



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

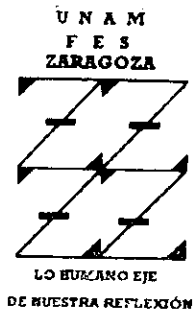
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCION DE LA FAUNA  
ICTIOPLANCTONICA EN UN SISTEMA LAGUNAR DE LA  
RESERVA DE LA BIOSFERA DE SIAN KA'AN;  
QUINTANA ROO MEXICO

500162

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 .  
ALFREDO HERNANDEZ GALLARDO

ASESOR: DRA. LAURA ELENA SANVICENTE AÑORVE



MEXICO, D. F.

ENERO 2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**DEDICO ESTE TRABAJO A MI FAMILIA:**

**A MI MADRE ROSARIO GALLARDO CASTRO  
A MI ABUELITA BEATRIZ CASTRO C.  
A MIS HERMANOS MAGDALENA, NOE, ANA, LUIS Y LUCERO  
POR QUE CON SU GRAN AMOR, APOYO Y COMPRENSIÓN  
HAN LOGRADO SEMBRAR TODO EL CARIÑO Y ADMIRACIÓN  
QUE HE SIDO INCAPAZ DE EXPRESARLES.**

**A MIS SOBRINOS ELIZABETH, ANA MARGARITA, ALFREDO,  
YATZIRI, KAREN Y LOS QUE ESTAN EN CAMINO.**

**A TI QUE PONES EN MIS MANOS LA FORTUNA, LA  
OPORTUNIDAD Y LA GRAN TAREA DE OBTENER EL  
GRADO MÁS DIFÍCIL DEL MUNDO, EL SER PADRE.**

## AGRADECIMIENTOS

A mi Directora de tesis la Doctora Laura Elena Sanvicente Añorve, por todo su apoyo, enseñanzas y amistad sin las cuales hubiera sido imposible concluir este trabajo.

A mis Sinodales los Doctores Francisco Xavier Chiappa Carrara e Isaías H. Salgado Ugarte, al M. en C. Manuel Castillo Rivera y a la Bióloga María del Carmen Galindo de Santiago, por sus valiosos comentarios, los cuales contribuyeron a enriquecer esta Tesis.

Al Doctor César Flores Coto y la Bióloga Rocío Martínez Gutiérrez del Laboratorio de Zooplancton del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, U.N.A.M. por gran ayuda en la identificación de larvas.

A PAPIIT - DGAPA - UNAM por el financiamiento otorgado a través de los proyectos IN211196 e IN211198, gracias a los cuales se realizó este trabajo.

A la Doctora Patricia Velasco de León por todo el apoyo, consejos, estímulos y amistad que me dio desde que la conocí, lo que fue fundamental para que terminara mi carrera.

A Erika Lourdes Ortiz Martínez, a tí que compartiste conmigo momentos muy especiales tanto buenos como malos, una mención especial por apoyarme y confiar en mí durante toda la Carrera. A tus padres José Antonio Ortiz y María Reina Martínez por el apoyo brindado durante todo este tiempo.

Al M. en C. Carlos Castillejos Cruz, por brindarme la oportunidad de trabajar con él en la Dirección de Ecología, por su amistad y confianza durante todo este tiempo.

A mis compañeros y amigos de la Carrera Noé Montaña Arias, Rodolfo Rioja Nieto, F. Josefina Aguilar Arellano, Claudia A. Alba Hurtado, Verónica Quiroz, Jorge Ramírez Albores, Guadalupe Ramírez Zedillo, Carolina Álvarez V., Gustavo, Rita, Miriam, Claudia, Martha, Fabiola, en fin son tantos que no terminaría, por todos los momentos y experiencias que pasamos durante la Carrera. De antemano pido una disculpa por todos los que faltan en esta lista, pero a todos dio gracias por su compañía.

A todos los profesores, compañeros, amigos y en general a todas las personas que tuvieron que ver con el que mi vida tomara este rumbo, que por cuestiones de espacio no podría mencionarlos a todos, ya que nunca terminaría.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
OBJETIVOS .....	6
ANTECEDENTES .....	7
ÁREA DE ESTUDIO .....	8
MATERIAL Y MÉTODO .....	10
RESULTADOS .....	13
A) Análisis espacial de las variables físicas y biológicas .....	13
B) Distribución de la fauna ictioplanctónica .....	19
C) Caracterización físico - biológica del sistema lagunar .....	36
DISCUSIÓN .....	44
CONCLUSIONES .....	49
REFERENCIAS .....	50

## RESUMEN

Se estudió la abundancia y distribución de las larvas de peces en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, durante octubre de 1997 y marzo de 1998. Los arrastres de plancton se realizaron con redes cónicas, con luz de malla de 500 y 200 micras, en una serie de 34 estaciones de muestreo que cubrían diferentes ambientes (aportes de agua dulce, bocas de comunicación con al mar y aguas semicerradas). En cada una de la estaciones de muestreo se hicieron registros de temperatura, salinidad, profundidad y oxígeno. En el laboratorio, se estimó la biomasa zooplanctónica como peso húmedo y de cada muestra, se extrajeron la totalidad de larvas de peces. Ambos tipos de resultados fueron estandarizados a 100 m<sup>3</sup> de agua filtrada. Para cada época de muestreo, se identificaron grupos de estaciones utilizando variables físicas (temperatura, salinidad, profundidad y oxígeno) y biológicas (biomasa zooplanctónica y densidad larvaria), a través del Análisis de Componentes Principales (ACP). Los resultados indican que las más altas densidades de larvas de peces y biomasa zooplanctónica se registraron en el centro del sistema, esto es, en cuerpos de agua semicerrados. De las larvas colectadas, se determinaron 14 familias, dentro de las que se pudieron identificar 11 géneros y 11 especies; las familias más abundantes fueron Gobiidae (40%), Engraulidae (26.9%), Clupeidae (7.7%), Tetraodontidae (5.78%) y Atherinidae (5.19%). *Gobionellus boleosoma* fue la especie más frecuente y abundante, con el 26.9% de la abundancia total. Durante octubre de 1997 el ACP reveló la existencia de tres grupos dentro del sistema estuarino, que de norte a sur fueron: Campechén - San Miguel; Ría Norte y Ría Sur. En marzo de 1998 se distinguieron también tres grupos: Campechén; San Miguel - Ría Norte y Boca Paila - Ría Sur. La composición de los taxa en los grupos sureños denotó una afinidad oceánica, en tanto que el resto de los grupos, tuvo una afinidad estuarina. Se considera que este sistema lagunar estuarino ofrece protección y condiciones favorables para el desarrollo de las larvas de peces de origen marino y estuarino.

## INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras son depósitos poco profundos separados del mar por una franja estrecha de tierra que se forma como resultado de depósitos deltáicos o dunas de arena apilados por la acción del viento, oleaje y/o corrientes, a lo largo de una costa arenosa. Estas lagunas pueden tener una o varias salidas o comunicaciones con el mar, que se pueden mantener abiertas durante cierto tiempo por acción de las mareas, o pueden asolverse como resultado del depósito de material de diferente procedencia. Presentan asimismo, amplias fluctuaciones en sus parámetros ambientales, la salinidad puede variar desde una condición oligohalina hasta concentraciones hiperhalinas; de igual forma acontece con la temperatura y la transparencia, las cuales están sujetas a la periodicidad estacional y también a la influencia de otros factores tales como vientos, mareas y aportes fluviales (Sevilla, 1988).

Las lagunas litorales y esteros generalmente están circundadas por áreas pantanosas, cubiertas por mangle y otro tipo de vegetación halófitas, sus fondos semejan un mosaico de áreas arenosas, fangosas o aglomeraciones de fragmentos de conchas u otro tipo de material. Estas zonas contienen gran abundancia en detritos vegetales u otro tipo de material que suele tener gran importancia en la economía biológica del ecosistema estuarino (Sevilla, 1988).

Además de ello, este tipo de ecosistema presenta una gran diversidad de especies. Uno de los grupos de gran importancia tanto biológica como ecológica, dentro de éste y todos los ecosistemas acuáticos es el plancton.

Los organismos planctónicos se caracterizan por su tamaño pequeño, que varía desde unos pocos micrómetros hasta unos pocos milímetros, así como por su limitado o inexistente poder de locomoción. Esta condición los incapacita para contrarrestar la fuerza de las corrientes, por lo cual se desplazan con ellas (González, 1988).

El plancton está constituido por todos los microorganismos vegetales y animales cuyos sistemas de locomoción, cuando los tienen, no producen movimiento que sobrepase al de las masas de agua, por lo que se considera que viven flotando a la deriva (Chávez, 1978). Según la definición de V. Hensen (1895, en Schwoerbel, 1975), el plancton es el conjunto de organismos que flotan de manera inerte en la zona libre y son independientes de la ribera y del fondo.

El plancton se divide en dos grandes grupos: el fitoplancton, donde están contenidos todos los vegetales (algas); y el zooplancton, que es el conjunto de animales que viven flotando en el seno de las aguas, siendo arrastrados por sus vaivenes y corrientes, dotado de una pequeña capacidad de movimiento.

El zooplancton constituye la comunidad animal más amplia y variada sobre la que se tiene conocimiento. Casi todos los grupos zoológicos están representados en él, desde los protozoarios hasta algunos vertebrados en sus estados larvarios (Cifuentes *et al.*, 1987).

Otra forma de dividir al plancton se basa en su permanencia como tal, el plancton que permanece durante toda su existencia se denomina **euplancton** u **holoplancton**. Los seres que son planctónicos sólo durante parte de su existencia forman el llamado **meroplancton** (al que pertenece el ictioplancton), y el plancton accidental (como pueden ser las formas bentónicas arrancadas del sustrato) constituye el **pseudoplancton** (Vásquez-Yeomans, 1990).

Los huevos y las formas larvarias de los peces son también elementos temporales del plancton y pertenecen a muy distintos grupos; se encuentran durante todas las épocas del año (Cifuentes *et al.*, 1987). Estos organismos son un componente de gran importancia dentro del plancton, y constituyen el llamado *Ictioplancton*.

La mayoría de los peces tienen huevos y larvas planctónicas; aunque existen algunos que colocan sus huevos adheridos al sustrato, sus larvas se integran a la comunidad del plancton. Es posible considerar que todos los peces de valor comercial inician su vida formando parte del plancton y pueden permanecer en él de dos a tres meses; por lo tanto, estos huevos y larvas tienen gran importancia en la formación de la población explotable.

La cantidad de los huevos y larvas de las diferentes especies de peces en el plancton está íntimamente relacionada con el ciclo anual de maduración de los adultos por lo que la composición cualitativa y cuantitativa del ictioplancton varía a lo largo del año.

Los huevos planctónicos de los peces generalmente son esféricos, ovalados o fusiformes; miden de 0.5 a 5 mm y como mecanismo de defensa sólo presentan su transparencia que hace que sean difíciles de observar; algunos tienen gotas de grasa que contribuyen a su flotación. Los huevos más pequeños son los más abundantes, pero



también son los más susceptibles de ser comidos por otros organismos, como los copépodos y quetognatos.

Las características básicas para identificar larvas de peces son: forma del cuerpo (caracteres morfométricos), longitud y forma del intestino, patrones de pigmentación, caracteres merísticos como número de miómeros y vértebras, radios de aletas (Vásquez-Yeomans, 1990).

En la actualidad los estudios sobre abundancia y distribución de huevos de peces se usan para estimar el tamaño de las poblaciones desovantes, también se efectúan investigaciones sobre el crecimiento y supervivencia larval con relación a diversos factores ecológicos.

Los estudios sobre ictioplacton son muy importantes, tanto desde el punto de vista científico como desde el comercial; con los estudios sobre estas fases planctónicas de los peces se puede ayudar a conocer la biología de las diferentes especies en relación con las condiciones ambientales, y se pueden aclarar problemas de morfología y taxonomía (Cifuentes *et al.*, 1987).

El conocimiento de la fauna ictioplactónica de México tiene una importancia considerable porque al conocerla se podrá lograr un aprovechamiento adecuado de este recurso, sin alterar en forma drástica el ecosistema de la zona.

Vásquez-Yeomans (1990), propone que en áreas tropicales existen al menos tres razones principales para estudiar el ictioplancton:

1. Determinar el valor de uso de hábitats críticos (pastos marinos y manglares) para huevos y larvas de peces de importancia ecológica y económica.
2. El desarrollo de modelos de pesquerías multiespecíficas, lo cual requiere de conocer las interacciones directas o indirectas entre especies durante los estadios larvales.
3. La necesidad de ampliar el conocimiento sobre la ecología larval de peces, de lo cual depende la comprensión de la dinámica de las asociaciones de peces.

En los sistemas ecológicos tropicales del medio ambiente lagunar-estuarino y su plataforma adyacente, existe aun poca información sobre el potencial productivo y estimaciones de biomasa (Yáñez-Arancibia, 1986).

Con el conocimiento de la densidad larvaria existente en una zona determinada y las tasas de supervivencia y mortalidad de larvas y juveniles se puede predecir la abundancia de adultos en determinada área y así se logra el manejo adecuado de la

explotación de la especie, evitando el peligro de sobre explotación (Brugueño y Barreto, 1982).

Los estudios sobre larvas de peces realizados dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, son casi nulos por lo que existe la necesidad de conocer los aspectos tanto biológicos como ecológicos que presentan estos organismos dentro de la misma, así como su diversidad, para proponer un manejo adecuado de la conservación y uso de estos recursos presentes en esta área.

La Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an es un área compleja en cuanto a sus componentes físicos y biológicos; esto la hace ser un laboratorio natural de vital importancia científica, cuyo estudio proporcionará elementos para el entendimiento de este tipo de sistemas. Sin embargo, las presiones del turismo, pesca, contaminación, uso de pesticidas, se ciernen como amenazas potenciales que provocarán cambios lamentables (Rangel-Salazar *et al.*, 1993). De este hecho, surge la inminente necesidad de estudiar este ecosistema en sus diversos aspectos, así en el presente trabajo se aborda el estudio de las larvas de peces su relación con las características hidrológicas en un sistema lagunar de esta Reserva.

## **OBJETIVO GENERAL**

Contribuir al conocimiento de la comunidad ictioplanctónica del sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Analizar el comportamiento de los principales parámetros físicos en el sistema lagunar
- Conocer la distribución de la biomasa zooplanctónica
- Determinar la abundancia total de la fauna ictioplanctónica en dicho sistema
- Identificar la fauna ictioplanctónica presente durante dos épocas del año
- Analizar la distribución espacial del ictioplancton en el sistema lagunar
- Estimar la riqueza específica de larvas de peces en el sistema lagunar de la Reserva

## ANTECEDENTES

En lo que se refiere al plancton en general, los estudios realizados en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y en general en la zona son escasos. Entre los que podemos citar los realizados por Markham y Donath (1990), Zamponi *et al.* (1990), Suárez (1990), Suárez *et al.* (1990), Suárez (1994), Gasca *et al.* (1994) y Suárez y Gasca (1998 y 2000), entre otros.

Los estudios a cerca del ictioplancton que se han realizado en el área del Caribe son escasos y en su mayoría cubren áreas oceánicas, por lo que el ictioplancton costero es poco conocido (Vásquez-Yeomans, 1990). En la década de los setenta se realizaron estudios de los huevos y larvas de peces en aguas oceánicas y costeras, a través del Proyecto Internacional de Investigaciones Cooperativas del Caribe y Regiones Adyacentes (CICAR), bajo los auspicios del Programa de Investigación y Fomento Pesquero (México/PNCD/FAO) (Olvera-Limas, 1987).

Entre los estudios que versan sobre especies de importancia económica, realizados en la zona del Caribe, se puede citar el referente a la distribución, abundancia y biomasa reproductora de las especies de túnidos que desovaron en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México y Caribe Mexicano para los años de 1982 y 1983, por la Secretaría de Pesca. Otro estudio realizado también por esta Institución acerca de la identificación de larvas y juveniles de las familias Engraulidae y Clupeidae de las pesquerías del Puerto de Celestún, Yucatán (Padilla-García, 1987).

Específicamente para la zona de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an son muy escasos entre los que se pueden citar el realizado por Vásquez-Yeomans (1990) y González-Malpica (1994), en la Bahía de la Ascensión, en donde indican algunas de las familias y géneros de peces presentes en la zona.

Por último los trabajos más recientes, realizados dentro de la zona de estudio son el de Gómez-Aguirre *et al.* (1997), sobre la distribución de dinoflagelados como indicadores del transporte hidrodinámico y los de Sanvicente-Añorve *et al.* (1997 y 1999), sobre la variabilidad de la comunidad ictioplanctónica en dos sistemas lagunares a través de un ciclo anual.

## ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, que se ubica en la parte centro - oriental de la península de Yucatán, en el estado de Quintana Roo. Comprende un área de 528,000 ha, con 180,000 ha de hábitats marinos como la barrera arrecifal, lagunas costeras, franjas de manglar y dos grandes bahías, la Bahía de la Ascensión y la Bahía de el Espíritu Santo. El resto lo forman selvas (150 000 ha), ciénagas y pantanos (100, 500 ha) y manglares (61,000 ha) (Rangel-Salazar *et al.*, 1993).

Específicamente el área de muestreo se encuentra dentro de las coordenadas: 19° 47' y 20° 07' N y los 87° 26' y 87° 32' W. Este sistema lagunar consta de tres lagunas, que se comunican entre sí por un sistema de canales estrechos, las lagunas son conocidas por los lugareños como Campechén; al norte del sistema, ésta cuenta con gran cantidad de canales y desembocaduras de ríos subterráneos de agua dulce. Además de contar con una comunicación con el mar denominada Boca Paila. En la parte media del sistema se encuentra San Miguel, que se caracteriza por ser la de menor tamaño; no cuenta con una comunicación directa con el mar; además de ser la conexión entre las lagunas, a través de dos canales estrechos, que permiten el flujo de las aguas entre las tres lagunas. Por último se encuentra la Ría que es la de mayor extensión de las tres, que abarca desde Punta Allen hasta el canal que la comunica con San Miguel en el extremo norte, ésta tiene la característica de contar con una comunicación más amplia que Campechén, ya que en el sur está la boca de Punta Allen, la cual se comunica con la Bahía de la Ascensión (Figura 1).

La precipitación promedio anual es de 1130 mm, y la temporada de mayor precipitación es de mayo a agosto con el 75% de la precipitación total anual. La temperatura promedio es de 25.1°C, con un intervalo de 22.7°C en enero a 27.5°C en mayo (Rangel-Salazar *et al.*, 1993).

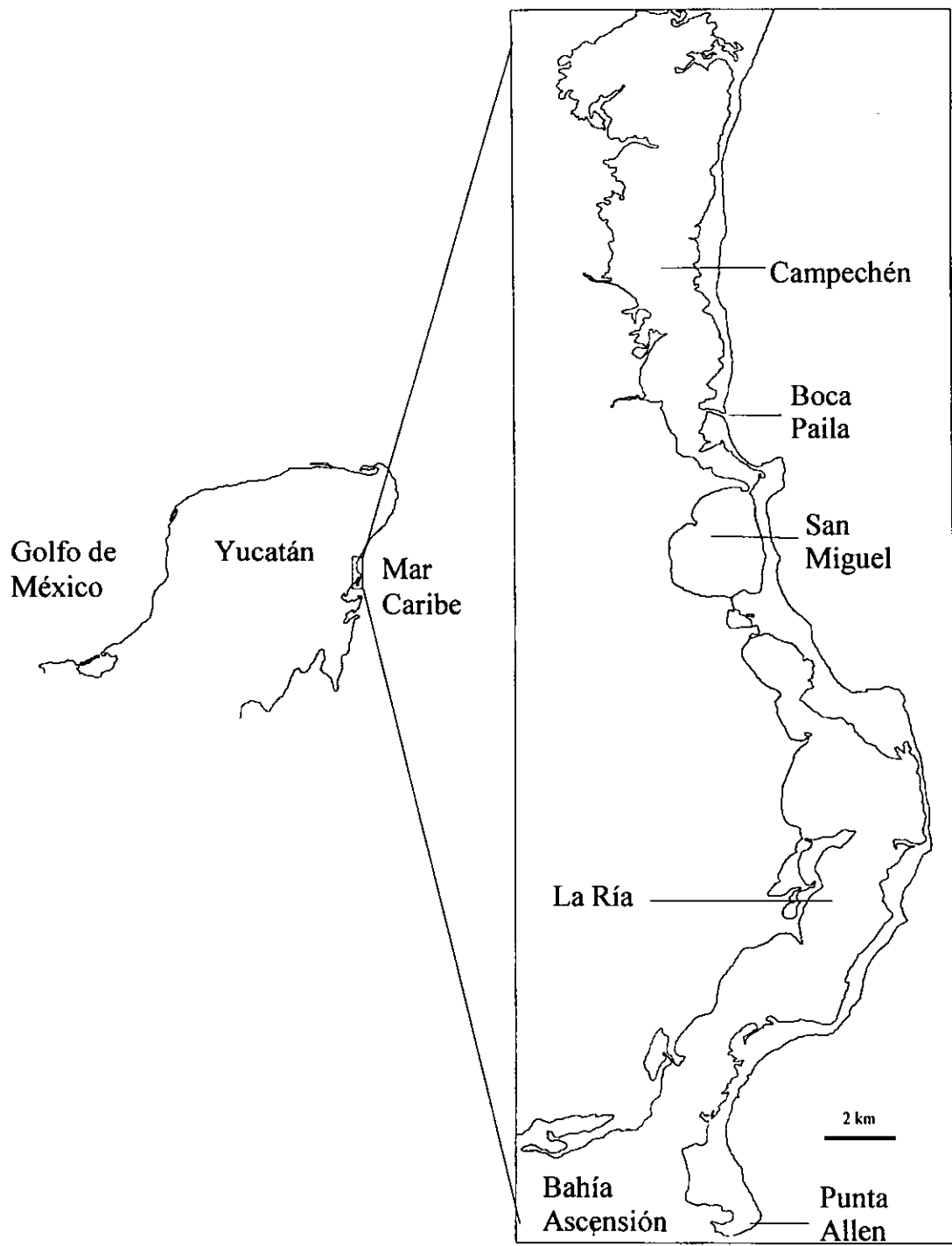


Figura 1. Área de estudio.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Colecta

Se efectuaron dos expediciones al campo, durante los meses de octubre de 1997 y marzo de 1998, con lo cual se completó un ciclo anual de actividades iniciadas en octubre de 1996. Las muestras colectadas durante esas dos expediciones fueron el objeto de estudio de esta tesis.

En cada época se realizaron 34 estaciones de colecta en el sistema lagunar, distribuidas de manera tal que representaran diferentes ambientes físicos, esto es, zonas de influencia de agua dulce, bocas de comunicación con el mar, aguas semicerradas, etc. (Figura 2).

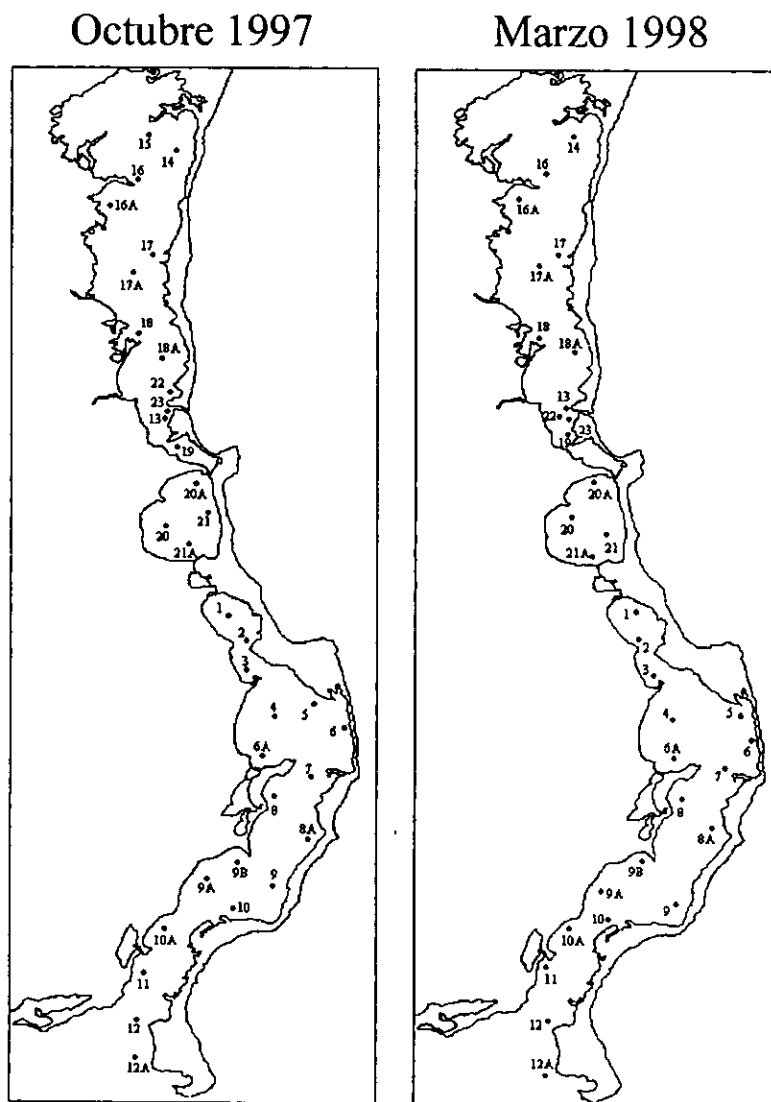


Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo durante octubre de 1997 y marzo de 1998 en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

En cada una de las estaciones de muestreo se midieron tanto parámetros físicos como químicos. Se midió la temperatura y la salinidad con un salinómetro-conductivímetro YSI. También se midió el oxígeno disuelto con un oxímetro con sensor polarográfico YSI 5100; la profundidad se midió con una sondaleza. La velocidad del viento se registró con un anemómetro. Cada una de las estaciones de muestreo fue geoposicionada con un GPS Scoutmaster.

La colecta de organismos se realizó con dos redes cónicas de 50 y de 30 cm de diámetro de boca y con luz de malla de 500 y 200 micras respectivamente. Los arrastres se realizaron con lancha con motor fuera de borda a una velocidad promedio de 3 nudos, durante 10 min. para la red de 500  $\mu\text{m}$ . y 5 min. para la de 200  $\mu\text{m}$ . En cada red se colocó un flujómetro mecánico previamente calibrado a fin de estimar el volumen filtrado. En los dos casos los arrastres se realizaron en trayectorias circulares. Los muestreos se realizaron entre las 8:00 a.m. y 6:00 p.m. El material colectado fue preservado inmediatamente en una solución de formaldehído al 4% neutralizado con borato de sodio en frascos de vidrio etiquetados en los cuales se transportó al laboratorio.

#### *Trabajo de laboratorio*

En el laboratorio se procedió a extraer las larvas de peces de cada una de las muestras. Posteriormente se inició la identificación de cada uno de los organismos, hasta el nivel taxonómico más específico; con la ayuda de literatura especializada en el tema (Houde y Fore, 1973; Johnson, 1978; Fahay, 1983; Méndez-Vargas *et al.*, 1983; Sánchez-Ramírez y Flores-Coto, 1993). Se contó además con una colección de larvas de peces específica para la región obtenida del Proyecto CONABIO H078 (Sanvicente-Añorve y Chiappa-Carrara, 1998).

Para la biomasa zooplanctónica se procedió a la limpieza de las muestras, se eliminó la materia vegetal contenida, así como el exceso de arena. Posteriormente se determinó la biomasa zooplanctónica a través del método de peso húmedo, previa separación los organismos gelatinosos.

La abundancia larvaria y la biomasa se estimaron con base en el número de larvas y el peso en gramos, estandarizadas en 100 metros cúbicos de agua.



### *Análisis de datos*

La información concerniente tanto a los parámetros físicos como biológicos, fue organizada y almacenada en una base de datos de tipo relacional, a fin de facilitar el manejo y la consulta de datos.

Posteriormente, se hizo un análisis del comportamiento de los parámetros físicos y químicos, obtenidos durante los muestreos, para su análisis en cada una de las épocas y ver la distribución de la profundidad, la temperatura y la salinidad.

Durante ambas épocas de muestreo, se determinaron grupos de estaciones con base en las características físico-biológicas del ambiente, esto es, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, profundidad, biomasa zooplanctónica y densidad de larvas de peces. Para tal efecto, se utilizó el Análisis de Componentes Principales (ACP). Este análisis es empleado cuando se tiene un conjunto de individuos obtenidos al azar y se han medido una serie de características, con lo que se obtiene una matriz de datos multivariados. Desde un punto de vista geométrico y espacial, este método puede explicarse como un conjunto de  $p$  variables en un espacio de  $n$  dimensiones, donde cada punto del gráfico en  $n$  dimensiones, será una variable definida en el espacio cuyos ejes serán cada uno de los individuos que se estudian, lo que nos dará información de la relación entre las características o variables. A ésta se le llama técnica R pues debe ser calculada la matriz de correlación R (Pla, 1986). Este análisis tiene como objetivo principal, generar nuevas variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos. Así como reducir la dimensionalidad del problema y eliminar algunas variables originales que aportan poca información. Con esto, las nuevas variables generadas son conocidas como componentes principales, cuyas características estadísticas son las de ser independientes.

De acuerdo con Pla (1986), este método permite conocer el grado de interdependencia que existe entre las variables que caracterizan a cada individuo. Además, no se requiere conocer, del conjunto de datos obtenidos de la población aleatoriamente muestreada, la distribución de probabilidades de sus errores. Es decir, este método nos permite tomar en cuenta simultáneamente a todas las variables y a todos los individuos involucrados. Nos indica las variables que mayor contribución aportan para señalar las diferencias encontradas en los grupos resultantes.

## RESULTADOS

### A) Análisis espacial individual de las variables físicas y biológicas

En general el sistema es poco profundo, presentando un intervalo que va de 0.8 a 2.5 metros aproximadamente. No se observó un cambio drástico en los niveles de una época a la otra. Las zonas de menos profundidad se localizaron en el centro del sistema, lo que incluye San Miguel, la parte norte de la Ría y la mayor parte de Campechén, en ambas épocas. Las zonas de mayor profundidad se encontraron en la boca de Punta Allen y al noroeste de Boca Paila en el mes de octubre de 1997; y sólo en el área circundante a Boca Paila en marzo de 1998 (Figura 3).

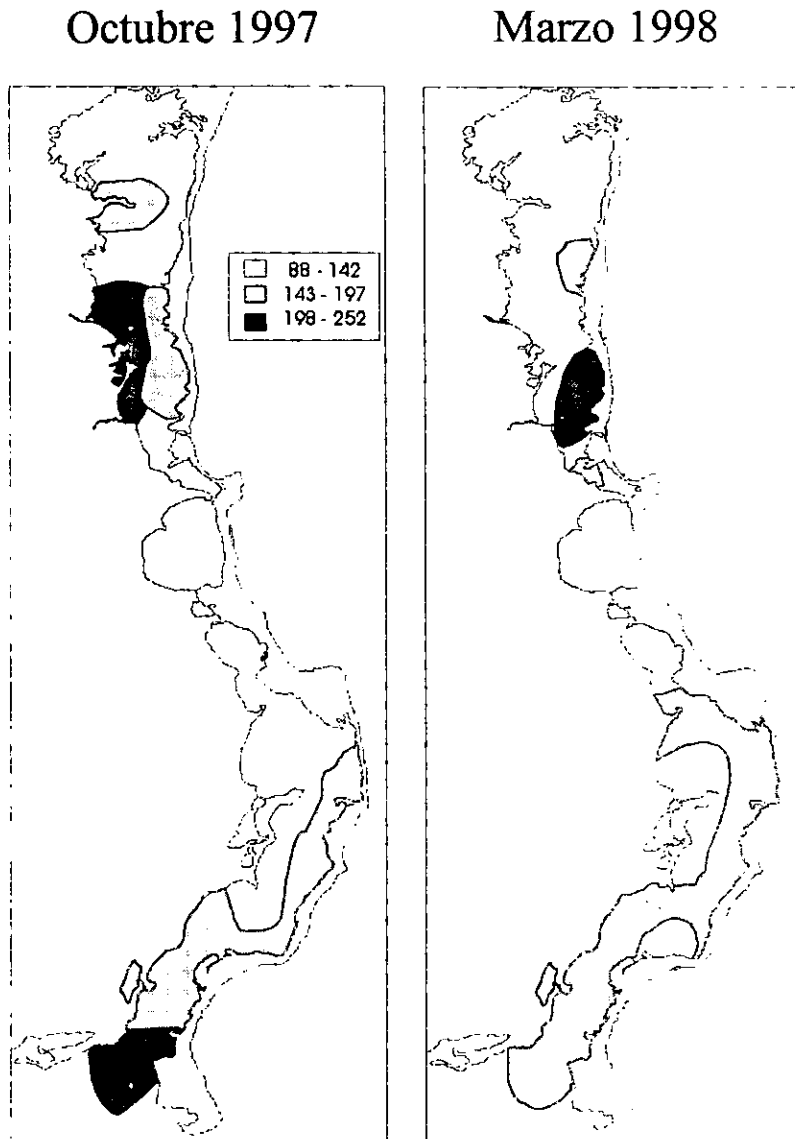


Figura 3. Registros de la profundidad (cm) en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an durante dos épocas de muestreo. -

La temperatura mostró una considerable diferencia en su distribución de una época con respecto de la otra. En octubre los valores de temperatura oscilaron entre 25.8 y 30.2 °C, siendo ésta la temperatura más alta; mientras que en marzo los intervalos fluctuaron entre los 24.5 y 28.7 °C. En octubre, las temperaturas mayores se localizaron en el centro del sistema, desde la parte sur de Campechén, San Miguel y norte de la Ría. En marzo se presentaron temperaturas menores en toda la laguna; sólo en la parte norte de la Ría la temperatura fue mayor a 28.5 °C (Figura 4).

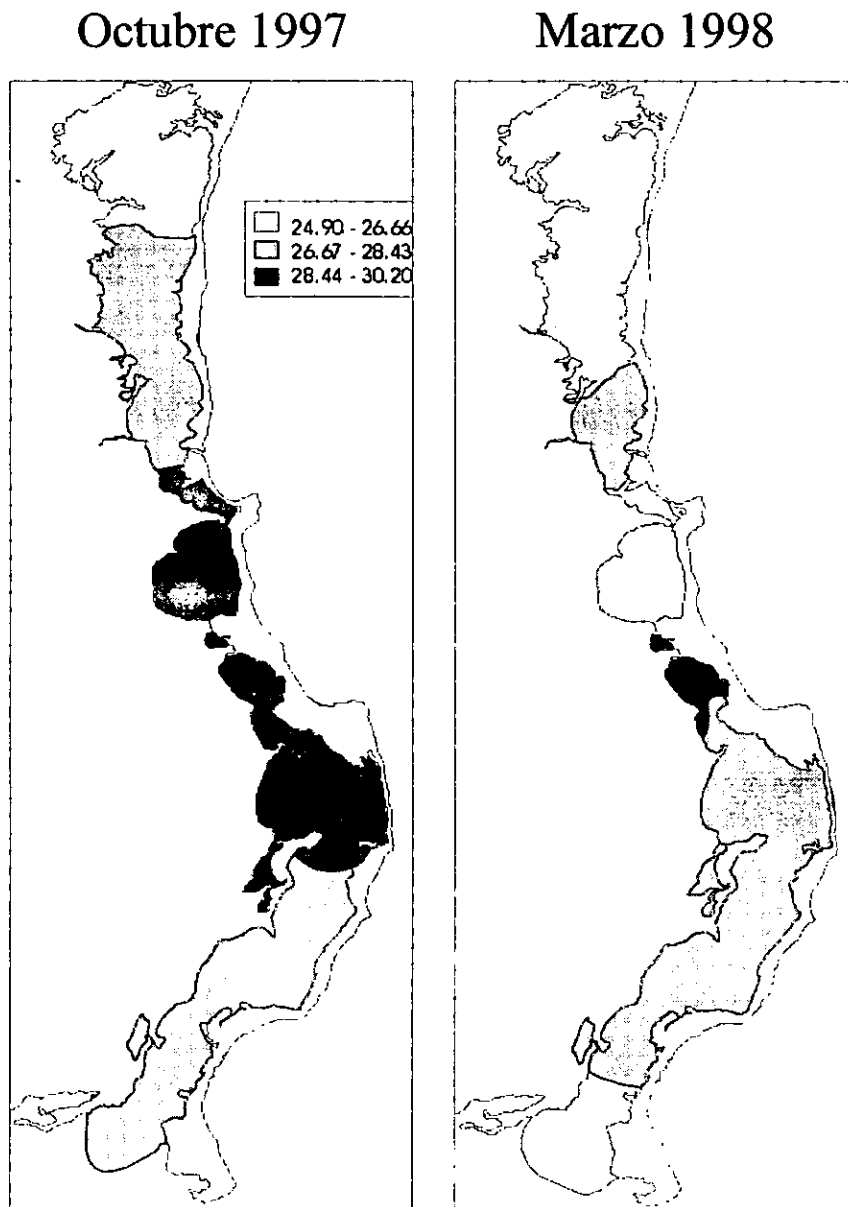


Figura 4. Distribución espacial de la temperatura (°C) en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an durante dos épocas de muestreo.

La salinidad presentó también una marcada diferencia en los dos meses. En octubre, la salinidad fluctuó entre 6.3 y 32.9 ups, mientras que en marzo de 16.4 a 34.3 ups. La distribución de la salinidad muestra que en octubre la mayor parte del sistema es oligohalino, ya que contiene concentraciones menores a los 15.6 ups; se observaron concentraciones mayores sólo en la parte sur de la Ría. Por otro lado en el mes de marzo, las concentraciones de sales son más elevadas en todo el sistema ya que la concentración más baja fue de 16.4 ups. En general se observó una mayor intrusión e influencia del agua marina durante el mes de marzo, pues las bocas de comunicación con el océano presentaron concentraciones mayores a 31 ups (Figura 5).

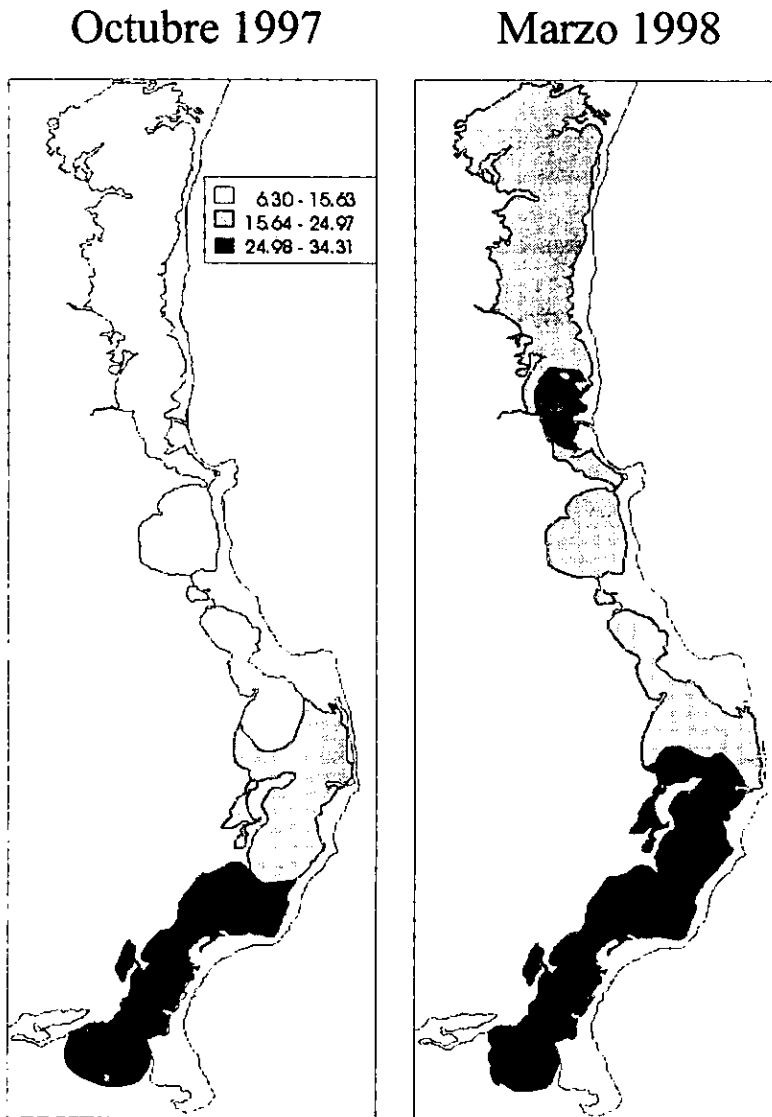


Figura 5. Distribución espacial de la salinidad (ups) en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an durante dos épocas de muestreo.

El oxígeno sólo se midió durante octubre de 1997, en el que se presentó una distribución, de norte a sur, de mayor a menor concentración en el área de estudio. Las menores concentraciones (6.7 a 8.77 mg/l), se registraron en la Ría y en la entrada de Boca Paila. Las concentraciones mayores (10.86 a 12.9 mg/l) se midieron en San Miguel y el este de Campechén (Figura 6).

### Octubre 1997

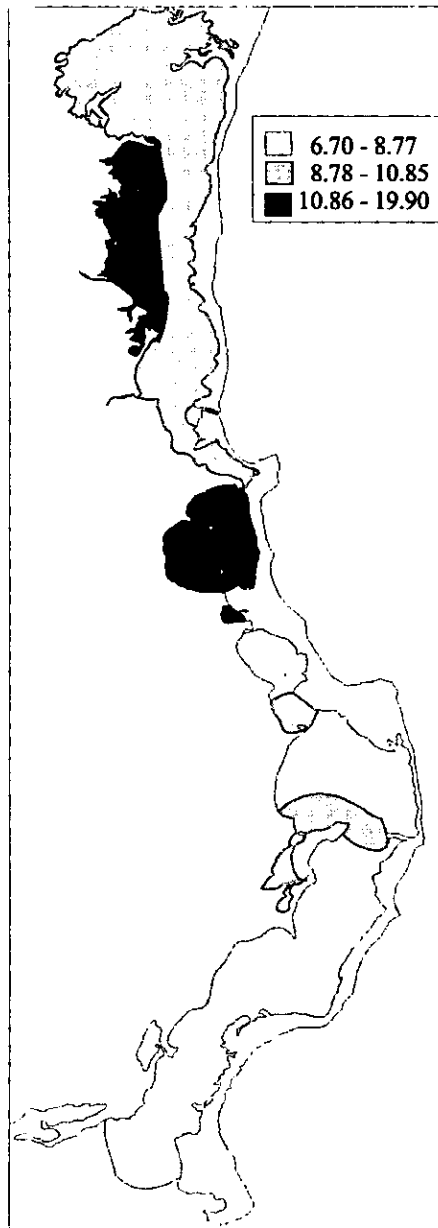


Figura 6. Distribución espacial del oxígeno (mg/l) en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an durante octubre de 1997.

En general los valores de biomasa y la distribución de ésta en el estuario, fueron similares durante las dos épocas. Las zona de mayor biomasa se encontraron distribuidas en pequeñas áreas de las tres lagunas, principalmente en el centro y norte de la Ría. En marzo de 1998 estas áreas quedaron restringidas, una al norte de la Ría y otra en San Miguel (Figura 7).

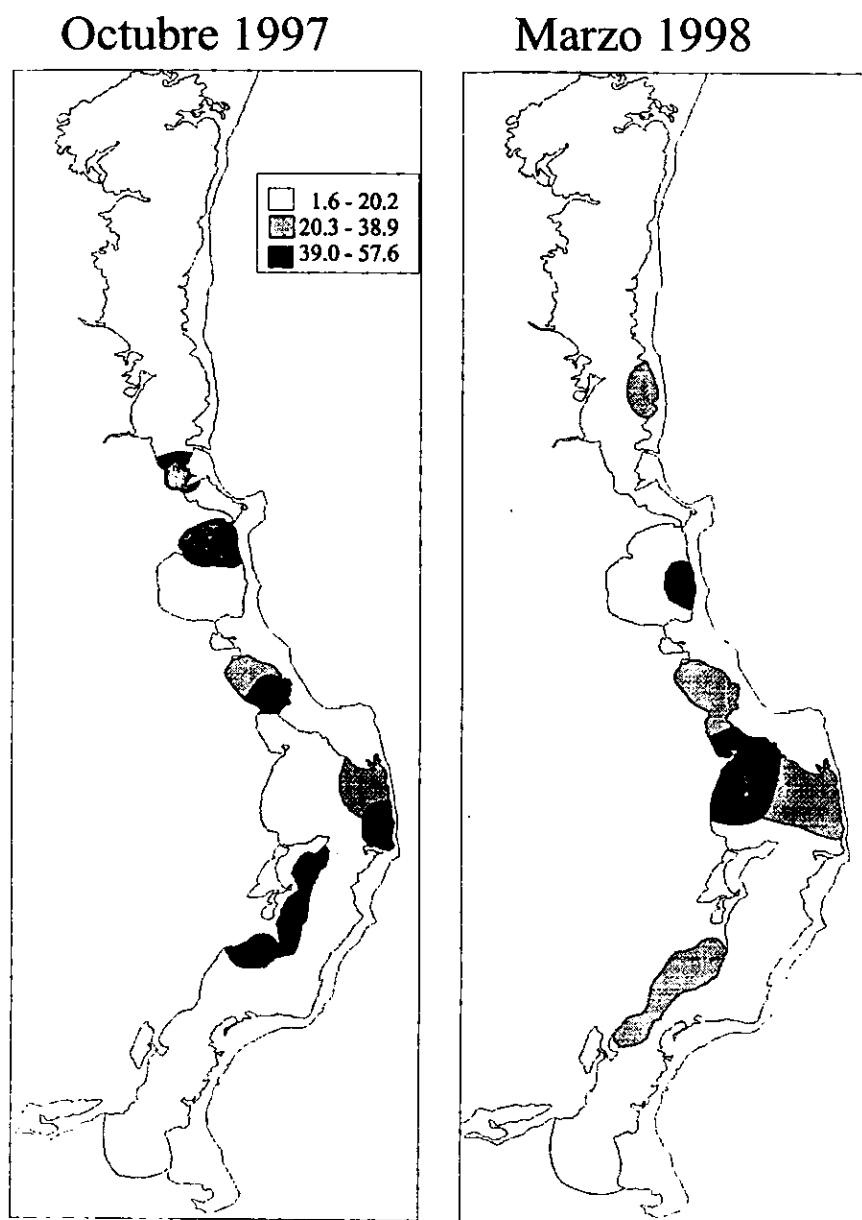


Figura 7. Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/100 \text{ m}^3$ ) en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an durante dos épocas de muestreo.

La distribución de la densidad de larvas de peces fue relativamente similar en las dos épocas del año. En la mayor parte del sistema, la abundancia fue baja (3 a 63 ind/100 m<sup>3</sup>). En octubre de 1997 se presentaron dos zonas de mayor abundancia, la principal en San Miguel donde se alcanzaron los más altos niveles de abundancia (185 ind/100 m<sup>3</sup>) y una pequeña porción en la zona norte de la Ría. En marzo de 1998, los mayores valores se presentaron, como en la temporada anterior, en San Miguel, además de la porción norte de la Ría (Figura 8).

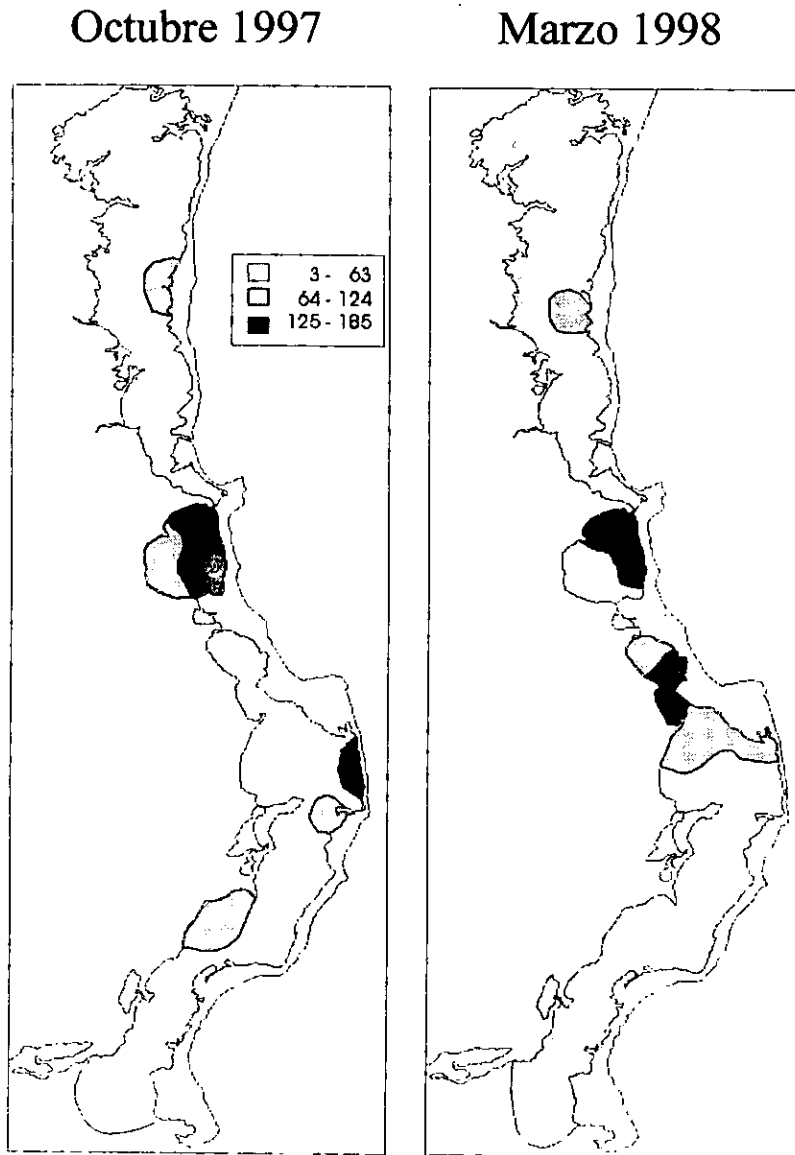
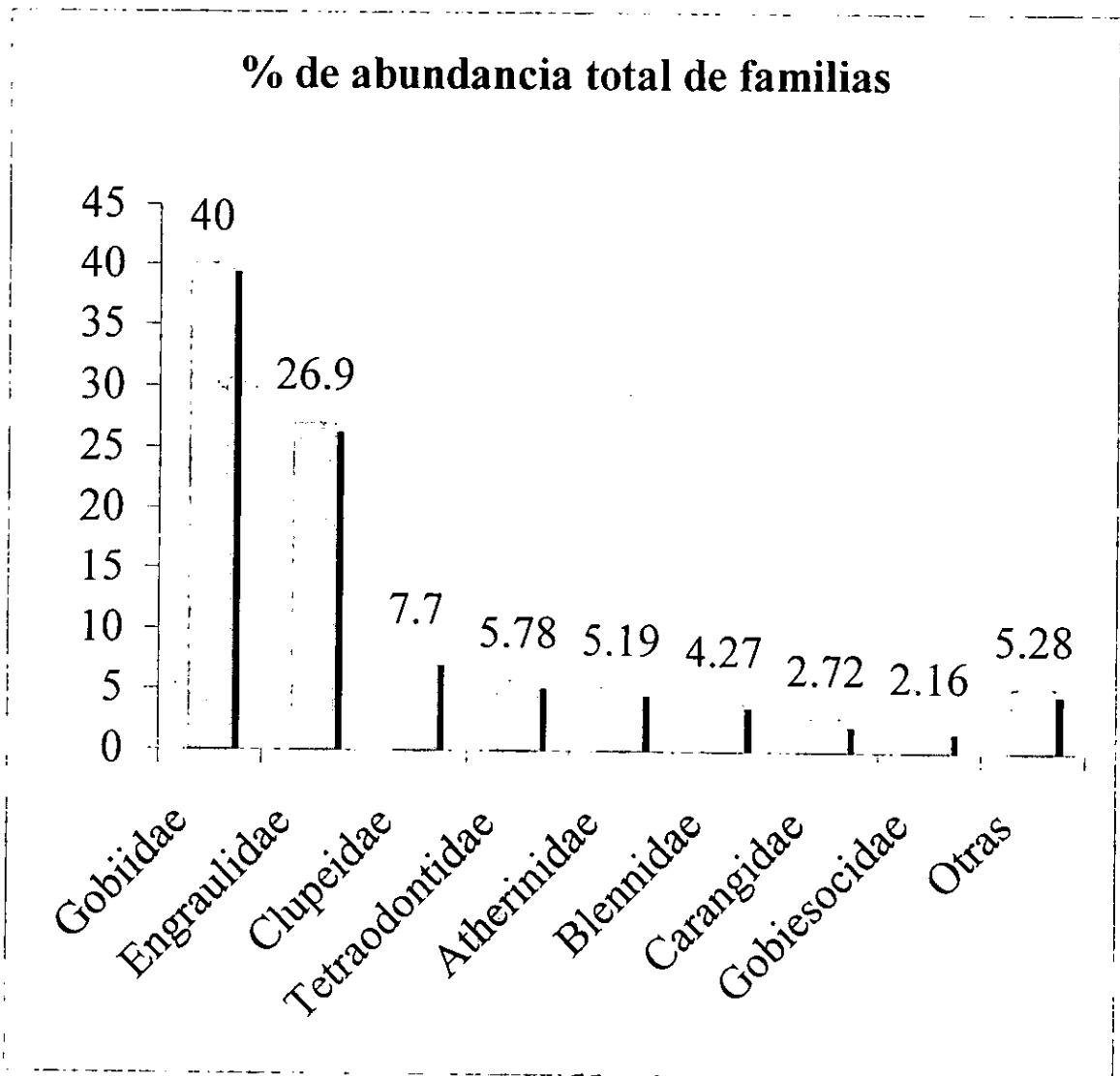


Figura 8. Distribución espacial de la densidad larvaria (g/100 m<sup>3</sup>) en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an durante dos épocas de muestreo.

*B) Distribución de la fauna ictioplanctónica*

Se colectaron un total de 4460 larvas de peces de las cuales se identificaron el 97%, pertenecientes a 14 familias, de las cuales se pudieron identificar 11 géneros y 11 especies. Las familias más abundantes fueron: Gobiidae, Engraulidae, Clupeidae, Tetraodontidae, Atherinidae, Blennidae, Carangidae y Gobiesocidae, que constituyeron el 94.72 % de la abundancia total (Gráfica 1).



Gráfica 1. Porcentaje de las familias más abundantes durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.



## Familia Gobiidae

Esta familia fue la más abundante en el sistema estuarino, con el 40.0% del total de individuos determinados. Se distribuyeron de manera abundante en toda el área de estudio.

*Gobionellus boleosoma* (Jordan y Gilbert, 1882). Los individuos de esta especie representaron el 29.5 %, del total de larvas determinadas, lo que la hace la especie más abundante en el sistema durante las dos épocas de estudio. *G. boleosoma* se encontró en todo el estuario; pero en octubre de 1997 obtuvo su mayor abundancia (91%), principalmente en San Miguel. En marzo de 1998 sólo se presentó en la Ría y en una estación de Campechén, pero no en San Miguel (Figura 9).

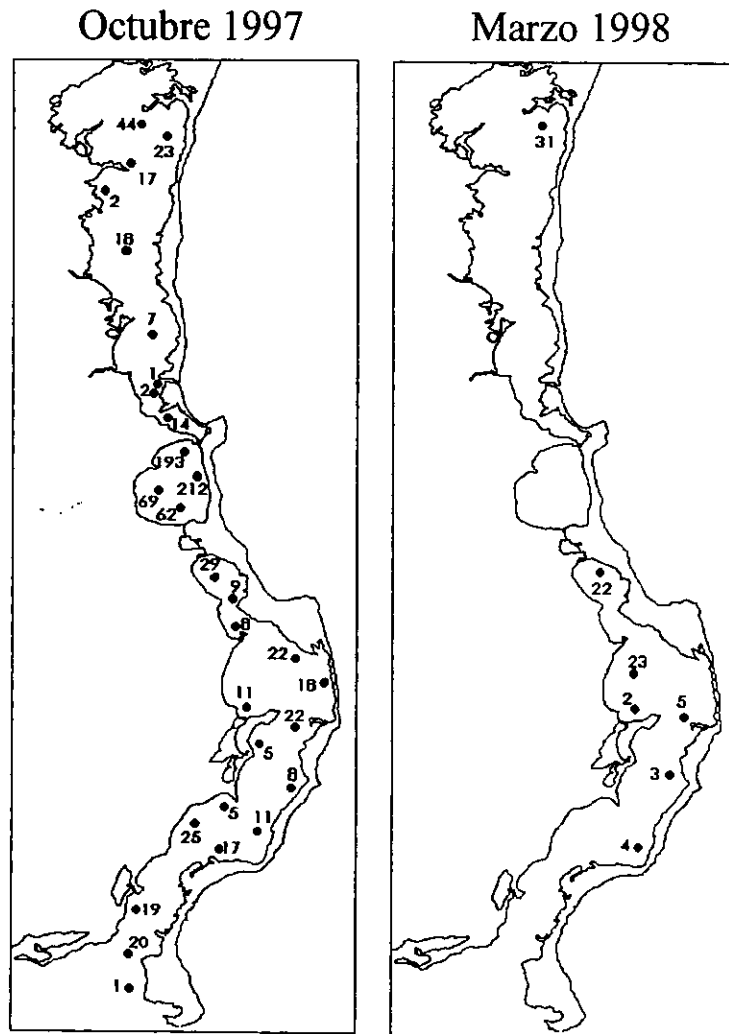


Figura 9. Distribución de *Gobionellus boleosoma* (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Gobiidae (indeterminados). Estos organismos se distribuyeron en todo el sistema durante el mes de marzo de 1998, en donde se presentó la mayor abundancia (79%); en octubre de 1997, sólo se presentó en dos estaciones de Campechén y una de San Miguel (Figura 10). Estos individuos representaron el 9.91% de la abundancia total.

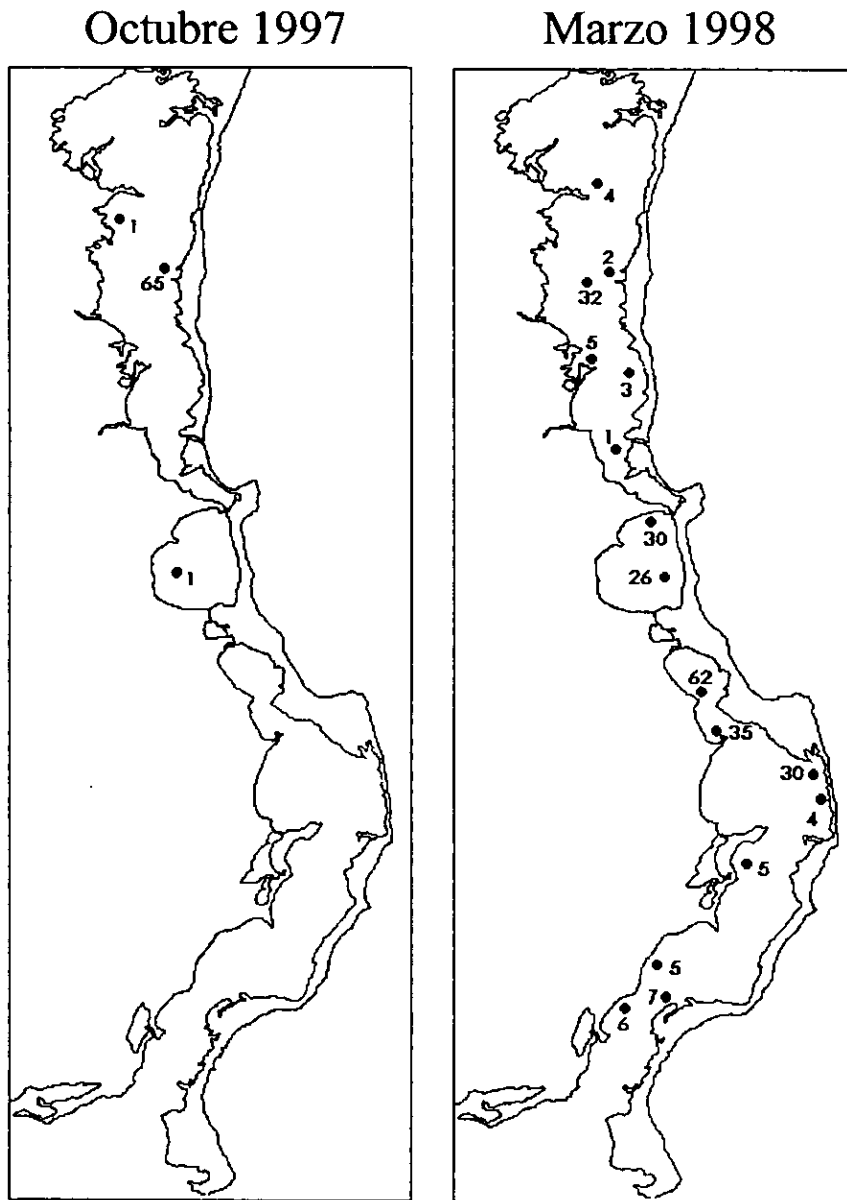


Figura 10. Distribución de Gobiidae indeterminados (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

*Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837). Esta especie fue relativamente rara en la zona de estudio, ya que sólo estuvo presente en dos estaciones de la Ría durante el mes de marzo de 1998 (Figura 11), con una abundancia total de 0.59%.

### Marzo 1998

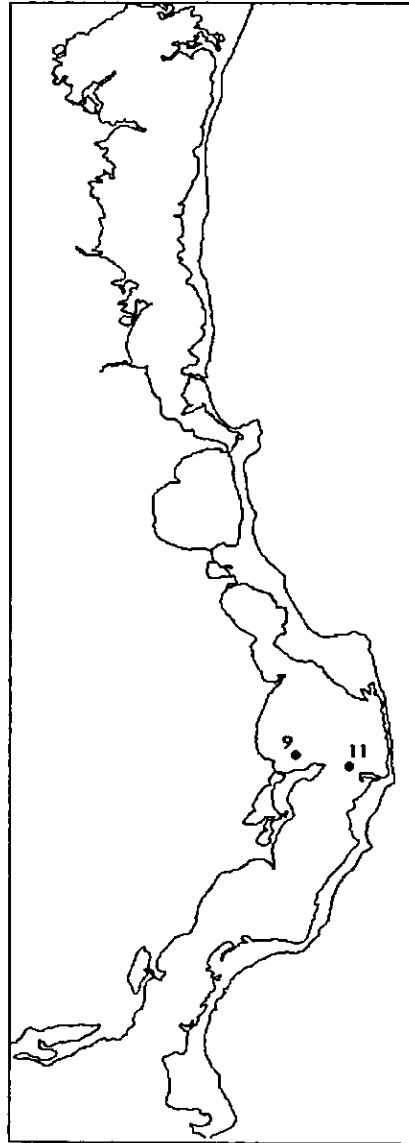


Figura 11. Distribución de *Bathygobius soporator* (ind/100 m<sup>3</sup>) durante marzo de 1998 en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

## Familia Engraulidae

Esta familia fue la segunda más importante dentro del sistema lagunar con el 26.9% de la abundancia total. La mayor parte de los organismos se registraron en marzo de 1998 (99%), distribuidos en San Miguel y norte de la Ría, y en dos estaciones de Campechén (Figura 12).

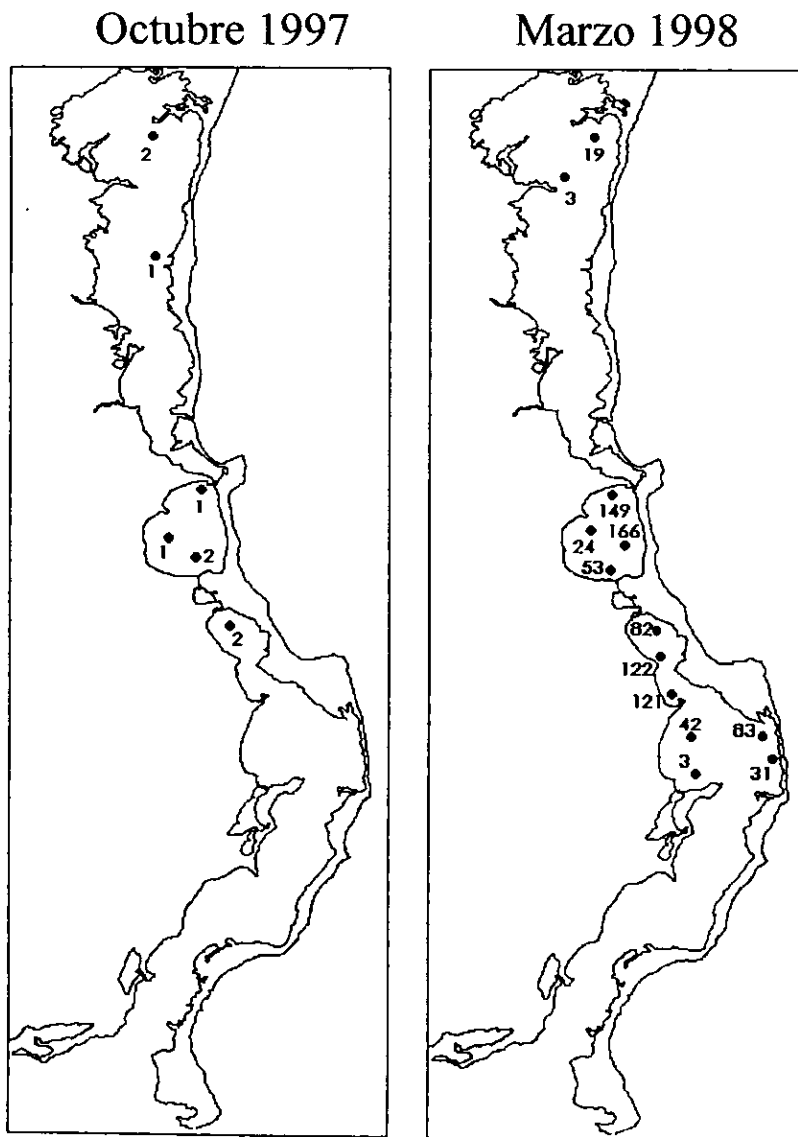


Figura 12. Distribución de los miembros de la familia Engraulidae (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

### Familia Clupeidae

Los organismos de esta familia representaron el 7.7% de abundancia total en el área, lo que la hace la tercera en abundancia. La mayor parte de los individuos se encontraron en octubre de 1997 (89%). Durante este mes, los especímenes se encontraron en la Ría; mientras que en marzo de 1998, sólo se encontraron en cuatro estaciones de la Ría y dos de Campechén (Figura 13).

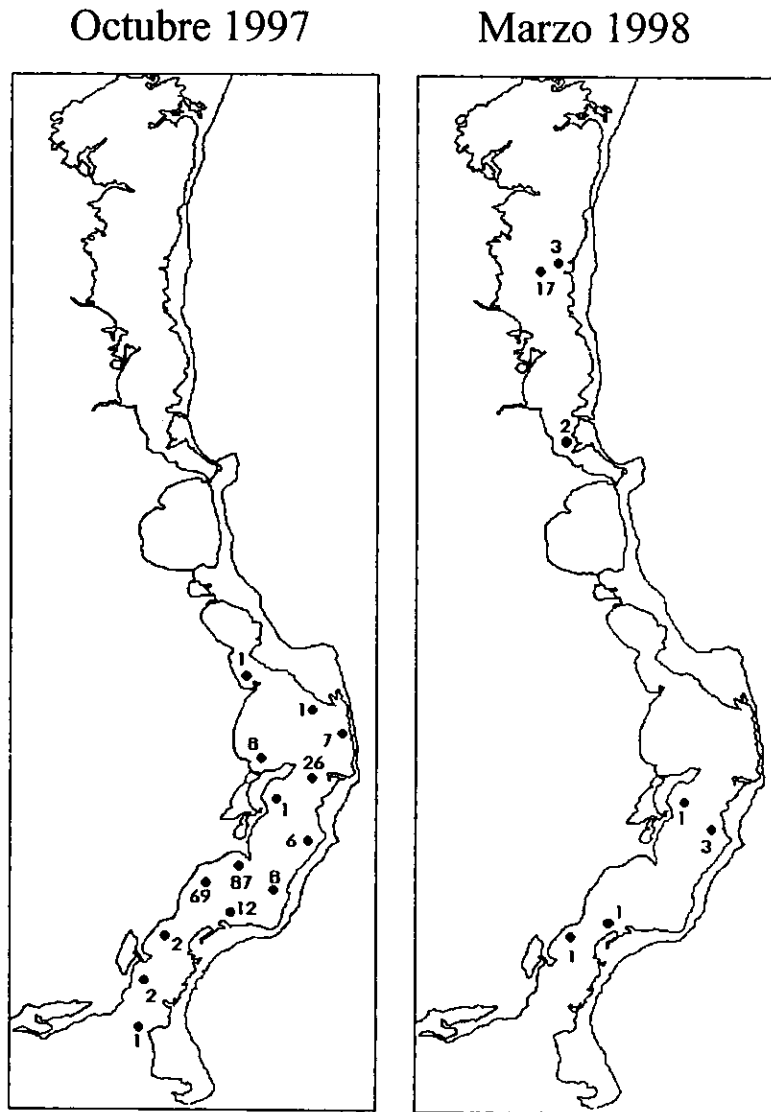


Figura 13. Distribución de los miembros de la familia Clupeidae (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

### Familia Tetraodontidae

Esta familia representó el 5.78% del total de abundancia dentro del sistema lagunar de la Reserva. Durante octubre de 1997 los representantes de esta familia presentaron una distribución amplia en todo el sistema, época en la que se presentó la mayor abundancia (97%); la mayoría de los individuos se localizaron en la Ría. Una característica que se observó es que en ambas épocas, no se registraron organismos de esta familia en San Miguel. En marzo de 1998 solo se registraron en dos estaciones de la Ría (Figura 14).

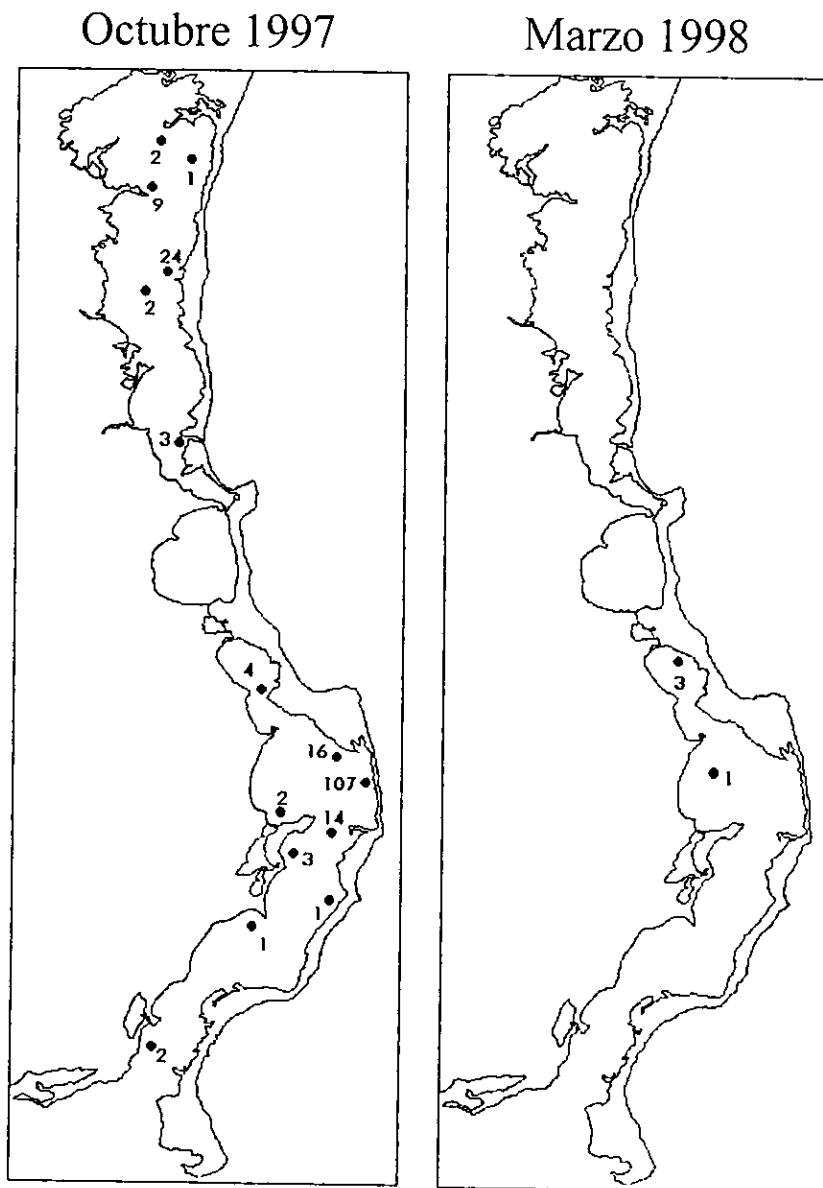


Figura 14. Distribución de los miembros de la familia Tetraodontidae (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

### Familia Atherinidae

*Membras martinica* (Cuvier y Valenciennes, 1879). Esta especie presentó una distribución amplia en el sistema. En octubre de 1997, la mayor parte de los organismos se registraron en la Ría, con sólo en dos estaciones en Campechén. En marzo de 1998, se encontró tanto en la Ría como en Campechén, casi con la misma frecuencia, pero en ninguna ocasión se registró en San Miguel. *M. martinica* se encontró casi con la misma abundancia en los dos épocas (52 y 48%, respectivamente) (Figura 15). La abundancia total de esta especie representó el 5.19% de las larvas determinadas.

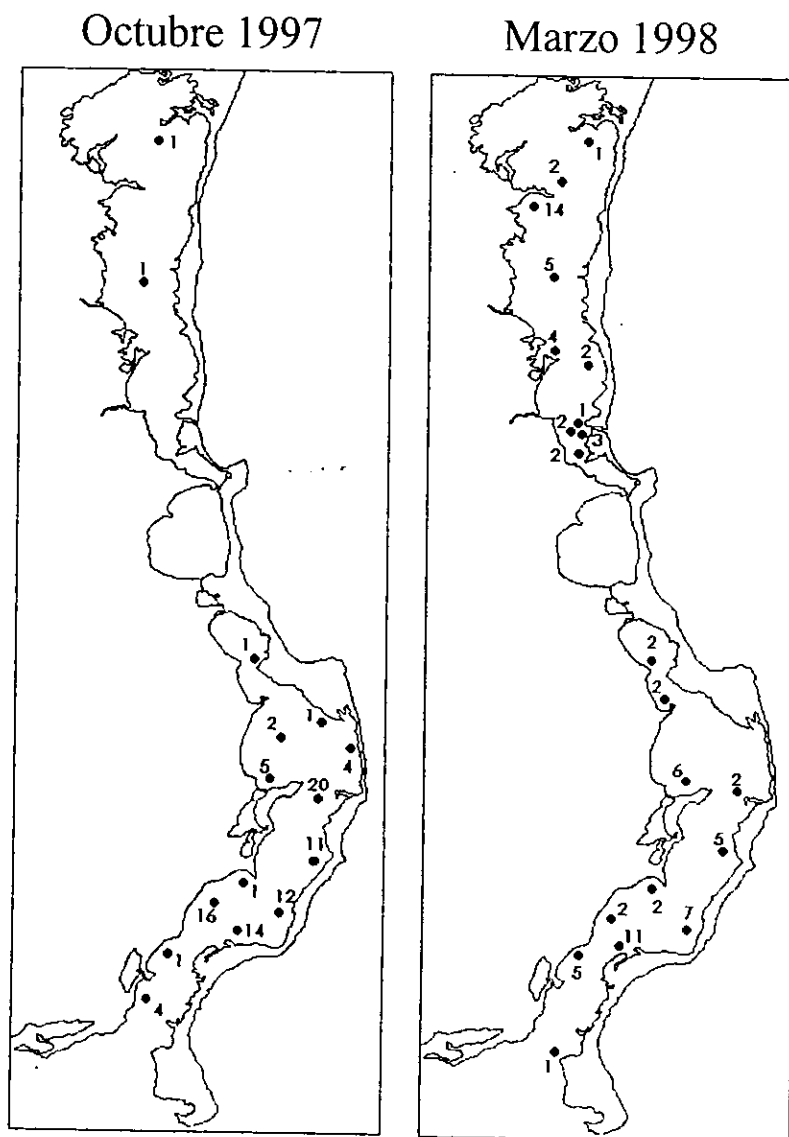


Figura 15. Distribución de *Membras martinica* (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

## Familia Blennidae

*Lupinoblennius nicholsi* (Tovolga, 1954). Esta especie presentó una amplia distribución en todo el sistema durante las dos épocas, aunque con una relativa mayor abundancia para el mes de octubre de 1997 (67%). En este mes la mayoría de los organismos se registraron en San Miguel y el norte de la Ría. En marzo de 1998 la distribución de las larvas fue relativamente homogénea en las tres lagunas del estuario (Figura 16). La abundancia de *L. nicholsi* representó el 4.27 % del total de los individuos determinados.

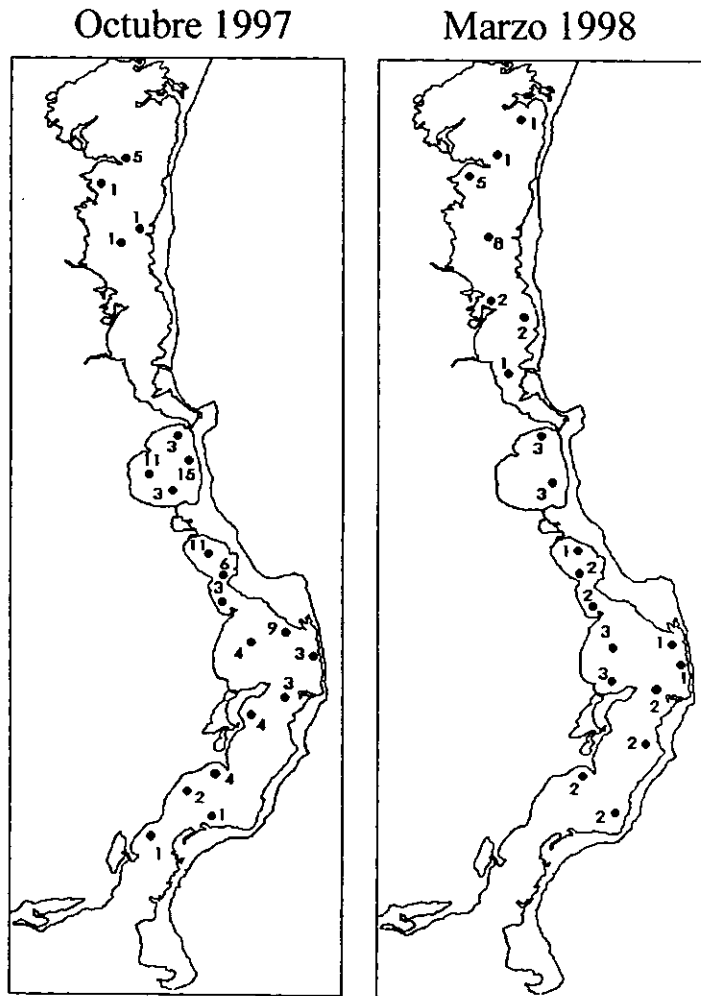


Figura 16. Distribución de *Lupinoblennius nicholsi* (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.



### Familia Carangidae

*Oligoplites saurus* (Bloch y Schneider, 1801). Esta especie se registró con baja frecuencia dentro de la Ría en ambas épocas, aunque representó el séptimo lugar de la abundancia total (2.72 %). En marzo sólo se encontró un individuo (Figura 17).

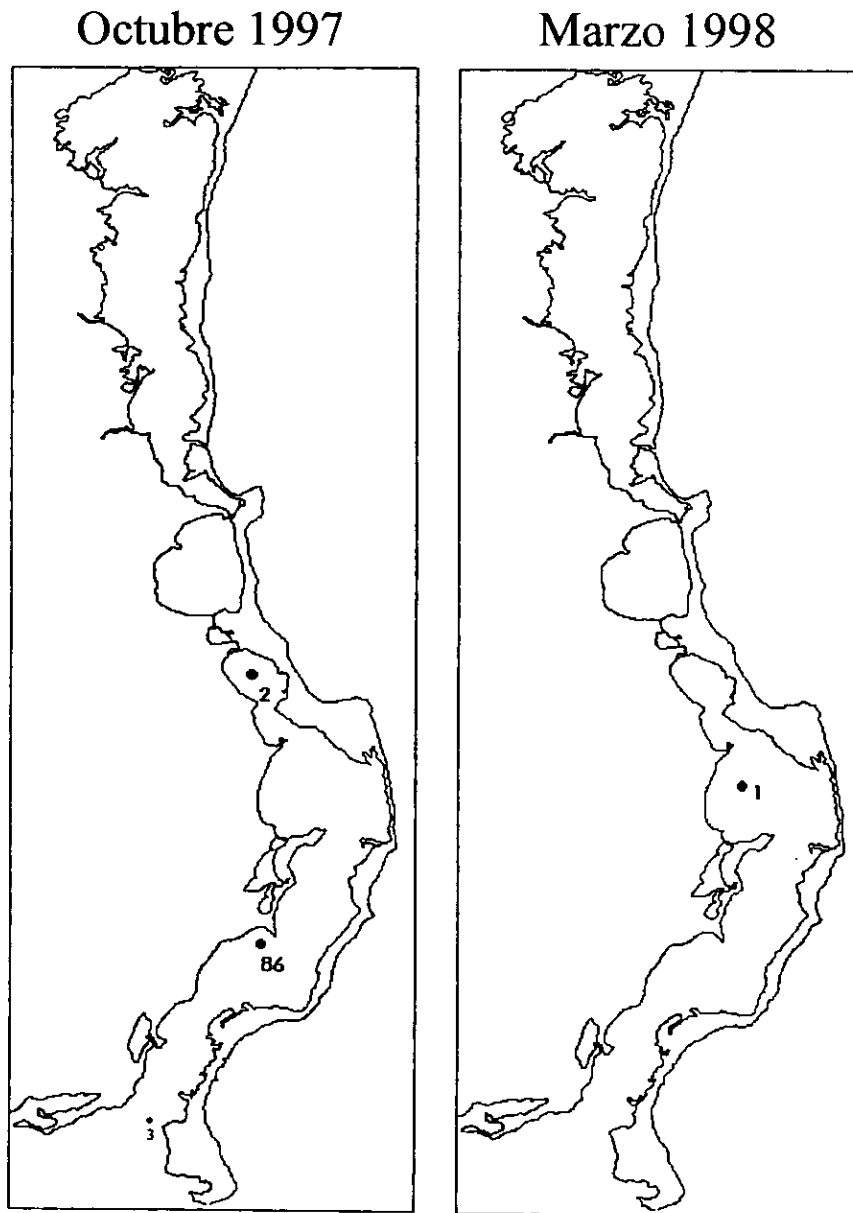


Figura 17. Distribución de *Oligoplites saurus* (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

### Familia Gobiesocidae

*Gobiesox strumosus* (Cope, 1870). Esta especie representó el 2.16 % de abundancia total dentro del área de estudio. Durante octubre de 1997, se encontró en las tres lagunas, con mayor frecuencia en San Miguel y La Ría; esta época fue la de mayor abundancia (72%). En marzo de 1998 *G. strumosus*, se restringió a la Ría y a un sólo individuo en Campechén (Figura 18).

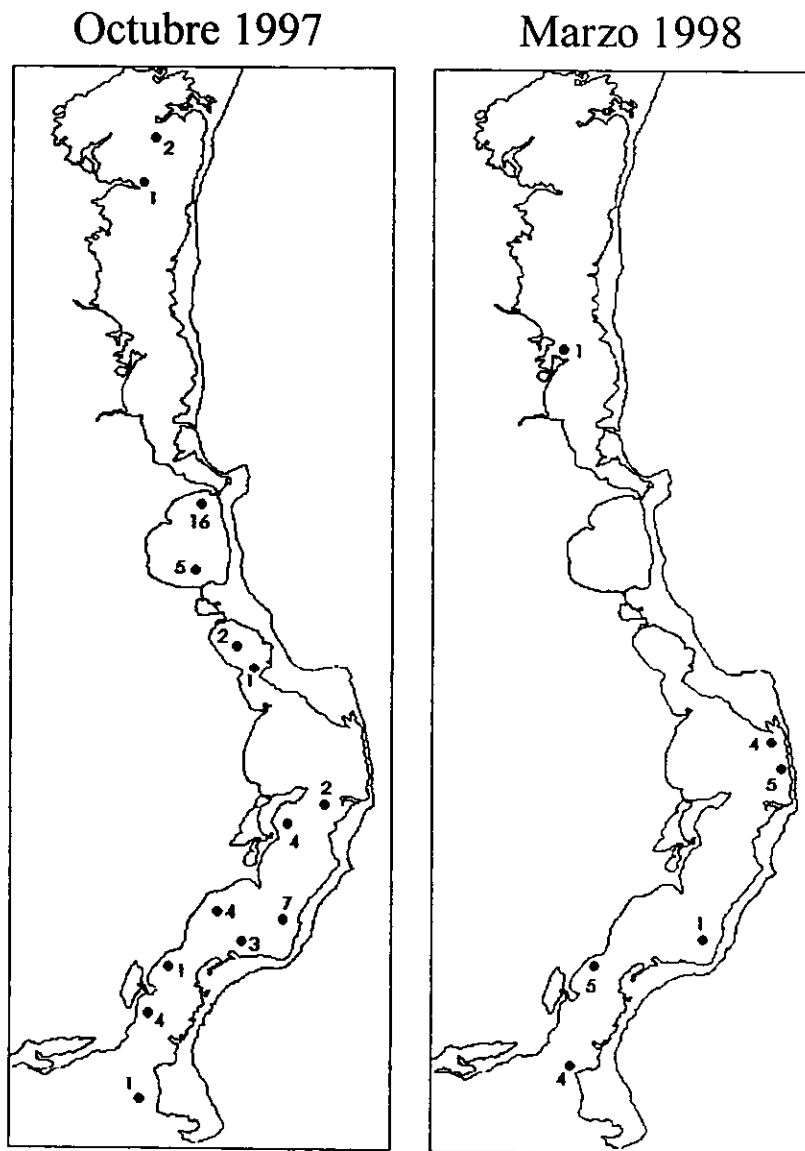


Figura 18. Distribución de *Gobiesox strumosus* (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

### Familia Callionymidae

*Diplogrammus pauciradiatus* (Gill, 1865). Los organismos de esta especie presentaron una abundancia relativamente similar en las dos épocas (45 % octubre y 55 % marzo). Su distribución quedó restringida en ambos meses a la porción centro – sur de la Ría (Figura 19). *D. pauciradiatus* representó el 1.54 % de la abundancia total dentro del sistema.

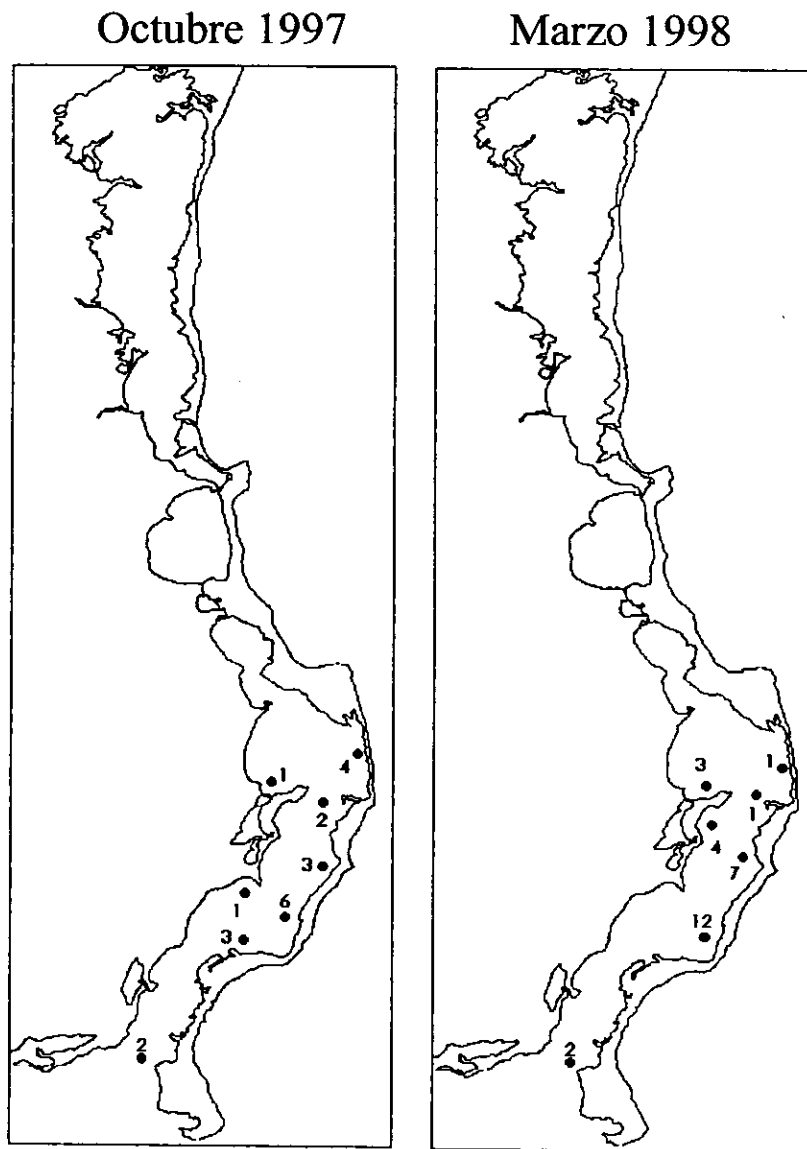


Figura 19. Distribución de *Diplogrammus pauciradiatus* (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

## Familia Hemiramphidae

*Hyporhamphus unifasciatus* (Ranzani, 1842). Las larvas de esta especie se encontraron en la mayor parte del sistema en marzo de 1998, donde la abundancia fue mayor. En octubre de 1997, sólo se registró en tres estaciones de la laguna Campechén y en una estación de la Ría (Figura 20). La abundancia total de *H. unifasciatus*, corresponde al 1.48 %.

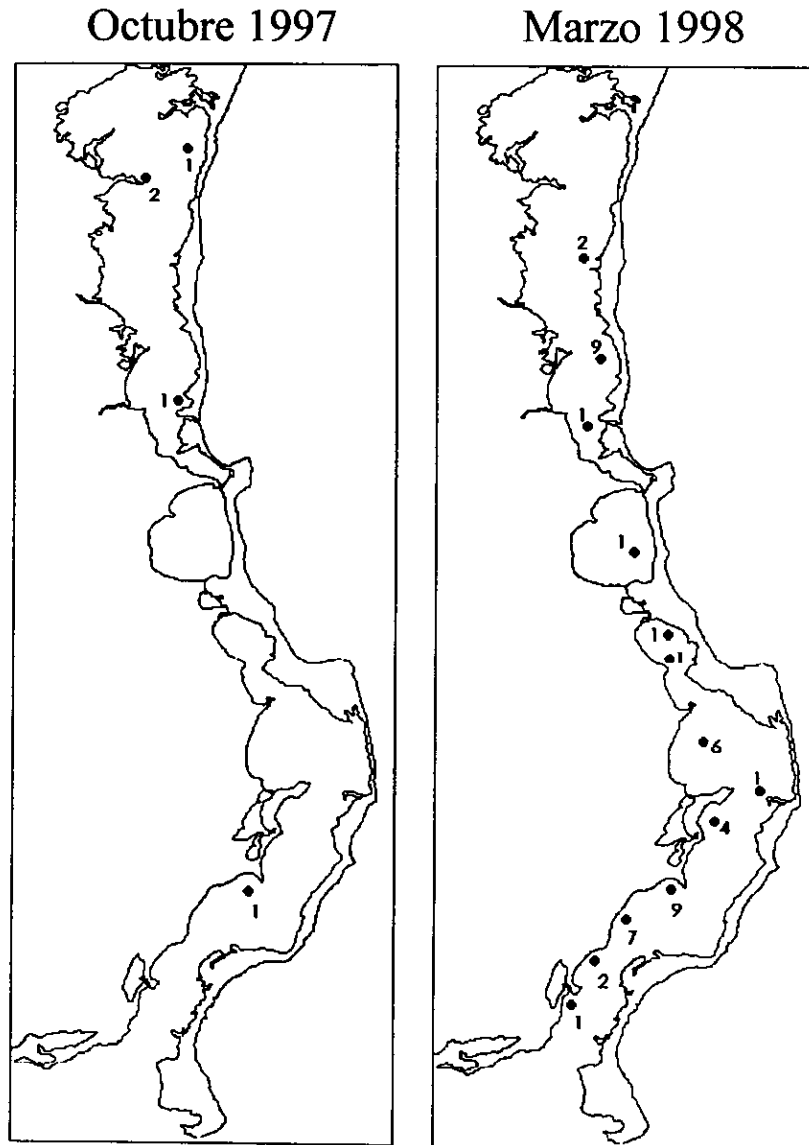


Figura 20. Distribución de *Hyporhamphus unifasciatus* (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

**Familia Syngnathidae**

*Syngnathus scovelli* (Evermann y Kendall, 1895). Los individuos de esta especie presentaron una distribución espacial amplia, aunque la mayor frecuencia y abundancia (70%) se encontró en marzo de 1998 (Figura 21). Esta especie representó el 1.3 % de la abundancia total dentro del sistema lagunar.

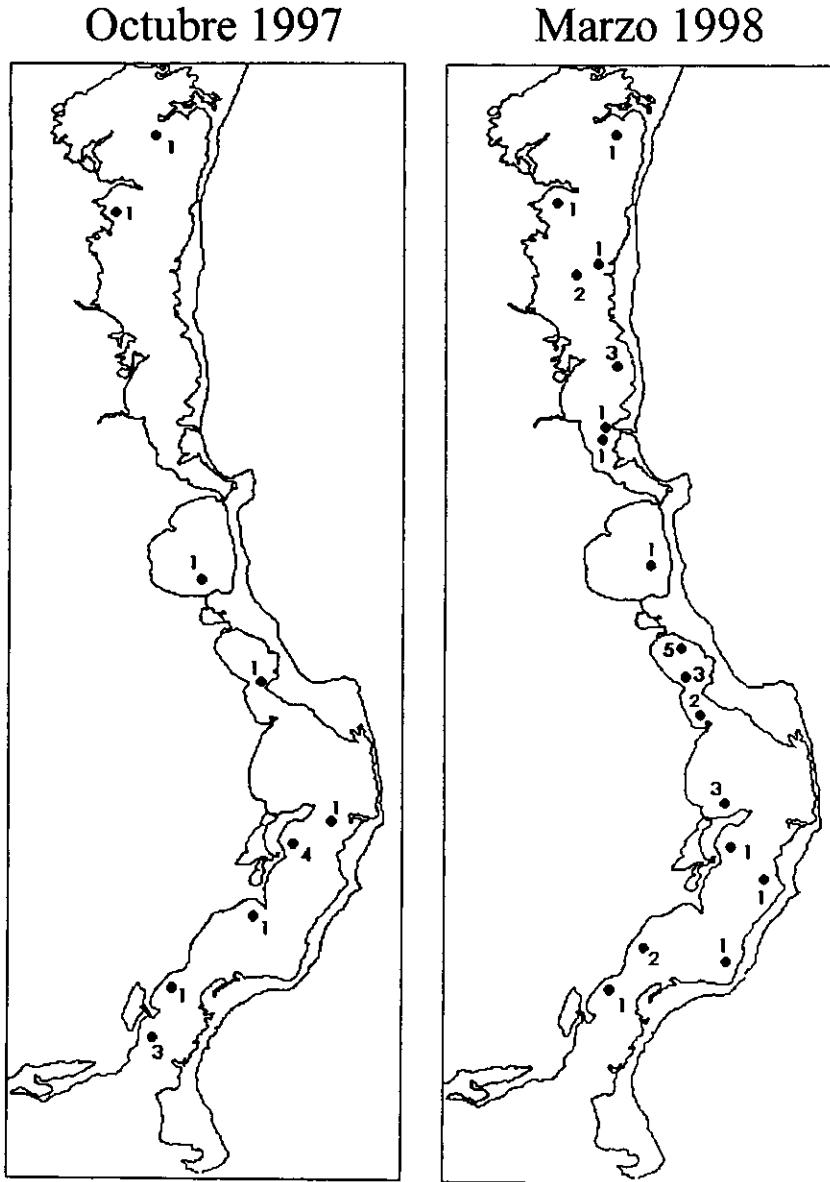


Figura 21. Distribución de *Syngnathus scovelli* (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

### Familia Gerreidae

Los representantes de esta familia se registraron en las dos épocas con baja frecuencia y abundancia, ya que sólo representaron el 0.56% de la abundancia total. La mayoría de los organismos (74%) se encontraron en marzo, principalmente en Campechén (Figura 22).

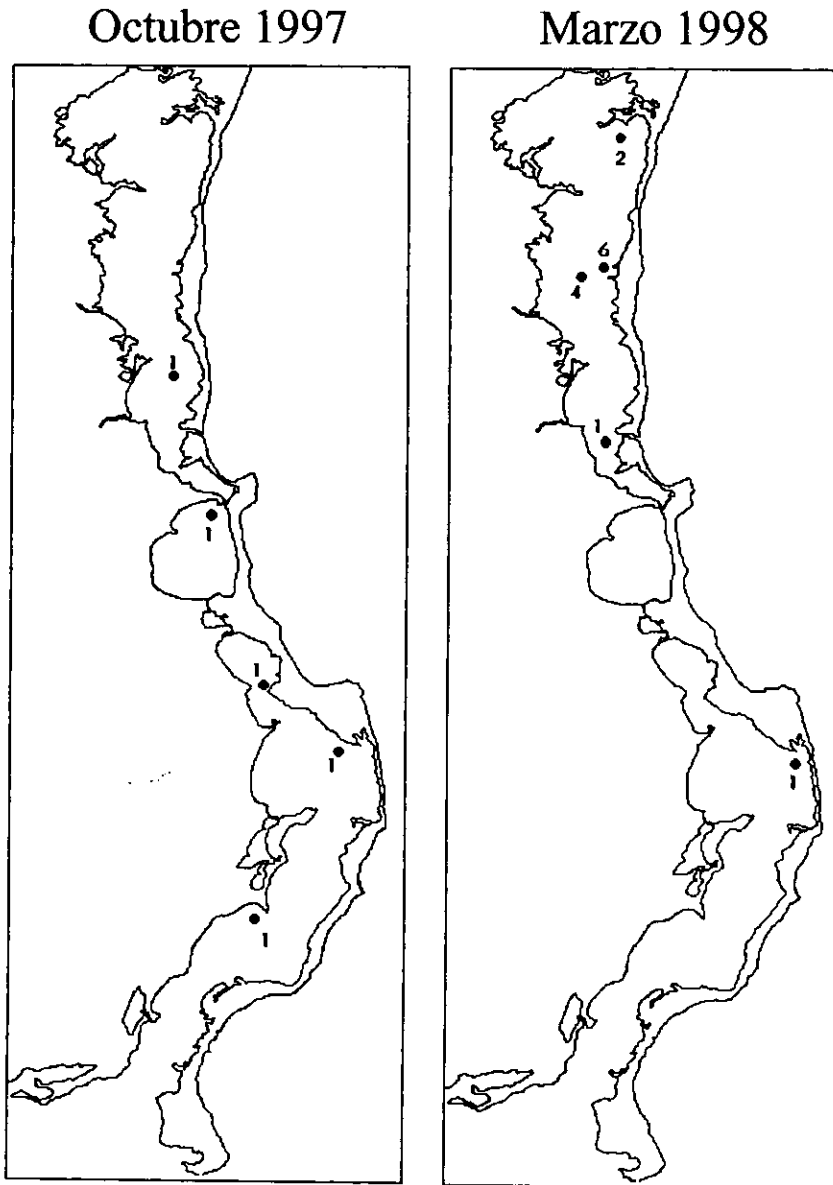


Figura 22. Distribución de miembros de la familia Gerreidae (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

### Familia Eleotridae

*Domitator maculatus* (Bloch, 1785). Esta especie es relativamente rara dentro del sistema, ya que sólo representó el 0.12 % de la abundancia total. Sólo se encontró en octubre de 1997, donde se registraron cuatro individuos en dos estaciones de Campechén, cerca de Boca Paila (Figura 23).

Octubre 1997

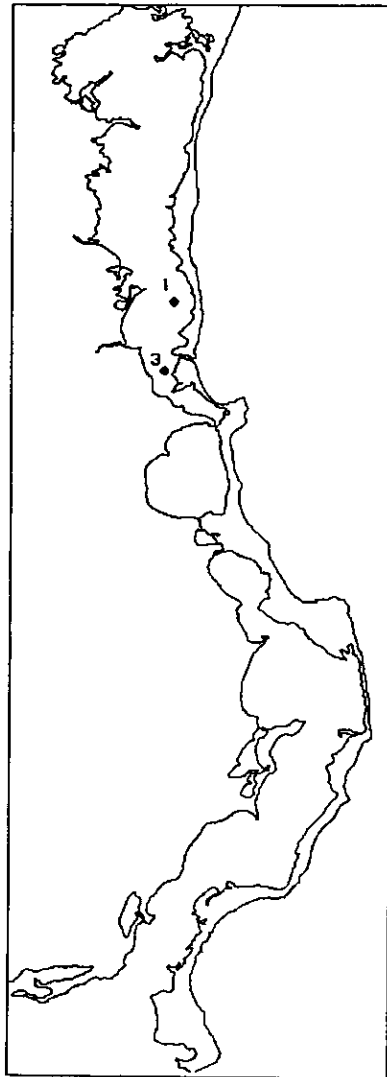


Figura 23. Distribución de *Domitator maculatus* (ind/100 m<sup>3</sup>) durante octubre de 1997 en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

### Familia Belonidae

*Strongylura marina* (Walbaum, 1792). Los individuos de esta especie fueron sumamente escasos, ya que sólo representaron el 0.09 % de la abundancia total. Se registró un individuo en octubre de 1997 y dos en marzo de 1998, todos en la Ría (Figura 24).

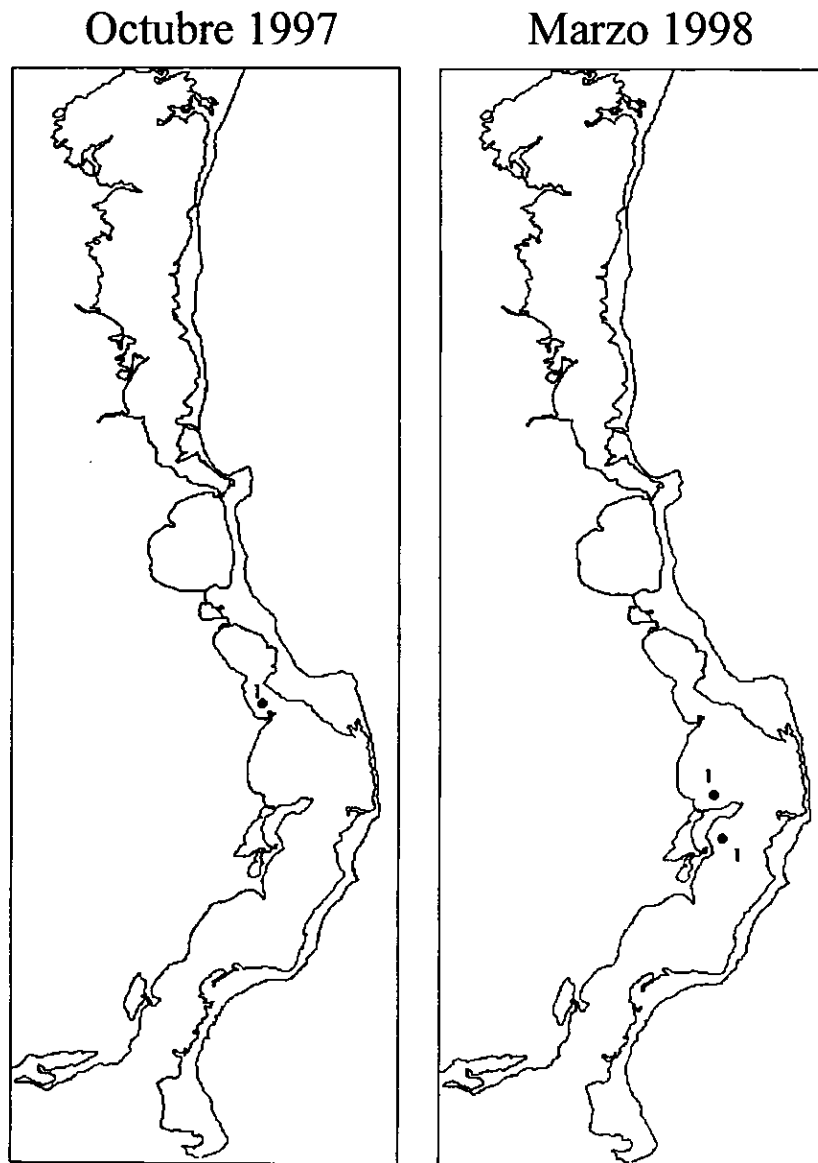


Figura 24. Distribución de *Strongylura marina* (ind/100 m<sup>3</sup>) durante dos épocas del año en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.



### C) Caracterización físico-biológica del sistema lagunar

El análisis de componentes principales aplicado a datos físicos (temperatura, salinidad, oxígeno y profundidad) y biológicos (biomasa y densidad ictioplanctónica) registrados en las 34 estaciones de muestreo, para el mes de octubre de 1997, reveló la existencia de tres grupos principales (Figuras 25 y 27) denominados:

- Campechén – San Miguel
- Ría Norte
- Ría Sur

Con base a lo expuesto por Pla (1986), se seleccionaron los dos primeros ejes factoriales de este análisis que suman 63 % de la variabilidad total. La parte positiva del eje I (34%) ordena principalmente a las estaciones de la Ría, y las coloca en dos grupos diferentes (Figura 25). Las variables de mayor contribución a la formación de dicho eje son la salinidad y el oxígeno (Cuadro 1), las cuales proporcionan los contrapesos importantes en las partes positiva y negativa del primer componente, respectivamente.

La parte positiva del eje II (29%) separa a las estaciones de Campechén del resto del área de estudio (Figura 25). En este eje, las variables con más peso fueron la biomasa, la densidad ictioplanctónica y temperatura, asociadas a la parte negativa (Cuadro 2), esto significa que valores relativamente bajos de estas variables caracterizan a las estaciones de Campechén.

Cuadro 1. Variables que aportan la mayor contribución al eje I. ACP correspondiente a octubre de 1997, matriz de 6 variables y 34 estaciones de muestreo.

Variable	Posición relativa en el eje	Contribución
Oxígeno	-	390
Salinidad	+	383
Profundidad	+	180

Cuadro 2. Variables que aportan la mayor contribución al eje II. ACP correspondiente a octubre de 1997, matriz de 6 variables y 34 estaciones de muestreo.

Variable	Posición relativa en el eje	Contribución
Biomasa	-	418
Densidad larvaria	-	292
Temperatura	-	197

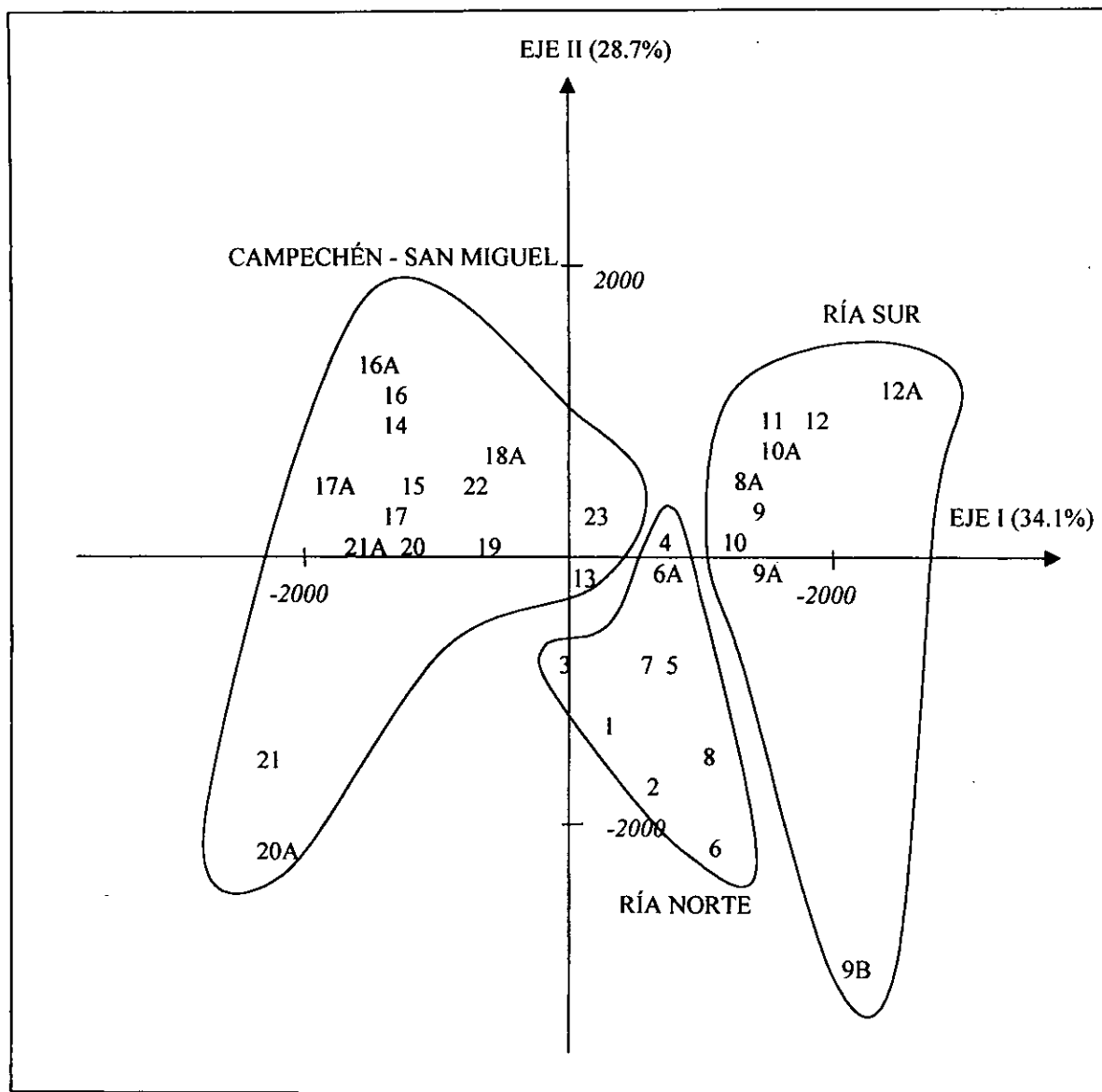


Figura 25. Representación de las estaciones de muestreo sobre los dos primeros ejes factoriales del ACP, octubre de 1997. Matriz de 6 variables y 34 estaciones de muestreo.

Los grupos definidos en esta época presentaron las siguientes características físico – biológicas (Cuadro 3):

*Campechén – San Miguel:* Se localizó en la parte norte del área de estudio (Figura 27). En esta zona, los valores de oxígeno fueron mayores ( $10.9 \pm 1.36$  mg/l) que en los grupos restantes, de hecho, los más altos registrados en el sistema. Los valores de temperatura fueron los más bajos de la zona de estudio ( $27.7 \pm 1.02$  °C), así también los de biomasa ( $11.4 \pm 16.93$  g/m<sup>3</sup>).

*Ría Norte:* Localizado en la parte norteña de la Ría (Figura 27), este grupo se caracterizó por los valores más altos de temperatura ( $29.4 \pm 0.49^\circ\text{C}$ ). La densidad de larvas de peces fue la menor del sistema ( $49.9 \pm 45.83 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ), asociados a zonas someras ( $125.3 \pm 22.32 \text{ cm}$ ).

*Ría Sur:* Este grupo se localizó en la parte más meridional del sistema estudiado (Figura 27). Debido a que este grupo representa la mayor comunicación con el océano, en él se registraron las más altas salinidades ( $27.0 \pm 4.12 \text{ ups}$ ) y profundidades ( $157.5 \pm 34.78 \text{ cm}$ ). Los valores de oxígeno, a su vez, fueron los más bajos de la región estudiada ( $8.0 \pm 0.52 \text{ mg/l}$ ).

Cuadro 3. Valores promedio  $\pm$  desviación estándar de las variables físico – biológicas registradas en los tres grupos durante octubre de 1997.

Grupo	Temperatura $^\circ\text{C}$	Salinidad ups	Oxígeno mg/l	Profundidad cm	Biomasa g/100m <sup>3</sup>	Ictioplancton ind/100m <sup>3</sup>
Campechén– San Miguel	$27.7 \pm 1.02$	$9.6 \pm 2.48$	$10.9 \pm 1.36$	$128.1 \pm 35.25$	$11.4 \pm 16.89$	$53.8 \pm 71.93$
Ría Norte	$29.4 \pm 0.49$	$16.1 \pm 2.18$	$8.7 \pm 0.74$	$125.3 \pm 22.32$	$24.3 \pm 18.15$	$49.9 \pm 45.83$
Ría Sur	$28.0 \pm 0.56$	$27.0 \pm 4.12$	$8.0 \pm 0.52$	$157.5 \pm 34.78$	$25.7 \pm 42.47$	$54.0 \pm 61.87$

Durante el mes de marzo de 1998, un análisis similar aplicado a tres variables físicas (temperatura, salinidad y profundidad) y dos biológicas (biomasa y densidad larvaria) registradas en 33 estaciones de muestreo, reveló la existencia de tres principales grupos, a saber (Figuras 26 y 27):

- Campechén
- San Miguel – Ría Norte
- Boca Paila – Ría Sur

En este análisis los dos primeros ejes suman el 70.7% de la variabilidad total. El eje I, que aporta un alto porcentaje (40.9%), separa dos grupos: Boca Paila – Ría Sur y San Miguel – Ría Norte (Figura 26). Las variables que tuvieron mayor peso en la formación de este eje fueron la salinidad y la profundidad en la parte positiva, y la biomasa y la densidad larvaria, en la negativa (Cuadro 4).

En la parte negativa del eje II (29.8 %), se define el grupo Campechén (Figura 26). Las variables más importantes en la definición de este grupo fueron la temperatura y la salinidad, cuyos valores bajos caracterizaron a dicho grupo (Cuadro 5).

Cuadro 4. Variables que aportan la mayor contribución al eje I. ACP correspondiente a marzo de 1998, matriz de 5 variables y 33 estaciones de muestreo.

Variable	Posición relativa en	Contribución
Profundidad	+	207
Salinidad	+	175
Densidad larvaria	-	362
Biomasa	-	235

Cuadro 5. Variables que aportan la mayor contribución al eje II. ACP correspondiente a marzo de 1998, matriz de 5 variables y 33 estaciones de muestreo.

Variable	Posición relativa en	Contribución
Temperatura	+	498
Salinidad	+	254

Los tres grupos definidos presentaron las características siguientes (Cuadro 6):

*Campechén:* Se localizó en la parte norte de la laguna de Campechén (Figura 27); su ocupación fue más restringida que la época anterior. Este grupo se caracterizó por tener bajos valores de salinidad ( $16.8 \pm 0.30$  ups) y temperatura ( $25.5 \pm 0.5$  °C), así como de biomasa zooplanctónica ( $10.7 \pm 8.08$  g/100m<sup>3</sup>).

*San Miguel – Ría Norte:* Localizado en la parte central del sistema (Figura 27), este grupo de aguas someras ( $119.2 \pm 26.26$  cm), biológicamente fue muy importante, pues en él se registraron los más altos valores de biomasa ( $36.4 \pm 26.32$  g/100m<sup>3</sup>) y de densidad larvaria ( $132 \pm 72.51$  ind/100m<sup>3</sup>).

*Boca Paila – Ría Sur:* Geográficamente este grupo se localizó en la zona de influencia marina, esto es, la sección de Boca Paila y la parte meridional de la Ría (Figura 27). Debido a la influencia oceánica, la salinidad fue alta ( $29.9 \pm 3.51$  ups); la densidad larvaria fue la más baja del sistema ( $16.8 \pm 12.16$  ind/100m<sup>3</sup>).

Cuadro 6. Valores promedio  $\pm$  desviación estándar de las variables físico-biológicas registradas en los tres grupos durante marzo de 1998.

Grupo	Temperatura °C	Salinidad ups	Profundidad cm	Biomasa g/100m <sup>3</sup>	Ictioplancton ind/100m <sup>3</sup>
Campechén	$25.5 \pm 0.50$	$16.8 \pm 0.30$	$119.4 \pm 22.97$	$10.6 \pm 8.08$	$34.7 \pm 28.73$
San Miguel – Ría Norte	$27.3 \pm 1.16$	$22.3 \pm 0.89$	$119.2 \pm 26.26$	$36.4 \pm 26.32$	$132 \pm 72.51$
Boca Paila – Ría Sur	$27.2 \pm 0.46$	$29.9 \pm 3.51$	$161.4 \pm 36.78$	$12.5 \pm 10.41$	$16.8 \pm 12.16$

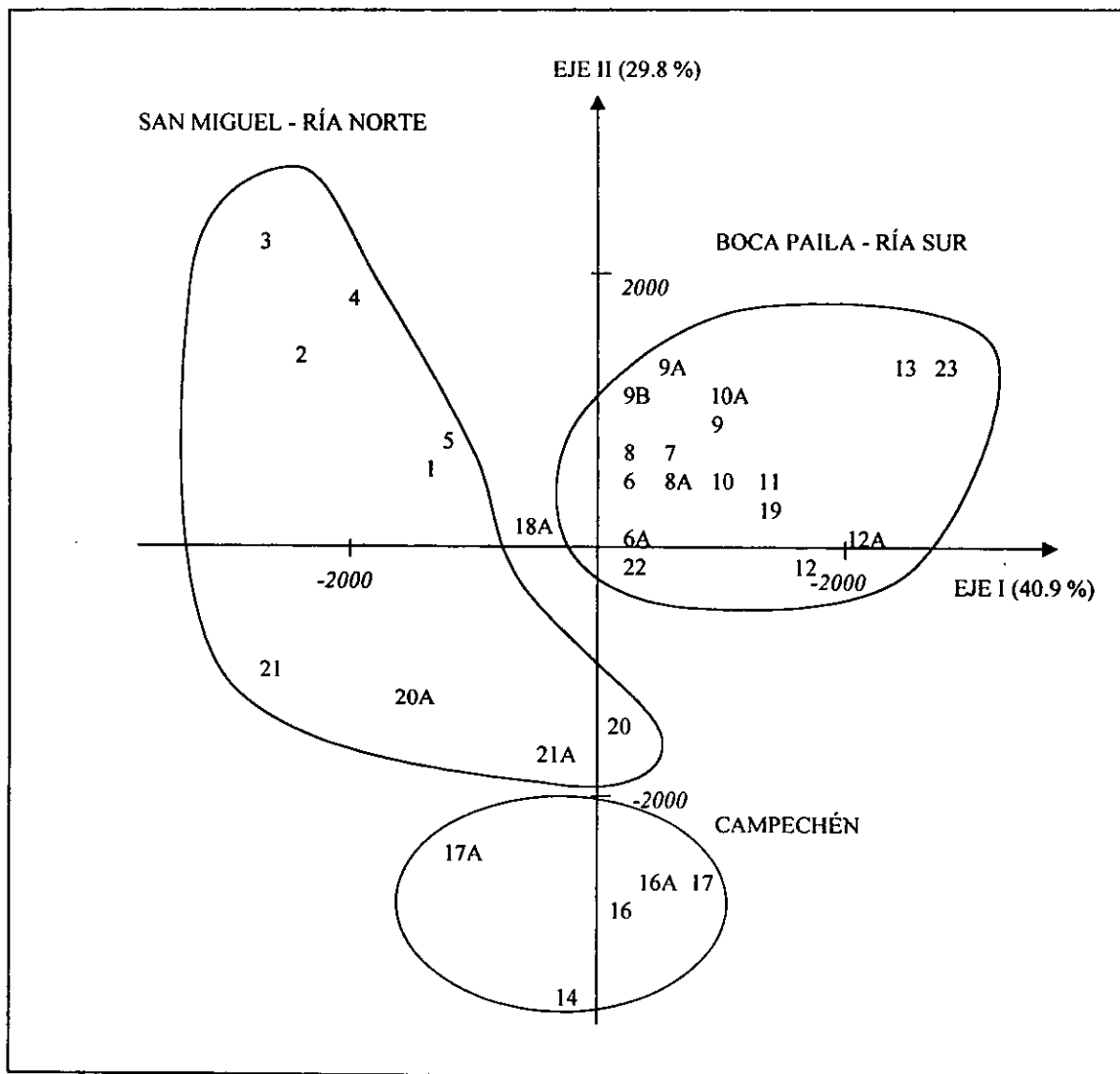


Figura 26. Representación de las estaciones de muestreo sobre los dos primeros ejes factoriales del ACP, marzo de 1998. Matriz de 5 variables y 33 estaciones de muestreo.

Un análisis fino de la composición del ictioplancton en cada uno de los grupos anteriormente descritos, indicó que durante el mes de octubre de 1997, el grupo Campechén – San Miguel, estuvo caracterizado por la alta frecuencia y abundancia del góbido *Gobionellus boleosoma*; el grupo Ría Norte por la especie *Lupinoblennius nicholsi*, en tanto que en el grupo Ría Sur, los miembros de la familia Clupeidae fueron dominantes, aunque *Diplogrammus pauciradiatus* y *Oligoplites saurus* registraron su mayor abundancia y frecuencia. El aterínido *Membras martinica* se distribuyó principalmente en la Ría (Cuadro 7).

Cuadro 7. Abundancia promedio (ind/100m<sup>3</sup>) y frecuencia de aparición (F) de los taxa presentes en los tres grupos determinados por el ACP durante octubre de 1997.

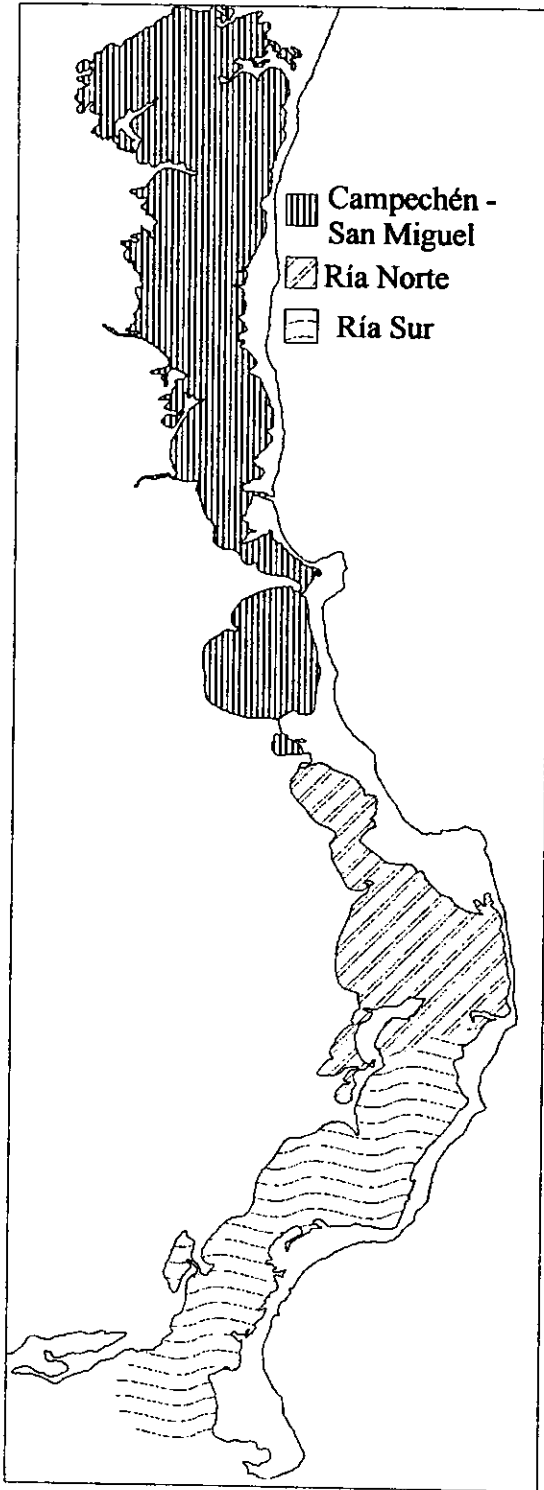
TAXA	Campechén – San Miguel		Ría Norte		Ría Sur	
	X	F	X	F	X	F
Clupeidae			5.27	62.50	18.71	90.00
<i>Diplogrammus pauciradiatus</i>			0.94	37.50	1.36	50.00
<i>Dormitator maculatus</i>	0.25	12.50				
Engraulidae	0.88	31.25	0.31	12.50		
Gerreidae	0.09	12.50	0.23	25.00	0.15	10.00
<i>Gobiesox strumosus</i>	1.64	25.00	0.67	37.50	2.27	70.00
Gobiidae (indeterminados)	4.46	18.75				
<i>Gobionellus boleosoma</i>	44.32	81.25	14.88	87.50	12.11	90.00
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	0.25	18.75			0.07	10.00
<i>Lupinoblennius nicholsi</i>	3.15	50.00	4.88	87.50	0.98	50.00
<i>Membras martinica</i>	0.09	12.50	4.08	75.00	5.95	70.00
<i>Oligoplites saurus</i>			0.27	12.50	8.88	20.00
<i>Strongylura marina</i>			0.13	12.50		
<i>Syngnathus scovelli</i>	0.13	18.75	0.19	25.00	0.87	40.00
Tetraodontidae	2.64	37.50	17.82	62.50	0.58	40.00

En la temporada siguiente, marzo de 1998, el grupo Campechén se caracterizó por las altas frecuencia y abundancia de los miembros de la familia Gerreidae y del atherinido *M. Martinica*; el grupo San Miguel – Ría Norte estuvo dominado por los engraulidos, en tanto que el grupo Boca Paila – Ría Sur, se caracterizó por la exclusiva presencia de *D. pauciradiatus*, *Bathygobius soporator* y *Strongylura marina* (Cuadro 8).

Cuadro 8. Abundancia promedio (ind/100m<sup>3</sup>) y frecuencia de aparición (*F*) de los taxa presentes en los tres grupos determinados por el ACP durante marzo de 1998.

TAXA	Campechén		San Miguel – Ría Norte		Boca Paila – Ría Sur	
	<i>X</i>	<i>F</i>	<i>X</i>	<i>F</i>	<i>X</i>	<i>F</i>
<i>Bathygobius soporator</i>					1.28	11.76
Clupeidae	3.36	33.32			0.60	29.40
<i>Diplogrammus pauciradiatus</i>					1.87	41.16
Engraulidae	3.66	33.32	93.41	100.00	2.33	11.76
Gerreidae	2.20	49.98	0.16	11.11	0.09	5.88
<i>Gobiesox strumosus</i>	0.13	16.66	0.48	11.11	0.95	23.52
Gobiidae (indeterminados)	7.24	66.64	20.38	55.55	1.72	35.28
<i>Gobionellus boleosoma</i>	5.09	16.66	4.94	22.22	0.88	23.52
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	0.36	16.66	1.10	44.44	1.58	41.16
<i>Lupinoblennius nicholsi</i>	2.70	83.30	2.86	77.77	0.84	41.16
<i>Membras martinica</i>	4.30	83.30	0.18	11.11	2.91	76.46
<i>Oligoplites saurus</i>			0.32	22.22		
<i>Strongylura marina</i>					0.15	11.76
<i>Syngnathus scovelli</i>	0.69	66.64	1.24	44.44	0.70	47.04
Tetraodontidae			0.46	22.22		

Octubre 1997



Marzo 1998

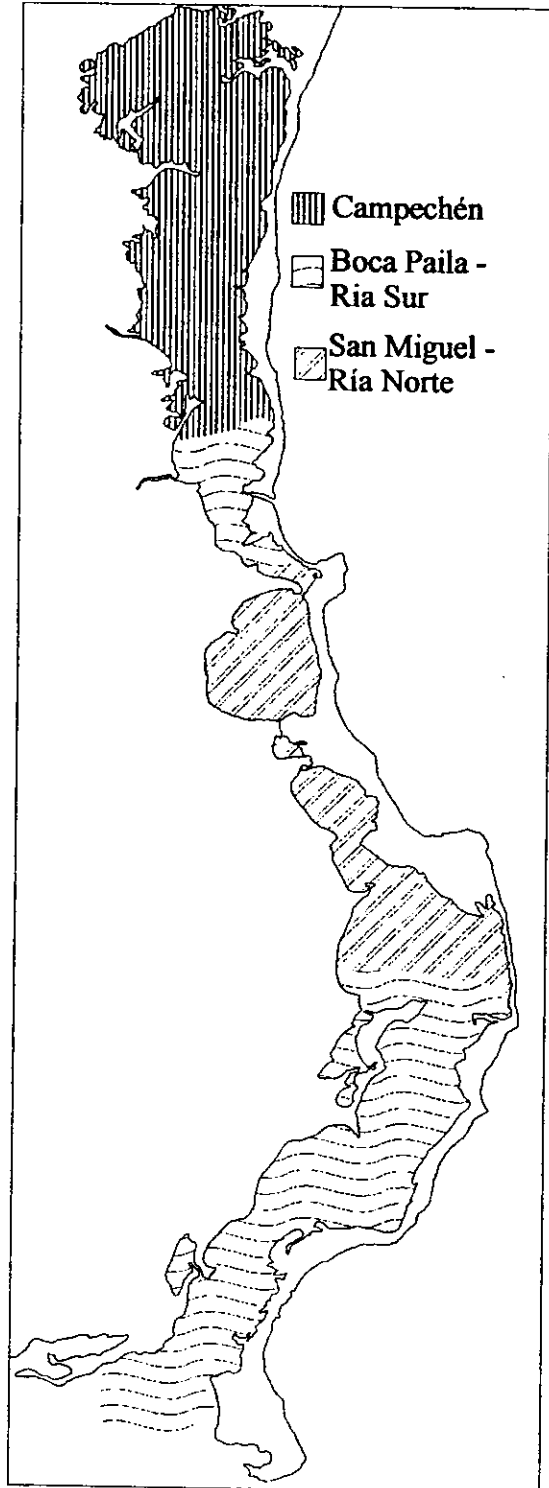


Figura 27. Delimitación de grupos mediante el uso del ACP en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, durante dos épocas de muestreo.



## DISCUSIÓN

### *Variabilidad de parámetros físico – biológicos*

En los sistemas estuarinos, la distribución espacial de la salinidad está influida principalmente por dos factores, uno es el aporte de agua dulce por parte de fuentes continentales y pluviales, y el otro, son las corrientes que llevan parte de las aguas marinas que penetran al cuerpo de agua (Flores–Coto y Méndez–Vargas, 1982). Esta variación se da en el tiempo de acuerdo con la pluviosidad, y en el espacio de acuerdo con las corrientes, tanto de flujo como de marea (López–Peralta, 1993). Estos factores afectan directamente la distribución de la salinidad en el área de estudio, ya que los valores más bajos (6.3 a 15.6 ups) se registraron en octubre de 1997, en casi todo el estuario (Figura 5), coincidiendo con el final de la temporada de mayor precipitación (75 %) que es de mayo a octubre (Rangel–Salazar *et al.*, 1993). En marzo, las concentraciones de sales fueron mayores en todo el sistema (16.4 a 34.3 ups) (Figura 5), esto se debe, por un lado a la escasez de lluvia y por otro, a la mayor penetración de las aguas oceánicas, debido probablemente a una mayor fuerza de los vientos, que en marzo alcanzó los 12 m/s, mientras que en octubre sólo llegó a los 9 m/s.

De manera contraria a la salinidad, los registros de temperatura fueron mayores en octubre (25.8 a 30.2 °C) que en marzo (Figura 4). Los valores registrados en este último mes (24.5 a 28.5 °C), son un poco menores a los registrados por Sanvicente-Añorve *et al.*, (1999) durante febrero (25.2 a 28.5 °C).

La abundancia larvaria coincidió con la distribución espacial de la biomasa zooplanctónica en las dos épocas de muestreo, esto es, con sus valores más altos en la región central del cuerpo de agua estudiado (Figuras 7 y 8). Estos registros coinciden con las observaciones de Gómez-Aguirre *et al.*, (1997) acerca de la distribución del fitoplancton. Se ha estimado que relación biomasa – ictioplancton puede resultar positiva, negativa, o simplemente, sin relación aparente, de acuerdo a factores físicos (características hidrodinámicas e hidrológicas del medio), biológicos (composición del zooplancton, cantidad de alimento disponible, competencia, depredación, tasas de sobrevivencia y mortalidad), estrategias de muestreo (fracción de plancton muestreada de acuerdo al tamaño de la malla), y aunado a ello, la escala de observación considerada (Sanvicente-Añorve y Espinosa Méndez, 2000). De esta manera, en aguas de la plataforma argentina, Ciechomski y Sánchez (1983) encontraron relaciones positivas

entre especímenes colectados con mallas de 300  $\mu\text{m}$  y 505  $\mu\text{m}$ , pero negativas entre los huevos de peces y la biomasa zooplanctónica. Estos resultados hacen pensar que entre especímenes de talla similar la depredación es menos intensa que entre organismos de talla diferente, como sucede con los huevos de pez y resto de organismos zooplanctónicos. En el Golfo de Adén, Ali Khan y Hempel (1974) encontraron que, durante la etapa final de los monzones, la relación entre la biomasa zooplanctónica y densidad ictioplanctónica es de tipo negativo, al menos para algunas muestras. Estos autores indican que esta relación inversa refleja el grado de depredación de algunos organismos (ctenóforos, quetognatos) sobre las larvas de peces. Sin embargo, al observar globalmente los resultados de estos autores, podemos constatar que como conjunto, esta relación no tiene un patrón definido, debido quizás a las condiciones remanentes del monzón.

En cuanto a la composición específica de la fauna ictioplanctónica, podría considerarse que el estuario estudiado es muy diverso dentro de la zona, debido a la conjunción de especies de origen marino y estuarino. Entre las primeras pueden citarse *Diplogrammus pauciradiatus*, *Oligoplites saurus* y algunos miembros de la familia Clupeidae (Aprieto, 1974; Hoese y Moore, 1977; Walls, 1975; Sánchez-Velasco y Flores-Coto, 1994; Harrington, 1997; Sanvicente-Añorve *et al.*, 1999). Entre las especies estuarinas se pueden referir a *Lupinoblennius nicholsi*, *Membras martinica*, *Gobionellus boleosoma* y algunas especies de la familia Engraulidae (Hoese y Moore, 1977; Flores-Coto y Méndez-Vargas, 1982; Ditty, 1986; Ogburn-Matthews y Allen, 1993).

#### *Caracterización de grupos*

Durante octubre de 1997, fue posible distinguir tres grupos con base a las características físico-biológicas del sistema, que de norte a sur fueron: Campechén – San Miguel, Ría Norte y Ría Sur (Figura 27).

En cuanto a la fauna ictioplanctónica, el grupo Ría Sur podría considerarse como un grupo de influencia oceánica, debido a la presencia de especies como *Diplogrammus pauciradiatus* y *Oligoplites saurus*, además de algunos miembros de la familia Clupeidae (Cuadro 7). Acerca de la primera especie, se sabe que las hembras adultas desovan en durante un ciclo de tres días, en tanto que los machos pueden reproducirse en más tiempo. En aguas de Florida, el desove sucede en las últimas horas del día y

durante un ciclo lunar durante el mes de noviembre (Harrington, 1997). El carángido *O. saurus* tiene una amplia distribución en el Atlántico occidental, desde el Golfo de Maine, E. U. hasta Uruguay (Hoese y Moore, 1977) y los adultos pueden encontrarse de manera común en aguas someras y poco profundas (Walls, 1975). El desove en el Golfo de México sucede entre primavera y verano (Aprieto, 1974), pero en la zona de estudio Sanvicente-Añorve *et al.* (1999) la han registrado durante todo el año, hecho que concuerda con este trabajo, pues la especie se registró en las dos épocas analizadas, aunque con baja frecuencia.

Aunque no fue posible distinguir las especies de la familia Clupeidae presentes en este grupo, se sabe de la existencia de *Opisthonema oglinum*, *Jenkinsia lamprotaenia*, *Harengula jaguana* y *Brevoortia* sp en la zona de estudio (Sanvicente-Añorve *et al.*, 1999). La primera de dichas especies fue registrada en estado larvario por Sánchez-Velasco y Flores Coto (1994) como la especie más abundante durante el período cálido en aguas neríticas del Caribe Mexicano, especialmente en la región de surgencia frente a Cabo Catoche. En otro estudio, Sánchez-Velasco (1989) indica que el desove de esta especie sucede en aguas cercanas a la costa y que las larvas penetran a lagunas costeras y estuarios. A los adultos de *J. lamprotaenia* se les encuentra en grandes cardúmenes, en aguas relativamente cercanas a la costa del Atlántico occidental (Hoese y Moore, 1977). En aguas del Caribe, en las inmediaciones de las Islas Vírgenes, los estudios de Coblenz (1994) indican que los cardúmenes de adultos próximos a reproducirse se refugian en aguas cercanas a la costa durante el día, y durante el ocaso, se mueven hacia mar adentro. En cuanto al género *Brevoortia*, los estudios de Reintjes y Pacheco (1966) indican que algunas especies desovan durante el invierno muy cerca de la costa y sus larvas tienden a moverse a lagunas costeras y estuarios.

El grupo Ría Sur, situado en la parte más meridional de la Ría, estuvo caracterizado por bajas densidades de ictioplancton (Cuadro 3), lo cual puede ser consecuencia de la influencia de las aguas oligotróficas del Caribe.

Los dos grupos restantes tuvieron una influencia netamente estuarina. En el grupo Campechén – San Miguel, hidrológicamente caracterizado bajos valores de temperatura ( $27.7 \pm 1.02$  °C) y salinidad ( $9.6 \pm 2.48$  ups); la biomasa ( $11.4 \pm 16.89$  g/100m<sup>3</sup>) fue baja también (Cuadro 3). La presencia de algunos miembros de la familia Gobiidae fue particularmente importante (Cuadro 7). Sanvicente-Añorve *et al.* (1999) registraron larvas de esta familia en un intervalo muy amplio de salinidad en la zona de estudio, lo

cual concuerda con los resultados de este trabajo (Figuras 9, 10 y 11). De acuerdo con Hoese y Moore (1977) los góbidos adultos son eurihalinos, encontrados con frecuencia en aguas de bajas salinidades cerca de la costa; los registros de este estudio indican que también en estado larval, soportan un intervalo amplio de salinidades. *Gobionellus boleosoma*, quien registró en este grupo su mayor abundancia, fue registrada por Vega-Cendejas *et al.* (1997) en estado adulto en la boca de la Laguna de Celestún, península de Yucatán, por lo que la presencia de larvas en la zona de estudio no debe considerarse como rara.

El grupo Ría Norte estuvo caracterizado por temperaturas elevadas ( $29.4 \pm 0.49$  °C), bajas profundidades ( $125.3 \pm 22.32$  cm) y la menor densidad larvaria ( $49.9 \pm 45.83$  ind/100m<sup>3</sup>) (Cuadro 3). Asimismo, el blennido *Lupinoblennius nicholsi* fue importante por su alta abundancia y frecuencia de aparición (Cuadro 7). Las larvas de esta especie han sido encontradas en sistemas lagunares del sur del Golfo de México (Flores-Coto y Méndez-Vargas, 1982; Méndez-Vargas *et al.*, 1988) en cuerpos de agua casi cerrados, lo que coincide con los resultados observados en la zona de estudio, ya que la zona ocupada por este grupo presenta muchos islotes y zonas semicerradas.

Durante el mes de marzo se distinguieron tres grupos principales: Campechén, San Miguel – Ría Norte y Boca Paila – Ría Sur. En el grupo más norteño, Campechén, la presencia de *L. nicholsi* y *G. boleosoma* fue muy importante, además de *Membras martinica* y los especímenes de la familia Gerreidae (Cuadro 8). El aterínido *M. martinica* ya había sido registrado con anterioridad con alta frecuencia y abundancia en la zona de estudio (Sanvicente-Añorve *et al.*, 1999). Según Martin y Drewry (1978) los adultos de esta especie habitan aguas estuarinas y marinas, y el desove tiene lugar en salinidades de 5 a 27 ups, y sus huevos son demersales. En la Bahía de Chesapeake, se ha observado que los huevos de esta especie se encuentran adheridos a hojas u otros materiales flotantes (Olney y Boehlert, 1988), razón que explica su amplia distribución en el sistema. En general, el grupo registró bajos valores de salinidad ( $16.8 \pm 0.3$  ups) y temperatura ( $25.5 \pm 0.5$  °C), así como de biomasa zooplanctónica ( $10.7 \pm 8.08$  g/100 m<sup>3</sup>) (Cuadro 6).

El grupo Boca Paila-Ría Sur ocupó durante esta temporada una extensión mayor, debido a una mayor penetración de las aguas marinas sobre el sistema lagunar, muy evidente aún en la estrecha boca de Boca Paila (Figuras 5 y 27). La densidad

ictioplanctónica fue baja en este grupo (Cuadro 6), debido, como ya se mencionó anteriormente, a la influencia de aguas con bajo contenido de nutrimentos provenientes del Caribe. Destaca por su relativa alta abundancia, nuevamente la presencia de *D. pauciradiatus* (Cuadro 8).

En el grupo situado en el centro del sistema, denominado San Miguel – Ría Norte, los miembros de la familia Engraulidae poseen la más alta abundancia (Cuadro 8). Aunque la identificación de los miembros de esta familia no fue posible, Sanvicente-Añorve *et al.*, (1999) encontraron que *Anchoa hepsetus* se distribuye de manera amplia en todo el estuario, con una mayor abundancia en febrero. Se ha encontrado que esta especie es muy abundante en algunos sistemas estuarinos del Golfo de México (Ditty, 1986), a los que migra estacionalmente desde el océano (Ogburn-Matthews y Allen, 1993). En este grupo se registraron los más altos valores de biomasa ( $36.4 \pm 26.32$  g/100 m<sup>3</sup>) y densidad larvaria ( $132 \pm 75.51$  ind/100 m<sup>3</sup>) (Cuadro 6).

Podemos, finalmente considerar que este sistema lagunar ofrece protección y condiciones favorables para el desarrollo de las larvas de peces, hecho que cobra más importancia si se considera que las aguas neríticas adyacentes son oligotróficas.

## CONCLUSIONES

- En las colectas ictioplanctónicas efectuadas durante octubre de 1997 y marzo de 1998 en un sistema lagunar de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, se registraron un total de 11 especies y 11 géneros pertenecientes a 14 familias de peces.
- Las familias más abundantes fueron Gobiidae (40%), Engraulidae (26.9%) Clupeidae (7.7%), Tetraodontidae (5.8%) y Atherinidae (5.2%).
- Las más altas densidades de biomasa zooplanctónica y densidad larvaria se registraron en la parte central del sistema (San Miguel y norte de la Ría).
- Este sistema representa una zona de conjunción de especies de origen estuarino (*L. nicholsi*, *M. martinica* y *G. boleosoma*) y marino (*D. pauciradiatus* y *O. saurus*).
- Durante octubre de 1997, de acuerdo con el ACP, fue posible distinguir tres grupos en la zona de estudio: Campechén - San Miguel, Ría Norte, y Ría Sur, definidos con base a características físicas y biológicas del sistema. Durante marzo de 1998 se distinguieron a su vez tres grupos: Campechén, San Miguel - Ría Norte y Boca Paila-Ría Sur.
- Los taxa que caracterizaron al grupo de la Ría Sur y Boca Paila, geográficamente localizado en las bocas de comunicación con el océano, correspondieron a especies cuyos adultos habitan la zona marina costera y sus larvas penetran a las lagunas costeras y estuarios las que utilizan como zonas de alimentación y de crianza.
- Los taxa que caracterizaron el resto de los grupos fueron de hábitos sobre todo estuarinos.
- Se considera que este sistema lagunar ofrece protección y condiciones favorables para el desarrollo de las larvas de peces, hecho que cobra más importancia si se toma en cuenta que es objeto de pesquerías, si bien no del tipo industrial, si interviene definitivamente como fuente de sustento para un número considerable de pescadores ribereños.
- Del estudio aquí presentado, sobresale el hecho innegable de la carencia que se tiene, en general, de la biología de las muchas especies registradas en México, por lo que es necesario continuar con este tipo de investigaciones. Por tanto, se sugiere ahondar en el estudio de este ecosistema tomando en consideración la medición de otros factores.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

## REFERENCIAS

- Ali Khan, J. y G. Hempel, 1974. Relation of fish larvae and zooplankton biomass in the Gulf of Aden. *Marine Biology*, 28: 311-316.
- Aprieto, V. L., 1974. Ichthyoplankton surveys for detection and appraisal. *FAO Fisheries Technical Paper*, 122: 3 – 13.
- Brugeño, A. T. y E. E. Barreto, 1982. *Estudio del zooplancton en la zona del Golfo de Tehuantepec*, México. Biología Marina. Sría. de Marina. Dirección Gral. de Oceanografía. 21-43.
- Ciechomski, J. D. y R. P. Sánchez, 1983. Relationship between ichthyoplankton abundance and associated zooplankton biomass in the shelf waters off Argentina. *Biological Oceanography*, 3(1): 77-101.
- Cifuentes, J. L., M. P. T., García y M. F. Mondragón, 1987. *El océano y sus recursos*. Tomo V. La ciencia desde México. SEP. Fond. Cult. Econ. Conacyt. Mex, 161 p.
- Coblentz, B. E., 1994. Reproductive biology of the dwarf herring (*Jenkinsia lamprotaenia*) in the Virgin Islands. *Bulletin of Marine Science*, 56(2):602-608.
- Chávez, S. G., 1978. *Elementos de oceanografía*. 3a. Impresión. CECOSA. México. 256 p.
- Ditty, J. G. 1986. Ichthyoplankton in neritic waters of the northern Gulf of Mexico off Louisiana: composition, relative abundance, and seasonality. *Fishery Bulletin* 84: 935-944.
- Fahay, M. P. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. *Journal of the Northwest Atlantic Fishery Science*. Vol. IV. Northwest Atlantic Fisheries Organization. Dartmouth, 432 p.
- Flores-Coto, C. y M. L. Méndez-Vargas, 1982. Contribución al conocimiento del ictioplancton en la Laguna de Alvarado, Veracruz. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 9(1): 141-160.
- Gasca, R., 1999. Sifonóforos (Cnidaria) de aguas superficiales del Mar Caribe mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 47 (Súpl. 1): 113-120.

- Gasca, R., E. Suárez y L. Vásquez-Yeomans, 1994. Estudio comparativo del zooplancton (biomasa y composición) en dos bahías del Mar Caribe mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 42(3): 595-604.
- Gómez-Aguirre, A. S., L. Sanvicente-Añorve y X. Chiappa-Carrara, 1997. Distribution of *Pyrodinium bahamense* (Dinoflagellata) as an indicator of hydrodynamic transport in two coastal lagoons of the Mexican Caribbean. P 385-386. In: IOUSP/ALICMAR/FIESP (Eds.), *Resumos Expandidos del VII COLACMAR*. Sao Paulo, Brasil. Vol. I. 843 p.
- González, F., 1988. *El plancton de las aguas continentales*. Sría. Gral. OEA. Washington, D.C. 130 p.
- González-Malpica, J.C., 1994. Comparación del ictioplancton en tres hábitats arrecifales frente a Punta Allen, Q. Roo. Resumen de Servicio Social. UAM-X. *Sian Ka'an Serie de Documentos*, p. 64.
- Harrington, M. E., 1997. Behavior patterns and sexual dimorphism in the spotted dragonet, *Diplogrammus pauciradiatus* (Pisces: Callionymidae). *Bulletin of Marine Science*, 60(3): 872-893.
- Hoese, H. D. y R. H. Moore, 1977. *Fishes of the Gulf of Mexico. (Texas, Louisiana, and adjacent waters)*. Texas A & M University Press, College Station, Texas, 376 p.
- Houde, E. D. y P. L. Fore, 1973. Guide to identify of eggs and larvae of some Gulf of Mexico clupeid fishes. Fla. Dep. Nat. Resour., Mar. Res. Lab., Leaflet. Ser. 4(23): 1-14.
- Johnson, G. D., 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic bight. An atlas of egg, larval and juvenile stages. Vol. IV. Carangidae through ephippidae. Power Plant Project. Office of Biological Service. Fish and Wildlife Service, U. S. Department of the Interior, 314 p.
- López-Peralta, H. R., 1993. Estudio preliminar del ictioplancton de la ciénega grande de Santa Marta (Caribe colombiano). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente* 32 (1&2): 79-90.
- Markham, J. C. y F. E. Donath-Hernández, 1990. Crustacea of Sian Ka'an, including orders Nectipoda, Stomatopoda, Thermosbaena, Mysidacea, Cumacea, Tanaidacea, Isopoda and Decapoda. In: D. Navarro y J. G. Robinson (Eds.) *Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CIQRO, Chetumal, Q. Roo, 239-274.



- Martin, F. D. y J. D. Drewry, 1978. *Development of fishes of the Mid Atlantic Bight. An atlas of egg, larval and juvenile stages. Vol. VI. Stromateidae through Ogocephalidae*. Fish and Wildlife Service, U. S. Department of the Interior. FWS/OBS78/12, 416 p.
- Méndez-Vargas, L., C. Flores-Coto y F. Zavala-García, 1988. Abundancia, distribución, área y épocas de desove de *Lupinoblennius nicholsi* (Pisces: Blennidae) en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Biótica*, (13):1y2: 27-34.
- Ogburn-Matthews, M. V. y D. M. Allen, 1993. Interactions among some dominant estuarine nekton species. *Estuaries*, 16(4): 840-850.
- Olney, J. E. y G. W. Boehlert, 1988. Nearshore ichthyoplankton associated with seagrass beds in the lower Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series*, 45: 33-43.
- Olvera-Limas, R., 1987. *Aspecto Pesquero de las Investigaciones Ictioplanctónicas en el Instituto Nacional de la Pesca. Los Recursos del Mar y la Investigación*. Tomo I. Sría. de Pesca, Inst. Nac. Pesca. México. 11-16.
- Padilla-García, M. A., 1987. *Manual de métodos para las investigaciones ictioplanctónicas: Los Recursos del Mar y la Investigación*. Tomo II. Sría. de Pesca, Inst. Nac. Pesca. México. 23-45.
- Pla, L. E., 1986. *Análisis multivariado: Método de componentes principales*. Sría. Gral. de la O. E. A. Washington, D.C. 94 p.
- Ramírez-Ávila, Y. y J. N. Álvarez-Cadena, 1999. Chaetognath species composition from coral reef lagoon in the Mexican Caribbean Sea. *Revista de Biología Tropical*, 47 (Supl. 1): 157-163.
- Rangel-Salazar, J.L., P.L. Enríquez-Rocha y J. Guzmán-Proó. 1993. Colonias reproductivas de aves costeras en Sian Ka'an. P. 833-840. In: D. Salazar-Vallejo y N. González (Eds). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CIQRO. México. 865 p.
- Reintjes, J. L. y A. L. Pacheco, 1966. The relation of menhaden to estuaries. *American Fisheries Society. Special Publication*, (3):50-58.
- Sánchez-Ramírez, M. y C. Flores-Coto, 1993. Desarrollo y clave de identificación de algunas especies de la familia Carangidae (Pisces) del sur del Golfo de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM, 20(1):1-24.

- Sánchez-Velasco, 1989. Contribución al conocimiento de la comunidad ictioplanctónica costera frente a la Laguna de Términos Campeche a través de un ciclo anual (1986 – 1987). *Tesis Profesional. Fac. Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México*. 39 p.
- Sánchez-Velasco, L. y C. Flores-Coto, 1994. Larval fish assemblages at the Yucatan Shelf and in the Mexican Caribbean Sea during the upwelling period (Spring, 1985). *Scientia Marina*, 58(4): 289-297.
- Sanvicente-Añorve, L. y M. L. Espinosa-Fuentes, 2000. Análisis de la relación entre larvas de peces y biomasa zooplanctónica. *Memorias del XII Congreso Nacional de Oceanografía*. 22-26 de mayo, Huatulco, Oax., México.
- Sanvicente-Añove, L y X. Chiappa-Carrara, 1998. Biodiversidad y dinámica espacio-temporal del ictioplancton en dos sistemas lagunares de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. *CONABIO. Reporte Técnico H078*, México. 108 p.
- Sanvicente-Añove, L, X. Chiappa-Carrara, M. Sánchez-Ramírez y A. Ocaña-Luna, 1997. Seasonal Variability of the ichthyoplankton community in two lagoonal systems of the Mexican Caribbean Sea. P 413-415. *In: IOUSP/ALICMAR/FIESP (Eds.), Resumos Expandidos del VII COLACMAR*. Sao Paulo, Brasil. Vol. II. 843 p.
- Sanvicente-Añove, L, X. Chiappa-Carrara, y A. Ocaña-Luna, 1999. Distribución espacial y estacional de ictioplancton en dos sistemas lagunares de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*, 47 (Supl. 1): 175-185
- Schwoerbel, J. 1975. *Métodos de hidrobiología*. H. Blume Ediciones. Madrid España. 254 p.
- Sevilla, H. L. 1988. *Introducción a la acuicultura*. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología, AC. 4a. Edición. Cía. Edit. Continental. México. 111 p.
- Suárez, E., 1990. Copépodos planctónicos (Crustacea) de la Bahía de la Ascensión, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. *In: D. Navarro y J. G. Robinson (Eds.) Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CIQRO, Chetumal, Q. Roo, 215-238.
- Suárez, E., 1994. Lista faunística comentada de los copépodos monstrolídeos (Crustacea, Copépoda) de la Bahía de la Ascensión, Q. Roo. *Sian Ka'an Serie de Documentos* 2:11-17.

- Suárez, E. y R. Gasca, 1998. Thecosome Pteropod (Gastropoda) assemblages of the Mexican Caribbean Sea (1991). *The Nautilus* 112 (2): 43-51.
- Suárez, E. y R. Gasca, 2000. The planktonic copepod community at Mahahual reef, western Caribbean. *Bulletin of Marine Science*, 66(1): 255-267.
- Suárez, E., R. M. Hernández y R. Gasca, 1990. Quetognatos (Chaetognata) de la Bahía de la Ascensión, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. In: D. Navarro y J. G. Robinson (Eds.) *Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an*, Quintana Roo, México. CIQRO, Chetumal, Q. Roo, 137-146.
- Vásquez-Yeomans, L., 1990. Larvas de peces de la Bahía Ascensión, Quintana Roo, México. pp. 321-330 In: D. Navarro y J. G. Robinson (Eds.). *Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CIQRO. México. 471 p.
- Vega-Cendejas, M. E., M. Hernández-de-Santillana y G. de la Cruz-Agüero, 1997. *Los peces de la Reserva de Celestún*. PRONATURA Península de Yucatán y CINVESTAV Mérida, 171 p.
- Walls, J. G., 1975. *Fishes of the northern Gulf of Mexico*. T. H. F. Publication, New Jersey, 432 p.
- Yáñez- Arancibia, A. 1986. *Ecología de la zona costera*. AGT. Editor, México 189 p.
- Zamponi, M., E. Suárez y R. Gasca, 1990. Hidromedusas (Coelenterata: Hydrozoa) de la Bahía de la Ascensión, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. In: D. Navarro y J. G. G. Robinson (Eds.) *Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CIQRO, Chetumal, Q. Roo, 215-238.