



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

"VARIACION ESTACIONAL DE LA FAUNA
PLANCTICA EN EL ECOSISTEMA MARINO DEL
PARQUE CHANKANAAB, COZUMEL"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

DANIEL GASCA FLORES



DIRECTORA: DRA. MA. DE LOURDES SEGURA PUERTAS.

MEXICO, D. F.



1998.

**TESIS CON
FALLA DE ORICEN**

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

264647



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: "VARIACION ESTACIONAL DE LA FAUNA PLÁNTICA EN EL ECOSISTEMA MARINO DEL PARQUE CHANKANAAB, COZUMEL"

realizado por DANIEL GASCA FLORES

con número de cuenta 7614892-3 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario DRA. MARIA DE LOURDES SEGURA PUERTAS

Propietario M. EN C. FAUSTINO ZAVALA GARCIA

Propietario BIOL. MARICELA ELENA VICENCIO AGUILAR

Suplente DR. JOSE NICOLAS ALVAREZ CADENA

Suplente M. EN C. URIEL ORDOÑEZ LOPEZ

Segura
Aguilar
Maricela E. Vicencio A.
Jose N. Alvarez
FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

Consejo Departamental de Biología

Edna M. Suarez D.

DRA. EDNA MARIA SUAREZ DIAZ



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

Este Trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Plancton de la Estación Puerto Morelos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM y en el Parque Marino Chankanaab, Isla Cozumel Q. Roo, México.

(va era tiempo)

**La libertad no se alcanza llevando puesto el freno de la legalidad. Cada libertador ha sido un ilegal; cada progreso de la civilización un atentado contra las leyes consagradas por el conservatismo enemigo del adelanto.*

**Para cuando se formalice, exclaman los que tienen el delirio del fracaso; para cuando sea una casa segura, haré esto y aquello. Y se quedan tan fríos haciendo el papel de críticos de los que luchan, esperando que los trabajos por alcanzar la libertad se formalicen, de tal manera que ya no tengan otra cosa que hacer que abrir la boca para saborearla.*

**El acaparamiento de las tierras por unos cuantos, el monopolio de los artículos necesarios para la vida, la tiranía, la ignorancia, la cobardía, la infame explotación del hombre por el hombre, son las fuentes de la riqueza burguesa, son las de la miseria proletaria.*

(Práxedes Guerrero).

**El que predica a los trabajadores que dentro de la ley puede obtenerse la emancipación del proletariado, es un embaucador, porque la ley ordena que no arranquemos de las manos del rico la riqueza que nos ha robado, y la expropiación de la riqueza para beneficio de todos es la condición sin la cual no puede conquistarse la emancipación humana.*

**Tened en cuenta, obreros, que sois los únicos productores de la riqueza. Casas, palacios, ferrocarriles, barcos, fábricas, campos cultivados, todo, absolutamente todo está hecho por vuestras manos creadoras; y sin embargo, de todo carecéis...Mientras más producís, más pobres sois y menos libres, por la sencilla razón de que hacéis a vuestras señoras más ricos y más libres, porque la libertad política sólo aprovecha a los ricos.*

**Así viven las clases dominantes: del sufrimiento y de la muerte de las clases dominadas, y pobres y ricos, oprimidos y déspotas, en virtud de la costumbre y de las preocupaciones heredadas, consideran natural este absurdo estado de cosas.*

**Bajo el imperio de la injusticia social en que se padece la humanidad, la existencia de la mujer oscila en el campo mezquino de su destino, cuyas fronteras se pierden en la negrura de la fatiga y el hambre o en las tinieblas del matrimonio y la prostitución.*

**No confiemos a ningún gobierno la solución de nuestros problemas. Los gobiernos son los representantes del capital, y, por lo mismo, tienen que oprimir al proletariado.*

**El gobierno es tiranía porque coarta la libre iniciativa de los individuos y sólo sirve para sostener un estado social impropio para el desarrollo integral del ser humano. Los gobiernos son los guardianes de los intereses de las clases ricas y educadas, y los verdugos de los santos derechos del proletariado.*

**La necesidad social más urgente de México es la dignificación de la raza por el bienestar y la libertad, y esa necesidad no queda satisfecha con el mero hecho de tener derecho al voto, sino con el hecho de no depender de los amos para poder vivir.*

**El interés del rico es tener al pobre sujeto al salario. El interés del pobre es librarse del salario y vivir sin depender de amo. El rico necesita que haya pobres, pues de lo contrario el rico mismo tendría que trabajar...*

**El interés de la clase trabajadora es no tener patronos, y para hacer triunfar ese interés es necesario desconocer a los ricos el derecho de propiedad, y arrancar virilmente de sus manos la tierra y la maquinaria de producción para el servicio de todos.*

**La abolición de la miseria se obtendrá cuando el trabajador se haga el propósito de desconocer el derecho de propiedad.*

**Abolir el principio de la propiedad privada significa el aniquilamiento de todas las instituciones, políticas, económicas, sociales, religiosas y morales que componen el ambiente dentro del cual se asfixian la libre iniciativa y la libre asociación de los seres humanos que se ven obligados, para no perecer, a entablar entre sí una encarnizada competencia, de la que salen triunfantes, no los más buenos, ni los más abnegados, ni los mejores dotados en lo físico, en lo moral o en lo intelectual, sino los más astutos, los más egoístas, los menos escrupulosos, los más*

duros de corazón, los que colocan su bienestar personal sobre cualquier consideración de humana solidaridad y de humana justicia.

**Todos los males que aquejan al ser humano provienen del sistema actual, que obliga a la mayoría de la humanidad a trabajar y a sacrificarse para que una minoría privilegiada satisfaga todas sus necesidades y aun todos sus caprichos, viviendo en la ociosidad y en el vicio. Para acabar con todo esto es preciso que los trabajadores tengan en sus manos la tierra y la maquinaria de producción, y sean ellos los que regulen la producción de las riquezas atendiendo a las necesidades de ellos mismos.*

**Mientras haya pobres y ricos, gobernantes y gobernados, no habrá paz, ni es de desearse que la haya porque esa paz estaría fundada en la desigualdad política, económica y social de millones de seres humanos que sufren hambre, ultrajes, prisión y muerte, mientras una pequeña minoría goza de toda suerte de placeres y de libertades por no hacer nada.*

**No hay que ser masa: hay que ser conjunto de individualidades pensantes, unidas entre sí para conseguir fines comunes a todos; pero que cada uno, sea hombre o sea mujer, piense con su propia cabeza, que cada uno haga esfuerzos para dar una opinión sobre lo que es preciso hacer para obtener el logro de nuestras aspiraciones, que no son otras que la libertad de todos fundada en la libertad de cada uno; el bienestar de todos, fundado en el bienestar de cada uno, y para llegar a esto, necesario es destruir lo que se opone, la desigualdad, haciendo que en la tierra, las herramientas, las máquinas, las provisiones y las casas, todo cuanto existe, ya sea producto natural o producto de la industria y de la inteligencia del hombre, pasen de las pocas manos que actualmente las tienen, a las manos de todos, hombres y mujeres, para producir en común, cada quien según sus fuerzas y aptitudes, y consumir cada quien según sus necesidades.*

**Ríe el capitalismo ante las masas obreras que votan, porque sabe bien que el gobierno es el instrumento de los que poseen bienes materiales y el natural enemigo de los desheredados, por socialista que sea...Para el pobre, el gobierno es un verdugo.*

**La autoridad tiene razón de ser bajo el sistema de propiedad privada o individual, pues está ella encargada de hacer perdurar la desigualdad social impidiendo que los pobres se hechen sobre los ricos.*

**Violo la ley escrita por el burgués, y esa violación contiene en sí un acto de justicia, porque la ley autoriza el robo del rico en perjuicio del pobre, esto es, una injusticia, y al arrebatar yo al rico parte de lo que nos ha robado a los pobres, ejecuto un acto de justicia.*

**El error de la humanidad ha consistido en quererse liberar de la miseria y de la tiranía dejando en pie la causa de esos males, que es el derecho de propiedad privada, y sus naturales consecuencias: el gobierno y la religión; porque la propiedad individual necesita un perro que la cuide: el gobierno y un embustero que mantenga al pobre en el temor de Dios para que no se rebelde: el sacerdote. Yo voy contra el capital, la autoridad y la religión.*

**El obstáculo para la fraternización de los pueblos: la sería barrera que se levanta frente a esa humana aspiración y que impide su logro, es el principio de la propiedad privada, la abundante fuente de discordia que hace del hombre el enemigo del hombre y para cuya salvaguardia se hace indispensable la supervivencia del principio de autoridad.*

**La burguesía ve con horror el fraternizamiento de las razas humanas. La burguesía quiere mantener vivo el odio de razas, para explotar a su favor el sentimiento patrimonial.*

**Los gobiernos y los capitalistas hacen las guerras, empujan a los trabajadores de los distintos pueblos a exterminarse los unos a los otros, para el provecho personal de un reducido número de parásitos, y los ministros de las religiones abren de antemano las puertas del cielo a aquellos que con mejor éxito abran el vientre de sus hermanos de cadenas.*

**Las escuelas oficiales educan al pueblo en el sentido de hacer de cada hombre un sostenedor del sistema actual.*

(Ricardo Flores Magón)

*A mi MADRE y
a mi PADRE
(GRACIAS por todo el apoyo de siempre)*

A mis abuelas y abuelos

A mis hermanas y hermanos

A mis sobrinas y sobrinos

A mis tías y tíos

A mis primas y primos

Al Pueblo Trabajador

y especialmente a ELLA

¡VIVA TIERRA Y LIBERTAD!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dra. Ma. De Lourdes Segura Puertas el haberme dado la oportunidad de trabajar bajo su dirección, lo cual me permitió acercarme al Caribe; al igual que reconozco y agradezco su paciencia, tolerancia y apoyo para la realización de este trabajo.

Gracias al Dr. José N. Álvarez Cadena por la apoyo con los copépodos, por sus consejos académicos y principalmente por su ayuda en las buenas y en las malas. Gracias también a Matilde y a Yazmin por compartir máquina y buen ambiente en el laboratorio.

Igualmente gracias al M. en C. Francisco Ruiz R., al Biol. Luis Sánchez y a Ana por la ayuda en el trabajo de campo, por su camaradería y por los ratos de buen humor en Cozumel.

También agradezco al M. en C. Uriel Ordóñez por haber revisado este trabajo, así como por sus comentarios y sugerencias, también por la cuestión estadística y por su apoyo en Mérida. Buena onda

A la Biol. Maricela Vicencio y al M. en C. Faustino Zavala gracias por haber aceptado formar parte del jurado y por sus revisiones comentarios y sugerencias.

Gracias a la Estación Puerto Morelos del ICMYL de la UNAM por el uso, 'por casi tres años', de sus instalaciones y equipo.

A todo el personal administrativo de la Estación, desde secretarías hasta intendentes, incluyendo vigilantes, les agradezco su ayuda, paciencia y camaradería y les pido disculpas por si llegue a ser latoso.

A todos y cada uno de los miembros del personal académico, Investigadores y Técnicos, de la Estación, mis respetos, mi reconocimiento y gracias por su ayuda.

Agradezco a la Fundación de Parques y Museos de Cozumel (la pura ohgarquía regional) por el apoyo económico (minibeca) y por permitirnos hacer uso de las instalaciones del Parque Chankanaab. Ya que

Gracias al Pueblo Trabajador sin cuyo esfuerzo, yo creo, no habría ni Estación, ni ICMYL, ni UNAM, ni investigación, ni fundaciones.

Al casi Geógrafo Ángel Loreto muchas gracias por los mapas y dibujos. Chido mi buen.

A los compañeros y compañeritas con quienes coincidí, entre algunas cosas, con la residencia en la Estación gracias por soportarme, o al menos por haberlo intentado.

A toda la ¿banda?-gente-animales que para bien o para mal me ha tocado conocer gracias por lo mismo.

Gracias a la Biol. Judith Medina V. a Juan Carlos, y a su amigo Juan Manuel por la ayuda y por haberme permitido hacer uso de las instalaciones y el equipo de cómputo de la Secretaría en que trabajan, que en este caso conmigo sí fue Pública.

Gracias a todas las "Profas y Profes" que tuve a lo largo de esta larga carrera, que hice de obstáculos y de resistencia, que comencé desde los 5 años

Por último, pero no en mi corazón, ni en mi mente, ni en mi vida, agradezco especialmente a I.Q. Blanca NATALLA (sonrisa bonita) por su constante estímulo, apoyo, compañía, afecto y por su ayuda en la máquina, sin ella seguramente me hubiera tardado más en terminar. Pero principalmente le agradezco el haberme hecho sentir vivo por casi un año. Conocerme es lo mejor que me ha pasado. Como te voy a olvidar.

ÍNDICE

RESUMEN

1.0 INTRODUCCIÓN	. 1
1.1 Objetivo general	. 3
1.2 Objetivos particulares.	. 3
2.0 ANTECEDENTES	. 4
3.0 ÁREA DE ESTUDIO	. 7
4.0 MATERIAL Y MÉTODOS	.11
4.1 Actividades de campo	.11
4.2 Actividades de laboratorio	.12
4.3 Análisis de los datos	.13
5.0 RESULTADOS	.15
5.1 Parámetros hidrológicos	.15
5.2 Composición y densidad de la fauna pláncica	.16
5.3 Estructura de la comunidad zoopláncica	.20
6.0 DISCUSIÓN	.22
7.0 CONCLUSIONES	.28
8.0 LITERATURA CITADA	.31
8.1 Apéndice	.35
9.0 FIGURAS	.36

RESUMEN

Se analizaron las fluctuaciones temporales en composición y abundancia del zooplancton en relación con la temperatura y la salinidad ambientales en el Parque Marino Chankanaab en Cozumel, Q. Roo. Se realizaron muestreos mensuales durante 1995 y 1996 en la Laguna Chankanaab y en la zona nerítica adyacente. Los arrastres fueron manuales y superficiales, utilizando una red cónica de 0.33 mm de abertura de malla. Los muestreos se efectuaron durante el crepúsculo. El análisis cuantitativo reveló variaciones temporales en las densidades del zooplancton. En el ambiente lagunar, la densidad promedio bianual de zoopláncteres fue de 716.7 ind/10m³ de agua, con valores extremos de 270 y 1670.6 ind/10m³. En 1995 se registraron 3 pulsos zooplácticos de máxima densidad, el más elevado fue en julio. En 1996 las densidades decrecieron, observándose también 3 pulsos importantes, el más alto se registró en abril.

En la región nerítica la densidad promedio bianual fue más alta (1390.9 ind/10m³), con valores extremos de 276 y 2755.3 ind/10m³. En 1995 se registraron 2 pulsos zooplácticos de máxima densidad, el más alto ocurrió en mayo. En 1996 hubo 3 pulsos máximos, el más pronunciado se presentó en marzo. El análisis cualitativo dió como resultado la determinación de 29 taxa de los cuales 25 se registraron en el ambiente lagunar y 28 en la zona nerítica. En la laguna dominaron las larvas de peces, los copépodos y las larvas de decápodos, comprendiendo en conjunto cerca del 60 % de los zoopláncteres recolectados. En la zona nerítica, los copépodos contribuyeron con las mayores densidades, alcanzando más del 60 % de las capturas totales. No se obtuvieron correlaciones significativas entre la temperatura y la salinidad con la densidad y composición del zooplancton, lo cual sugiere que las fluctuaciones observadas pueden ser debidas a otros factores como la disponibilidad de alimento, la actividad reproductora, la depredación y la competencia.

1.0 INTRODUCCIÓN

Dentro del inmenso mundo marino ocurren un gran número de interacciones entre los componentes bióticos y abióticos que conforman este complejo ecosistema.

El plancton es uno de esos componentes bióticos y tiene un papel de fundamental importancia en la dinámica ecológica de los océanos. El término plancton (del griego *planktos*, errante, que deriva) comprende a organismos, la mayoría de ellos microscópicos, cuya capacidad de movimiento es relativamente baja, de tal forma que su distribución horizontal a gran escala está determinada por los desplazamientos de las aguas que habitan y no por su propia movilidad (Boltovskoy, 1981a).

En términos de su papel ecológico el plancton se divide en 2 grupos. el **holoplancton**, compuesto por organismos que forman parte del plancton durante todo su ciclo de vida y el **meroplancton**, integrado por organismos que pasan solo una parte de su ciclo de vida en esta comunidad (principalmente durante las fases de huevo o larva) y una vez adultos pasan a formar parte del bentos o del necton (Smith, 1977; Omori e Ikeda, 1984, Gasca *et al* , 1996).

La importancia del zooplancton radica en que los grupos de herbívoros, principalmente los crustáceos, entre los que destacan los copépodos, actúan como consumidores primarios. Estos, convierten y transfieren la energía y materia vegetal de los productores primarios (**fitoplancton**), a otros niveles tróficos superiores, entre los que se encuentran especies que forman parte de los recursos pesqueros de importancia comercial a nivel mundial; desde las fases larvianas de una gran variedad de peces, hasta algunas grandes ballenas, incluyendo moluscos, crustáceos y otros invertebrados de importancia comercial (Björnberg, 1981; Ciechomski, 1981; Campos y Suárez, 1994; Suárez, 1996; Gasca *et al.*, 1996)

La distribución, composición y abundancia del zooplancton depende de un conjunto de condiciones hidrológicas y biológicas, por lo que la presencia de ciertos grupos de zoopláncteres, en determinadas zonas, indica la ocurrencia de ciertas condiciones medioambientales, como corrientes, surgencias, presencia de anillos fríos o cálidos; también pueden indicar condiciones de eutroficación u oligotrofia. Es decir, mediante el estudio del zooplancton se puede estimar la productividad general y la situación ecológica de un ecosistema (Van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Campos y Suárez, 1994; Suárez, 1996; Gasca *et al.*, 1996)

Algunos grupos del zooplancton son importantes desde el punto de vista médico, tal es el caso de algunos copépodos que funcionan como vectores de transmisión de ciertas toxinas y bacterias del medio, a niveles tróficos superiores (Campos y Suárez, 1994); o bien algunas especies de quetognatos, que son hospederos intermediarios de ciertos parásitos de peces que se utilizan para el consumo humano (Boltovskoy, 1981b). En algunas regiones del mundo el zooplancton es utilizado como fuente directa de alimento humano y como forraje para animales de granja y ganado (Boltovskoy, 1981c; Gasca *et al.*, 1996).

No obstante esta importancia, existen aún varias regiones en nuestro país donde el zooplancton es prácticamente desconocido. Así, el propósito fundamental de este trabajo es contribuir a incrementar el conocimiento de esta fauna en uno de nuestros litorales escasamente estudiado desde este punto de vista.

Este trabajo formó parte del proyecto “Ecología y manejo del ambiente marino del Parque Chankanaab”, realizado por investigadores de la Estación Puerto Morelos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la U.N.A.M., en convenio con la Fundación de Parques y Museos de Cozumel.

OBJETIVOS

1.1 Objetivo general:

- Conocer la composición y abundancia de la fauna pláncica en los ambientes lagunar y región nerítica adyacente del Parque Chankanaab durante dos ciclos anuales (1995-1996).

1.2 Objetivos particulares:

- Determinar sistemáticamente, a diferentes categorías, los taxa del zooplancton que caracterizan a los dos ambientes antes mencionados.
- Evaluar las variaciones temporales en composición y abundancia de esta fauna a lo largo del período muestreado.
- Evaluar los patrones de distribución temporal de la fauna pláncica en relación con la temperatura y la salinidad superficiales.

2.0 ANTECEDENTES

En el Mar Caribe, se han realizado una serie de trabajos sobre zooplancton abordando diversos temas, que comprenden desde taxonomía, hasta productividad secundaria, incluyendo la composición, distribución y abundancia general de los principales grupos que lo conforman

Entre estos trabajos destacan los de Legaré (1961), quien estudió la abundancia, composición y distribución del zooplancton en la región de Cariaco, Venezuela. Lewis y Fish (1969), describieron los cambios estacionales del zooplancton en un periodo de dos años, discutiendo la relación entre las fluctuaciones estacionales y la hidrografía local de la costa occidental de Barbados. Bacon (1971), abordó la variación estacional de la composición y productividad del plancton en un ambiente estuarino neotropical en Trinidad.

Un año más tarde Owre y Foyo (1972), realizaron una investigación sobre la distribución del zooplancton en el Mar Caribe. Moore y Sander (1976), compararon aspectos cualitativos y cuantitativos de la fauna pláncica de aguas costeras asociadas con áreas arrecifales muy parecidas en Barbados y Jamaica. De la misma manera Moore y Sander (1977), efectuaron estudios cualitativos y cuantitativos del zooplancton a través de la columna de agua para analizar, en intervalos de frecuencia calculada, las variaciones y determinar sus causas, cerca de Barbados.

Rodríguez (1978), realizó un estudio preliminar sobre la distribución espacial del zooplancton, simultáneamente en los planos vertical y horizontal, en una laguna costera de Venezuela

Youngbluth (1979), analizó la variedad y abundancia del zooplancton en las aguas costeras de Puerto Rico. Este mismo autor (1980), describió las variaciones diarias, estacionales y anuales durante un periodo de tres años, de la biomasa, densidad y variedad del zooplancton, en relación

con las condiciones hidrológicas y meteorológicas, en tres regiones de una bahía de Puerto Rico. Ferraris (1982), estudió el zooplancton de aguas superficiales adyacentes a un arrecife coralino de Belice. Urosa (1983), determinó la composición, densidad y biomasa de los grupos presentes en el zooplancton y sus fluctuaciones horizontales y verticales, correlacionándolas con los factores físico-químicos del medio y con el fitoplancton, en una área de posible actividad petrolera en Venezuela. Yoshioka *et al.* (1985), describieron los procesos oceanográficos que controlaban una comunidad de zooplancton de aguas oceánicas superficiales, cerca de Puerto Rico.

Una década más tarde Bernal y Zea (1993), relacionaron las variaciones de diferentes taxa del zooplancton en relación con los factores ambientales, a partir de muestreos superficiales, tomados a lo largo del día y la noche en el Caribe colombiano. Webber *et al.* (1996), describieron la distribución del zooplancton y la estructura de la comunidad, en una región de la costa sur de Jamaica.

En la parte noroccidental del Caribe, en la plataforma cubana, la mayor parte de los estudios han sido realizados conjuntamente por campañas cubano-soviéticas. Entre los trabajos que destacan se encuentran los de Fabrè (1976, 1985, 1986), quien analizó la composición cuantitativa y cualitativa del zooplancton, en las regiones suroriental, noroccidental y sureste de la plataforma cubana. Campos (1981), estudió las características de la distribución cuantitativa y cualitativa del zooplancton en la región suroeste de Cuba.

En la zona costera del Caribe mexicano, los estudios que se han realizado sobre la fauna plánctica son recientes, iniciándose a principios de la década de los '90. Suárez y Gasca (1990a), realizaron un estudio acerca del zooplancton asociado a las praderas de *Thalassia testudinum*,

determinando sus variaciones en un ciclo de 24 horas, en la laguna de Puerto Morelos, Q. Roo

Estos mismos autores (1990b), resumieron algunos de los aspectos básicos del zooplancton que habita en la Bahía de la Ascensión, Q. Roo, incluyendo observaciones generales sobre las biomásas, la interacción depredadores zooplánticos-larvas de peces y la composición específica de los grupos más abundantes.

Posteriormente Gasca y Castellanos (1993), describieron la composición general, la abundancia, la distribución y la biomasa del zooplancton de la Bahía de Chetumal, Q. Roo. Gasca *et al.* (1994), analizaron comparativamente algunos aspectos generales de la comunidad zooplántica que habita en las Bahías de la Ascensión y Chetumal. Suárez y Gasca (1994), registraron las variaciones mensuales de la biomasa-peso húmedo del zooplancton recolectado en 12 estaciones de muestreo en aguas poco profundas de la Bahía de la Ascensión, Q. Roo. Álvarez-Cadena *et al.* (1996), realizaron un estudio preliminar sobre el zooplancton de la Laguna Bojórquez, Q. Roo. Posteriormente Álvarez-Cadena y Segura-Puertas (1997), analizaron las fluctuaciones temporales del zooplancton y las asociaciones de especies de copépodos del Sistema Lagunar Nichupté, en la zona norte de Q. Roo.

En el litoral cozumeleño, este es el primer estudio que se realiza sobre la fauna plántica.

3.0 ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Chankanaab (mar pequeño en lengua Maya) se localiza en la parte occidental de la Isla Cozumel, aproximadamente 10 km al sur de San Miguel de Cozumel (Fig 1), en las coordenadas 20°26 3' N y 86°59 8' W (Rodríguez-Martínez y Jordán, 1996).

Según el sistema de clasificación de Köppen, modificado por E. García, en la isla se presenta un clima de tipo tropical húmedo-cálido (García, 1990). La temperatura media anual varía de 22 a 26°C (Vidal-Zepeda, 1990a).

En la isla predominan los vientos alisios del sureste. Los vientos fríos del norte se presentan en la región durante el invierno (Pérez-Villegas, 1990). Las lluvias son abundantes en el verano, aunque también existe un alto porcentaje de precipitación en el invierno (época de nortes). La precipitación media anual es de 1500 a 2000 mm (Vidal-Zepeda, 1990b). La isla se encuentra expuesta a huracanes los cuales ocurren entre junio y noviembre con una alta incidencia en septiembre (González-López, 1989).

Las características geomorfológicas de la Laguna Chankanaab corresponden con las de un cenote (dolina), típicos de zonas kársticas, muy comunes en los sustratos calcáreos de la Península de Yucatán. Esta formación lagunar del parque, no corresponde a una laguna costera propiamente dicha, sino, más bien, a una entrada de mar intercomunicada por un túnel submarino (De la Torre *et al.*, 1982). Existen varios túneles que se originan en la laguna, pero sólo uno comunica directamente con el mar, los otros se dirigen tierra adentro, hacia el este-sureste (túnel del mirador) y al nor-noroeste (Fig. 2 A).

El túnel submarino mide aproximadamente 40 m de longitud y se encuentra orientado de este a oeste, permitiendo un intercambio con las aguas del Canal de Cozumel, por el cual, y más notoriamente en el borde del talud de la isla, pasa un ramal de la corriente oceánica del Caribe, que posteriormente formará, al pasar por el Canal de Yucatán, el componente principal de la Corriente del Golfo. Esto determina que las aguas que cubren la plataforma de la isla, frente a la Laguna Chankanaab, sean aguas oceánicas típicas del Caribe (Jordán *et al.*, 1986).

La laguna ocupa una superficie aproximada de 2580 m² (Suárez y Vilches, 1982) y mide alrededor de 70 X 45 m en sus ejes máximos. Por lo que se refiere al volumen de agua, los valores que proporcionan los distintos autores difieren entre sí. Suárez y Vilches (1982), calculan un volumen mínimo de 3580 m³ y uno máximo de 4280 m³. Jordán *et al.* (1986), lo estiman en 3050 m³ al nivel medio del mar, sin tomar en cuenta los túneles del mar y del mirador, a los cuáles les calculan una capacidad mínima de 660 y 900 m³ respectivamente, lo cual implicaría que el volumen del sistema estaría comprendido entre 4500 y 6000 m³.

La batimetría de la laguna comprende una cuenca de forma regular con dos niveles principales, uno somero en la parte sur, donde la profundidad media es de 1.05 m y otro más profundo en la parte central y norte, con una profundidad media de 1.70 m. Las profundidades mayores de la laguna, más de 3 m, se localizan en la parte sur y oriental, en las bocas de los túneles del mar y del mirador; en donde, paralelas a la orilla de la cuenca, se encuentran unas pequeñas crestas coralinas formadas originalmente por especies de acropóridos, cuya profundidad, espesor y altura son variables (Jordán *et al.*, 1986, Ruiz-Rentería, com pers.). A medida que se alejan de las bocas de los túneles, estas crestas se vuelven discontinuas (Fig. 2 A).

El sedimento que cubre el fondo de la laguna es de arenas calcáreas, con una fina capa de limo calcáreo que se vuelve muy gruesa dentro de los túneles submarinos. En la parte sur, en la zona entre las bocas de los túneles, el fondo es firme con grava gruesa formada de los restos de corales ramificados, cubierto por una fina capa de limo arcilloso y un poco de arena calcárea (Jordán *et al.*, 1986).

En la región nerítica adyacente, frente a la boca del túnel, que se encuentra a 2 m de profundidad, se extiende una estrecha plataforma de 2.5 a 3 m de profundidad que cae a otra plataforma de 4.2 m de profundidad que se va sumergiendo hasta alcanzar el talud de la isla a 18-20 m de profundidad; a partir de este punto el talud desciende casi verticalmente hasta más de 400 m de profundidad. La extensión de la plataforma de la isla, entre el túnel del mar y el borde del talud no sobrepasa los 500 m (Jordán *et al.*, 1986)

Las aperturas del túnel del mar que parten de la laguna y desembocan en el mar no presentan el mismo tipo de formaciones coralinas. El fondo de este túnel es irregular, con desprendimientos rocosos en su interior y corre a una profundidad variable, entre -4 y -6 m, por lo que el techo del túnel se encuentra siempre a mayor profundidad que el piso lagunar (Fig 2 B).

En cuanto a los otros túneles, estos se dirigen tierra adentro, en donde aparentemente se continúan subdividiendo y a la vez haciéndose cada vez más estrechas sus ramificaciones.

Existe un intercambio de agua y de sedimentos en suspensión entre la laguna y el mar y viceversa. Las mareas son los mecanismos de intercambio y renovación de agua, por lo que el volumen del flujo y reflujos depende de ellas. El flujo de agua a través del túnel permite que en su interior se mantenga una cantidad considerable de organismos como esponjas, corales, peces y

crustáceos (De la Torre *et al.*, 1982; Suárez y Vilches, 1982; Jordán *et al.*, 1986). Al parecer la única entrada de agua dulce al sistema lagunar es debida a la precipitación pluvial, ya sea directamente, por escurrimientos, o por aportes mínimos de depósitos subterráneos de agua de lluvia filtrada a través de fisuras en el suelo calcáreo (Ruiz-Renteria, com. pers)

La biota en la laguna y en la zona nerítica adyacente está caracterizada por numerosas especies de macroalgas pertenecientes a los Géneros *Laurencia*, *Caulerpa*, *Cladophora*, *Centroceas* e *Hypnea*, entre otros (Van Tussenbroek y Collado, 1995). Jordán (1995) registró 10 especies de corales Escleractíneos. Asimismo, existe una gran diversidad de crustáceos, principalmente decápodos como langostas, camarones y cangrejos. En la laguna se encuentran caracoles del Género *Strombus*, introducidos aparentemente por el hombre (Lozano-Álvarez y Briones, 1995). En cuanto a la ictiofauna destacan los peces lora, pargos, peces ángel, cofre y barracudas, entre muchos otros que caracterizan la biota arrecifal (Suárez y Vilches, 1982; Jordán *et al.*, 1986).

4.0 MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Actividades de campo

Las muestras de plancton se recolectaron mensualmente durante 1995 y 1996 en dos localidades de muestreo. La estación L estuvo situada en la Laguna Chankanaab y la estación M, en la zona nerítica adyacente (Fig. 2A).

Los arrastres se realizaron utilizando una red cónica de 0.40 m de diámetro en la boca, 1.20 m de longitud y con una abertura de malla de 0.33 mm.

Los arrastres manuales y cerca de la superficie (0.1 a 1 m de profundidad) se realizaron tratando de evitar la resuspensión de sedimentos, con la finalidad de minimizar las perturbaciones del agua. Estos arrastres se llevaron a cabo haciendo un recorrido lineal de 120 m de longitud en ambas localidades. Debido a que la porción más amplia de la laguna mide un poco más de 60 m, el arrastre fue doble para cubrir los 120 m (Fig. 2A). Con el objeto de obtener muestras representativas de la fauna pláncica, los muestreos se realizaron después de la puesta del sol (entre las 17:15 y 20:55 hrs., dependiendo de la época del año); ya que muchos de los zoopláncteres permanecen cerca del fondo durante el día, pero se encuentran en la columna de agua después de oscurecer (Herman y Beers, 1969, Youngbluth, 1979, 1980; Bernal y Zea, 1993).

Debido a que no se contó con un flujómetro de baja velocidad el volumen de agua filtrada a través de la red se calculó con base en la distancia recorrida por ésta durante los arrastres, con la fórmula dada por Boltovskoy (1981d).

$$VF = \pi \times r^2 \times d$$

donde: $\Pi = 3.1416$

r^2 = Radio de la red.

d = Distancia recorrida por la red

El material pláctico recolectado se fijó y conservó en una solución de formaldehído al 4%, amortiguado con una solución de borato de sodio, de acuerdo a lo recomendado por Smith y Richardson (1979).

Los parámetros hidrológicos, temperatura y salinidad, en ambas estaciones, se obtuvieron utilizando sondas de registro continuo marca Hidrolab, modelo DS3, estas tuvieron una precisión de $\pm .1$ °C y de $\pm .2$ UPS (Unidad Práctica de Salinidad) y se encontraban suspendidas a no más de 3 m de profundidad (Ruiz-Rentería, com. pers.).

4.2 Actividades de laboratorio

Todos los componentes del zooplancton fueron separados en los diferentes taxa y cuantificados en su totalidad para cada una de las muestras recolectadas. El conteo de los zoopláncteres se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico y una cámara Bogorov. El trabajo taxonómico se llevó a cabo con la ayuda de literatura especializada entre la que destacan los trabajos de Trégouboff y Rose (1957), Smith (1977) y Todd y Laverack (1991). Los datos obtenidos se estandarizaron a 10m³ de agua filtrada con base en la fórmula dada por Ordóñez-López (1997).

$$N = \frac{n \times 10}{v}$$

donde: N = Densidad (No. individuos en 10 m³ de agua filtrada).

n = Número de individuos en la muestra total.

v = Volumen de agua filtrada (m³) en cada arrastre.

La abundancia relativa total (%) se determinó estimando El número de individuos pertenecientes a x grupo entre el número total de individuos en la muestra multiplicado por 100.

4.3 Análisis de los datos

El análisis de los principales descriptores de la estructura comunitaria se realizó utilizando procedimientos analíticos y estadísticos del programa ANACOM (Análisis de Comunidades) elaborado por De la Cruz (1994).

Dominancia. Para la jerarquización de los distintos taxa se utilizó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual toma en consideración las medidas relativas a la abundancia y a la frecuencia con que aparecen los diferentes grupos y considera como grupos dominantes los que presentan un IVI mayor del 10% (Ordóñez-López, 1997).

$$IVI = A\% + B\%$$

donde: A% = Abundancia relativa
B% = Frecuencia relativa.

Riqueza. Es el número de grupos presentes en cada estación y/o mes (Ordóñez-López, 1997).

Índice de Similitud. Se basa en la comparación de la distribución de las abundancias de los grupos con base en su presencia o ausencia en las dos estaciones muestreadas, durante el período estudiado. Para esto se recurrió al Coeficiente de Jaccard (C), el cual es una expresión sencilla de similaridad entre estaciones y/o grupos, definido por la expresión matemática:

$$C = \frac{a}{a + b + c}$$

donde: a = Número de grupos comunes entre la estación L y M.

b = Número de grupos que ocurren en la estación L pero no en la estación M.

c = Número de grupos que ocurren en la estación M pero no en la estación L.

En caso de similitud completa el índice es igual a 1 y si las muestras son disimiles y no tienen grupos en común es igual a 0 (Magurran, 1988):

Correlación de variables. Para evaluar las posibles relaciones entre las variables bióticas (densidad de los zoopláncteres) y abióticas (temperatura y salinidad), se utilizó el método de correlación de Pearson. El objetivo de este análisis es obtener información acerca de la intensidad de la relación entre dos variables (Sokal y Rohlf, 1980). Está dado por la fórmula:

$$R_{y.1\dots k} = \frac{SC \text{ (regresión)}}{SC \text{ (total, ajustado)}}$$

donde: $SC \text{ (regresión)} = B'a X'a Y_a = R^2_{y.1\dots k} Y'a Y_a \quad k \text{ gl}$

$SC \text{ (error)} = Y'Y - BX'Y = Y'a - B'a X'a Y_a = (1 - R^2_{y.1\dots k}) Y'a Y_a \quad n-k-1 \text{ gl}$

la ecuación implica un procedimiento secuencial de cálculo:

$$1-R^2_{y.1\dots k} = (1-r^2_{y1})(1-r^2_{y2.1}) \dots (1-r^2_{yk.1\dots k-1}).$$

5.0 RESULTADOS

5.1 Parámetros Hidrológicos

Las variaciones temporales de las principales variables hidrológicas fueron analizadas por Ruiz-Rentería (1995, 1996) Para el presente estudio se proporcionan las oscilaciones mensuales superficiales de la temperatura y salinidad.

La temperatura promedio que se registró durante 1995 en la Laguna Chankanaab a la hora de realizar los arrastres de plancton fue de 28.2°C; el valor más alto que se observó fue de 29.5°C en el mes de septiembre y el más bajo fue de 26.7°C en febrero. En 1996 la temperatura promedio fue de 28°C, registrándose en septiembre nuevamente el valor más alto con 29.6°C y el más bajo en enero con 26.4°C (Fig. 3).

En la zona nerítica adyacente el promedio de la temperatura durante 1995 fue de 28°C, los valores extremos fueron 29.4°C en septiembre y 26.7°C en febrero. En 1996 la temperatura promedio fue de 27.9°C; en septiembre se observó el valor más alto con 29.5°C y en febrero y marzo el más bajo con 26.3°C (Fig. 3).

La salinidad promedio en la laguna durante 1995 fue de 36 ppm; el valor más alto se registró en septiembre con 36.3 ppm y el más bajo en enero con 35.7 ppm. Durante 1996 la salinidad promedio fue de 35.8 ppm; en abril se observó el valor más alto con 36.2 ppm y el más bajo en enero con 34.9 ppm (Fig. 4)

En la zona nerítica adyacente el promedio de la salinidad durante 1995 fue de 36.1 ppm, en marzo se registró el valor más alto con 36.5 ppm y en enero, julio y diciembre el más bajo con 35.9

ppm. En 1996 la salinidad promedio fue de 35.9 ppm, observándose en mayo el valor más alto cuando se registraron 36.4 ppm y el más bajo en enero con 35.3 ppm (Fig. 4).

Al aplicar la prueba de X^2 no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los valores de temperatura y salinidad registrados en cada uno de los ambientes muestreados tampoco entre estos, ni entre 1995 y 1996.

5.2 Composición y Densidad de la Fauna Pláctica

El análisis de los 75 880 zoopláncteres separados dió como resultado la determinación de 29 taxa pertenecientes a 1 Grupo, 11 Phyla, 3 Subphyla, 12 Clases, 4 Subclases, 3 Superórdenes y 10 Ordenes. De estos 29 grupos, 18 fueron holoplácticos y 11 meroplácticos.

La posición taxonómica de los zoopláncteres determinados se basa en los trabajos de Weisz (1971), Barnes (1974) y Brusca y Brusca (1990).

- Grupo Protozoa
 - Phylum Cnidaria
 - Clase Hydrozoa
 - Orden Siphonophora
 - Clase Scyphozoa
 - Phylum Annelida
 - Clase Polychaeta
 - Phylum Arthropoda
 - Subphylum Crustacea
 - Clase Branchiopoda
 - Orden Cladocera
 - Clase Maxillopoda
 - Subclase Ostracoda
 - Subclase Copepoda
 - Clase Malacostraca
 - Subclase Eumalacostraca
 - Superorden Hoplocarida
 - Orden Stomatopoda
 - Superorden Peracarida

Orden Mysida
 Orden Cumacea
 Orden Isopoda
 Orden Amphipoda
 Superorden Eucarida
 Orden Euphasiacea
 Orden Decapoda
 Phylum Mollusca
 Clase Gastropoda
 Subclase Opisthobranchia
 Orden Thecosomata (Pteropoda)
 Clase Bivalvia
 Clase Cephalopoda
 Phylum Sipunculida
 Phylum Bryozoa o Ectoprocta
 Phylum Branchiopoda
 Phylum Chaetognata
 Phylum Echinodermata
 Phylum Hemichordata
 Phylum Chordata
 Subphylum Urochordata
 Clase Thaliacea
 Clase Appendicularia
 Subphylum Vertebrata
 Clase Osteichthyes.

La abundancia promedio de zoopláncteres en la laguna durante 1995 fue de 826 5 ind/10m³, con un intervalo de 289.3 ind/10m³ en enero a 1670.6 ind/10m³ en julio. En este período se registraron 3 capturas máximas, uno en marzo con 1188.6 ind/10m³, otro en julio y agosto con 1670.6 y 1564.6 ind/10m³ respectivamente y uno más en octubre con 1302 ind/10m³. Durante 1996 las densidades de zoopláncteres decrecieron. La abundancia promedio fue de 607 ind/10m³, con un intervalo que osciló entre 270.6 ind/10m³ en agosto y 1012.6 ind/10m³ en abril. En este período se registraron, al igual que en el ciclo anterior, 3 recolecciones de mayor abundancia, uno el de abril, antes mencionado, otro en junio con 983.3 ind/10m³ y un tercero en octubre con 816 ind/10m³ (Fig. 5a).

En la zona nerítica adyacente la densidad promedio de zoopláncteres durante 1995 fue de 1381 ind/10m³, con valores extremos de 276 ind/10m³ en noviembre a 2755.3 ind/10m³ en mayo. En este ambiente marino se registraron 2 pulsos zooplácticos de máxima densidad, el de mayo, mencionado anteriormente y otro en agosto con 2404 ind/10m³. En 1996 la densidad promedio fue de 1400.9 ind/10m³, con valores extremos de 668.6 ind/10m³ en abril a 2551.3 ind/10m³ en julio. A lo largo de este período se registraron 3 valores de máxima densidad, uno en marzo con 2551.3 ind/10m³, el ya mencionado de julio y en septiembre el tercero con 2169.3 ind/10m³. (Fig. 5b)

Al comparar, con X², las densidades registradas, durante los 2 años, entre las 2 localidades de muestreo, si se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$).

Al aplicar el método de correlación de Pearson no se encontraron correlaciones significativas ($p < 0.05$) entre las densidades de zoopláncteres y las variables abióticas temperatura y salinidad (tabla 1).

Tabla 1. Valores obtenidos al correlacionar las densidades de zoopláncteres y los parámetros hidrológicos (temperatura y salinidad) en las dos localidades de muestreo durante el periodo estudiado.

Estación	L		M	
	1995	1996	1995	1996
Temperatura	0.137	-0.019	0.093	-0.125
Salinidad	0.370	0.062	0.154	-0.106

En el ambiente lagunar a lo largo de 1995, se identificaron un total de 23 taxa, de los cuales 7 (protozoarios, poliquetos, ostrácodos copépodos, cumáceos, anfipodos y huevos de pez) se registraron en todos los meses. Los eufáusidos y los braquiópodos se recolectaron en una sola ocasión. Las larvas de peces constituyeron el taxa más numeroso, representando el 30.3% de la abundancia total, le siguieron en orden decreciente los copépodos con el 18.1%, los poliquetos con el 11.4%, los huevos de pez con el 8% y los protozoarios con el 7.3%, comprendiendo en conjunto el 75.1% del total de zoopláncteres recolectados. Los 18 grupos restantes se registraron en número escaso, su porcentaje combinado fue sólo del 24.9% (Fig. 6a).

En 1996 se identificaron un total de 24 taxa, de éstos, 13 (protozoarios, poliquetos, gasterópodos, ostrácodos, copépodos, misidáceos, cumáceos, isópodos, anfipodos, larvas de decápodo, quetognatos, larvas y huevos de pez) estuvieron presentes todos los meses del año, mientras que los estomatópodos y las larvas nauplio se encontraron sólo en una ocasión. El taxa más numeroso fue el de los copépodos, representando el 23.6% de la abundancia total, le siguieron en orden decreciente las larvas de decápodos con el 22.7%, las larvas de pez con el 12.4%, los protozoarios con el 8.9% y los anfipodos con el 8.1%. Estos 5 grupos representaron el 75.7% del total. Los 19 grupos restantes comprendieron en su conjunto el 24.3% de la abundancia total de los zoopláncteres registrados (Fig. 6b).

En la zona nerítica adyacente durante 1995 la diversidad fue mayor, identificándose un total de 27 taxa, de los cuales 11 (protozoarios, medusas, sifonóforos, poliquetos, ostrácodos, copépodos, larvas de decápodo, quetognatos, larvas de equinodermo, larváceos y huevos de pez) aparecieron en todos los meses del año y 4 (cefalópodos, cladóceros, braquiópodos y hemicordados) se registraron sólo en una ocasión. Los copépodos fueron el taxa más abundante,

comprendiendo el 61% de la abundancia total, le siguieron en orden decreciente los huevos de pez con el 9.5% y los quetognatos con el 7.2%. Estos 3 grupos comprendieron el 77.7% de los zoopláncteres recolectados; los 24 grupos restantes en su conjunto representaron el 22.3% del total capturado (Fig. 7a). En 1996 se identificaron un total de 23 taxa, de los cuales 13 (protozoarios, medusas, sifonóforos, poliquetos, gasterópodos, ostrácodos, copépodos, larvas de decápodo, quetognatos, larvas de equinodermo, larváceos, larvas y huevos de pez) aparecieron durante todo el ciclo anual y los cladóceros y cumáceos sólo se registraron en 2 ocasiones. El grupo más abundante fue el de los copépodos con el 64.6%, le siguieron los larváceos con el 10% y los huevos de pez con el 8.4%; estos 3 grupos representaron el 83% de la abundancia total. Los 20 taxa restantes representaron solamente el 17% del total de zoopláncteres capturados (Fig. 7b)

5.3 Estructura de la Comunidad Zoopláctica

Dominancia. Con base en el Índice de Valor de Importancia (IVI) se registraron 8 grupos dominantes en el ambiente lagunar durante 1995 (Fig. 8a). Estos fueron: las larvas de pez (35.8%), los copépodos (24.1%), los poliquetos (17.3%), los huevos de pez (14%), los protozoarios (13.3%), las larvas de decápodo (11%), los cumáceos (10.6%) y los anfipodos (10.2%) A lo largo de 1996 se registraron 7 grupos dominantes (Fig. 8b), los copépodos (29.2%), las larvas de decápodos (28.2%), las larvas de pez (17.9%), los protozoarios (14.4%), los anfipodos (13.6%), los misidáceos (11.2%) y los huevos de pez (10%).

En la estación nerítica adyacente fueron 4 los taxa dominantes registrados en 1995 (Fig. 9a), los copépodos (66.4%), los huevos de pez (14.9%), los quetognatos (12.6%) y los larváceos

(12%). Durante 1996 sólo fueron 3 los grupos dominantes (Fig. 9b), los copépodos (70.1%), los larváceos (15.4%) y los huevos de pez (13.8%).

Riqueza. Durante 1995, en el ambiente lagunar, los meses con mayor riqueza fueron julio y diciembre, cuando se registraron 19 taxa, mientras que abril fue el mes con menor riqueza, cuando se registraron sólo 13 grupos. Durante 1996 en julio se registró la riqueza más alta con 21 taxa y en junio la más baja con 15 grupos (Fig. 10).

En la estación nerítica adyacente, durante 1995, mayo y julio fueron los meses que presentaron la mayor riqueza con 21 taxa y noviembre la menor con 15 grupos. En 1996 la mayor riqueza ocurrió en septiembre cuando se presentaron 22 grupos y la menor en abril cuando se registraron sólo 15 (Fig. 10).

Al comparar la riqueza de la fauna pláncica registrada en los dos ambientes a lo largo de los dos años de estudio, mediante el coeficiente de Jaccard, se obtuvo un valor de $C = 0.82$. Esto es, que en cuanto a su composición, las comunidades de la zona lagunar y de la zona nerítica son similares. Es importante hacer notar en que esta similitud está dada sólo a nivel de grupos, por lo que el coeficiente puede ser muy diferente si la comparación se hiciera con determinaciones a nivel específico.

Cabe aclarar que la colecta de protozoarios, en muchos de los arrastres, pudo haber sido accidental, esto debido a que en algunas ocasiones la red descendía más de 1 m y principalmente a que la técnica de colecta no es la específica para este tipo de plancton; por lo que su inclusión en los análisis cuantitativos y cualitativos debe de tomarse meramente como ilustrativa.

6.0 DISCUSIÓN

Los valores de temperatura obtenidos en el área investigada durante el periodo estudiado se encuentran dentro de los límites reportados por De la Torre *et al.* (1982) y Jordán *et al.* (1986). Los primeros autores registraron intervalos de 27.8 y 28°C a los segundos de 24.3 a 28.5°C.

Las temperaturas más bajas se registraron en los primeros meses de ambos años (enero-marzo), cuando dominan los vientos fríos provenientes del norte. La temperatura más alta se observó en septiembre, durante la época de mayor incidencia de tormentas tropicales y ciclones.

Al observar la gráfica de temperatura, por lo general el valor más bajo mensualmente se registró en la zona marina, aún cuando es mínima la diferencia, esto posiblemente sea ocasionado a que en la laguna se concentra más calor debido a su reducida área.

En cuanto a las salinidades los registros previos indican que las fluctuaciones fueron de 33.4 a 33.6 ppm (De la Torre *et al.*, 1982) y de 31.4 a 37.4 ppm (Jordán *et al.*, 1986).

Las salinidades más bajas se registraron en la época de nortes (enero) y las más altas de marzo a mayo (época de secas), cuando se presenta una elevada tasa de evaporación del agua.

La gráfica de salinidad indica que los valores más altos, por lo general, se presentaron en la zona marina con respecto a la laguna; esto posiblemente sea debido a que dada la reducida superficie de esta, el agua de lluvia disuelve una mayor cantidad de sales. Desafortunadamente no se pudo contar con registros mensuales confiables de la precipitación.

Las variaciones en las temperaturas y salinidades registradas a lo largo del periodo estudiado fueron mínimas, por lo que posiblemente estos factores no influyan de manera

determinante en la composición y abundancia de la fauna pláncica. Esto puede ser corroborado al no tener coeficiente de correlación no significativa a $p < 0.05$

El análisis cuantitativo reveló variaciones temporales en la abundancia del zooplancton con valores máximos de diferente magnitud. En el ambiente lagunar, el pulso zoopláncico más pronunciado se registró en julio y agosto de 1995, cuando, según Vidal-Zepeda (1990), las precipitaciones pluviales son considerables. Esto coincide con los resultados registrados por Gasca y Castellanos (1993), quienes obtuvieron las mayores densidades durante el período de lluvias de 1990 y 1991 en la Bahía de Chetumal Q. Roo. Asimismo, Suárez y Gasca (1994), en un estudio realizado durante un ciclo anual (de agosto de 1990 a julio de 1991) en la Bahía de la Ascensión, Q. Roo, obtuvieron los mayores promedios de biomasa zoopláncica durante la temporada de lluvias (junio, julio y octubre). De la misma manera, en otras regiones del Caribe, varios autores han obtenido resultados similares. Youngbluth (1980), registró incrementos en la abundancia del zooplancton durante la temporada de lluvias (mayo-octubre) en Puerto Rico. Yoshioka *et al.* (1985), cerca de la misma región, encontraron elevadas abundancias de zooplancton en julio, mencionando además que este aumento estaba relacionado con altas concentraciones de clorofila *a*.

En la zona nerítica adyacente los mayores valores de densidad zoopláncica se registraron en mayo de 1995 y marzo de 1996. Las elevadas concentraciones registradas en este ambiente están determinadas por la explosión demográfica de un solo taxa, el de los copépodos, lo cual puede ser una respuesta al incremento en la producción del fitoplancton

Al aplicar la prueba de X^2 con el fin de comparar entre las densidades de 1995 y 1996 para cada uno de los dos ambientes, se encontró que no había diferencias *significativas*. Cuando se compararon las densidades entre ambos ambientes, la diferencia si fue *significativa*, al igual que cuando se compararon entre ambos ambientes de manera anual.

La laguna presentó menos individuos por metro cúbico que la región nerítica. Esta diferencia puede atribuirse a un ingreso relativamente reducido de las aguas oceánicas, lo que ocasiona una penetración relativamente escasa de formas netamente oceánicas. Organismos holoplácticos como los sifonóforos, las medusas y los quetognatos, ingresan a este ambiente aparentemente sin éxito para el establecimiento de sus poblaciones, las cuales además, al pasar por el túnel, se ven sujetos a una alta tasa de depredación por parte de los organismos filtradores que viven en el túnel.

Esta diferencia en densidades puede deberse también a la gran diversidad y abundancia de los copépodos en el ambiente marino, mientras que estas situaciones de abundancia y riqueza específica fueron un tanto restringidas en la laguna (obs. pers.).

Al analizar las densidades de la fauna pláctica en relación con los factores ambientales como la temperatura y la salinidad no se observaron correlaciones *significativas*, por lo que estas variables hidrológicas posiblemente no tuvieron influencia directa sobre las fluctuaciones de las poblaciones. Resultados similares han sido obtenidos por Gasca y Castellanos (1993), quienes no encontraron correlaciones *significativas* entre las abundancias relativas del zooplancton y los factores hidrológicos, en la Bahía de Chetumal. Yoshioka *et al.* (1985), señalan que las variaciones en la abundancia del zooplancton en Puerto Rico, no son resultado de patrones temporales de inestabilidad dentro de los sistemas hidrográficos locales, sino que, más bien, estas

variaciones son debidas a cambios físicos de gran escala que afectan la mayor parte de esta región del Caribe

Durante el periodo de estudio, las temperaturas y salinidades no experimentaron grandes variaciones. Así, las fluctuaciones en densidad registradas, pueden ser ocasionadas por otros factores tales como la disponibilidad de alimento, la actividad reproductora, la depredación, la competencia, circulación de masas de agua, etc. Lewis y Fish (1969), observaron que las fluctuaciones estacionales del zooplancton en Barbados tenían una estrecha relación con los ciclos de reproducción. Youngbluth (1980) y Weber *et al.* (1996) afirman que las mayores variaciones en abundancia y variedad de las poblaciones de zooplancton, estuvieron relacionadas con los patrones locales de circulación de las aguas. Youngbluth (1980), encontró que las fluctuaciones en la abundancia del zooplancton, estuvieron controladas por las lluvias estacionales, influyendo además los diferentes tipos de conducta diurna de los zoopláncteres.

El análisis cualitativo reveló escasa variación en la composición de la fauna pláncica a lo largo del periodo muestreado.

En el ambiente lagunar existe una dominancia de formas meropláncicas, representadas principalmente por las larvas de peces y de decápodos. Es importante destacar que el zooplancton en este ambiente está constituido, además de sus elementos faunísticos propios, adaptados a condiciones de ambientes someros; por formas de origen oceánico como es el caso de ciertas especies de medusas, sifonóforos y quetognatos, aunque en números reducidos.

Las larvas de decápodos, así como las larvas de peces, han sido registradas como los grupos dominantes en otras áreas protegidas del Caribe mexicano. Suárez y Gasca (1990b) registraron a las larvas de decápodos, durante la primavera de 1986, como uno de los grupos más

abundantes (45-55%) en la Bahía de la Ascención, Q. Roo. En la Bahía de Chetumal, las larvas de decápodos constituyeron el grupo dominante (55%) y las larvas de peces ocuparon el segundo lugar (20%) del total de zoopláncteres capturados durante 1990 y 1991 (Gasca y Castellanos, 1993). Asimismo, en una laguna costera de Venezuela, Rodríguez (1978), encontró que una proporción importante del zooplancton recolectado estaba representado por las larvas de decápodos, las larvas de poliquetos y el ictioplancton. Muchos organismos utilizan los cuerpos de agua costeros (lagunas y estuarios), como lugar de desove y crianza, ya que son sistemas protegidos con aguas someras en las que existe una gran cantidad de alimento, lo cual favorece el desarrollo de numerosas especies (Yañez- Arancibia, 1986).

En contraste, en la zona marina adyacente, el grupo numéricamente dominante fue el de los copépodos, que pasan la totalidad de su ciclo de vida formando parte del plancton. Estos microcrustáceos son los consumidores primarios principales de prácticamente todos los mares, y a su vez constituyen el alimento primordial de numerosos peces y de otros organismos tanto pelágicos como bénticos (Björnberg, 1981).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores en diversas áreas neríticas y oceánicas del Mar Caribe; como Legaré (1961), Lewis y Fish (1969), Owre y Foyo (1972), Moore y Sander (1976 y 1977), Rodríguez (1978), Youngbluth (1979 y 1980), Campos (1981), Ferraris (1982), Fabré (1985 y 1986), Bernal y Zea (1993) y Weber *et al.* (1996); quienes han registrado a los copépodos como el grupo más abundante (50-84%) del zooplancton.

Las larvas de decápodos y de equinodermos, fueron recolectadas prácticamente en todos los meses, en ambas localidades de muestreo, por lo que no hay evidencia de que la eclosión de larvas estuviera confinada a un periodo particular del ciclo anual.

Al comparar la riqueza, en cuanto a grupos, de la fauna pláncica entre la zona lagunar y la región nerítica, las comunidades en ambos ambientes fueron similares. Este resultado coincide con lo registrado por Ferraris (1982) al estudiar el zooplancton en dos ambientes diferentes en las aguas de Belice; encontrando que más del 82% de los taxa determinados, fueron comunes en ambos ambientes (mar y laguna).

7.0 CONCLUSIONES

Las temperaturas y salinidades registradas no presentaron fluctuaciones amplias, por lo que se puede decir que hubo homogeneidad de estas variables en las dos localidades de muestreo a lo largo de los dos ciclos de estudio. Asimismo, debido a esa escasa variación, tampoco hubo evidencia de que estos factores influyeran de manera determinante en la composición y abundancia de los grupos de zooplancton.

De los 75 880 zoopláncteres registrados, se determinaron 29 taxa pertenecientes a 1 Grupo, 11 Phyla, 3 Subphyla, 12 Clases, 4 Subclases, 3 Superórdenes y 10 Ordenes. De estos 29 grupos 18 fueron holoplácticos y 11 meroplácticos.

En el ambiente lagunar dominaron las formas meroplácticas, como las larvas de peces y las larvas de decápodos, por lo que la laguna puede estar siendo utilizada como zona de desove y cría por estos organismos. Otros grupos dominantes en la laguna fueron: los copépodos, los poliquetos, los protozoarios, los huevos de pez, los anfípodos, los misidáceos y los cumáceos.

En la región nerítica dominaron las formas holoplácticas, como los copépodos, los quetognatos y los larváceos, además de los huevos de pez, los cuales forman parte del meroplancton.

Se registraron fluctuaciones temporales en la densidad y composición del zooplancton. Las mayores densidades tendieron a aumentar, principalmente, en los meses en que las lluvias son abundantes en la isla a lo largo de los dos ciclos anuales en las dos localidades de muestreo.

No se encontraron diferencias significativas al comparar las densidades registradas entre los dos ciclos de estudio, para cada ambiente. Sin embargo, al comparar las densidades entre las dos localidades de muestreo, sí se encontraron diferencias significativas.

En el ambiente lagunar la densidad registrada durante los dos ciclos de estudio fue de 17 202 ind/10m³.

En la zona nerítica adyacente la densidad fue de 33 383 ind/10m³, durante los dos ciclos de estudio, lo cual representó casi el doble de organismos, con respecto a la laguna.

El ambiente marino presentó más zoopláncteres por metro cúbico que la zona lagunar, lo cual puede deberse a la escasa penetración a la laguna de aguas oceánicas, o bien a la alta tasa de depredación a que se ven sujetos los organismos, al pasar a través del túnel a la laguna por parte de los filtradores que habitan en el túnel. Otra causa de esta diferencia en las densidades también puede ser debida a la gran diversidad y abundancia de los copépodos en el ambiente marino, mientras que estas situaciones de abundancia y ocurrencia de este grupo se vieron un tanto restringidas en la laguna.

No se observaron correlaciones significativas entre las variables hidrológicas (temperatura y salinidad) con las densidades de la fauna pláncica, por lo que las fluctuaciones en densidad registradas, a nivel de grupo, pueden ser debidas a otros factores como la disponibilidad de alimento, la reproducción, o bien a la competencia inter e intraespecífica.

Por lo que se refiere a la riqueza, en el ambiente lagunar durante 1995, el mayor número de taxa (19) ocurrió en julio y diciembre y el menor en abril (13). En 1996 la mayor riqueza se presentó en julio (21 grupos) y la menor en junio con 15

En la zona nerítica, durante 1995, la mayor riqueza se presentó en mayo y julio (21 taxa) y la menor en noviembre (15). En 1996 la mayor riqueza ocurrió en septiembre (22 grupos) y en abril la menor con 15.

Las comunidades de zoopláncteres determinadas en las dos localidades de muestreo fueron similares.

Tomando en cuenta que este es el primer trabajo en la zona sobre la variación estacional en la composición y abundancia del zooplancton, los resultados del presente estudio deben ser considerados como preliminares y pueden servir de base para futuros estudios en esta zona, que abarquen, entre otros temas, análisis de la producción primaria y/o secundaria.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Cadena, J.N. & L. Segura-Puertas. 1997. Zooplankton variability and copepod species assemblages from a tropical coastal lagoon. *Gulf Res. Rep.* 9(4):345-355.
- Álvarez-Cadena, J.N., M.E. Islas-Landeros & E. Suárez. 1996. A preliminary zooplankton survey in a Mexican Caribbean eutrophic coastal lagoon. *Bull. Mar. Sci.* 58(3):694-708.
- Bacon, P.R. 1971. Plankton studies in a Caribbean estuarine environment. *Carib. J. Sci.* 11(1-2):81-89.
- Barnes, R.D. 1974. *Invertebrate zoology*. W.B. Sanders Company, Philadelphia. 807 p.
- Bernal, A.R. & S. Zea. 1993. Variaciones nictimerales en la comunidad de zooplancton de la Bahía de Santa Marta, Mar Caribe colombiano. *An. Inst. Invest. Mar. Colombia.* 22:5-20.
- Björnberg, T.K.S. 1981. Copepoda. p. 587-679. In: Boltovskoy, D. (ed.). *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata, Argentina.
- Boltovskoy, D. 1981a. Parte III. Introducción. p. 255-259. In: Boltovskoy, D. (ed.). *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata, Argentina.
- _____. 1981b. Chaetognatha. p. 759-781. In: Boltovskoy, D. (ed.). *Atlas del zooplancton marino del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata, Argentina.
- _____. 1981c. Obtención de plancton a escala industrial. p. 61-65. In: Boltovskoy, D. (ed.). *Atlas del zooplancton marino del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata, Argentina.
- _____. 1981d. Estimación de la cantidad de agua filtrada. p. 87-94. In: Boltovskoy, D. (ed.). *Atlas del zooplancton marino del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata, Argentina.
- Brusca, R. & G. Brusca. 1990. *Invertebrates*. Editorial Sunderland, Massachusetts. 922 p.
- Campos, A. 1981. Distribución cuantitativa y cualitativa del zooplancton en el Golfo de Batabanó. *Cienc. Biol.* 6:45-59.
- Campos, A. & E. Suárez. 1994. *Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe I. Biología y Sistemática*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. México. 353 p.

- Ciechomski, J.D., de. 1981. Ictioplancton. p 829-860 *In: Boltovskoy, D. (ed) Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino.* INIDEP Mar del Plata, Argentina.
- De la Cruz, G. 1994. ANACOM. *Sistema para el análisis de comunidades.* Versión 3.0 Departamento de Recursos del Mar. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida. 99 p
- Fabré, S. 1976. Distribución cuantitativa del zooplancton en la región suroriental de la plataforma cubana (Zona "A"). *Acad. Cien. Cuba. Ser. Oceanol* 35:1-18
- _____. 1985. Distribución cuantitativa del zooplancton en la región noroccidental de la plataforma cubana. *Acad. Cien. Cuba.* Reporte de Investigación Inst. Oceanol. 31:1-27.
- _____. 1986. Distribución cualitativa del zooplancton en la región SE de la plataforma cubana. *Acad. Cien. Cuba.* Reporte de Investigación del Inst. Oceanol. 41:1-43.
- Ferraris, J.D. 1982. Surface zooplankton at Carrie Bow Cay, Belize. p 143-151. *In: V. Rützler, I G Macintyre (eds.). The Atlantic barrier reef ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize. I. Structure and communities.* Smithsonian Contr. Mar. Sci. Washington.
- García, E. 1990. Climas. IV.4.10. *In: Instituto de Geografía. (ed.) Atlas Nacional de México. Vol. II. Univ. Nac. Autón. México.*
- Gasca, R. & I. Castellanos. 1993. Zooplancton de la Bahía de Chetumal, Mar Caribe, México. *Rev. Biol. Trop.* 41(3):619-625.
- Gasca, R., E. Suárez & L. Vásquez-Yeomans. 1994. Estudio comparativo del zooplancton (biomasa y composición) en dos bahías del Mar Caribe mexicano. *Rev. Biol. Trop.* 42(3):595-604.
- Gasca, R., L. Segura-Puertas & E. Suárez. 1996. Introducción al estudio del zooplancton marino. p. 1-35. *In: Gasca, R. y E. Suárez, (eds.). El zooplancton marino ECOSUR/CONACYT. México.*
- González-López, A. 1989. Hidrología y nutrientes de la Laguna Bojorquez. Tesis de Maestría en Oceanografía, Biológica y Pesquera. UACPyP-CCH, ICMyL-Uni.Nac.Autón. México. 96 p
- Herman & Beers, J.R. 1969. The ecology of inshore plankton populations in Bermuda. Part II Seasonal abundance and composition of the zooplankton. *Bull. Mar. Sci.* 19:483-503.
- Legaré, J.E. Henri. 1961. Estudios preliminares del zooplancton en la región de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. U. Oriente.* 1(1):191-218.
- Lewis, J.B. & A.G. Fish. 1969. Seasonal variation of the zooplankton fauna of surface waters entering the Caribbean Sea at Barbados. *Carib. J. Sci.* 9(1-2):1-24

- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement Chapman and Hall, New York 179 p
- Moore, E & F. Sander. 1976. Quantitative and qualitative aspects of the zooplankton and breeding patterns of copepods at two Caribbean coral reef stations *Est. Coast. Mar. Sci.* 4:589-607
- _____. 1977. A study of the offshore zooplankton of the Tropical Western Atlantic near Barbados. *Ophelia*. 16(1):77-96
- Omori, M & T. Ikeda. 1984. *Methods in marine zooplankton ecology*. J. Wilkey & Sons De. New York 331 p
- Ordóñez-López, U. 1997. Métodos para el análisis de una comunidad zoopláctica tropical CINVESTAV, IPN. Mérida. 30 p
- Owre, H.B. & M. Foyo. 1972. Studies on Caribbean zooplankton Description of the program and results of the first cruise. *Bull. Mar. Sci.* 22 483-521
- Pérez-Villegas, G 1990. Viento dominante durante el año. IV.4.2. *In*. Instituto de Geografía (ed.). Atlas Nacional de México. Vol II. Univ. Nac. Autón. México
- Rodríguez, G J.C. 1978. Distribución espacial del zooplancton, en pequeña escala, en la laguna costera de Tacarigua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 17(1-2):55-68.
- Smith, D.L. 1977. *A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae*. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa 161 p.
- Smith, P.E. & S.L. Richardson. 1979. *Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos*. FAO. Doc. Téc. Pesca. 175:1-107.
- Sokal, R. & J. Rohlf. 1980. *Introducción a la bioestadística*. Reverte, Barcelona. 200 p
- Suárez, E. & R. Gasca. 1990 a. Variación dial del zooplancton asociado a praderas de *Thalassia testudinum* en una laguna arrecifal del Caribe mexicano. *Universidad y Ciencia*. 7(13):57-64.
- _____. 1990 b. Notas sobre la comunidad zooplanctónica de la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. *Universidad y Ciencia*. 7(14):141-146.
- _____. 1994. Zooplankton biomass fluctuations in a mexican Caribbean Bay (Bahía de la Ascensión) during a year cycle. *Car. J. Sci.* 30(1-2) 116-123.
- Suárez, E. 1996. *Estudios del zooplancton en el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Unidad Chetumal*. Boletín informativo de la Sociedad mexicana de planctología A. C. México 6:23-26.

Todd, C.D. & M.S. Laverack. 1991. *Coastal Marine Zooplankton: A practical manual for students*. Cambridge University press 106 p.

Trégouboff, G. & M. Rose. 1957. *Manuel de Planctologie Méditerranéenne* Tome II Centre national de la recherche scientifique. Paris. 207 p.

Urosa, L.J. 1983. Distribución del zooplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, área de posible actividad petrolera en Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. Oriente*. 22(1 & 2) 125-143

Van der Spoel, S. & D. Boltovskoy. 1981. Pteropoda p. 493-531. In: *Boltovskoy, D. (ed.). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata, Argentina..

Vidal-Zepeda, R. 1990a. Temperatura promedio. IV.4.4. In: Instituto de Geografía. (ed.) *Atlas Nacional de México* Vol. II. Univ. Nac. Autón. México.

_____. 1990b. Precipitación. IV.4.6. In: Instituto de Geografía. (ed.) *Atlas Nacional de México*. Vol. II. Univ. Nac. Autón. México.

Webber, M.K., J.C. Roff, L.A. Chisholm & Ch. Clarke. 1996. Zooplankton distributions and community structure in an area of the south coast shelf of Jamaica. *Bull. Mar. Sci.* 59(2) 259-270

Weisz, B.P. 1971. *La ciencia de la zoología*. Ed. Omega España. 933 p

Yáñez-Arancibia, A. 1986. *Ecología de la Zona Costera: Análisis de siete Tópicos*. AGT., México, D.F. 189 p.

Yoshioka, P.M., G.P. Owen & D. Pesante. 1985. Spatial and temporal variations in Caribbean zooplankton near Puerto Rico. *J. Plankton Res.* 7(6):733-751

Youngbluth, M.J. 1979. The variety and abundance of zooplankton in the coastal waters of Puerto Rico. *Northeast Gulf Science*. 3(1):15-26.

_____. 1980. Daily, seasonal, and annual fluctuations among zooplankton population in an unpolluted tropical embayment. *Est. Coast. Mar. Sci.* 10:265-287

8.1 APÉNDICE

Trabajos inéditos que se han realizado como informes de investigación en convenios entre distintas instituciones.

De la Torre, R., J. Zurita & D. Mildare. 1982. Estudio ecológico de la Laguna de Chankanaab Isla de Cozumel, Quintana Roo, México. Secretaría de Pesca y Fundación de Parques y Museos de Cozumel. Informe inédito. 28 p.

Jordán, D.E. 1995. Ecología y manejo del ambiente marino del Parque Chankanaab Comunidad coralina ICMYL-UNAM. y Fundación de Parques y Museos de Cozumel Informe inedito. 33 p

Jordán, D.E., R. Iglesias, P. Thomé, E. Martín & R.E. Ramírez. 1986. Repoblamiento artificial de una comunidad coralina en la Laguna de Chankanaab, Cozumel, Q. Roo. ICMYL-UNAM y Fundación de Parques y Museos de Cozumel. Informe inédito 89 p.

Lozano-Álvarez, E. & P. Briones. 1995 Ecología y manejo del ambiente marino del Parque Chankanaab. Comunidad de crustáceos y dinámica poblacional de langosta y caracol ICMYL-UNAM y Fundación de Parques y Museos de Cozumel. Informe inédito 28 p.

Rodriguez-Martínez, R.E. & E. Jordán. 1996. Short-term effects of hurricane Roxane on a litoral coral community in Cozumel, México. Informe inédito. 6 p.

Ruiz-Rentería, F. 1995. Ecología y manejo del ambiente marino del Parque Chankanaab. Marco ambiental ICMYL-UNAM y Fundación de Parques y Museos de Cozumel. Informe inédito 168 p.

_____. 1996. Ecología y manejo del ambiente marino del Parque Chankanaab Marco ambiental. ICMYL-UNAM y Fundación de Parques y Museos de Cozumel Informe inédito.

Suárez, S. & H. Vilches. 1982. Rehabilitación de la Laguna de Chankanaab, Cozumel, Quintana Roo, México. Secretaría de Pesca y Fundación de Parques y Museos de Cozumel Informe inédito. 64 p.

Van Tussenbroek, R.B. & L. Collado. 1995. Ecología y manejo del ambiente marino del Parque Chankanaab. Comunidad de macroalgas. I.C.M. y L.-U.N.A.M. y Fundación de Parques y Museos de Cozumel. Informe inédito. 21 p.

FIGURAS

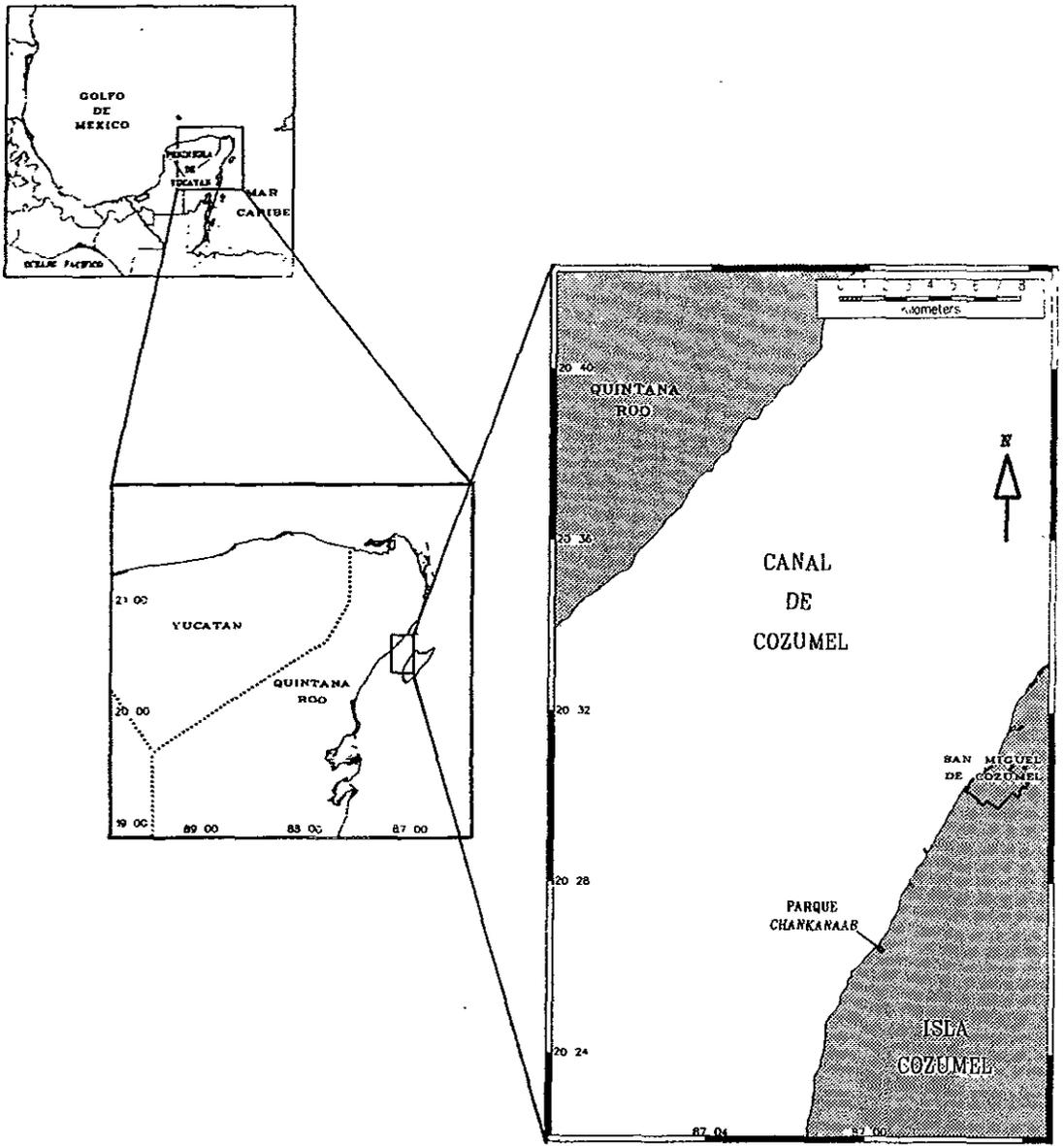
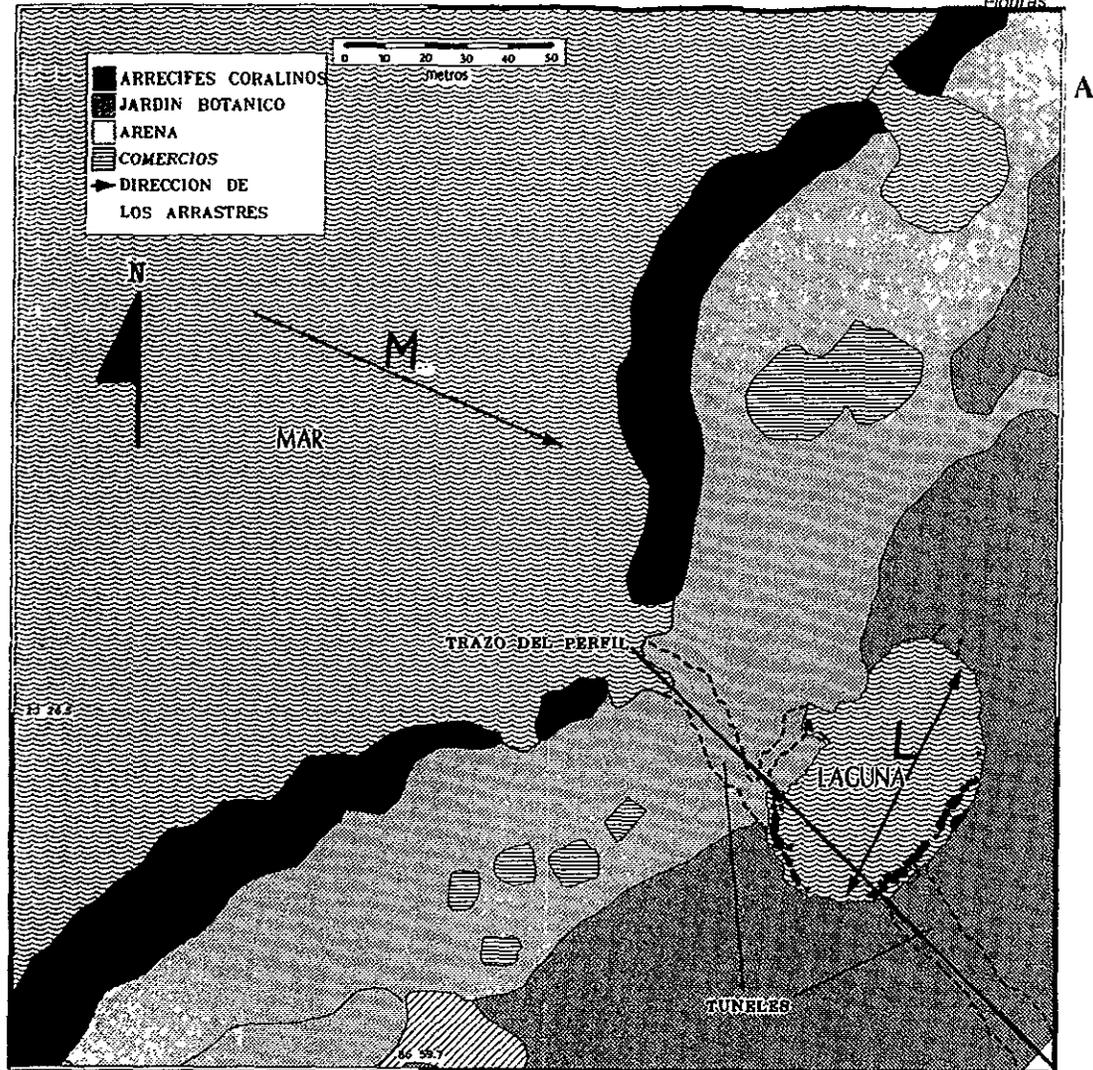
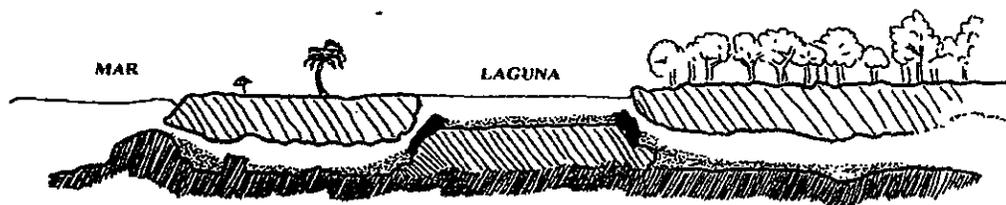


Fig. 1. Ubicación geográfica del área de estudio, Cozumel, Q. Roo, México.



A



B

Fig. 2. A) Localización de las estaciones de muestreo (Laguna y Marina) en el Parque Chankanaab. B) Corte vertical mostrando la comunicación entre la laguna y la zona nerítica, Cozumel, Q. Roo, México. (B modificado de Jordán *et al.*, 1986.).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

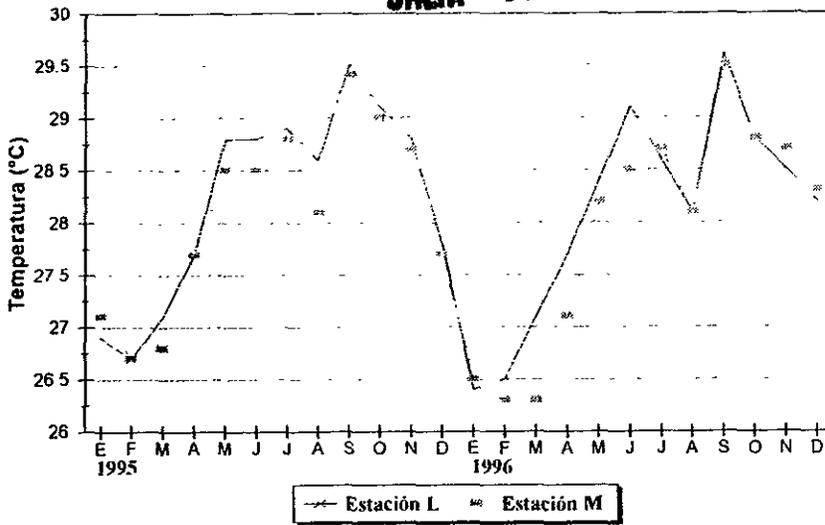


Fig. 3. Variaciones mensuales en la temperatura superficial registradas durante 1995 y 1996 en la Laguna de Chankanaab y en la zona nerítica adyacente, Cozumel, Q.Roo.

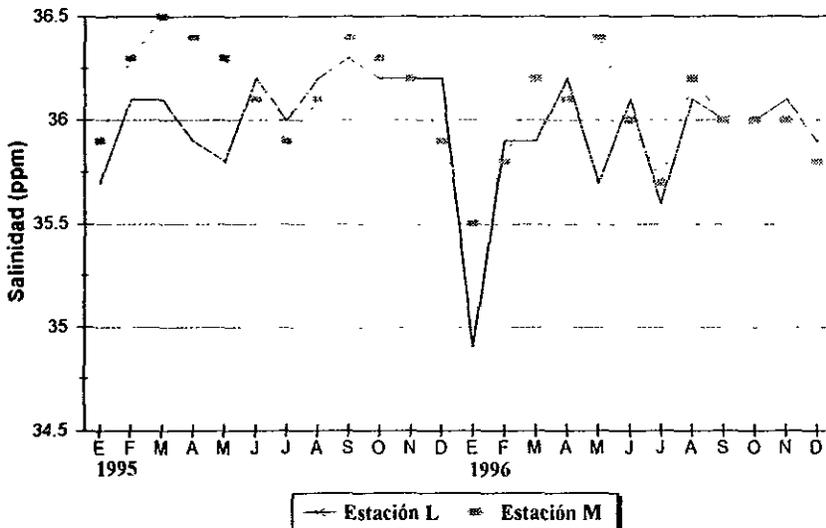


Fig. 4. Variaciones mensuales en la salinidad superficial registradas durante 1995 y 1996 en la Laguna de Chankanaab y en la zona nerítica adyacente, Cozumel, Q.Roo.

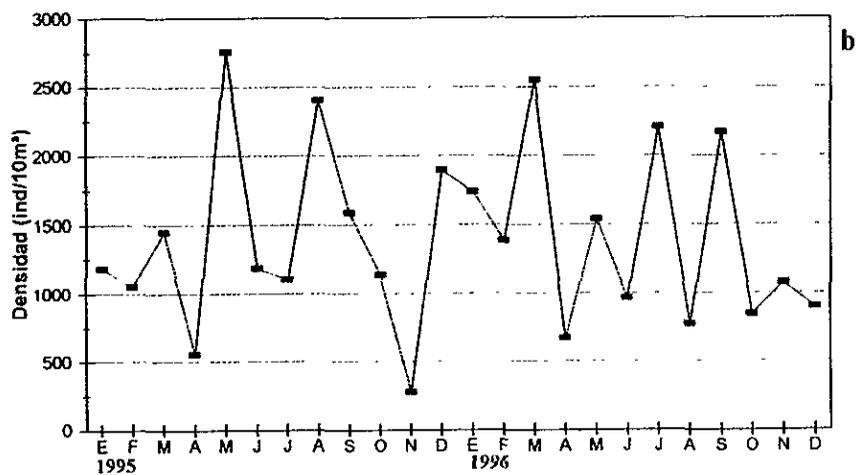
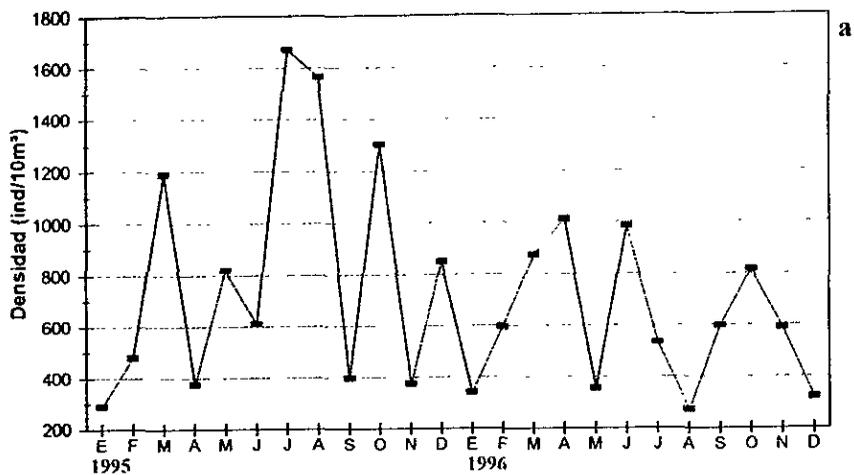
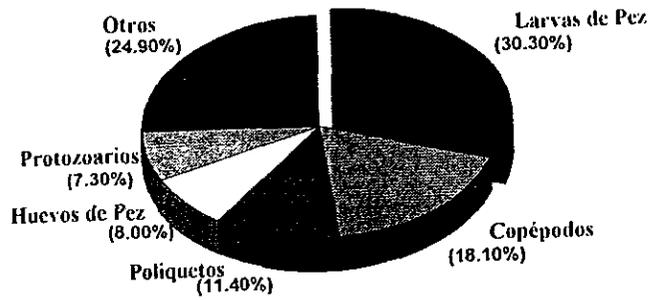


Fig. 5. Variación temporal de la densidad total de zooplancton recolectado durante 1995 y 1996 en a) Laguna de Chankanaab y b) región nerítica adyacente, Cozumel, Q. Roo.

a



b

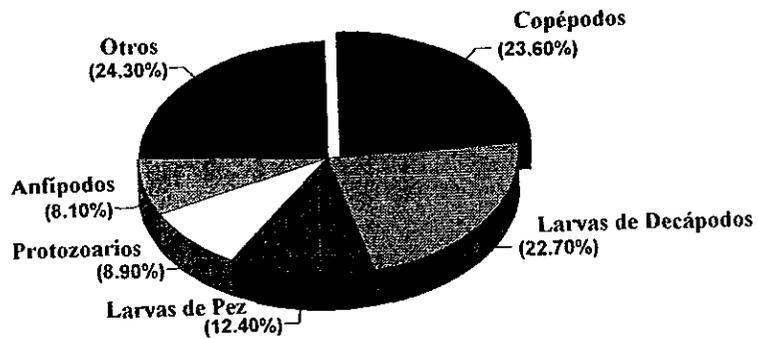


Fig. 6. Porcentajes de abundancia de los principales grupos del zooplancton recolectados durante a) 1995 y b) 1996 en la Laguna de Chankanaab, Cozumel, Q. Roo

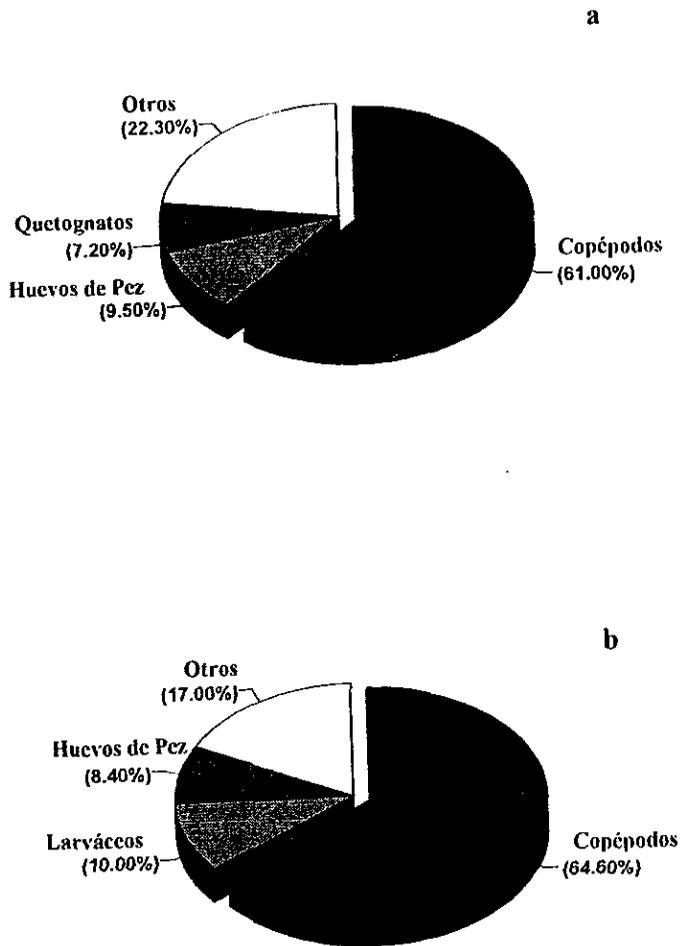


Fig. 7. Porcentajes de abundancia de los principales grupos del zooplancton recolectados durante a) 1995 y b) 1996 en la zona nerítica adyacente, Cozumel, Q. Roo.

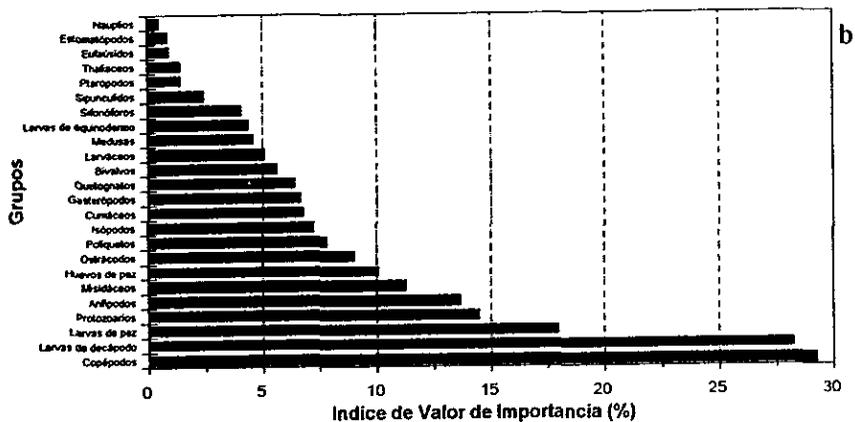
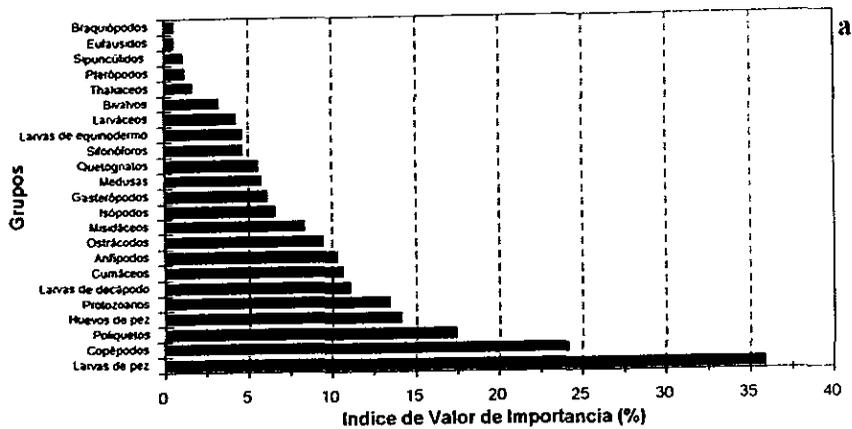


Fig. 8. Dominancia de los diferentes taxa a través del Índice de Valor de Importancia (IVI) en la Laguna de Chankanaab durante a) 1995 y b) 1996, Cozumel, Q. Roo

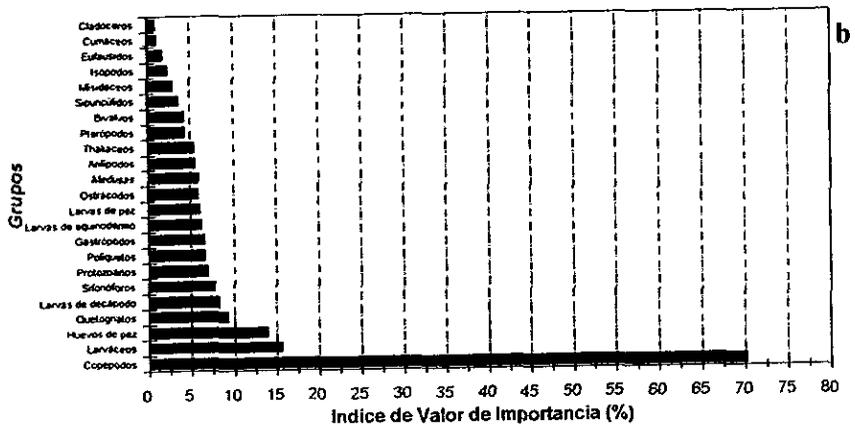
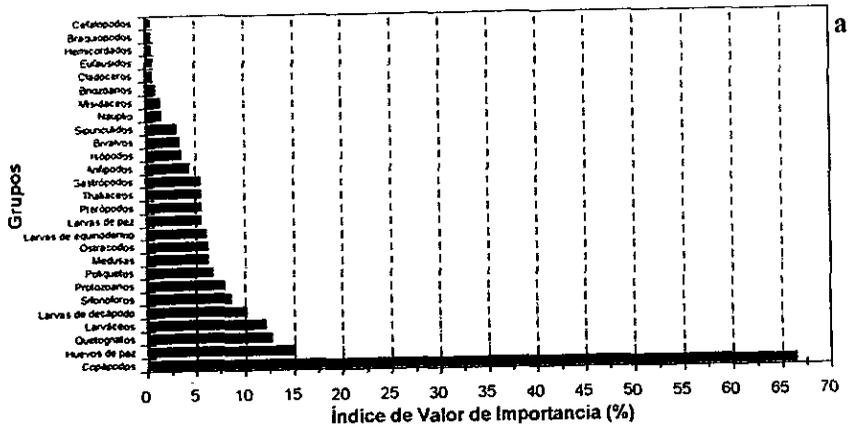


Fig. 9. Dominancia de los diferentes taxa a través del Índice de Valor de Importancia (IVI) en la zona nerítica adyacente durante a) 1995 y b) 1996, Cozumel, Q Roo.

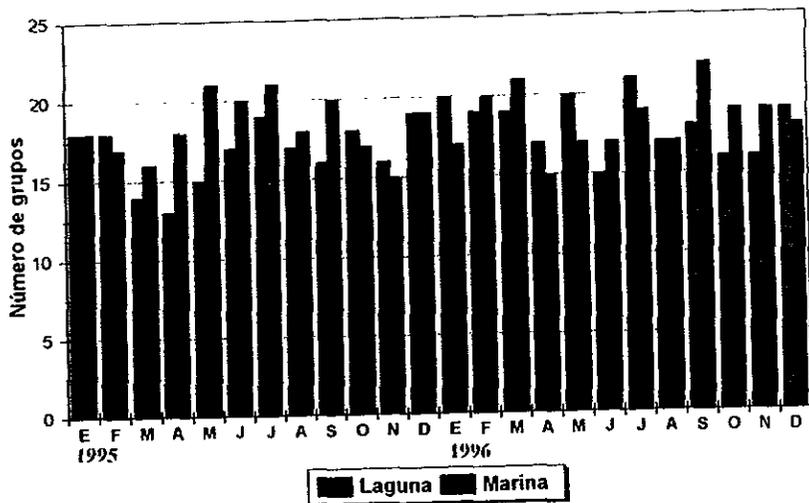


Fig. 10. Riqueza de la fauna planctica registrada en los dos ambientes muestreados en el Parque Chankanaab a lo largo del periodo estudiado, Cozumel, Q. Roo