

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS



**CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DEL
ZOOPLANKTON EN DOS LOCALIDADES DEL ALTO
GOLFO DE CALIFORNIA**

TESIS

**Que para obtener el título de
Biólogo**

presenta

José Luis Cadena Ramírez

Ensenada, Baja California. Octubre de 2003

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS

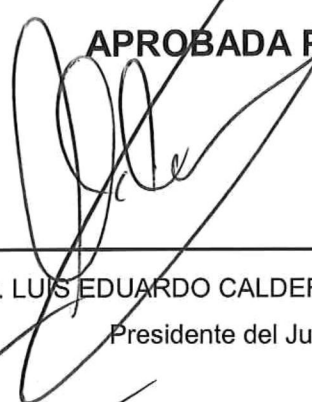
**CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DEL
ZOOPLANCTON EN DOS LOCALIDADES DEL ALTO
GOLFO DE CALIFORNIA**

Tesis profesional

QUE PRESENTA:

José Luis Cadena Ramírez

APROBADA POR:



Dr. LUIS EDUARDO CALDERON AGUILERA
Presidente del Jurado



M.C. ERNESTO CAMPOS GONZÁLEZ
Secretario



DRA. MA. DEL REFUGIO GONZÁLEZ ESPARZA
1era. Vocal

DEDICATORIA

A mi Madre

Con todo mi amor y cariño que siento por ti *Beatriz Ramírez Delgado*, por que me has dado la vida, me enseñaste a dar los primeros pasos, a ser respetuoso, dar lo mejor de uno mismo sin esperar recibir algo a cambio. Hoy te brindo este pequeño homenaje a tu esfuerzo que no ha sido en vano porque te lo mereces tu hijo

José Luis Cadena Ramírez

A mis sobrinos

Ivan Otto, Edgar Tedd y Daniel que sin su apoyo al tener entre ustedes a su abuela, con sus cuidados y cariño que le han dado me han dado la oportunidad de realizar un sueño que hoy les brindo de todo corazón ser Biólogo.

Al tío *Rosendo A. Ramírez* gracias por tus sugerencias, hoy recuerdo que era cuestión de tiempo, mil gracias. Al gordito de mi primo *Jesús* por el gusto que le va a dar.

Para *Araceli* mi esposa

Araceli has aprendido a ser madre, esposa, compañera y amiga, a tener confianza en ti y en mí, has sabido valorar el esfuerzo realizado, gracias por ser como eres, no cambies, así te queremos.

A mis hijas *Diana* y *Brenda* por ser tan importantes en mi vida, gracias a ustedes que son mi inspiración para seguir adelante.

José Luis

Agradecimientos

Agradezco a las siguientes personas e institución la ayuda recibida:

Un profundo reconocimiento al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) en Baja California por permitirme realizar la preparación de tesis en el área de Ecología. En especial al Dr. Luis Eduardo Calderón Aguilera quien es la persona que mas le agradezco por invitarme a participar en sus proyectos de investigación que fueron el camino para aprender y entender la importancia de los recursos marinos, conocimientos que culminaron con la obtención del grado de Biólogo, después de estar en el olvido durante 20 años de mi vida.

A la M.C. Sivia Avilés por dedicarle su tiempo muy valioso en la elaboración de este trabajo, en las recolectas de campo, capturando, procesando los datos y a la aplicación de los diferentes métodos estadísticos, como a sus importantes comentarios que hicieron seguir adelante con este proyecto.

Al Oc. Víctor Moreno por la participación en la recolecta de las muestras de campo y a sus diferentes comentarios en el manejo de los datos, y en la elaboración y presentación de este documento.

A Héctor Trinidad M. por su apoyo en la recolecta de las muestras de campo y sus cometarios en la elaboración de este documento.

Al M.C. Ernesto Campos quien en todo momento me apoyo para que continuara con este proyecto, a sus valiosos comentarios, observaciones que contribuyeron al enriquecimiento en la elaboración del manuscrito.

A la Dra. Refugio González Esparza por sus muy acertadas observaciones y valiosos comentarios, que ayudaron a mejorar la calidad de este trabajo

Agradezco a mis compañeros de equipo de fútbol de veteranos del CICESE,, José Luis Briseño, Jesús Cruz, José Gómez V., Arturo Velásquez, Cecilio J. Rebollar B., Norberto Flores A., Jaime Calderón, Salvador Estrada, Pedro Luzanilla, por sus comentarios que hicieron en su momento cuando más lo necesitaba.

Gracias al Biólogo Guillermo Ortuño por sus importantes observaciones en la identificación de los diferentes grupos del zooplancton. Al Oc. Daniel Loya por sus comentarios en la elaboración del trabajo.

Gracias doy a toda mi familia que me apoyó en todo momento, que supo oírme, ser tolerante ante los momentos difíciles y cambios que bajo presión fueron superados, sin ustedes no creo haberlo logrado. La inspiración nace de ustedes, fueron la fortaleza que me llevó a terminar la tesis.

ESTE TRABAJO FORMA PARTE DEL PROYECTO ECOYSTEM-BASED CONSERVATION AND RESOURCE MANAGEMENT OF THE UPPER GULF OF CALIFORNIA: A MASS BALANCE APPROACH, FINACIADO POR UC-MEXUS Y EL CONACYT (Ref. CICESE 62239) Y SE REALIZO EN EL LABORATORIO DE ECOLOGIA Y PESQUERIAS DE LA ZONA COSTERA DEL CICESE.

Resumen de la Tesis de José Luis Cadena Ramírez presentada como requisito parcial para la obtención de la Licenciatura en Biología. Ensenada, Baja California, Octubre de 2003.

CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DEL ZOOPLANKTON EN DOS LOCALIDADES DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA

Resumen aprobado por: _____

Dr. Luis Eduardo Calderon Aguilera

RESUMEN

Con el fin de estimar la variación estacional de la abundancia y composición de especies de la comunidad del zooplancton costero en el Alto Golfo de California (AGC), se llevaron a cabo muestreos en febrero 10-12, marzo 12-15, abril 11-14, mayo 11-14 y junio 9-12 de 2002, en un frente de playa cercano a San Felipe (SF), Baja California ($31^{\circ}09'20''$ N y $114^{\circ}53'45''$ W) y en el Golfo de Santa Clara (GSC), Sonora ($31^{\circ}40'23''$ N y $114^{\circ}28'51''$ W). Para la recolecta de las muestras se utilizó una red manual de $550\ \mu$ de abertura de malla en el paño y $450\ \mu$ en el copo. Durante la pleamar se hacía un arrastre de 10 minutos de duración cada hora (5 arrastres diurnos y 5 arrastres nocturnos), en dirección contraria a la corriente y paralelamente a la línea de costa. Se identificaron 25 taxa, de los cuales los misidáceos fueron los más abundantes ($4,125\text{ individuos}\cdot\text{m}^{-3}$). La mayor biomasa se registró en mayo ($>800\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) en ambas localidades y la mínima en marzo. La presencia de isópodos como grupo dominante en febrero y junio en SF podría deberse a que al realizarse los arrastres se perdía profundidad, por efecto de las lengüetas y bajos característicos del Alto Golfo de California, favoreciendo a éste y otros grupos de afinidad béntica. Los valores de biomasa fueron similares en ambas localidades, a excepción de febrero en el que en el GSC sólo hubo cerca de $100\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ y en SF $700\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Posiblemente la mayor abundancia de zooplancton en abril y mayo favoreció a larvas y juveniles de peces, ya que son su fuente de alimento. Durante la separación de organismos del zooplancton en el laboratorio se observó que los quetognatos se alimentan de misidáceos, copépodos y de otros quetognatos. La diversidad (H') fue ligeramente mayor en SF que en GSC, alcanzando el mayor valor en febrero en SF (0.862) y el mínimo ese mismo mes en GSC (0.282). El índice de equidad (J') siguió un comportamiento similar al de la diversidad, aumentando en abril y disminuyendo en mayo. Dada la abundancia y diversidad de la comunidad de zooplancton en el AGC, es posible que esta comunidad juegue un papel muy importante en el flujo de materia y energía de este ecosistema.

Description of the zooplankton community from two locations of the Upper Gulf of California

José Luis Cadena Ramírez

ABSTRACT

In order to assess the seasonal variation of the abundance and species composition of the coastal zooplankton community in the Upper Gulf of California (UGC), sampling surveys were conducted on February 10-12, March 12-15, April 11-14, May 11-14 and June 9-12, 2002 in a sea front close to San Felipe (SF), Baja California ($31^{\circ}09'20''$ N y $114^{\circ}53'45''$ W) and in Golfo de Santa Clara (GSC), Sonora ($31^{\circ}40'23''$ N y $114^{\circ}28'51''$ W). Samples were collected by manual towing, using a $550\ \mu$ mesh size net and $450\ \mu$ at the cod end. One 10 minutes tow was done every hour during both night and day flood tide, parallel to the coast and against the current. Twenty five taxa were identified, from which mysidaceans were the most abundant ($4,125\ \text{individuals}\cdot\text{m}^{-3}$). Highest biomass was recorded in May ($>800\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) in both localities, and lowest in March. Isopods and other taxonomic groups of benthic affinity were dominant in February and June in SF, presumably because during towing it was too shallow due to the characteristic beach topography of the zone. Zooplankton biomass was similar at both sites, except in February, when there was about $100\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ in GSC and $700\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ in SF. Higher zooplankton abundance in April and May might have favored fish larvae and fish juveniles, as a food source. Chaetognats with mysidaceans, copepods and other chaetognats in their gut were observed while sorting organisms at the lab. Diversity (H') was slightly higher in SF than in GSC, reaching highest value (0.862) in February in SF and lowest the same month in GSC (0.282). Equitability followed the same trend as Diversity, increasing in April and decreasing in May. Considering the abundance and diversity of the zooplankton community in the UGC, it is possible that it plays an important role in the flow of matter and energy in the ecosystem.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1. OBJETIVO GENERAL:.....	5
2.1.1. OBJETIVOS PARTICULARES:	5
3. MATERIAL Y MÉTODOS:	6
3.1. ÁREA DE ESTUDIO	6
3.2. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECTA DEL ZOOPLANCTON.....	7
3.2.1. <i>Preservación de los organismos.</i>	9
3.3. TRABAJO DE LABORATORIO	10
3.3.1. <i>Separación de los organismos</i>	10
3.3.2. <i>Determinación de la biomasa</i>	10
3.3.3. <i>Análisis de datos</i>	11
4. RESULTADOS.....	14
4.1. TEMPERATURA Y SALINIDAD	14
4.2. ABUNDANCIA RELATIVA Y COMPOSICIÓN DEL ZOOPLANCTON	14
4.3. BIOMASA DEL ZOOPLANCTON	29
4.4. DIVERSIDAD DE GRUPOS ZOOPLANCTÓNICOS.....	30
5. DISCUSIÓN.....	33
6. CONCLUSIONES.....	44
7. LITERATURA CITADA	46

FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio	6
Figura 2. Elementos y dimensiones de la red utilizada en el muestreo.	8
Figura 3. Esquematización de la altura y posición de la red durante el arrastre.....	9
Figura 4. Temperatura y salinidad en el Golfo de Santa Clara, Son. y San Felipe B.C. en Febrero y Marzo de 2002.	16
Figura 5 Temperatura y salinidad en el Golfo de Santa Clara, Son. y San Felipe B.C. en Abril y Mayo de 2002.	17
Figura 6. Temperatura y salinidad en el Golfo de Santa Clara, Son. y San Felipe B.C. en Junio de 2002.	18
Figura 7. Abundancia relativa del zooplancton ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$) en San Felipe durante Febrero y Marzo de 2002.	19
Figura 8. Abundancia relativa del zooplancton ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$) en San Felipe durante Abril y Mayo de 2002.	20
Figura 9. Abundancia relativa del zooplancton ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$) en San Felipe durante Junio de 2002.	21
Figura 10. Abundancia relativa del zooplancton ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$) en el Golfo de Santa Clara durante Febrero de 2002.	21
Figura 11. Abundancia relativa del zooplancton ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$) en el Golfo de Santa Clara durante Marzo y Abril de 2002.	22
Figura 12. Abundancia relativa del zooplancton ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$) en el Golfo de Santa Clara durante Mayo y Junio de 2002.	23
Figura 13. Diagrama de Olmstead y Tukey para el mes de Febrero. A) Golfo de Santa Clara y B) San Felipe	24
Figura 14. Diagrama de Olmstead y Tukey para el mes de Marzo. A) Golfo de Santa Clara y B) San Felipe	25
Figura 15. Diagrama de Olmstead y Tukey para el mes de Abril. A) Golfo de Santa Clara y B) San Felipe.....	26
Figura 16. Diagrama de Olmstead y Tukey para el mes de Mayo. A) Golfo de Santa Clara y B) San Felipe	27

Figura 17. Diagrama de Olmstead y Tukey para el mes de Junio. A) Golfo de Santa Clara y B) San Felipe	28
Figura 18. Variación estacional de la biomasa de los grupos dominantes del zooplancton en la dos localidades de estudio (GSC: Golfo de Santa Clara y SF: San Felipe).....	29
Figura 19. Índice de diversidad de Shannon (H' en bits/ind) de la comunidad del zooplancton en el Golfo de Santa Clara y San Felipe durante el período de estudio (2002).....	31
Figura 20. Índice de Equidad J' de la comunidad del zooplancton en el Golfo de Santa Clara y San Felipe durante el período de estudio (2002).	32

CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DEL ZOOPLANKTON EN DOS LOCALIDADES DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA

1. INTRODUCCIÓN

La biota de los ecosistemas costeros es diversa y económicamente importante para el hombre. La complejidad de la matriz biótico-ambiental, las alternativas del flujo energético y las adaptaciones biológicas de los organismos, otorgan a este sistema características de estabilidad ecológica en un ambiente físicamente variable, pero frágil a los cambios inducidos por el hombre. La productividad de la zona costera se debe a numerosos subsidios de energía y a diferentes alternativas programadas por la actividad de los productores primarios y consumidores (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988).

La tendencia a usar intensamente la zona costera es un enorme desafío, por lo tanto, los modelos de un ordenamiento deben, ante todo, adecuarse a un medio ecológico y económico en un área geográfica de transición, en la que se contemple el manejo de los usos y recursos de la zona terrestre, de la estuarina y de la marina. Como un ecosistema, la zona costera es altamente productiva y compleja, ecológicamente estable pero muy frágil y con numerosas fronteras. Los seres vivos están representados por una gran variedad de grupos. En la zona costera existen características propias para el plancton, en complicados ciclos de patrones energéticos, que interactúan con sustancias minerales y materia orgánica y que poseen gran capacidad de adaptación ante los cambios ambientales.

Si bien no todos los individuos carnívoros se alimentan directamente del zooplancton, la fuente energética que genera las redes alimenticias que las soportan, sí provienen en gran parte del zooplancton. En materia de redes tróficas, hasta las más sencillas consideraciones requieren de alguna medida de productividad y transferencia de energía, la más usual es la biomasa. El peso orgánico seco, es una de las propiedades más importantes, ya que es índice de la cantidad de materia viviente en uno o más de los varios tipos de individuos que comprende la comunidad. Así, este trabajo será una contribución puntual en lo relativo al zooplancton dentro del proyecto *Conservación y manejo de recursos del ecosistema Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado: un enfoque de balance de masas*¹ (Ref. CICESE 622239). El objetivo de dicho proyecto es construir un modelo de la red trófica del ecosistema marino del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, a través de un modelo de balance de masas, obteniendo información a través de muestreos en campo y datos publicados.

¹ Luis E. Calderon Aguilera, CICESE y Enric Sala, SIO-UCSD, investigadores principales.

2. ANTECEDENTES

Las primeras observaciones históricas realizadas en el plancton marino fueron de naturaleza cualitativa (Wickstead, 1979). Debido al interés por conocer el papel biológico de las poblaciones planctónicas en la producción biológica marina, dichas observaciones se han enfatizado en la actualidad en las evaluaciones de tipo cuantitativo (Boltovskoy, 1981).

El fitoplancton marino constituye el volumen mayor de las plantas verdes en el mundo, más de la mitad de la producción primaria mundial proviene de la producción primaria oceánica (Margalef, 1982). Es evidente la importancia que adquiere el desarrollo de estudios cuantitativos en el plancton marino no ya como una mera investigación pura, si no como una parte muy importante de los estudios encaminados a establecer la planificación de una explotación efectiva y racional de los recursos bióticos (Gasca y Suárez, 1996).

Diversos estudios se han llevado a cabo en zonas oceánicas sobre el zooplancton y sus relaciones con diferentes factores del medio ambiente. El Programa de Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) es un ejemplo de estos estudios; inició en septiembre de 1997 (Lavaniegos *et al.*, 2001) y continua hasta la fecha (junio 2003). Sin embargo, la distribución y composición del zooplancton ha sido pobremente estudiada en la costa como también los mecanismos que regulan su distribución (Landry, 1978).

Uno de los grupos biológicos que generan información básica para comprender el funcionamiento de los ecosistemas, son los organismos del zooplancton debido a que ellos forman parte importante como eslabón de la cadena trófica que sirven de enlace entre los productores primarios y los niveles tróficos más elevados (Parson y Takahashi, 1973).

El Golfo de California se ha descrito como un área de gran fertilidad desde los tiempos de los primeros pobladores (León-Portilla, 1972). El Alto Golfo de California es una región de gran interés ecológico. Incluye un área de veda permanente adyacente a la boca del Río Colorado. Es un área de reproducción y crecimiento de postlarvas de camarón (Aragón-Noriega y Calderon-Aguilera, 2001) y juveniles de muchas especies, algunas de las cuales se han considerado en peligro de extinción como la Totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y algunas especies de camarón que son de interés comercial (camarón café y camarón azul) que son abundantes en este lugar (Guevara-Escamilla, 1973, Maciel-Gómez, 1995).

En el Alto Golfo de California se han realizado diferentes estudios físicos y biológicos para conocer y caracterizar el funcionamiento del ecosistema. Lavín, *et al.* (1997) realizaron un estudio para conocer la estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California. Curiel-Mondragón (1995) estudió la composición y abundancia del ictioplancton del Alto Golfo de California y

Granados-González *et al.* (1994) estudiaron la variabilidad de temperatura en dos localidades del Alto Golfo de California.

A pesar de los diferentes trabajos de investigación realizados en el Alto Golfo de California dentro de la Reserva de la Biosfera (Guevara-Escamilla, 1973; Aragón-Noriega y Calderon-Aguilera, 2000, 2001; Calderon-Aguilera *et al.*, 2002, 2003), son pocos los estudios que se han realizado para conocer la biomasa del zooplancton en la zona costera (Farfán, 1975; Álvarez-Borrego y Farfán, 1991) y su importancia en el flujo de energía.

2.1. OBJETIVO GENERAL:

Caracterizar la comunidad del zooplancton costero de dos localidades del Alto Golfo de California.

2.1.1. OBJETIVOS PARTICULARES:

Determinar la composición y abundancia de los grupos taxonómicos del zooplancton costero.

Estimar las fluctuaciones espacio-temporal de la comunidad zooplanctónica.

Estimar la biomasa de los grupos dominantes del zooplancton.

3. MATERIAL Y MÉTODOS:

3.1. Área de estudio

Se encuentra frente a la playa adyacente al Campo Don Abel a 20 km al Norte de San Felipe (SF) Baja California ($31^{\circ}09'20''$ N y $114^{\circ}53'45''$ W) y Golfo de Santa Clara (GSC), Sonora ($31^{\circ}40'23''$ N y $114^{\circ}28'51''$ W) (Fig. 1), en el límite de la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (RBAGCDRC).

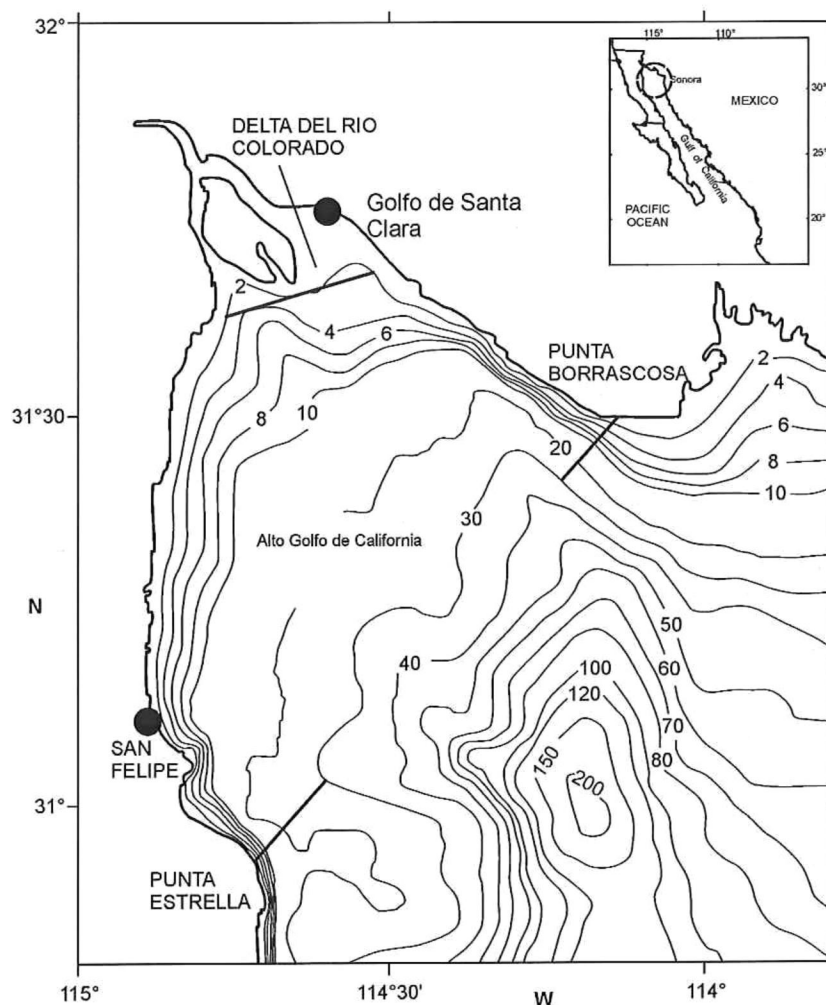


Figura 1. Localización del área de estudio

En San Felipe se presentan ciclos de mareas semidiurnos con un amplio intervalo de marea y variaciones en el nivel del mar desde 6.95 m (Gutiérrez y González, 1989), hasta cerca de 10 m en el Delta del Río Colorado (Matthews, 1969), lo que ocasiona que en la zona del Delta queden al descubierto grandes extensiones de hasta un kilómetro de longitud. También hay corrientes de marea que provocan una fuerte mezcla vertical (Lepley *et al.*, 1975). Topográficamente la región está comprendida entre el Norte de Bahía Adair Sonora y el Norte de San Felipe B.C., hasta la desembocadura del Río Colorado; es una zona de pantanos sujeta a inundaciones (Merrian, 1969).

El clima del área es desértico continental con muy escasa lluvia y baja humedad. La evaporación excede la precipitación y cualquier aporte de agua dulce por el río o arroyos. De hecho el Río Colorado raras veces aporta agua dulce superficial al área. La velocidad de evaporación media estimada es $0.9 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$ (Lavín y Organista, 1988), mientras que la precipitación media anual es solamente 68 mm (Miranda-Reyes *et al.*, 1990). El viento es muy variable, durante el invierno predominan vientos del Noroeste, mientras que en el verano soplan del Sureste.

3.2. Procedimiento para la recolecta del zooplancton

Se utilizó una red manual diseñada para el muestreo litoral de postlarvas de camarón y zooplancton (Calderon-Aguilera y Siu-Quevedo, patente en trámite), con malla de 505μ y boca rectangular de $0.40 \times 0.50 \text{ m}$. (Figura 2),

equipada con un flujómetro mecánico General Oceanics (Modelo 2030) que se sujetaba con un hilo al centro del armazón de acero inoxidable.

Los arrastres se hicieron en trayectos paralelos a la línea de costa, en sentido opuesto a la dirección predominante de la corriente, a una profundidad aproximada de 1.0m (a condición de que el límite superior de la boca de la red se ubicara sumergido alrededor de 10 cm) y con 10 minutos de duración; la figura 3 ilustra la maniobra de arrastre para la colecta de las muestras.

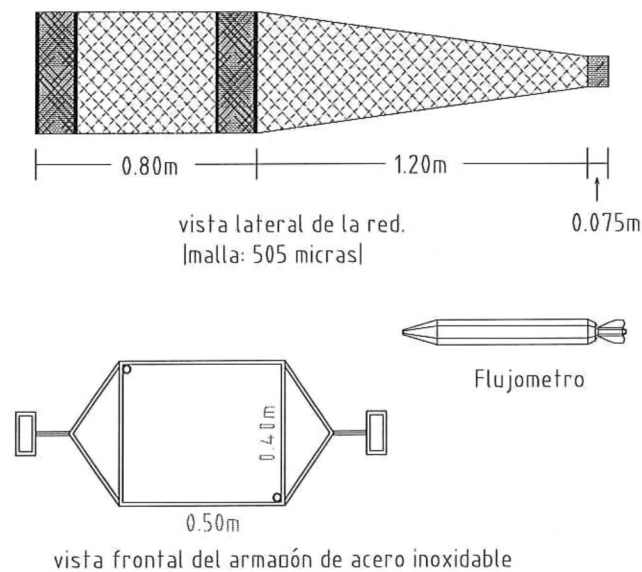


Figura 2. Elementos y dimensiones de la red utilizada en el muestreo.

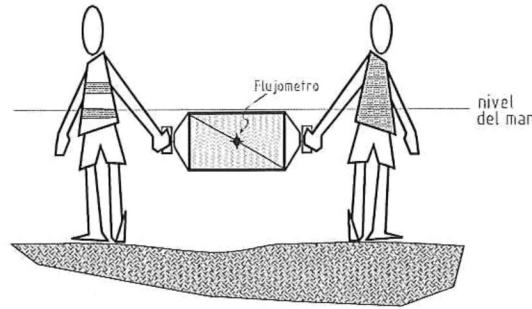


Figura 3. Esquematzación de la altura y posición de la red durante el arrastre.

Para la recolecta de zooplancton se hizo un arrastre cada hora durante la pleamar (5 arrastres diurnos y 5 arrastres nocturnos). Las fechas de muestreo fueron: febrero 10-12, marzo 12-15, abril 11-14, mayo 11-14 y junio 9-12.

3.2.1. Preservación de los organismos.

Los organismos recolectados en cada uno de los arrastres fueron inmediatamente fijados con formol al 4% y depositados en frascos con una etiqueta con los datos de campo, fecha, hora, lugar, número de arrastre y nombre de quien realizó el muestreo. Las muestras fueron guardadas en un lugar fresco y fuera de la luz directa.

3.3. Trabajo de laboratorio

Cuando las muestras recolectadas de la zona intermareal de rompientes fueron abundantes, en el laboratorio se utilizó un separador Folsom, para dividir homogéneamente la muestra ($1/2, 1/4, 1/8$, y $1/16$ de la muestra en caso de demasiada abundancia). Posteriormente los organismos se separaron en grandes grupos taxonómicos y se procedió a su identificación.

3.3.1. Separación de los organismos

La separación de los organismos por taxa se llevó a cabo utilizando un microscopio estereoscopio y los organismos separados fueron depositados en viales en 2-Propanol al 50%.

3.3.2. Determinación de la biomasa

El peso o masa de los organismos se determinó por el método gravimétrico. Este método permite estimar la cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos, una vez eliminada el agua de los organismos (Gasca y Suárez, 1996). La determinación de la biomasa se realizó siguiendo el procedimiento de Beers, (1981).

Para proceder al secado de las muestras separadas por taxa se utilizaron filtros de papel y charolas de aluminio, materiales previamente pesados. Las muestras fueron colocadas en los filtros dentro de las charolas de aluminio con su número respectivo de control. Se prendió el horno eléctrico a la temperatura de 60°C y se secaron las muestras durante 12 horas. Una vez transcurrido el

tiempo de secado fueron trasladadas al desecador para su enfriamiento y alcanzar un peso constante.

Cuando las muestras se enfriaron fueron pesadas en la balanza de precisión, los resultados se registraron en la hoja de control para obtener el peso verdadero (biomasa por taxa) de la diferencias de pesos de la tara de los filtros con los organismos y la tara de los organismos solos.

Se utilizaron los principales grupos que obtuvieron la máxima abundancia para obtener el peso seco o biomasa por recolecta (5 arrastres diurnos y 5 nocturnos).

Para determinar los valores de biomasa estacional se tomaron en cuenta los principales grupos dominantes (4 diurnos y 4 nocturnos), para ambas localidades.

3.3.3. Análisis de datos

Para el manejo y análisis de los datos se utilizó una hoja electrónica de cálculo (Excel 2000) y un paquete estadístico (STATISTICA versión 5.5). El tamaño mínimo de muestra **N**, esto es, el número mínimo de organismos que deberían contarse e identificarse en cada muestra, se hizo siguiendo a Cochran y Cox (1981), tal que

$$N \geq \left(\frac{1.96}{\delta} \right)^2 \cdot \sigma^2$$

donde 1.96 es el valor crítico de la distribución normal para $\alpha/2 = 0.025$ (o sea, al 95% de confianza), δ = error que se acepta y σ^2 es la varianza de la muestra. En este caso se utilizaron los datos de 46 muestras recolectadas en 2001, cuya media fue 584 organismos por arrastre, con una varianza de 292,405 y un error típico al 95% de confianza de 80 organismos. Éste último fue tomado como δ , por lo que

$$N \geq \left(\frac{1.96}{80} \right)^2 \cdot 292,405 = 176$$

es decir, se deberían contar mínimo 176 organismos de cada arrastre. En el caso de muestras con un número menor de organismos, se contaban todos. En general, una vez fraccionada la muestra, se contaban todos los organismos.

Los datos que se generaron se expresaron en número de individuos·m⁻³ para realizar un análisis estadístico descriptivo. Se obtuvieron abundancias totales, abundancias relativas por grupos taxonómicos, así como la riqueza de especies por localidad.

Se calculó el índice de diversidad de Shannon por fecha de muestreo con el programa Biodiversity (McAleece, 1997). El programa Biodiversity trabaja desde archivos de Excel. El índice de Shannon combina dos componentes de la diversidad: el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos en las diversas especies, bajo el siguiente algoritmo:

$$H' = - \sum (p_i \ln p_i),$$

El índice equidad (también llamado de equitabilidad) de Pielou J' , se calculó a partir del índice de Shannon y expresa la razón entre la diversidad observada (H') y la diversidad máxima que presentaría una comunidad que tuviera todas sus especies con exactamente el mismo número de organismos, de tal manera que:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

donde $H'_{\max} = \log S$ (total de especies).

Para identificar a las especies dominantes, constantes, ocasionales y raras, en función de las densidades de los organismos y sus frecuencias de aparición, se utilizó la prueba de Olmstead y Tukey (1947). Esta prueba es de uso corriente en ecología y se ha aplicado en estudios de zooplancton (por ejemplo López-López y Serna-Hernández, 1999).

4. Resultados

4.1. Temperatura y salinidad

En general la temperatura promedio registrada en la zona mostró un incremento a lo largo del periodo de estudio (figuras 4, 5 y 6); en febrero se registraron las más bajas temperaturas (12.4 °C en el GSC y de 13.0 °C en SF) y las más altas en junio (26.4 °C en el GSC y 28.8 °C en SF).

Durante el periodo de estudio, la salinidad mostró ligeras fluctuaciones (figuras 4, 5 y 6); mayo presentó la salinidad más baja (34.3 ‰) en SF y la más alta (40.8 ‰) en la misma localidad en el mes de marzo. En el GSC la salinidad más baja fue en mayo (37.7 ‰) y la más alta en marzo (39.3 ‰).

4.2. Abundancia relativa y composición del zooplancton

Se encontraron 25 taxa en la zona de estudio durante el período de muestreo. En el GSC hubo 25 taxa y en San Felipe 24 taxa. En el apéndice 1 se presenta una lista sistemática de todos los grupos taxonómicos encontrados.

Los misidáceos fueron el grupo más abundante: 4,125 ind · m³. En las figuras 7-12 se presentan las abundancias medias (logaritmo base 10) de todos los grupos taxonómicos del zooplancton en ambas zonas.

Según la prueba de Olmstead y Tukey, en febrero los cumáceos fueron el grupo más abundante y frecuente en el GSC, mientras que los isópodos lo fueron en SF (figuras 13-17). En marzo los anfípodos en GSC y en SF los misidáceos. En abril los cumáceos fueron dominantes en el GSC y las zoeas en SF. En mayo y junio los misidáceos dominaron en GSC y en mayo para SF los misidáceos, mientras que en junio los isópodos fueron los más abundantes.

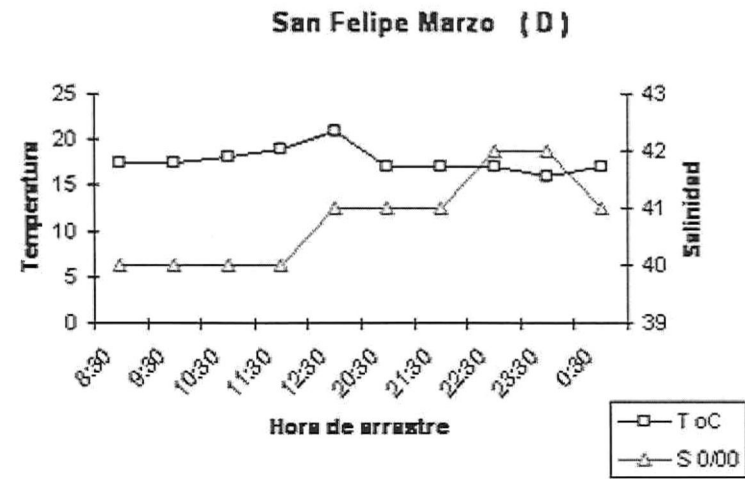
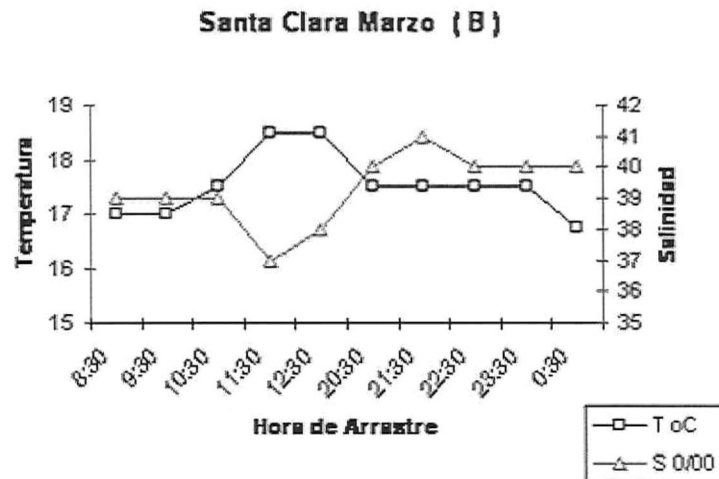
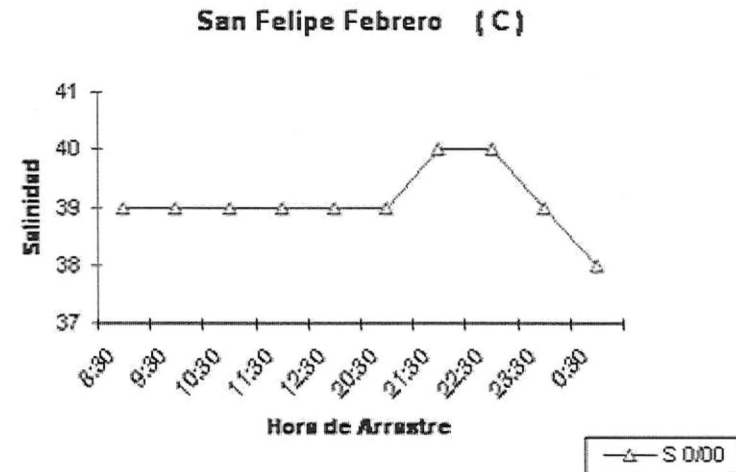
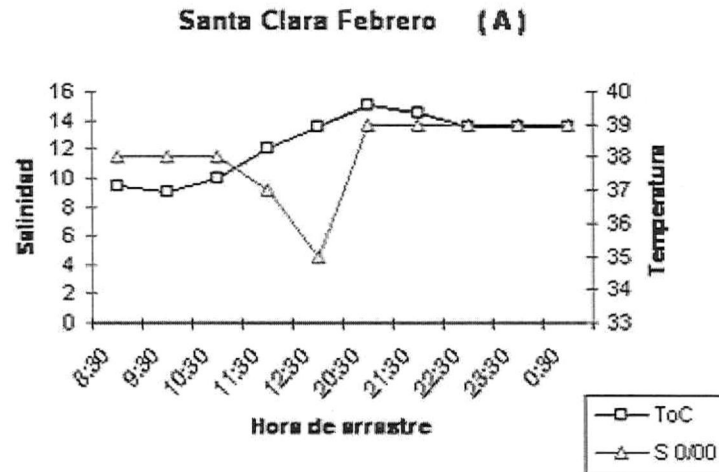


Figura 4. Temperatura y salinidad en el Golfo de Santa Clara, Son. y San Felipe B.C. en Febrero y Marzo de 2002.

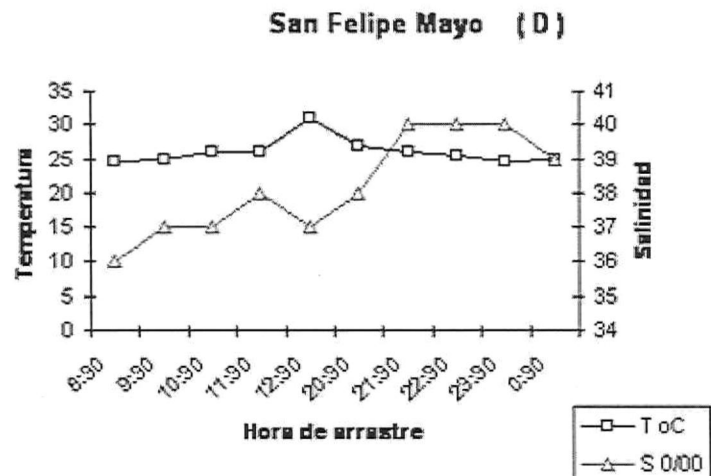
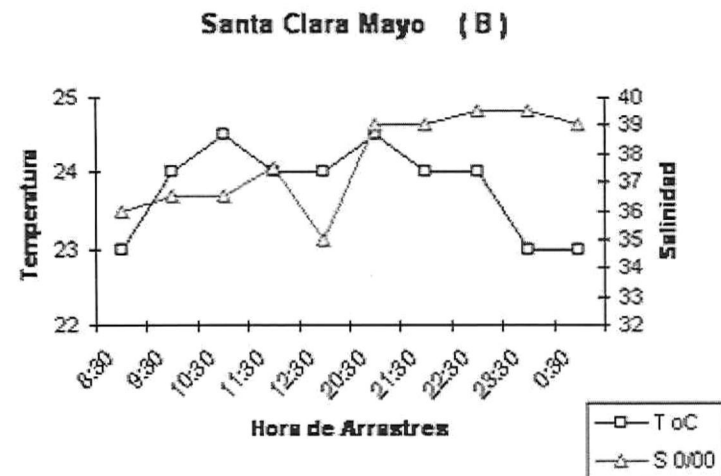
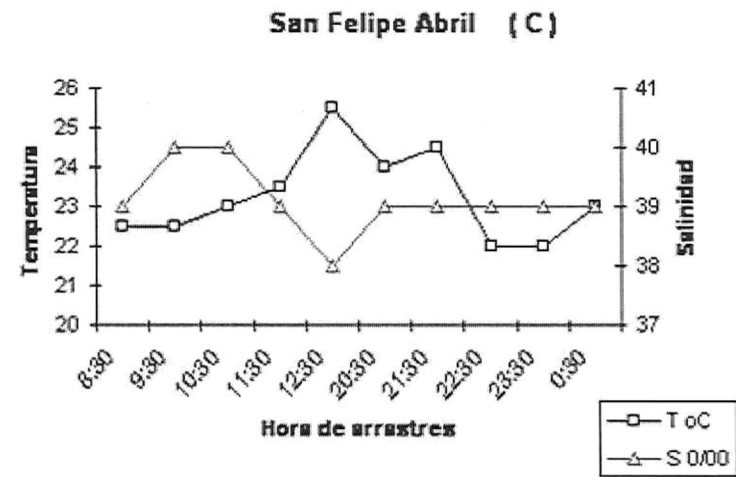
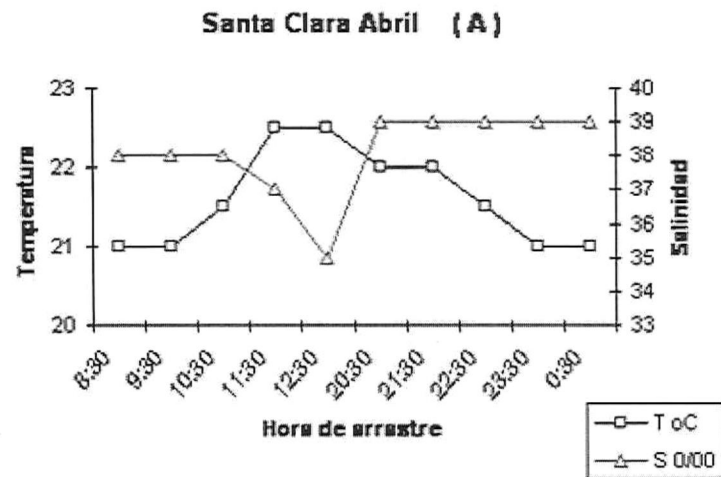


Figura 5 Temperatura y salinidad en el Golfo de Santa Clara, Son. y San Felipe B.C. en Abril y Mayo de 2002.

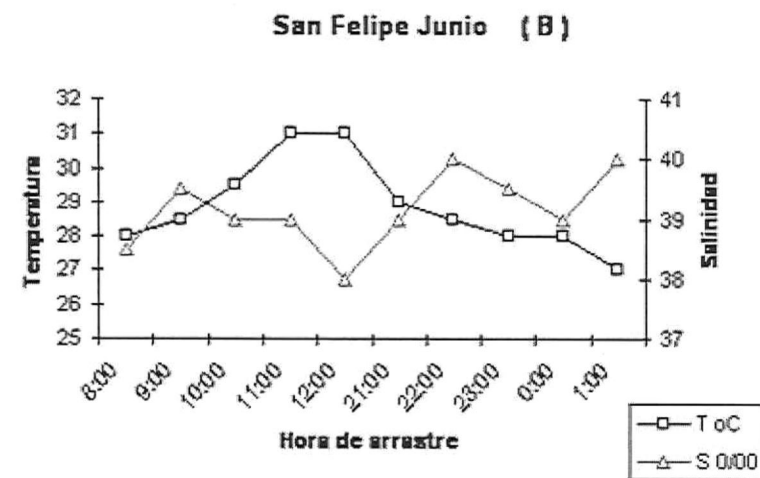
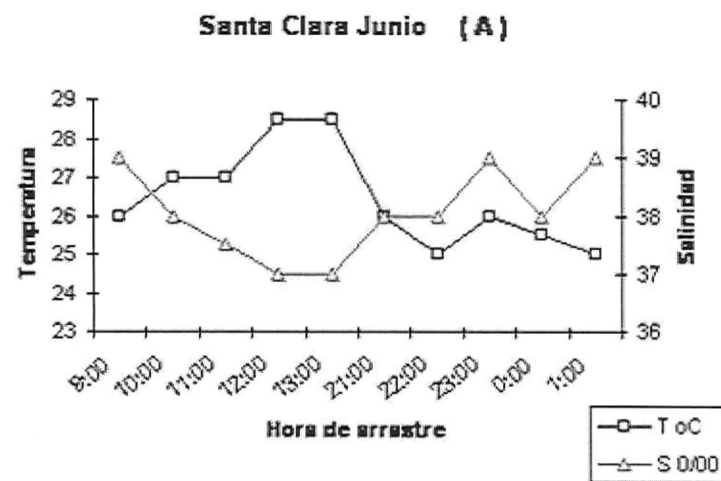


Figura 6. Temperatura y salinidad en el Golfo de Santa Clara, Son. y San Felipe B.C. en Junio de 2002.

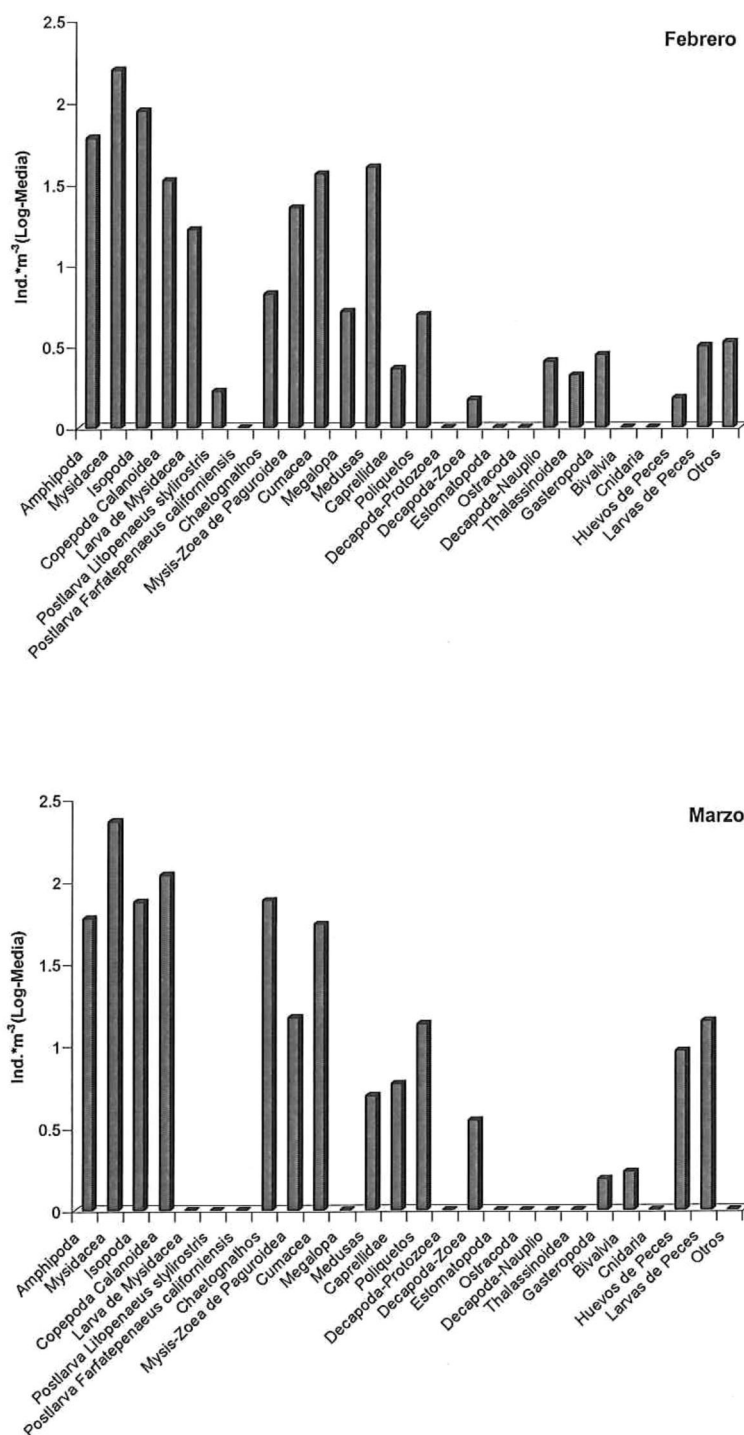


Figura 7. Abundancia relativa del zooplancton (ind·m⁻³) en San Felipe durante Febrero y Marzo de 2002.

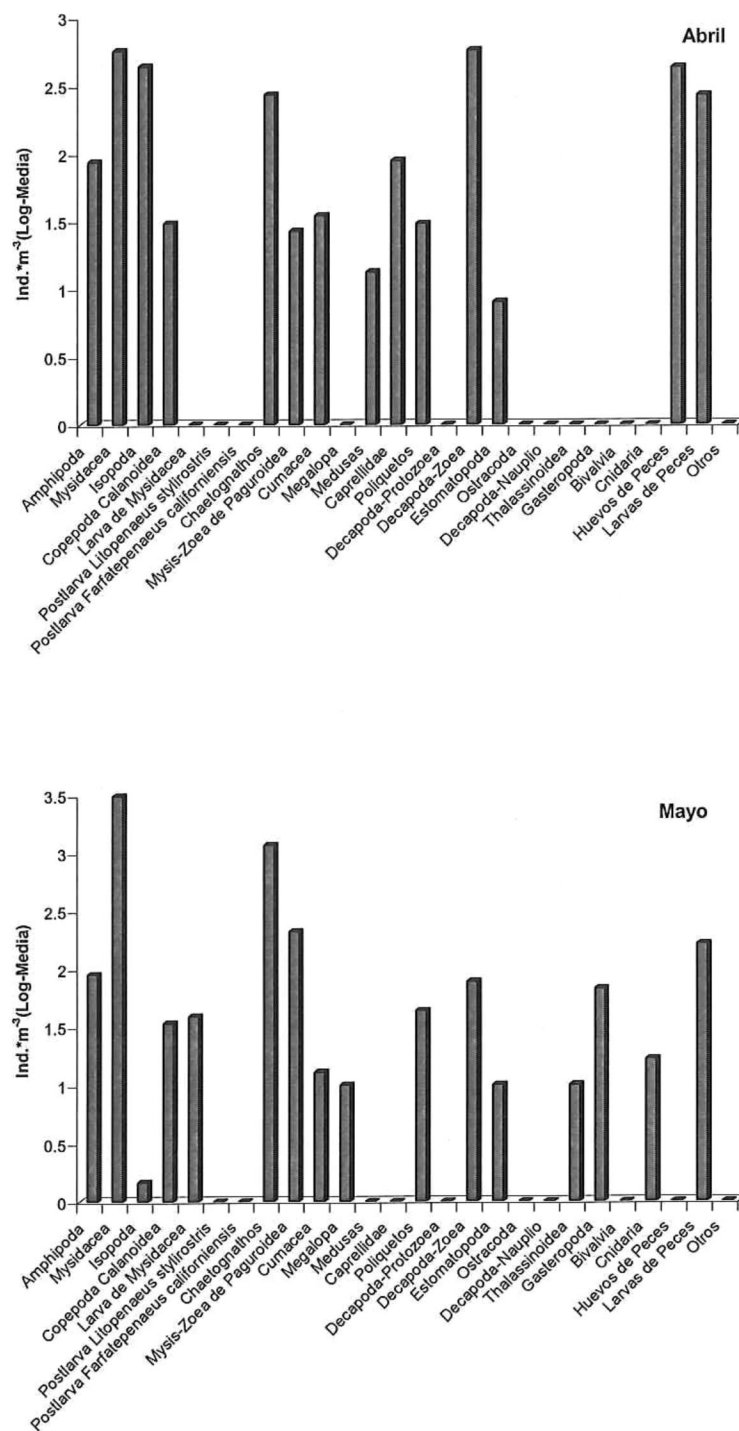


Figura 8. Abundancia relativa del zooplancton ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$) en San Felipe durante Abril y Mayo de 2002.

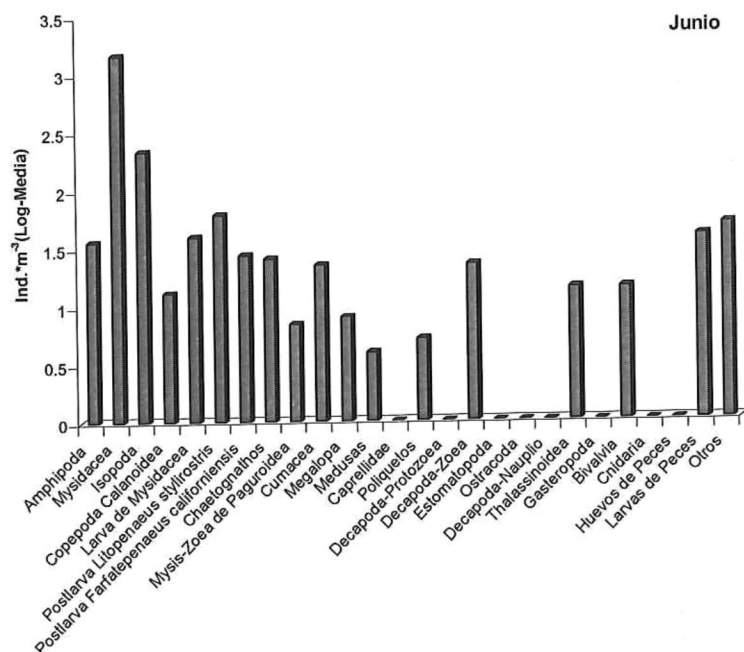


Figura 9. Abundancia relativa del zooplancton (ind·m⁻³) en San Felipe durante Junio de 2002.

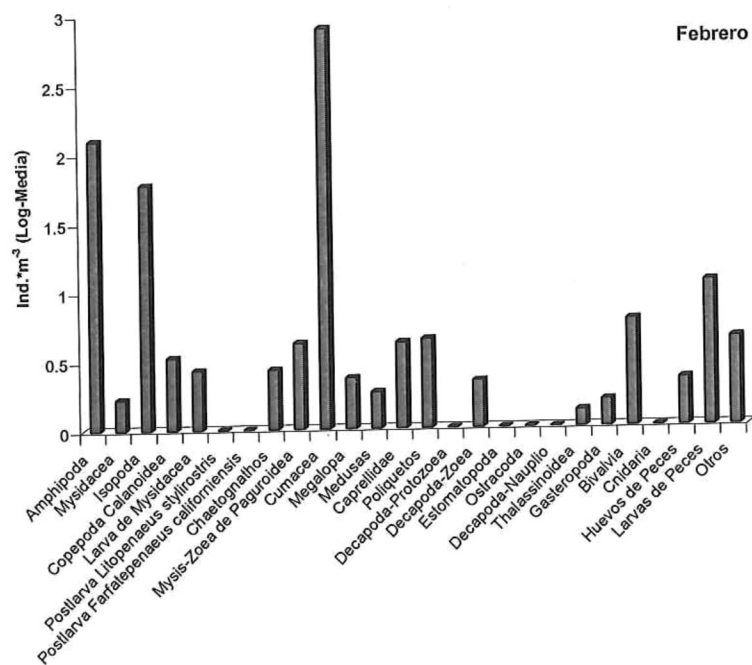


Figura 10. Abundancia relativa del zooplancton (ind·m⁻³) en el Golfo de Santa Clara durante Febrero de 2002.

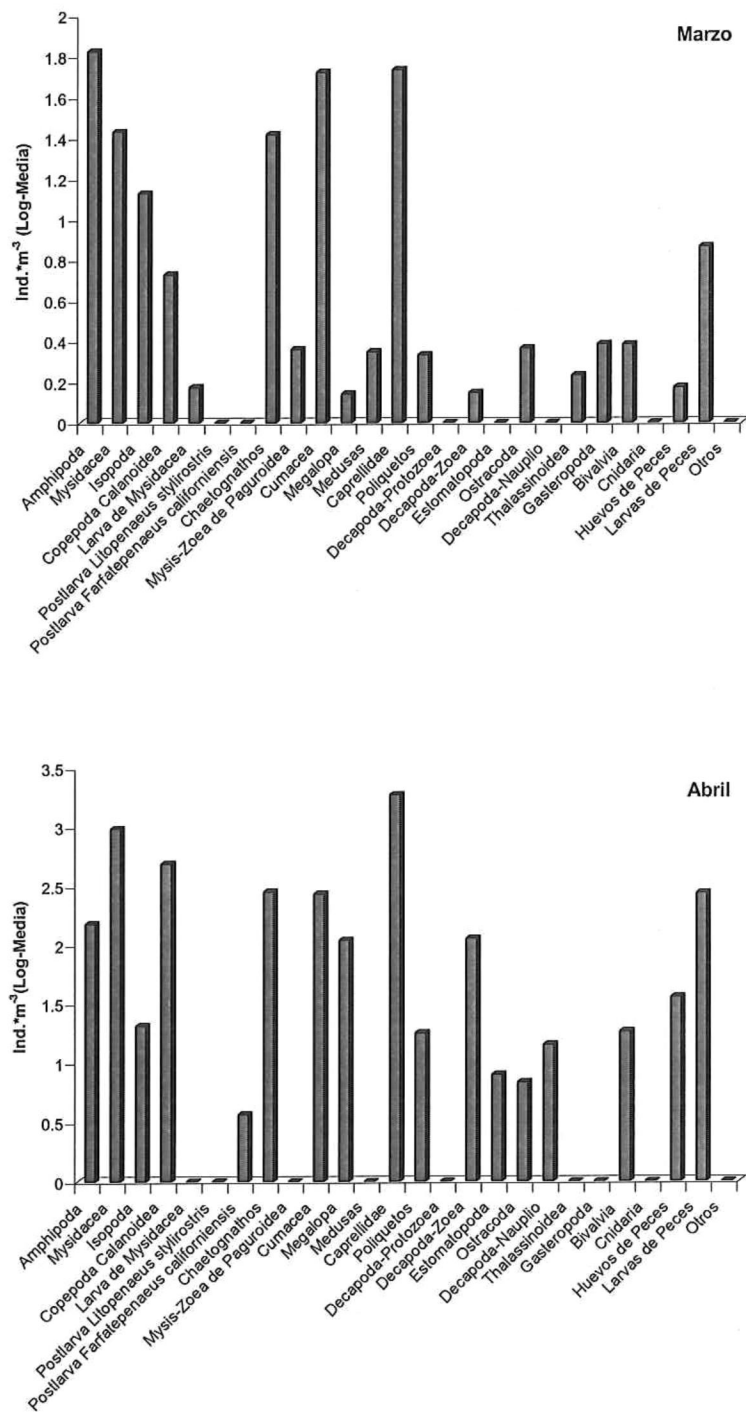


Figura 11. Abundancia relativa del zooplancton (ind·m⁻³) en el Golfo de Santa Clara durante Marzo y Abril de 2002.

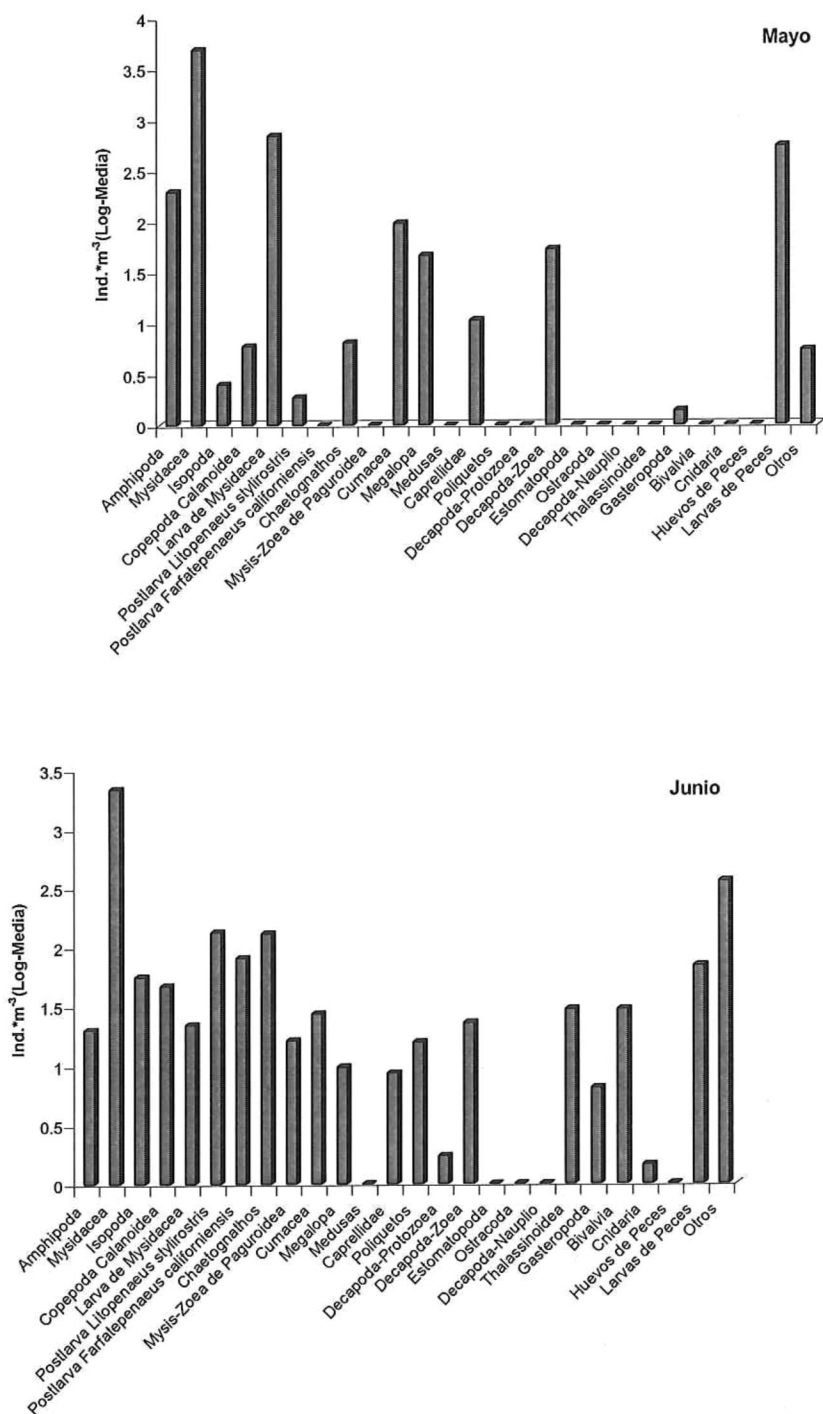


Figura 12. Abundancia relativa del zooplancton ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$) en el Golfo de Santa Clara durante Mayo y Junio de 2002.

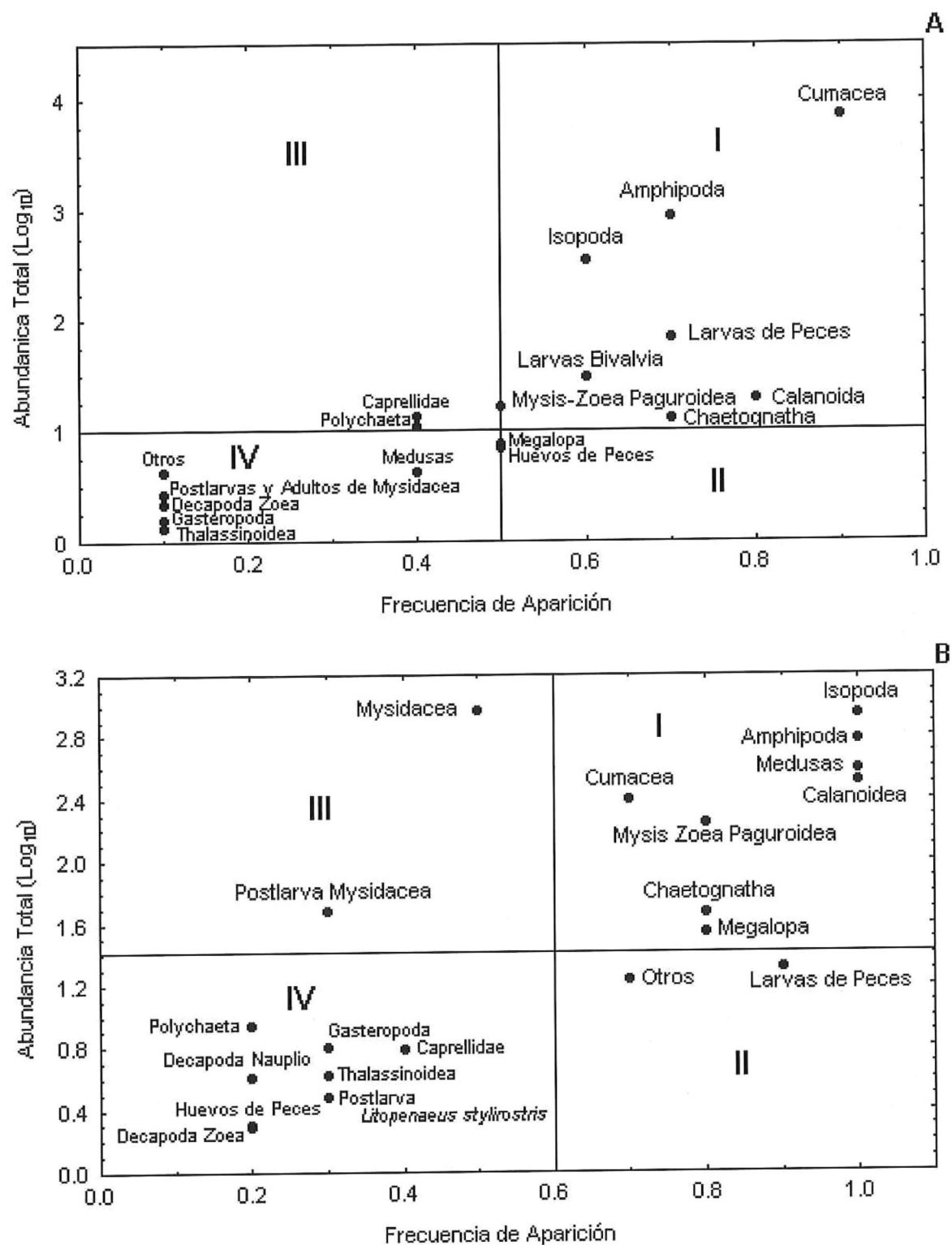


Figura 13. Diagrama de Olmstead y Tukey para el mes de Febrero. A) Golfo de Santa Clara y B) San Felipe

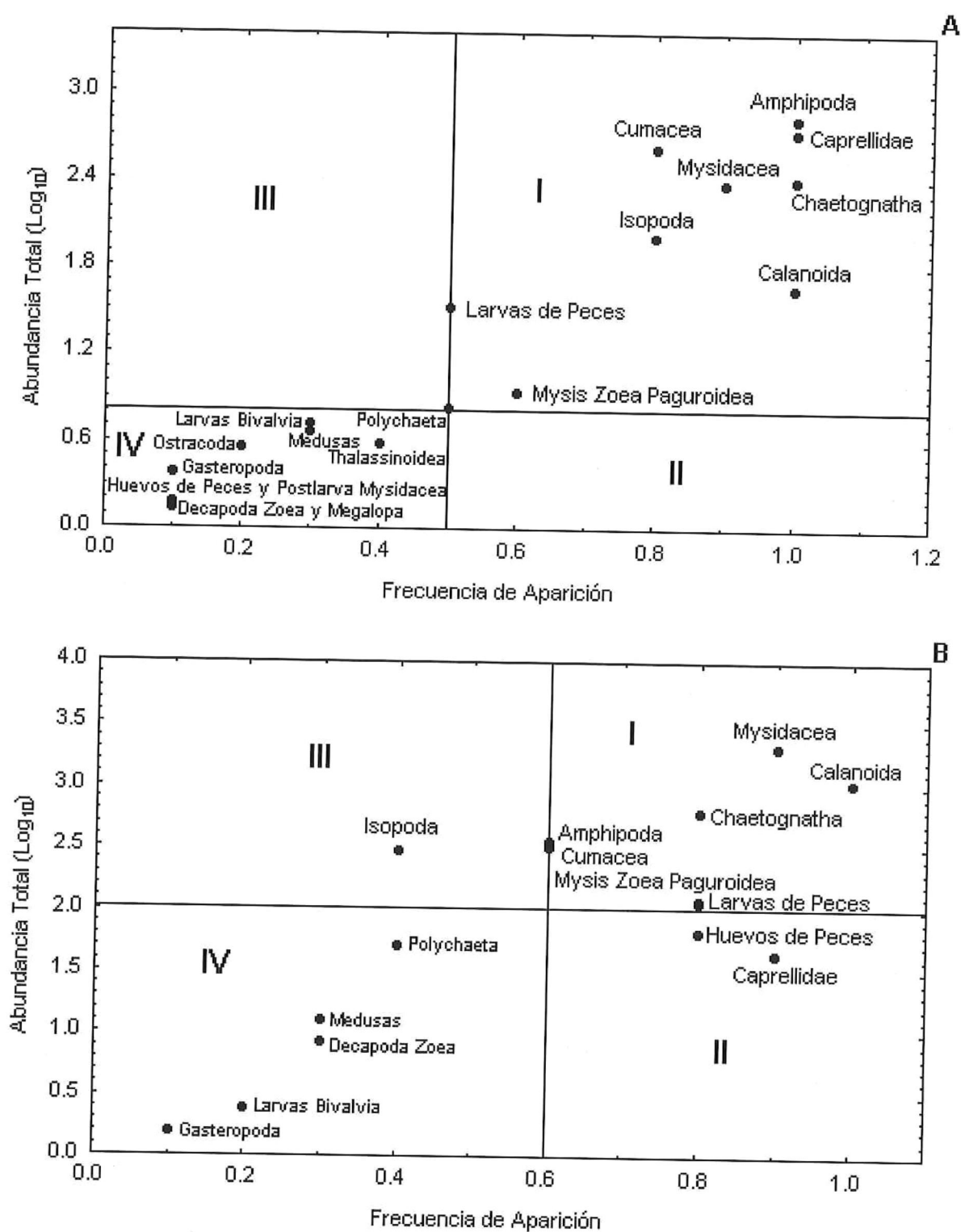


Figura 14. Diagrama de Olmstead y Tukey para el mes de Marzo. A) Golfo de Santa Clara y B) San Felipe

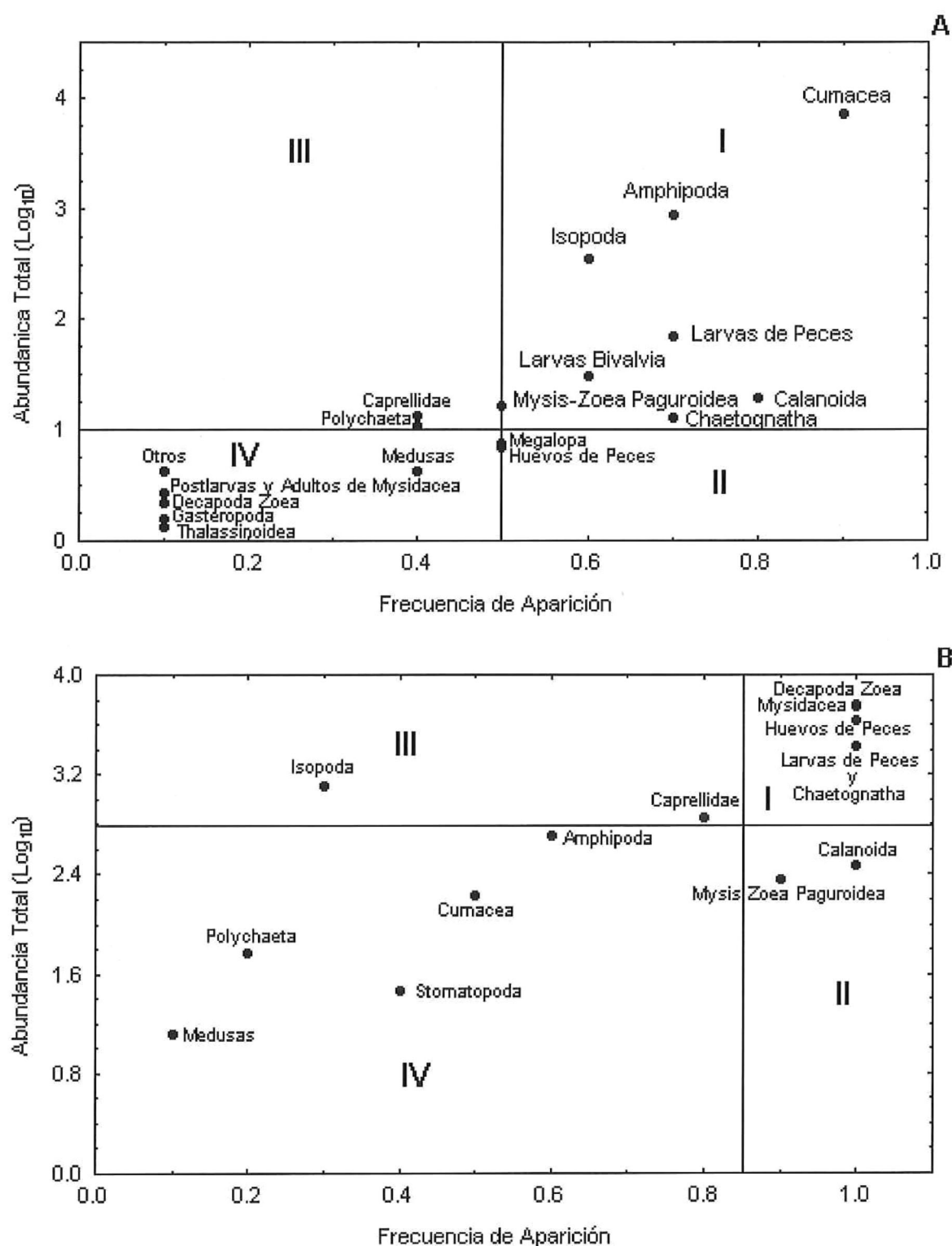


Figura 15. Diagrama de Olmstead y Tukey para el mes de Abril. A) Golfo de Santa Clara y B) San Felipe

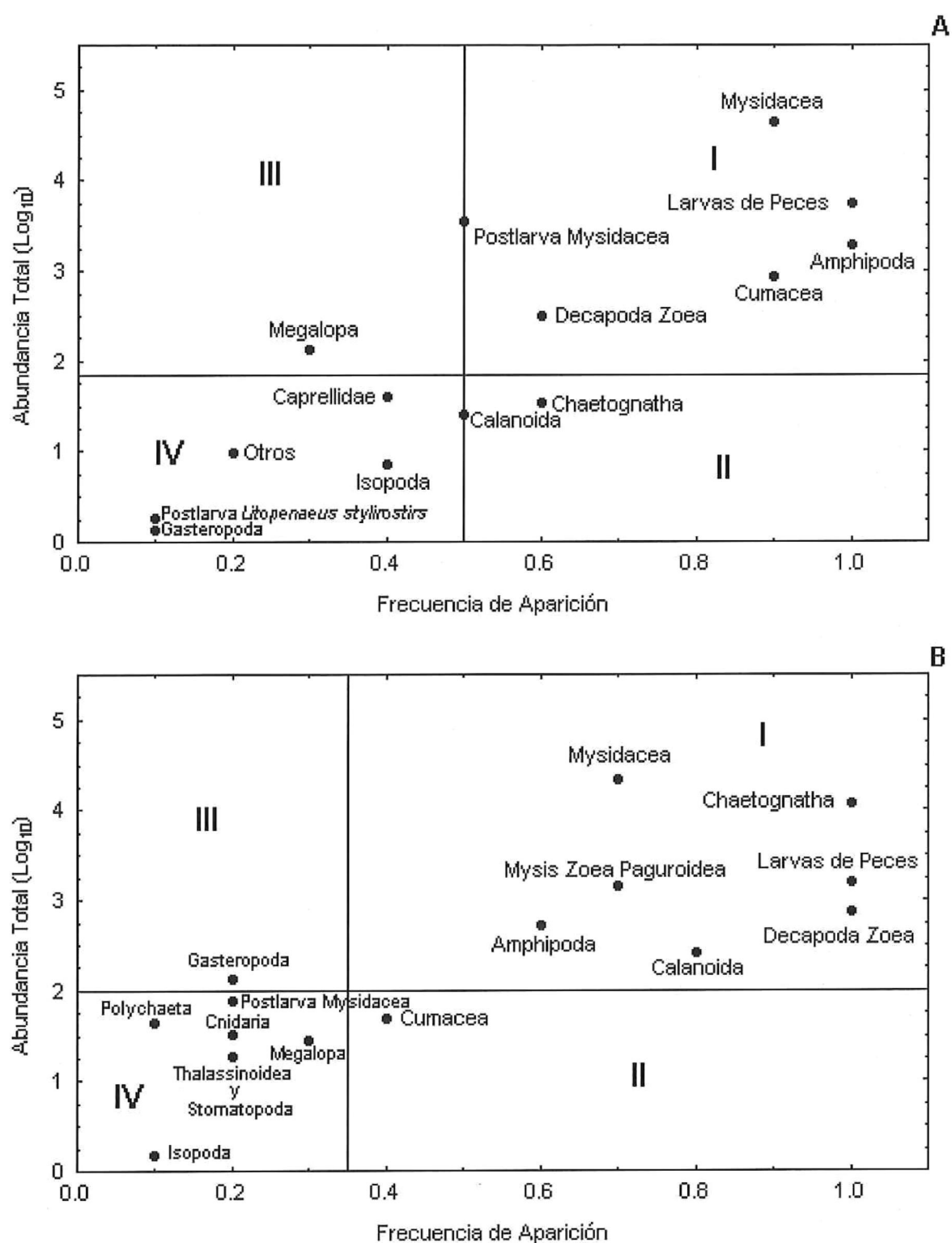


Figura 16. Diagrama de Olmstead y Tukey para el mes de Mayo. A) Golfo de Santa Clara y B) San Felipe

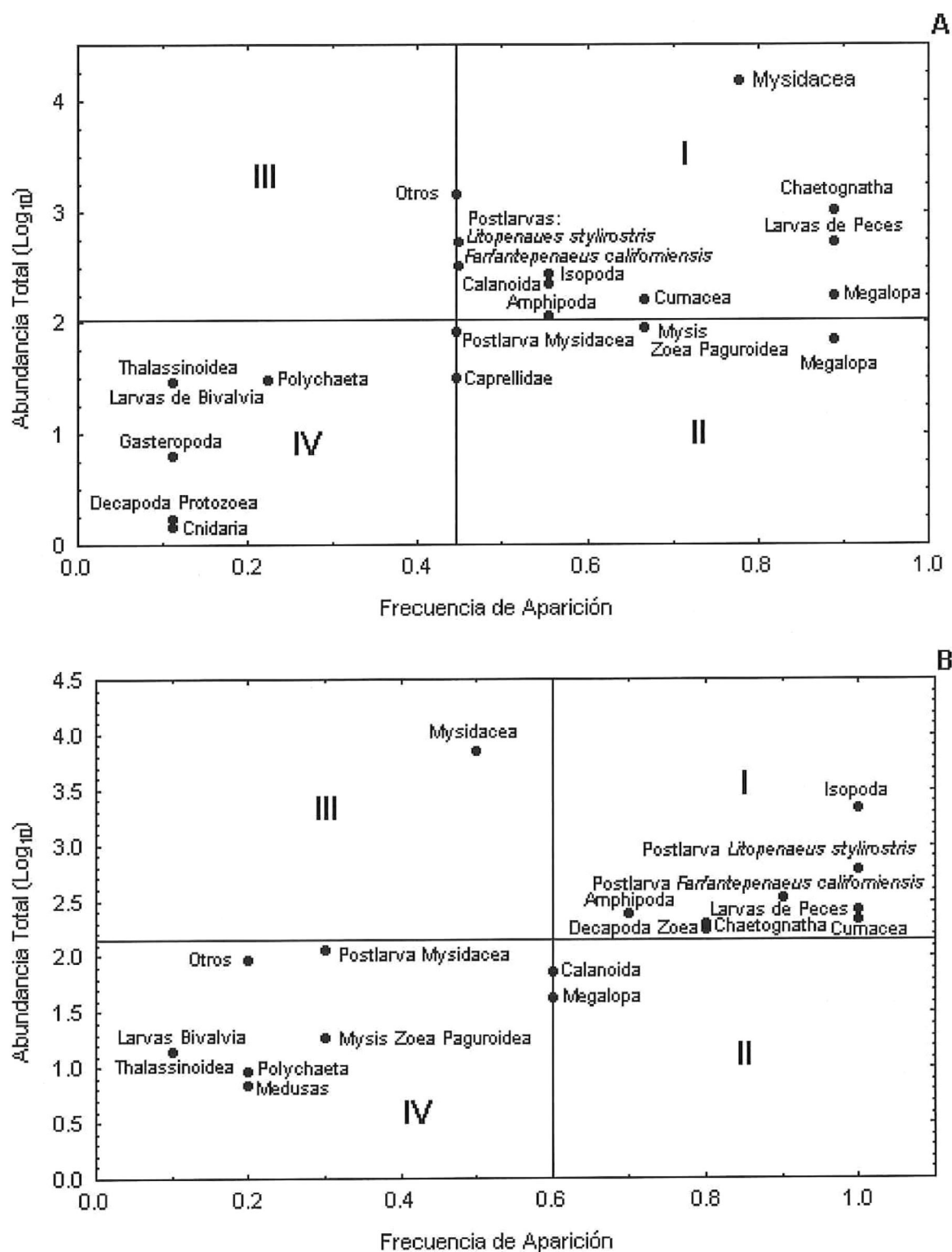


Figura 17. Diagrama de Olmstead y Tukey para el mes de Junio. A) Golfo de Santa Clara y B) San Felipe

4.3. Biomasa del zooplancton

Los isópodos fueron el grupo que aportó la mayor biomasa en peso seco de la comunidad del zooplancton. En la figura 18 se presenta la variación estacional de la biomasa de los principales taxa para ambas localidades. Para determinar los valores de biomasa estacional se tomaron en cuenta los principales grupos dominantes (4 diurnos y 4 nocturnos), para ambas localidades.

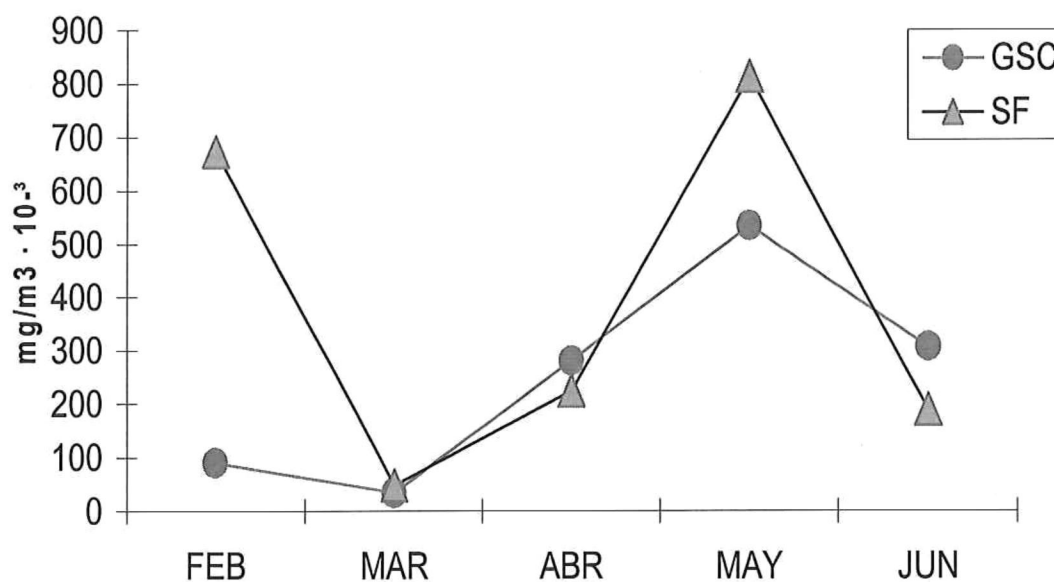


Figura 18. Variación estacional de la biomasa de los grupos dominantes del zooplancton en la dos localidades de estudio (GSC: Golfo de Santa Clara y SF: San Felipe).

4.4. Diversidad de grupos zooplanctónicos

El índice de diversidad de Shannon varió entre 0.282 y 0.862 bits/ind (Figura 19). San Felipe tuvo diversidad más alta que el Golfo de Santa Clara. La mayor diversidad se encontró en febrero en SF (0.862 bits/ind). Pero también se observa una alta diversidad en abril (0.855 bits/ind), que coincide con la máxima abundancia promedio del zooplancton ($1.96 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$). En marzo la diversidad también es alta (0.782 bits/ind) aunque la abundancia es menor ($1.23 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$). Para el GSC la mayor diversidad se encontró en marzo (0.797 bits/ind), pero también se observa una alta diversidad en abril (0.774 bits/ind) que coincide con la menor abundancia promedio del zooplancton ($1.844 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$). San Felipe presenta como grupo dominante a los misidáceos, en cambio en el GSC se da una alternancia en los grupos, en febrero sobresalen los cumáceos, en marzo los anfípodos, en abril los caprellidáceos y en mayo y junio los misidáceos.

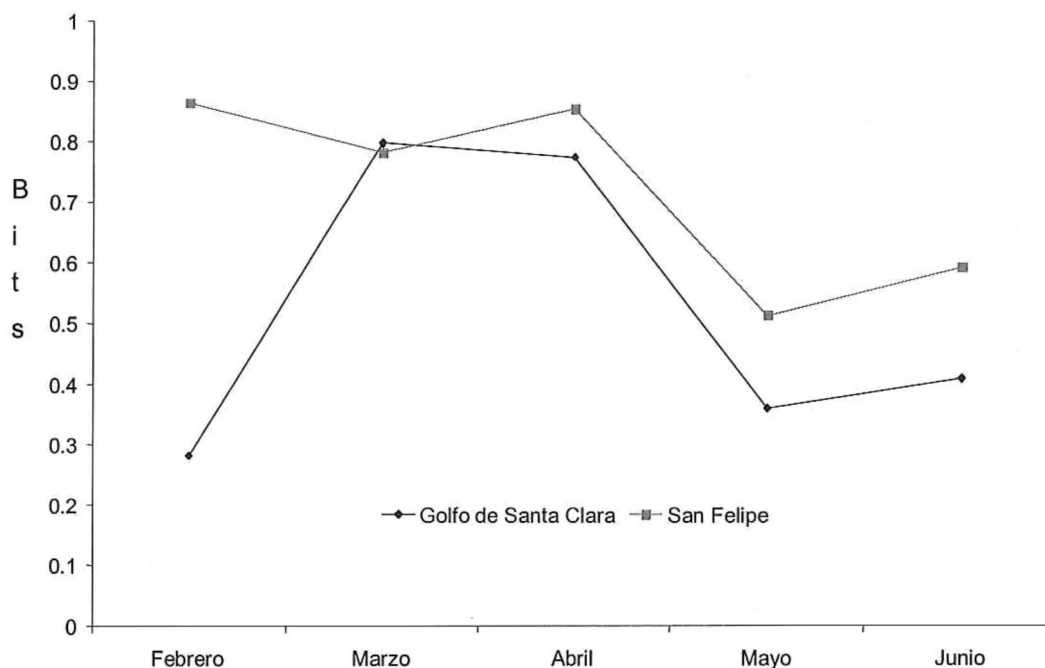


Figura 19. Índice de diversidad de Shannon (H' en bits/ind) de la comunidad del zooplancton en el Golfo de Santa Clara y San Felipe durante el período de estudio (2002).

Según el índice Pielou (J'), la equidad de la comunidad del zooplancton es mayor en SF (hasta 0.745 en abril) que en GSC (0.63, mismo mes), pero con claras variaciones a lo largo del período de muestreo (Fig. 20). El patrón de variación del índice de equidad es prácticamente el mismo que el del índice de diversidad: diferencias notables en febrero y valores muy similares el resto de los meses.

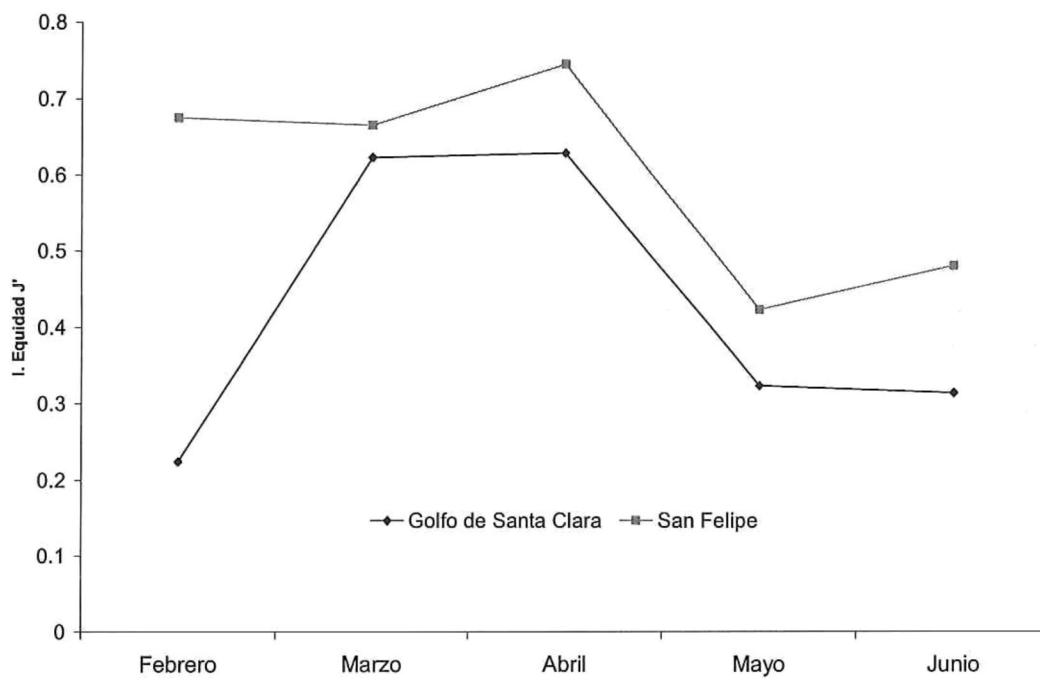


Figura 20. Índice de Equidad J' de la comunidad del zooplancton en el Golfo de Santa Clara y San Felipe durante el período de estudio (2002).

5. Discusión

En el presente trabajo, la temperatura y salinidad fueron las variables consideradas para relacionarlas con los cambios en la abundancia y distribución espacial del zooplancton. Durante el periodo de muestreo (febrero a junio), se registró un incremento paulatino de la temperatura en la zona de estudio, lo que podría influir en la distribución de los grupos zooplanctónicos. Brett (1990) menciona que la temperatura puede regular en forma sustancial la distribución de los organismos marinos.

Autores como Álvarez-Borrego *et al.* (1975) mencionan que en el Alto Golfo de California se registra una gran variabilidad estacional en la temperatura superficial del mar, influenciada por el clima que se presenta en los desiertos adyacentes a la zona, además de que el gradiente de temperatura sufre una inversión aumentando hacia el noroeste en verano y disminuyendo en el invierno.

Granados-Guzmán e Hidalgo-González (1993) encontraron que la variabilidad de la temperatura presentó variaciones de corto periodo debido a corrientes de marea, gradientes horizontales entre los canales y zonas someras, en tanto que las variaciones de más largo período, se asociaron a cambios en la secuencia estacional de irradiación solar y temperatura atmosférica. Los mismos autores mencionan que los valores máximos y mínimos de temperatura son mayores en GSC que en SF, en este trabajo se encontró lo contrario ya que los valores de temperatura fueron más altos en SF que los observados en el GSC, registrando valores bajos de temperatura en febrero y máximos en junio.

Maciel-Gómez (1995) menciona que el máximo de la salinidad (42 ppm) coincidió con el máximo de temperatura lo cual concuerda con lo reportado por Álvarez- Borrego *et al.* (1975) en las aguas adyacentes a isla Montague, indicando que la causa principal es la falta de aporte de agua dulce del Río Colorado y a la alta evaporación que se registra en la zona. Las altas salinidades en la zona de muestreo pueden ser debidas a la presencia de la salina de la Bahía Metepéc que puede estar provocando un aumento en la salinidad de las aguas costeras que al bajar hacia el sur y mezclarse con aguas de menor salinidad incrementan la salinidad en esta zona. Farfán y Álvarez-Borrego (1992) reportaron un máximo de 41 en julio y un mínimo de 35 en octubre; en el presente trabajo, se registró en la zona de estudio, un máximo de salinidad de 40.8 en marzo, coincidiendo con bajos valores de temperatura y un mínimo de salinidad 34.3 en mayo con altas temperaturas para ambas localidades (GSC Y SF), cabe señalar que nuestros datos fueron registrados en tiempos diferentes a los reportados por estos autores.

Maciel-Gómez (1995), en un estudio de postlarvas de camarón, realizó un recuento de los principales grupos del zooplancton, y sugiere que las altas abundancias de los misidáceos, isópodos y cumáceos observados podrían deberse a que estos grupos taxonómicos prefieren temperaturas más cálidas, aclarando que la tolerancia a la temperatura va a variar según la especie. Se observó una variación de la abundancia del zooplancton con altas y bajas temperaturas que puede reflejar una tendencia hacia cambios en el comportamiento o tolerancia de los individuos con la temperatura que dependerá de la especie y grado de desarrollo, pero no se encontró ninguna relación entre la

temperatura y la abundancia del zooplancton. En el presente estudio, se encontró una notable variación en la abundancia del zooplancton, predominando los misidáceos, cumáceos, anfípodos, isópodos y larvas de decápodos durante el ciclo de estudio, sin encontrar una relación entre la temperatura y la abundancia del zooplancton.

La presencia de los peracáridos (superorden peracarida) como grupo dominante en los muestreos se debe al éxito reproductivo de sus especies, ya que éstas presentan más de una cohorte anual (Barnes, 1986; Meglitsch, 1991); presentan un desarrollo directo, es decir, no existe un estadio larvario ya que al eclosionar tienen la forma de cuerpo adulto y al salir de la cámara de incubación, las crías llamadas larvas (manca) poseen la mayoría de los rasgos adultos (Barnes, 1986). Es carácter distintivo de las hembras de este grupo, una bolsa ventral de incubación o marsupio, permitiéndole obtener mejores posibilidades de supervivencia. Para ambas localidades, se observó desde el inicio de muestreo (febrero), la aparición de misidáceos, cumáceos y caprelidos con la presencia de la bolsa ventral mostrando en su interior diferentes estadios de desarrollo larval. En abril y mayo se hacen notar los anfípodos, en mayo encontramos al grupo de los isópodos. Los misidáceos fueron los organismos que se distinguieron por la presencia de hembras ovígeras durante todo el periodo de estudio, aportando de manera general, la mayor abundancia del zooplancton en SF y GSC. Asimismo encontramos una notable variación en la abundancia del zooplancton con el incremento paulatino de la temperatura, sobresaliendo los misidáceos en los meses de marzo y mayo para SF; en tanto que GSC, los misidáceos sobresalieron

en mayo y en junio, en febrero abundan los cumáceos, en marzo los anfípodos y en abril los capriledáceos. En general, la mayor abundancia se registró en mayo para ambas localidades lo que puede indicar la ocurrencia de importantes desoves de algunas poblaciones en este período.

Sin embargo, la diversidad de especies es marcadamente diferente en ambas localidades: mientras en SF la diversidad más alta se registra en febrero, en este mismo mes ocurre lo contrario en el GSC. Después el comportamiento de la diversidad en ambas localidades es muy semejante, pero SF, excepto en marzo, siempre tiene valores más altos.

Es muy clara la disminución de los peracáridos en abril en SF sobresaliendo solamente los misidáceos, cuando se detectó un notable incremento de huevos y larvas de peces que coincide con los más altos valores de las zoeas. La estación de primavera se caracteriza por presentar altos valores de ictioplancton en ambas localidades, ya que se observó la presencia de huevos y larvas de peces de febrero a abril. Estos meses coinciden con una gran abundancia de fitoplancton (Millán-Núñez *et al.*, 1999) y zooplancton. El incremento de larvas de peces indica la existencia de alimento disponible para continuar el desarrollo de su ciclo de vida al mantenerse misidáceos, copépodos y larvas de decápodos en altas concentraciones. Flores-Coto y Álvarez-Cadena (1980) mencionan que en la distribución de larvas de peces de tipo costero en los circuitos de migración de los peces a las áreas de desove, alimentación y crianza deben tener una estrecha relación con una alta disponibilidad de alimento. Barnes (1986) menciona que los misidáceos viven en inmensos conglomerados y son una importante fuente

alimenticia para los peces. En mayo se observó un incremento de misidáceos en GSC y una máxima abundancia de larvas y juveniles de peces que concuerda con bajos valores de abundancia de quetognatos. Sin embargo, para el mes de junio se registró un incremento en la población de quetognatos y una disminución de los peces, probablemente por la depredación de estos carnívoros (Grijalva-Chon, 1986).

Los quetognatos son animales sumamente activos, móviles y voraces; Boltovkoy (1981) menciona que diferentes organismos son consumidos por los quetognatos, entre los principales encontramos: anfípodos, larvas de decápodos, medusas, larvas de peces, los mismos quetognatos y otros organismos que forman parte importante de su alimentación (Suárez-Morales, 1998). Al realizar la separación de las muestras biológicas se encontraron quetognatos alimentándose principalmente de misidáceos, copépodos, tragando a otros quetognatos (canibalismo) y fragmentos de organismos no identificados. Gracias al cuerpo transparente que presentan estos organismos carnívoros, se logró observar la presa y/o el alimento triturado.

Otro aspecto importante registrado dentro de los mismos quetognatos, fue que diversos individuos colectados en el mes de marzo, presentaron expulsión de cápsulas con huevos, esto se relaciona con la puesta de huevos durante esa época aunado a un marcado descenso de individuos en la columna de agua reportado por Alvaríño (1962, 1964, 1965, citada por Boltovky, 1981) y coincidiendo con lo reportado en el presente trabajo. Por su parte, Grijalva-Chon (1986) estudió en la Bahía de Todos Santos, B.C. la relación entre el ictioplancton

y los copépodos Labidocera y los quetognatos Sagitta y concluyó que la presión de depredación por estos últimos limita la abundancia de los estadios tempranos de los peces en esta zona. Los quetognatos son depredadores activos que tienen en su dieta a estos organismos y fue notoria la ausencia de huevos y la disminución de larvas de peces, posiblemente a la acción depredadora de los quetognatos en esta época del año. Los quetognatos y larvas de peces presentaron una tendencia a aumentar el tamaño de sus poblaciones, cuando la población de los misidáceos alcanzó su máxima abundancia. Los anfípodos ocuparon el segundo lugar, pero sus abundancias fueron mínimas, no tan importantes como la de los misidáceos, lo mismo sucedió para los isópodos y cumáceos.

Con base en el análisis del contenido estomacal de Engraulidos realizado por Chiappa-Carrara *et al.* (1989) la anchoveta, es un consumidor primario durante las primeras etapas de su desarrollo y posteriormente se comporta como un consumidor secundario. De esta manera su dieta en individuos jóvenes está constituida principalmente por diatomeas y dinoflagelados, radiolarios y huevecillos. En organismos más grandes, su alimento lo constituyen principalmente los crustáceos (copépodos calanoideos, anfípodos, ostrácodos y moluscos) además de otros organismos del zooplancton. Curiel-Mondragón, (1998) reportó que la familia Engraulidae fue la segunda familia más diversa y más abundante en SF (Campo Don Abel) y ocupó el 67 % de la abundancia total de las especies presentes, y que éstas se caracterizan por ser eurihalinas, habitan en zonas someras y arenosas y que la gran abundancia de otros organismos

planctónicos en la zona litoral puede ser también un atrayente para otras especies que se alimentan de ellas. Los diferentes hábitos alimentarios de los peces (adultos y juveniles) en la zona podría ser considerado como un importante factor en los cambios de abundancia de las poblaciones del zooplancton en general, ya que se ha encontrado que estas áreas son utilizadas como sitios de desove, reproducción, crecimiento, alimentación y protección de diferentes especies de peces, que viven permanentemente en los estuarios, en tránsito o que regularmente visitan el estuario para alimentarse (Yáñez-Arancibia y P. Sánchez – Gil, 1988).

Los misidáceos fueron muy abundantes durante mayo y junio en ambas localidades (GSC y SF) y aparecieron durante todo el periodo de estudio, tal vez porque la zona es de alta productividad autotrófica (Fárfan y Álvarez-Borrego, 1992; Millán-Núñez *et al.*, 1999).

Palomares, *et al.* (1998), menciona que los zoopláncteres más abundantes, tanto en el ambiente marino como en las aguas continentales, son los copépodos, micro crustáceos que constituyen aproximadamente entre el 50 y el 80% del total del zooplancton. Un aspecto fundamental al considerar la importancia de los copépodos, es el hecho de que pueden llegar a formar agregaciones con elevados valores de abundancia (Lavaniegos y González-Navarro, 1999; Jiménez-Pérez, 1983,) y además de que carecen de la capacidad natatoria suficiente para desplazarse horizontalmente en contra de los movimientos de las masas de agua. Los copépodos observados durante el estudio representaron bajas densidades en ambas localidades, en contraste con los resultados de Farfán y Álvarez-Borrego,

(1992) donde los copépodos fueron el grupo dominante para la zona. Dichos autores tomaron muestras en distintas profundidades y utilizaron una red cilíndrica de 0.5m de diámetro y 215 micras de luz de malla. Lavaniegos y González-Navarro (1999) encontraron que existen diferencias entre redes y que la abundancia total por grupo fue regularmente mayor en las muestras recolectadas con la red de 300 μ de luz de malla que en la de 500 μ . La diferencia entre redes es obviamente debida al escape de los organismos de menor talla a través de la red de 500 μ y que la estructura de la comunidad cambia sensiblemente según se consideren las capturas de una u otra red. Por otro lado, la comparación entre diferentes zonas se dificulta por los tipos de redes usadas por diferentes autores (Lavaniegos y Lara, 1990). Maciel-Gómez (1995) encontró que el grupo de menor abundancia en número y a lo largo de la temporada de muestreo fue el de los copépodos, utilizando la misma técnica y arte de pesca que se usaron en el presente trabajo (estos resultados solamente corresponden a San Felipe). En este estudio los copépodos alcanzaron su máxima abundancia en abril en GSC y marzo en SF, pero estuvieron representados en todo el período aunque en bajas densidades. Quizá estas bajas densidades de copépodos estén relacionadas con la dieta de los peces (Molina y Manrique, 1997), de los quetognatos y de los peracáridos y caprélidos, ya que todos ellos se alimentan de estos organismos (Barnes, 1986).

Las larvas de los crustáceos decápodos constituyen un importante componente de la fracción meroplantónica del zooplancton marino. La presencia y abundancia de estas larvas es mucho mayor en los mares neríticos, que abarcan

las aguas de las plataformas continentales o las áreas costeras. En este trabajo las larvas de decápodos, en particular zoeas, fueron más abundantes en abril en comparación con los valores detectados durante los meses de febrero y marzo y vuelven a disminuir en abril y junio.

En un trabajo realizado en Playa San Ramón (Bahía de San Quintín), Jiménez-Pérez (1983) sugiere la ocurrencia de importantes desoves de algunas poblaciones de zooplancton en abril y la disminución registrada de mayo a junio la atribuye a una posible reducción de las poblaciones de adultos o de las tasas de supervivencia de sus larvas.

En las lagunas costeras, las fluctuaciones en la biomasa de zooplancton por lo general pueden asociarse con cambios estacionales o períodos climáticos; es común que en latitudes con estacionalidad marcada se presenten bajas biomásas zooplanctónicas en invierno y un incremento significativo en la primavera (Landry, 1978).

Farfán y Álvarez-Borrego (1992) encontraron valores de biomasa entre 25-150 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ para el Alto Golfo, y mencionan que la biomasa puede estar relacionada con la mayor residencia del agua, sobre todo alrededor de la isla Montague. Jiménez-Pérez (1983) reportó valores de biomasa (10-154 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) similares para la costa del Pacífico. Los valores promedio de biomasa encontrados en este estudio difieren de los reportados para la zona (Farfán, 1975 y Farfán y Álvarez-Borrego, 1992), las biomásas altas coincidieron con los mínimos valores de salinidad, indicando que los organismos podrían tener preferencia a las bajas salinidades. Los grupos que aportaron la máxima biomasa estuvieron

representados por los misidáceos en GSC y por los isópodos en SF, aclarando que los diferentes tamaños de los organismos pudieron influir en la biomasa, debido a que la reproducción del grupo superperacárida es directo, nacen como un pequeño organismo con las características de un adulto (Barnes, 1986). Otro factor que pudiera influir en la mayor biomasa de algunos grupos peracáridos es la topografía del lugar, formada por canales y bajos, ya que en el momento de realizar los arrastres de recolecta se perdía la profundidad del muestreo a consecuencia de los desniveles, quedando la red muy cerca del fondo, propiciando la captura de organismos bénticos como los peracáridos. Gasca y Castellanos (1993) mencionan que en las aguas someras estuarinas, la relación entre el plancton y el bentos es muy estrecha y que en la capa superficial del agua encontraron grupos bentónicos como cumáceos y anfípodos, los cuales ascienden a la columna de agua por movimientos migratorios verticales. Farfán (1975) menciona que las migraciones verticales del zooplancton se reportan en zonas donde la profundidad es considerable. En nuestro estudio consideramos que la presencia de organismos bentónicos es debido al efecto de marea que utilizan como medio de transporte.

Desde principios de invierno hasta fines de primavera en el Golfo de California se registran vientos del noroeste que provocan surgencias en las zonas profundas y corrientes de convección en áreas someras (Svedrup, 1940, cit por Farfán, 1975). Los mayores valores de biomasa del zooplancton reportados para mayo posiblemente se deba al éxito reproductivo de las especies, a la cantidad de alimento disponible, nutrientes y fitoplancton, originados por la fuerte dinámica

local principalmente surgencias y mezcla por fenómenos asociados con las mareas y al éxito reproductivo de las especies observadas durante el período de estudio.

6. Conclusiones

El análisis de los resultados obtenidos permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. La mayor abundancia (no. de organismos·m⁻³) y biomasa se registraron en mayo en ambas localidades.
2. La mayor diversidad de especies en SF se observó en febrero cuando la temperatura fue la más baja y la menor diversidad en abril cuando la temperatura se incrementó.
3. Posiblemente la mayor abundancia de zooplancton en abril y mayo favoreció a larvas y juveniles de peces, ya que son su fuente de alimento.
4. Durante la separación de organismos del zooplancton en el laboratorio se observó que los quetognatos se alimentan en la zona de estudio de misidáceos, copépodos y de otros quetognatos (canibalismo).
5. La presencia de isópodos como grupo dominante en febrero y junio en SF y la máxima biomasa encontrada en mayo podría deberse a que al realizarse los arrastres se perdía profundidad, por efecto de las lengüetas y bajos característicos del Alto Golfo de California, favoreciendo a éste y otros grupos de afinidad béntica.

6. Se encontraron 25 grupos taxonómicos en GSC y 24 en SF, dominado en ambas localidades los crustáceos.
7. Se observaron huevos de peces de febrero a abril y desaparecen en mayo y junio en ambas localidades, lo que podría sugerir que el período reproductivo tiene lugar durante la primavera.

7. LITERATURA CITADA

- Álvarez-Borrego, S., B. Flores, L. A. Galindo-Bect 1975. Hidrología del Alto Golfo de California II. Condiciones durante el invierno, primavera y verano. Ciencias Marinas, 2(1):21 - 36.
- Álvarez-Borrego, S, and Lara-Lara, J.R. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. In: J.P. Dauphin and B.R.T. Simoneit (eds.), The Gulf and Peninsular Provinces of the California. Memoir 47 of the American Association of Petroleum Geologists, Chapter 26, pp. 555-567.
- Aragón-Noriega, E.A. and L.E. Calderon-Aguilera. 2000. Does damming the Colorado River affect the nursery area of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Decapoda:Penaeidae) in the Upper Gulf of California?. Revista de Biología Tropical/International Journal of Tropical Biology and Conservation, 48(4) 867-871.
- Aragón-Noriega, E.A. and Calderon-Aguilera, L.E. 2001. Age and Growth of Shrimp Postlarvae in the Upper Gulf of California. Aqua Journal of Ichthyology and Aquatic Biology, 4:99-104
- Barnes, R.D. 1986. Zoología de los Invertebrados. N. E. Interamericana, S.A de C.V., 1157 P.
- Beers, JR., 1981. Determinación de la Biomasa del zooplancton. In: Boltovskoy, D. (Ed). Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino. INIDEP, Argentina: 133-141.
- Brett, J.P. 1970. Temperature (Fishes). PP: 515-573. En: Kinner, O. (Ed). Marine Ecology. Volume I : Environmental factors. Part 1. Wiley – Interscience. Londres.
- Boltovskoy, D. 1981. Obtención de muestras de plancton. In D. Boltovskoy (ed). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publ. Esp. Inst. Desarr. Pesq. Mar de Plata, Argentina. Pp. 15 – 35.

- Calderon-Aguilera L.E., E. A. Aragón-Noriega, H. A. Licón, G. Castillo-Moreno and A. Maciel-Gómez. 2002. Abundance and composition of penaeid postlarvae in the Upper Gulf of California. In: M.E. Hendrickx, Ed. Contribution to the Study of East Pacific Crustaceans. Inst. Cienc. Mar. Limnol., UNAM, México, pp 281-292.
- Calderon-Aguilera L.E., S.G. Marinone and E. A. Aragón-Noriega. 2003. Influence of oceanographic processes on the early life stages of the blue shrimp (Litopenaeus stylirostris) in the upper Gulf of California. Journal of Marine Systems, 39:117-128.
- Chiappa-Carrara. X., Gallardo-Cabello. M., Jacob- Cervantes. M. 1989. Análisis del régimen alimentario de tres poblaciones de anchoveta *Engraulis mordax* Girard (Pisces: Engraulidae), en el norte de Baja California. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Ncal. Autón. México, 16(2): 361-378 (1989).
- Cochran, W. G. and G.M. Cox, 1981. Diseños experimentales. Editorial Trillas. México D.F. 661 p.
- Curiel – Mondragon, C. 1998 . Composición y abundancia del ictioplancton del Alto Golfo de California, de mayo–octubre de 1993. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Dowing J A. and Frank H. Rigler 1984. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. Edited by department de sciences biologique universite de Montreal. Montreal, Quebec. Canada.
- Farfán, B. C. 1975. Biomasa de zooplancton en el Alto Golfo de California. Tesis Profesional. Ciencias Marinas.
- Farfán, B.C. y Álvarez - Borrego, 1992. Biomasa del zooplancton del Alto Golfo de California. Ciencias Marinas, 18(3):17-36
- Flores–Coto, C. & J. Álvarez-Cadena, 1990. Estudios preliminares sobre la Abundancia y Distribución del Ictioplancton en la Laguna de Términos, Campeche. An. Centro de Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. De México, 7(2): 67-78 p.

- Gasca, R., Castellanos, I. 1993. Zooplankton de la Bahía de Chetumal, Mar Caribe, México. *Rev. Biol. Trop.* 41 (3): 619-625.
- Gasca, R. L. Segura, P. Y E. Suárez. 1996. El zooplankton marino. In Gasca, R. Y E. Suárez. 1996. Introducción al zooplankton marino. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) / CONACYT. México. 711 pp.
- Grijalva-Chon, M. 1986. Distribución y abundancia de ictioplancton, con especial referencia a *ENGRAULIS MORDAX* Girard, y dos tipos de depredadores planctónicos en la Bahía de Todos Santos, B. C. México. Tesis de M.C. Ecología Marina, CICESE, Ensenada. 71 pp.
- Gutiérrez, G y González, J. I. 1989. Predicciones de marea de 1990: Estaciones mareográficas del CICESE. Informe Técnico OC-89-01., CICESE, Ensenada, B. C., México, 129 pp.
- Guevara-Escamilla, S. 1973. Peces. En: Estudio químico sobre la contaminación por insecticidas en la desembocadura del Río Colorado. Tomo II. Reporte final a la Dirección de Acuicultura de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. UABC, ENSENADA B. C., México, pp.236 – 262.
- Granados-Guzmán, A. y R. Hidalgo González. 1994. Variabilidad temporal de temperatura en dos localidades del Alto Golfo de California de marzo de 1990 a marzo de 1993. Informe Técnico. Comunicaciones Académicas. Serie Ecología. CICESE, Ensenada, B. C. México, 129 pp.
- Holt, J. and K. Strawn, 1983. Community structure of macrozooplankton in trinity and upper Galveston Bays estuaries, 6(1): 66 – 75.
- Jiménez-Pérez, L.C. 1983. Características de la comunidad Zooplanctónica de Playa San Ramón, Baja California. Tesis. UABC. Ciencias Marinas.
- Landry, M.R. (1978). Population dynamics and production of planktonic marine copepod, *Acartia clausii*, in a small temperate lagoon on San Juan Island, Washington *Int. Revue ges. Hydrobiol*, 63: 77-119.
- Lavaniegos, B. E. & E. González – Navarro, 1999. Grupos principales del Zooplankton durante el Niño 1992-1993 en el canal de San Lorenzo, Golfo de California. *Rev. Biol. Trop.*, 47: 129-140 p.

- Lavaniegos, B.E. & J.R. Lara, 1990. Zooplankton of the gulf of California after the 1982-1983 El Niño event: Biomass distribution and abundance *Pacific Science* 44: 297-310.
- Lavín, M. F., E., Beier y Badan, A. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estacionales e interanual, en: M. F. Lavín, *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*, Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana, p 141-171.
- Lavín, M. F., and Organista, S. 1988. Surface heat flux in the northern Golfo California *J. Geophys. Res.*, 93 (C11): 14033-14038.
- León-Portilla, M. 1972. Descubrimiento en 1540 y primeras noticias de la Isla de Cedros. *Calafia (UABC)*, 2(1): 8–10.
- López-López, E. y J.A. Serna-Hernández. 1999. Variación estacional del zooplancton del embalse Ignacio Allende, Guanajuato, México y su relación con el fitoplancton y factores ambientales. *Rev. Biol. Trop.*, 47(4):643-657.
- Lepley, L. K., S.P. Vonder Heart, J. R. Hendrickson and Calderón Riveroll. 1975. Circulación in the Northern Gulf of California from orbital photographs and investigations. *Ciencias Marinas*, 2(2), 86 – 93.
- Maciel-Gómez, A. H., 1995. Abundancia de postlarvas del Camarón (*Penaeus* sp.) durante el período reproductivo 1993 en una localidad del Golfo de California. Tesis de Posgrado. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. México. 66 p.
- Margalef, R. 1982. *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona, España. 951 pp.
- Matthews, J. B. 1969. Tides in the Gulf of California In: D. A. Thomson (ed), *Environmental Impact of Brine Effluents of the Gulf of California*, U. S. Dept. Prog. R., N. 387 pp.
- McAleece, N. 1997. Biodiversity. The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science(www.sams.ac.uk).
- Merrian, R. 1969. Source of sands dunes of southwestern California and northern Sonora, México. *Geol. Soc. Americana Bull.* 80: 531 – 534.

- Miranda-Reyes, F., S. Reyes-Coca y J. García-López, 1990. Climatología de la región noroeste de México. Parte I: Precipitación Rep. Téc.EBA. N 3. CICESE, Ensenada, B. C. México 160 pp.
- Millán-Núñez, R. Santamaría-del Angel, E., Cajal-Medrano, R. Y D. A., Boracio-León, 999. El Delta del Río Colorado: Un ecosistema con alta productividad primaria. Ciencias Marinas, 25(4): 509 – 524.
- Molina, E. R., Manrique, A. F. 1997. Contenidos estomacales de dos peces planctívoros del Golfo de California durante el verano 1991. Ciencias Marinas, 23(2). 163-174
- Odum, E.P. Ecología. Editorial Interamericana. 3era Edición. México D.F. 639 p.
- Olmstead, P.S. y J.W. Tukey. 1947. A Corner Test for Association. Ann. Math. Statist.18, 495-513.
- Palomares, R., E. Suárez-Morales, S. Hernández-Trujillo, 1998. Catálogo de los Copépodos (Crustácea) Pelágica del Pacífico Mexicano. CICIMAR-IPN México. 352p.
- Parson, R. T. y M.Takahashi, 973. Biological Oceanographic Processes Pergamon Press, Great Britain: 323 pp.
- Wickstead, J. H. 1979. Zooplankton Marino. Edward Arnold (publishers) LTD. Londres 70 p.
- Yáñez-Arancibia, P. y P. Sánchez-Gil, 1988. Ecología de los recursos demersales marinos (fundamentos en costas tropicales). AGT. Editores. México, DF. 228 p.

Apéndice 1. Principales grupos taxonómicos de macrozooplancton encontrados en el Alto Golfo de California.

Phyllum	Clase	SubClase	Orden	SubOrden	Infraorden	SuperFamilia	Familia	Genero	Especie
Vertebrata	Pisces								
Chaetognatha	Sagittoidea								
Arthropoda	Crustacea	Ostracoda							
		Copepoda	Calonoidea						
		Hoplocárida	Estomatopoda						
		Malacostraca							
		Peracárida	Mysidacea						
			Cumácea						
			Isópoda						
			Anfipoda	Caprellidae					
			Decápoda		Anomura	Thalassinoidea			
						Paguroidea			
							Penaeidae	<i>Farfantepenaeus</i>	<i>californiensis</i>
								<i>Litopenaeus</i>	<i>stylirostris</i>
Mollusca	Gastropoda								
	Bivalvia								
Annelida	Poliqueta								
Cnidaria	Scyphozoa								