril del 2000 PROMEBIO III y abril del 2001 PROMEBIO IV) presentaron mayor biomasa que las efectuadas durante la presencia de un norte (campaña de febrero del 2003, PROMEBIO VII), durante la cual se obtuvieron valores menores a los $6\text{g } 100\text{ m}^{-3}$, lo que puede atribuirse a los cambios que se producen en la capa superficial del mar por los fuertes vientos durante el paso de los nortes, que afectan la dinámica del Golfo de México y producen una capa de mezcla de mayor espesor (Nowlin, 1972).

La termoclina y haloclina se localizaron alrededor de los 40 m en abril del 2000 y 2001, lo que coincide con lo reportado por Mojica (2003) para el mes de agosto de 1999 en la misma área. Esto indica que en el Cañón de Campeche la termoclina y haloclina son persistentes en espacio y tiempo como es el comportamiento en las áreas oceánicas (Kendall y Naplin, 1981; Perri y Neilson, 1988; Frank *et al.*, 1989; Munk *et al.*, 1989; Röpke *et al.*, 1993). Sin embargo, durante la campaña de febrero del 2003 cuando la capa de mezcla fue más profunda (80-110 m) se registró una termoclina menos marcada alrededor de los 80 m,. Ya que un cambio en las condiciones atmosféricas, como el paso de un norte modifica la termoclina (Wickstead, 1979).

Las concentraciones más altas se registraron por arriba de la termoclina en todos los meses de muestreo, lo que es diferente a lo encontrado por Mojica

(2003) en el mes de agosto de 1999, quien encontró los valores máximos de biomasa zooplanctónica por debajo de la termoclina. Esta diferencia puede deberse al gradual incremento en la capa de mezcla que es seguido por un incremento en el rango de la homogeneidad del zooplancton (Farstey, 2002) dichos cambios permanecen después de la perturbación por el norte, modificando la concentración de organismos. Durante el paso de los nortes los nutrientes se mezclan en la capa superficial y posteriormente favorecen el aumento de fitoplancton y consecuentemente el de las poblaciones zooplanctónicas (Wickstead, 1979).

Se observó una migración vertical diurna en los meses de abril del 2000 y 2001. En los seis niveles las concentraciones más altas se presentaron durante la noche, sin embargo en algunos niveles se presentaron también máximas concentraciones durante el día, lo que se debe a una respuesta al paso de los nortes, como lo establece Mauchline (1980), quien menciona que los parámetros de migración pueden ser modificados por las condiciones ambientales. Por otro lado varios, autores han propuesto que la distribución vertical y homogeneidad del zooplancton puede ser establecido por el nado de los organismos (Begon, *et al.*, 1990); como una respuesta a la homogenización por pastoreo (Fretwell y Lucas 1970); a la homogeneidad del alimento (Schmidt, 1973); así como al cambio vertical en la intensidad del ambiente turbulento (Mackas *et al.*, 1993). Lagadeuc *et al.* (1997) propone que los animales son acarreados por la capa de mezcla, dependiendo de la intensidad de la turbulencia y de la habilidad del zooplancton para contrastar el desplazamiento vertical. Algunos pueden ser capaces de tolerar su posición vertical y evadir la capa de mezcla. Otro aspecto es que los picos de abundancia de larvas

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

en la sub-superficie puede ser también reflejo de los mismos aspectos de migración nocturna (exógenos y endógenos) de la superficie iluminada (Conway, 1997).

Dentro del Cañón de Campeche los giros ciclónico y anticiclónico generan un gradiente horizontal de diferentes propiedades hidrográficas y de clorofilas (Salas de León *et al.*, 2004), Ya que diferentes áreas en una misma región, pueden tener diferentes condiciones ambientales (Webber *et al.*, 1996; Álvarez Cadena *et al.*, 1998; Gotssi-Skretas, 2000). Durante este trabajo, las estaciones con mayor biomasa coinciden con la zona frontal entre el giro ciclónico y el anticiclónico, en el extremo oeste del cañón, la biomasa registrada sobre la plataforma contigua al cañón fue diferente a la registrada en el resto del cañón en abril del 2000 y 2001.

La asociación de las estaciones durante abril estuvo dada por la fisiografía del cañón, la cual modula las características físicas y biológicas en el mismo, por lo que se separan en un grupo, formado por las estaciones que se encuentran sobre la plataforma del cañón, otro cuya ubicación esta en el eje del cañón, y otro con las estaciones que se encuentran en la periferia del cañón.

Para febrero del 2003, se observó la existencia de dos agrupaciones, uniformada con estaciones del centro y norte del cañón, y otra con las estaciones del sur, este y oeste del cañón. En este mes, las estaciones de la plataforma del cañón se agruparon con el resto de las estaciones en la periferia, lo que puede deberse a que las características de este sitio que se ven modificadas, por la influencia de los fuertes vientos del norte, que generan una gran mezcla de la columna de agua, sin

embargo, en las tres campañas la asociación de las estaciones en la periferia y centro se mantiene.

Se encontró que el grupo más abundante es el de los crustáceos con ocho grupos de los veintisiete encontrados. El grupo más abundante en el Cañón de Campeche fue el de los copépodos, con un porcentaje mínimo al 46 % y un máximo de 55% en abril del 2000 y un mínimo de 31% y un máximo de 63 % en abril del 2001, lo que coincide con lo reportado por Silva Flores (1980) en la Sonda de Campeche para la comunidad de copépodos, la cual llega a tener más del 58.7 % de la composición zooplanctónica y con los resultado obtenidos por Hopkins (1982), quien reportó hasta un 80 % de copépodos con respecto al total de organismos capturados.

Los quetognatos fue el otro grupo más abundante en el cañón en abril del 2000, con el 8 % y 14 % lo que se puede deber a la presencia de alimento ya que es un factor fundamental en la distribución de los quetognatos (Alvariño, 1969) o a la transferencia de organismos planctónicos de la zona costera a la oceánica e inversamente por la circulación en la Bahía de campeche (Salas de León *et al*, 1998).

Otro grupo numero en la zona del Cañón de Cámpese es el de los sifonóforos el cual varía su densidad desde el 21 % en abril del 2000 a 0.56 % en abril del 2001, lo que podría responder a una diferencia entre el número de sifonóforos en el interior y el exterior de los giros Gasca (1999).

El caso de las larvas de peces, su número no fue muy grande en comparación al de los otros grupos, se mantuvo en el 2% o por debajo de este valor, hasta un 0.56%. Algunos estudios han encontrado que la distribución vertical de las larvas de peces esta relacionada con la profundidad de la más alta abundancia de nauplios de copépodos (Haldorson *et al.*, 1993). Por otro lado, Napp *et al.*, (1988) y Hermna, (1989), propone que la distribución vertical de especies herbívoras no migratorias no esta siempre relacionada con la biomasa alimenticia. Lagadeuc *et al.* (1997) mencionó que los copépodos no están distribuidos azarosamente en la columna de agua, sino controlados por factores como la calidad de alimento (Raymont, 1983). Sclafani *et al.* (1993) observó que la distribución vertical de larvas de peces esta relacionada con la condición nutricional, cambios en las proteínas y lípidos contenidos en el agua; este mismo autor propone la misma teoría para el zooplancton en general.

Gerking (1994) sugiere que un espesor y homogeneidad de la columna de agua, minimiza la competencia por el alimento entre el zooplancton herbívoro. Por otro lado, en condiciones de mezcla disminuye la depredación por la poca visibilidad del depredador en la superficie, y mayor dispersión de la presa en la columna de agua.

Se ha considerado a la termoclina como una interfase importante para la dinámica trófica (Lasker, 1975, 1981), para la distribución vertical de peces así como en al ubicación de la presa (Fortier y Leggett, 1984, Munk *et al.*, 1989) y depredador (Brewer *et al.*, 1984; Bailey y Houde 1989) de las larvas de peces y del zooplancton (Haney 1988; Harris, 1988; Heath *et al.*, 1988; Frank *et al.*, 1989), en los diagramas

t-s vemos que la distribución de la mayoría de los organismos no depende fuertemente de la temperatura y salinidad del agua ya que los organismos no registraron un patrón definido de distribución para estos parámetros en esta temporada, aunque han reportado que grupos como los sifonóforos y quetognatos están influenciados por la temperatura ((Mille Pegaza y Carrillo Laguna, 2001), lo que puede deberse a la turbulencia producida por el paso de los nortes, patrones de distribución por densidad del agua o aspectos de alimentación y depredación.

CONCLUSIONES

La distribución zooplanctónica encontrada en este trabajo, revela que el paso de los nortes determina la distribución y concentración de la biomasa zooplanctónica, ya que los fuertes vientos, afectan durante su paso y después, la columna de agua. Durante un norte la termoclina, haloclina y picnoclina se vuelve más profunda aumentando así la capa de mezcla e induciendo una disminución en la biomasa zooplanctónica. Al final de la temporada de nortes observamos un reestablecimiento de la columna de agua y un ascenso de la termoclia, haloclina y picnoclina. Las características del agua permiten encontrar mayor concentración del zooplancton por arriba de la termoclina y migración durante el día en algunas ocasiones.

La forma del Cañón de Campeche influye en la distribución de la biomasa, así como el giro anticiclónico dentro del cañón. La asociación de las estaciones revela que se conservan características semejantes del área en la periferia, al borde del cañón y en el centro. Lo que parece responder a la presencia del giro anticiclónico reportado para esta zona.

La diversidad en el Cañón de Campeche es considerable, es decir, hay un número grande de grupos. El grupo de los copépodos domina en número y compone hasta el 50 % de la población. Después le siguen los quetognatos y sifonóforos. El paso de los nortes al parecer afectara la abundancia de algunos grupos no en mucho su presencia,

solo en algunos grupos, como lo fueron las apendicularias y tornarea, cuyo número de organismos fue muy reducido, siendo quizás los más afectados por el paso de los nortes.

La distribución de los grupos más abundantes revela que su distribución responde a la disponibilidad de alimento y en segundo lugar al tipo de masa de agua, ya que no se localizan en un punto de temperatura y salinidad fijo.

REFERENCIAS

- Álvarez Cadena J.N., E. Suárez Morales y R. Gasca. 1998. Copepod assemblages from a reef-related environment in the Mexican. *Sea Crustaceana*. 71: 411-433.
- Alvariño A., 1969. *Los quetognatos del Atlántico. Distribución y rutas esenciales de sistemática*. Trabajos. (Inst. Español de Oceanografía)., 37, 290 pp.
- Bailey K.M., E.D. Houde, 1989. Predation on eggs and larvae of marine fishes and the recruitment problem. *Adv. Mar Biol.* 25: 1-83.
- Begon M., J.L. Harper, C.R. Townsend, 1990. *Ecology individuals, populations and communities*. Blackwell, Oxford.
- Bense K., 1964. *Progress in oceanography* Edit. M Sears, 2:53-125 544 pp.
- Biggs D.C., 1992. Nutrients, plankton, and productivity in a warm-core ring in the western Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*. C 2(97): 2143-2154.
- Biggs D.C., R.A. Zimmerman, R. Gasca, E. Suárez-Morales, I. Castellano y R.R. Leben, 1997. Note on the Plankton and cold-core rings in the Gulf of Mexico. *Fisheries Bulletin*. 95 (2): 369-375
- Bogdanov, D.V., 1965. *Some oceanographic features of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea*. A.S. Bogdanov Ed. Soviet-Cuban. Fisheries Research. 13-35.
- Brewer G.D., G.S. Kleppel, M. Dempsey, 1984. Apparent predation on ichthyoplankton by zooplankton and fishes in near shore waters of southern California. *Mar. Biol.* 80:17-28.
- Castellanos I.A. y R. Gasca, 1999. Epipelagic euphausiids (Euphausiacea) and spring mesoscale features in the Gulf of Mexico. *Crustaceana*. 72(4):391-404.
- Conway D.V.P., S.H. Combs y C. Smith, 1997. Vertical distribution of fish egg and larvae in the Irish Sea and southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science*. 54: 136-147.
- Creager J.S., 1958. A Canyon-like feature in the Bay of Campeche. *Deep-Sea Research*. 5:169-172.
- Cushing D.H., 1969. Upwelling and fish production. FAO. *Fisheries Technical paper*. 84: 40 pág.

- DiMego G.J., B.F. Lance, y E.G. William, 1976. An examination of the frequency and mean conditions surrounding frontal incursions into the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *Monthly Weather Review*. 104: 709-718.
- Farstey V., B. Lazar, A. Genin, 2002. Expansion and homogeneity of the vertical distribution of zooplankton in a very deep mixed layer. *Marine Ecology Progress Series*. 258: 91-100.
- Flores Coto C. y J. Álvarez Cadena, 1980. Estudios preliminares de distribución y abundancia del ictioplancton en la Laguna de Términos, Campeche. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 7(2):67-78.
- Flores Coto C., Sanvicente-Añorve L., R. Pineda López, M. Rodríguez Vanlier, 1988. Composición, distribución y abundancia ictioplanctónica del sur del Golfo de México. *Universida y Ciencia*
- Fofonoff N.P. y R.C. Millard Jr., 1983. Algorithms for computation of fundamental properties of sea water. UNESCO. *Technical Paper in Marine Science*. 44. 53 pp.
- Fortier L., W.C Leggett, 1984. Small-scale covariability in the abundance of fish larvae and their prey. *Can. Fish. Aquat. Sci.* 41: 509-512.
- Forward R.B. Jr., 1988. Diel vertical migration: zooplankton photobiology and behaviour. *Oceanography Marine Biology Annul. Research*. 26: 361-393.
- Frank K.T., F.H. Page, J.R. McRuer, 1989. Hydrographic effects on the vertical distribution of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) eggs and larvae on the southwestern Scotian. Shelf. *Can. J. Fish Aquat Sci*; 82-92.
- Fretwell S.D., H.L. Lucas, 1970. On territorial behaviour and other factors influencing habitat distribution in birds. *Acta Biotheor*.19: 16-36.
- Gasca, R., 1997. Siphonophore communities in the southern Gulf of Mexico during April-May 1986. In. pelagic Biogeography ICOPP II. No. 142. 120-126.
- Gasca, R., 1999. Siphonophores (Cnidaria) and summer mesoscale features in the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*. 65(1):75-89.
- Gasca R. y E. Suárez Morales, 1996. Introducción al estudio del zooplancton marino. Ed. Ecología de la Frontera Sur (ECOSUR)-Chetumal. Pp. 711
- Gerking S.D., 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press, San Diego.
- Gotsis-Skretas O., U. Horstmann, B. Wiryawan, 2000. Cell size structure of phytoplankton communities in relation to physico-chemical parameters and

zooplankton in a temperature coastal environment. *Arch. Fish. Mar. Res.* 48:265–282.

Hagmaier A., y C. Künne, 1950. Die nahrung der meerestiere en handbuch der seefischerie Nordeuropas. 1(5^a): 1-85. 533-535

Haldorson L., M. Prichett, A.J. Paul y D. Ziemann, 1993. the vertical distribution and migration of fish larvae in a Northeas pacific bay. *Marine Ecology Progress Series*, 101: 67-80.

Haney J. F., 1988. Diel patterns of zooplankton behaviour. *Bull mar. Sci.*, 43:583-603.

Harris R.P., 1988. Interactions between diel vertical migratory behaviour of marine zooplankton an subsurface chlorophyll maximum. *Bull. Mar. Sci.* 43:663-674.

Heath M. R., E.W. Henderson, D.L. Baird, 1988. Vertical distribution of herring larvae in relation to physical mixing and illumination. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 47:211-228.

Herman A.W., 1989. Vertical relationships between chlorophyll; production and copepods iin the eastern tropical Pacific., *J, planckton Res.* 11, 2343-2361.

Hopkins T.L., 1982. The vertical distribution of zooplankton in the eastern Gulf of Mexico. *Deep-Sea Research*, 29(9A):1069-1083.

Hutchinson G.E., 1967. *A treatise on limnology vol. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton.* Ed. Johnweley & Sons. New York. Chapter 25. 725-809.

Kendal A.W., N.A. Naplin, 1981. Diel–depth distribution of summer ichthyoplankthon in the Middle Atlantic Bight. *Fish Bulletin.* 79: 705-726.

Lagadeuc Y., M. Boule, J.J. Dodson, 1997. Effect of vertical mixing on the vertical distribution of copepod in coastal waters. *J. Plankton Res.* 19: 9, 1183-1204.

Lasker R., 1975. Field criteria for survival of anchovy larvae: The relation between in shore chlorophyll maximum layer and successful first feeding. *Fish Bull.* 71: 453-462.

Lasker R., 1981. The role of a stable ocean in larval fish survival and subsequeute recruitment. In: Lasker R (Ed) *Marine fish Larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries.* University Washington Press Seattle. 80 – 87.

Leakey R.J.G., P.H. Burkill y M.A. Sleight. 1992. Planktonic ciliates. In Southampton water: abundance, biomass, production and role in pelagic carbon flow. *Marine Biology.* 114:67-83.

- Mackas D.L., H. Sefton, C.B. Miller, Raich A., 1993. vertical habitat partitioning by large calanoid copepods in the oceanic subarctic pacific during spring. *Prog. Oceanogr.* 32: 259-294.
- Margalef R., J. Castelli, F. Cervigón, M.P. Días, F. Fraga, J. Fukuoka, M. Gómez, W. Petzall, G. Rodriguez, C. Virgil, F. Vives, 1967. *Ecología Marina.*, La Sale de Ciencias Naturales. 710 pp.
- Mauchline J., 1980. The biology of euphausids. *Advances Marine Biology.* 18:373-677.
- Mille Pagaza S. y J. Carrillo Laguna, 2001. The chaetognata of the southwestern Gulf of Mexico during april-may of de 1986. *Gulf and Caribbean Research.* 13:39-65
- Mojica Ramírez E., 2003. *Variabilidad de la biomasa zooplanctónica en la región del Cañón de Campeche durante la campaña PROMEBIO-I (5 al 21 de agosto 1999).* Tesis de Licenciatura Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. 50 pp.
- Monreal Gómez M.A., D.A. Salas de León, 1990. Simulación de la circulación en la Bahía de Campeche. *Geofísica Internacional.* 29(2):101-111.
- Monreal Gómez M.A. y D.A. Salas de León. 1997. Circulación y estructura termohalina del Golfo de México. *Contribuciones a la Oceanografía Física en México Monografía No. 3 Unión Geofísica Mexicana*, pp.183-199.
- Napp J.M., E.R. Brooks, P. Matrai y M.M. Mullin, 1988. Vertical distribution of marine particles and grazers. II. Relation of grazer distribution to food quality and quantity. *Mar. Ecology. Progr. Ser.* 50; 59-73.
- Nowlin W.D., 1971. Water masses and general circulation of the Gulf of Mexico. *Texas A&M Oceanology Contributions No. 452.* 173-178.
- Nowlin W. Jr., 1972. Winter Circulation patters and property distributions. In: *Contributions on the physical Oceanography of the Gulf of Mexico.* L. R. A. Capurro y J. L. Reid. Eds. Gulf Pub. Co., Houston. 3-15.
- Munk P., T. Kiorboe, Christensen V., 1989. Vertical migrations of herring *Clupea harengus*, larvae in relation to light and prey distribution. *Envir. Biol. Fish.* 26: 87-96.
- Ohma M.D. y P.E. Smith, 1995. A comparison of zooplankton methods sampling in Calcofi time series. *CalCOFI Rep.* 36: 153-158
- Ortuño Manzanarenc G., 1996. *Biomasa zooplanctónica en el Golfo de México durante los veranos de 1986-1990.* Tesis de licenciatura Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. 49 pp.

- Panoffsky H., 1956. *Climatología Física*. Centro Interamericano de Adiestramiento de Aviación Civil. México. 113 pp.
- Perry R. I., J.D. Neilson, 1988. Vertical distributions and trophic interactions of age on Atlantic cod and haddock in mixed and stratified waters of Georges Bank. *Marine Ecology Progress Ser.* 489: 199-214.
- Powell P.M., 1989. *Physical and biological scales of variability in lakes, estuaries and coastal ocean*. In: Perspectives in ecological theory (Rougharden J., R.M. May and S.A. Levin Eds.). Princeton University Press, Princeton. 157-176.
- Raymont J.E.G., 1983. *Plankton and productivity in the oceans*. Vol 2 Zooplankton. 2edn. Pergamon Press. Oxford.
- Rodríguez R.M.C., Q. González y Q.R. Valdes, 1973. *Cronología de los frentes fríos que han entrado a Cuba 1916-1970*. Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba. 40 pp.
- Röpke A., W. Nellen, U. Piatkowski, 1993. A comparative study on the influence of the pycnocline on the vertical distribution of fish larvae and cephalopod paralarvae in three different area of the Arabian Sea. *Deep Sea Res* 40: 801-818.
- Ruiz, R.F., 1979. Upwelling north of the Yucatan Peninsula. Tesis, Master of Sciences Texas A&M University. 89 pp.
- Salas de León, D.A., M.A. Monreal Gómez, L. Sanvicente Añorve y C. Flores Coto, 1998. Influence de la circulation á Long term sur la répartition des organismes zooplanctoniques dans la Baie de Campeche, Mexico. *Oceanologica Acta*, 21(1):87-93.
- Salas de León D.A., M.A. Monreal Gómez., M. Sinoret y J. Aldeco. 2004. Anticyclonic-cyclonic eddies and their impact on near-surface chlorophyll stocks and oxygen supersaturation over the Campeche Canyon, Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*. 109:1-10.
- Salas Marmolejo J.L., 1981. *Abundancia y distribución de los copépodos (crustacean-copepoda) en la Laguna de Términos Campeche, a través de un ciclo anual 1978*. Tesis de Lic. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. 85 pp.
- Sanvicente Añorve L.E., 1990. *Comunidades ictioplanctónicas en el suroeste del Golfo de México*. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar. Universidad Nacional Autónoma de México. 65 pp.
- Sanvicente Añorve L., C. Flores Coto y X. Chiapa Carrara, 2000. Temporal and spatial scales of ichthyoplankton distribution in the Southern Gulf of Mexico *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51(4):463-475.

- Schmidt H.E., 1973. The vertical distribution and diurnal migration of some zooplankton in the Bay of Eilat (Red Sea). *Helgol Wiss Meeresunters.* 24: 333-340
- Sclafani M., C.T. Taggart y K.R. Thompson, 1993. Conditions, buoyancy and distribution of larval fish: implications for vertical migration and retention. *J. Plankton Res.* 15: 413-435.
- Silva Flores M., 1980. Abundance of the zooplanktonic groups from Campeche Sound, Mexico. Secretaria de Marina México D. F., 28 pp.
- Vázquez de la Cerda A.M., 1993. *Bay of Campeche Cyclone*. Tesis de Doctorado Texas A&M University, 91 pp.
- Villalobos Figueroa A. y M.E. Zamora Sánchez, 1975. *Importancia biológica de la Bahía de Campeche del N-NE de la Península de Yucatán*. (Parte 2). Memorias del II Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica; Cumana (Venezuela); 24-29 Nov 1975, 79 –117.
- Walsh J.J., D.A. Dieterle, M.B. Meyers y F.E. Müller Karger, 1989. Nitrogen exchange at the continental margin; A numerical study of the Gulf of Mexico. *Progress in Oceanography*, 23(4): 245-301.
- Webber M.K., C.J. Roff, L.A. Chisholm y C. Clarke, 1996. Zooplankton distributions and community structure in an area of the south coast shelf of Jamaica. *Bulletin of Marine Science* 59:259–495.
- Wickstead J.H., 1979. *Zooplankton marino*. Cuadernos de Biología, 73 pp.
- Wormuth J.H., P.H. Ressler, R.B. Cady y E.J. Harris, 2000. Zooplankton and micronekton in cyclones and anticyclones in the northeast Gulf of Mexico. *Gulf of Mexico Science*, 18(1):23-34.
- Zavala Garcia F. y C. Flores Coto, 1989. Medición de la biomasa zooplanctónica. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 16(2):273-278.
- Zimmerman R.A. y D.C. Biggs, 1999. Patterns of distribution of sound-scattering zooplankton in warm and cold-core eddies in the Gulf of Mexico from a narrowband acoustic Doppler current profiler survey. *Journal of Geophysical Research C. Oceans*, 104(C3):5251-5262.