

03085



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

**UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE  
POSGRADO DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**

**PROYECTO ACADÉMICO DE ESPECIALIZACIÓN, MAESTRÍA Y  
DOCTORADO EN CIENCIAS DEL MAR**

***DINÁMICA TEMPORAL DEL ICTIOPLANCTON ASOCIADO AL  
ARRECIFE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO: TAXONOMÍA,  
ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD Y SU RELACIÓN CON EL MEDIO***

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
**DOCTOR EN CIENCIAS**  
(OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA Y PESQUERA)

P R E S E N T A:

**M. en C. URIEL ORDÓÑEZ LÓPEZ**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSÉ N. ÁLVAREZ-CADENA**

**Puerto Morelos, Q. Roo. 2004**



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.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

**DEDICATORIA**

*A la memoria de Gerardo Jaime e Hilda Aurora  
Por su integridad y perseverancia*

*A mi madre Francisca López y López  
A mi hermano Radamés Ordóñez  
Por su amor y confianza*

*A Amira Vicab Sabido  
Por su cariño sincero*

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: URIEL ORDÓÑEZ LÓPEZ

FECHA: 21/Abril/2004

FIRMA: 

YRIEA

---

## AGRADECIMIENTOS

---

Deseo expresar mi agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que con su apoyo y cooperación contribuyeron en gran medida a que esta tesis fuese realizada:

A la Universidad Nacional Autónoma de México, institución a la que debo toda mi preparación académica.

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología a quien debo el inicio de mis estudios en el ámbito marino y por brindarme el apoyo para obtener una beca DGAPA-UNAM.

A las autoridades de la Unidad Académica "Puerto Morelos" del ICMYL de la UNAM por soportar el desarrollo de esta investigación: Drs. Enrique Lozano Álvarez (1991-1993), Patricia Briones Fourzán (1998-2001) y Brigitta I. Van Tussenbroek Ribbink (actual).

A las autoridades del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, y que al inicio de este trabajo me brindó de manera por demás generosa el poder continuarlo y concluirlo, y que ahora me brinda la oportunidad de continuar mis investigaciones en el ámbito costero-marino.

A la Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal Quintana Roo. Subgerencia Técnica, por proporcionarme los datos climatológicos del área de Cancún.

Al Dr. José N. Álvarez Cadena, por la dirección de esta tesis y al que debo un constante apoyo e interés para concluir esta investigación y por no perder la paciencia.

A los distinguidos miembros del jurado: Drs. Lourdes Segura Puertas, María Ana Fernández Álamo, Luis Capurro Filogrosso, César Flores Coto, Eduardo Suárez Morales y David Valdés Lozano.

M. en C. Gustavo de la Cruz Agüero. Jefe del Departamento de Recursos del Mar del CINVESTAV (1988-1991) por su confianza y apoyo desinteresado.

Al M. en C. Francisco Ruiz Rentería por el análisis de la salinidad en las muestras de agua recolectadas.

A la Biól. Margarita Ornelas Roa. Por su ayuda en la preclasificación del material ictioplanctónico.

A la M. en C. Lourdes Vásquez Yeomans. Por compartir experiencias en la investigación ictioplanctónica en el Caribe mexicano.

A mis colegas de trabajo en el CINVESTAV, de la Unidad Mérida, quiénes siempre me apoyaron y en especial a los Drs. Luis Capurro, Gustavo de la Cruz, María E. Vega y Miguel Olvera.

A la M. en C. Amira Uicab Sabido por constantes revisiones y correcciones al manuscrito.

A mis estudiantes en el CINVESTAV-Mérida, que con su determinación y dedicación académica hemos aprendido juntos.

A todas aquellas personas que de alguna u otra manera contribuyeron a realizar y mejorar este trabajo y que no he mencionado.

---

**CONTENIDO**


---

Resumen .....	i
Abstract .....	ii
<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II. El ecosistema arrecifal frente a Puerto Morelos .....</b>	<b>3</b>
<b>III. Objetivo de la investigación .....</b>	<b>12</b>
<b>IV. Antecedentes .....</b>	<b>12</b>
<b>V. Hipótesis de trabajo .....</b>	<b>15</b>
<b>VI. Material y métodos generales .....</b>	<b>16</b>

**CAPÍTULO I**
**ICTIOPLANCTON ASOCIADO A DOS HÁBITATS ARRECIFALES: ASPECTOS  
TAXONÓMICOS Y DINÁMICA TEMPORAL EN LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD**

I.1. Introducción .....	20
I.2. Antecedentes .....	20
I.3. Objetivos .....	23
I.4. Métodos .....	23
I.5. Resultados .....	27
I.5. Ictioplancton arrecifal .....	27
I.5.1. Densidad .....	27
I.5.2. Composición .....	30
I.5.3. Abundancia general.....	30
I.5.4. Aspectos taxonómicos y patrón temporal de la abundancia .....	32
I.5.5. Estructura comunitaria .....	122
I.5.5.1. Dominancia .....	122
I.5.5.2. Riqueza .....	123
I.5.5.3. Diversidad .....	124
I.5.5.4. Equidad .....	126
I.5.6. Similitud entre comunidades .....	127
I.5.7. Estacionalidad de la abundancia larval y desove del adulto .....	128
I.6. Discusión .....	130
I.6.1. Problemas en la identificación .....	130
I.6.2. Composición .....	131
I.6.3. Variación temporal de la abundancia .....	132
I.6.4. Influencia del hábitat arrecifal .....	133
I.6.5. Influencia de la variación nictemeral y lunar .....	134
I.6.6. Estructura comunitaria .....	136
I.6.7. Transporte y migración ontogénica .....	138

**CAPÍTULO II**
**AGRUPACIÓN DE LARVAS DE PECES ARRECIFALES:  
DINÁMICA ESPACIAL, TEMPORAL Y COMPORTAMIENTO DIAL**

II.1. Introducción .....	143
II.2. Antecedentes .....	144
II.3. Objetivo .....	145

<b>II.4. Métodos</b> .....	146
<b>II.5. Resultados</b> .....	149
II.5.1. Clasificación y ordenación de la comunidad ictioplanctónica .....	149
II.5.1.1 Agrupaciones de larvas de peces por hábitat arrecifal .....	149
Agrupación de Playa .....	149
Agrupación de Cresta .....	149
II.5.1.2. Variación estacional en las agrupaciones de larvas de peces .....	153
Agrupación estacional de Playa (sequía y lluvias) .....	155
Agrupación estacional de Cresta (sequía y lluvias) .....	159
II.5.1.3. Comportamiento nictemeral en agrupaciones de larvas de peces ....	163
Agrupación diurna .....	164
Agrupación nocturna .....	166
<b>II.6. Discusión</b> .....	168
II.6.1. Agrupación larvas de peces .....	168
II.6.2. Influencia del hábitat de los adultos .....	168
II.6.3. Importancia del comportamiento de la larva y el adulto .....	171
II.6.4. Influencia del hábitat arrecifal .....	173
II.6.5. Influencia del medio hidrológico .....	174

### CAPÍTULO III

#### ICTIOPLANCTON ARRECIFAL: RELACIÓN CON EL MEDIO FÍSICO, QUÍMICO Y BIOLÓGICO

<b>III.1. Introducción</b> .....	178
<b>III.2. Antecedentes</b> .....	178
<b>III.3. Objetivo</b> .....	180
<b>III.4. Métodos</b> .....	180
<b>III.5. Resultados</b> .....	183
III.5.1. Características climáticas .....	183
III.5.1.1. Series de tiempo .....	185
III.5.2. Características hidrológicas .....	186
III.5.3. Nivel de marea .....	189
III.5.4. Variación y abundancia del zooplancton (Copepoda) .....	189
III.5.5. Relación entre la densidad larvaria y los factores bióticos y abióticos .....	190
<b>III.6. Discusión</b> .....	192
III.6.1. Dinámica del medio físico y químico .....	192
III.6.2. Influencia de la escala .....	196
III.6.3. Importancia del alimento potencial .....	198
<b>VII. Discusión general</b> .....	200
<b>VIII. Conclusiones</b> .....	206
<b>IX. Literatura citada</b> .....	208

### ANEXOS

Anexo 1. Datos de campo de las recolecciones (Ciclos: 1990-1991 y 1992-1993) .....	229
Anexo 2. Lista sistemática de las larvas de peces .....	231
Anexo 3. Abundancia temporal de las larvas de peces (mensual, lunar y nictemeral) .....	239
Anexo 4. Coeficientes de correlación de las especies con el medio hidrológico .....	245
Anexo 5. Esquemas de las especies de larvas de peces .....	247

---

**RESUMEN**

---

Se analiza la variación temporal de la estructura de la comunidad ictioplanctónica, las agrupaciones de especies y su relación con el medio en dos sitios en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo. Para tal efecto se realizaron dos ciclos anuales de recolectas en dos hábitats: playa y cresta. El primero semanal (sep.1990-sep.1991) para determinar la estructura de la comunidad y caracterizar los patrones a largo (estacional) y mediano plazo (fases lunares) y el segundo mensual (may.1992-abr.1993) para efectuarlo en el corto plazo (nictemeral). El hábitat de playa estuvo caracterizado por pastos marinos y blanquizales de arena lo que significó una baja complejidad estructural, en contraste con los macizos de coral y macroalgas cuya mayor complejidad representó el hábitat de cresta. En los arrastres zooplanctónicos se utilizó una red cuadrada tipo Neuston (0.48x0.48 m) con malla de 500 µm. Los descriptores comunitarios se estimaron por diversos métodos ecológicos (S, H', J', Dominancia), mientras que las agrupaciones de larvas por técnicas de ordenación multifactorial (IMC), asimismo, la aplicación de ANOVAs, indicó si hubo diferencias significativas entre hábitats o ciclos para una misma variable. Se identificaron un total de 191 taxa de larvas de peces actinopterigios que representaron a 65 familias. Además, los resultados indicaron que el hábitat de playa, funciona como área de alimentación, refugio y reclutamiento para larvas de peces de mayor edad (postflexión), mientras que el hábitat de cresta fue utilizado por larvas más jóvenes (preflexión) como áreas de refugio temporal contra depredadores. *Jenkinsia lamprotaenia*, *Ctenogobius* sp, *Eucinostomus argenteus*, *Scarus* sp1, *Haemulon* sp1, *Eucinostomus* sp3, *Acanthemblemaria* sp1, *Syngnathus floridae*, *Enneanectes* sp2, *Eucinostomus gula*, *Opistonema oglinum*, *Bathygobius* sp1, *Harengula jaguana*, *Anchoa hepsetus* y *Scarus* sp2 por su abundancia comprendieron el 69.3% de la captura total. De las anteriores las primeras cinco especies fueron las dominantes; éstas actuaron como reguladoras de la estructura de la comunidad, mientras que la variabilidad en la abundancia y diversidad del ictioplancton estuvo en sincronía con el patrón hidrológico y climático. Asimismo, la abundancia larvaria en los sitios estudiados, estuvieron fuertemente influenciados por la complejidad del hábitat, la estrecha plataforma continental, el momento reproductivo de las especies y la productividad secundaria zooplanctónica (copépodos). A su vez, la variación lunar influyó sobre el comportamiento migratorio de los organismos. Los índices de similitud de la comunidad ictioplanctónica fueron diferentes de acuerdo al hábitat, a la época del año y al ciclo diurno-nocturno. Horizontalmente, las agrupaciones de larvas de peces estuvieron mejor estructurados a lo largo del eje playa-arrecife y determinados por el tipo de hábitat. En este contexto, las diferencias en la complejidad del hábitat proporcionadas por los pastos marinos y macizos de coral, determinaron cambios en las agrupaciones de larvas de peces en distancias cortas (0.8 Km). Asimismo, el hábitat del adulto, el sitio, momento e intensidad del desove son de importancia en la determinación de la composición e integración estacional de las agrupaciones de larvas de peces (sequía/lluvias). Nictemeralmente, las asociaciones de larvas de peces están fuertemente estructuradas (diurna/nocturna), de tal manera que se desintegran e integran nuevamente sobre una base diaria y están determinadas conductualmente por la larva. Por lo que la influencia estacional a mediano y corto plazo sobre las agrupaciones son generalmente de menor importancia que aquellas del hábitat. La circulación en el interior y exterior de la barrera arrecifal, es extremadamente compleja y posiblemente tiene influencia sobre la distribución horizontal de las agrupaciones de larvas. Al respecto, la correlación entre la abundancia de las larvas y las principales variables del medio no tuvieron una relación importante a la escala estudiada (menor a 1Km), pero el tipo y complejidad del hábitat si son importantes para determinar el tipo de la agrupación presente. Por lo tanto, la estructura y la distribución horizontales de las larvas de peces en las escalas aquí consideradas, son posiblemente el resultado de la interacción de una compleja circulación tridimensional local, de las características del hábitat, del sitio y momento del desove, el estado de desarrollo y del comportamiento de la larva, en donde la importancia relativa de cada una ellas varían de acuerdo al taxón y al hábitat. Los estudios que se han realizado con la intención de explicar las agrupaciones de las larvas de peces en las zonas protegidas de los arrecifes de coral son escasos, por lo que es necesario incrementar estos estudios para un mejor entendimiento de esta comunidad.

## ABSTRACT

Results on the species assemblages and temporal variation of the ichthyoplankton community in relation to the environmental conditions are presented. Sampling was carried out at two sites, one near the crest reef, the other near the beach in the reef lagoon of Puerto Morelos, Quintana Roo, Mexico at two different periods. Sampling during the first period (September 1990-September 1991) was conducted on the determination of the structure of the community in relation to seasons and moon phases. Sampling during the second period (May 1992- April 1993) was monthly, on a 24 hour basis. The beach habitat has low structural complexity, with large beds of sea grasses and white sandy areas. Complexity was higher at the reef area, where massive corals and macroalgae are conspicuous. A squared neuston net (0.48 x 0.48m, mesh 500  $\mu$ ) was hauled for 30 min. with a flowmeter attached to the net mouth. Community descriptors were estimated by the ecological methods such as S, H', J', and dominance. Assemblages were determined by using multifactorial ordination techniques (IMC), while the ANOVA -tests indicated -if significant differences were present between habitats or between cycles for the above variables. A total of 191 fish larvae, from 65 families, of Actinopterygii were identified. Results indicate that the habitat near the beach is used by older larvae (postflexion) as a nursery and recruitment area. The reef area on the other hand, functions as a temporary refuge against predators for the younger larvae (pre-flexion). *Jenkinsia lamprotaenia*, *Ctenogobius* species, *Eucinostomus argenteus*, *Scarus* species1, *Haemulon* species1, *Eucinostomus* species 3, *Acanthemblemaria* species1, *Syngnathus floridae*, *Enneanectes* species2, *Eucinostomus gula*, *Opisthonema oglinum*, *Bathygobius* species1, *Harengula jaguana*, *Anchoa hepsetus* and *Scarus* species 2, comprise up to 69.3% of the captures. From these, species 2 to 5 were the regulating taxa in the structure of the community. Variation in the abundance and diversity of ichthyoplankton was synchronous and in accordance with the weather and hydrologic regimes. Abundance and diversity were strongly influenced by habitat complexity, the narrowness of the continental shelf, the reproductive timing of the adults and the secondary productivity of zooplankton (Copepods). The moon phase influenced the migratory behavior of the larvae. Similarity Indices of the ichthyoplankton community were different according to the habitat, the season of the year and day-night cycle. Horizontally, larval assemblages were better structured on the beach- reef axis and were determined by the habitat. Thus, differences in the habitat complexity were due to the presence of sea grasses and corals, and were determinants in changes in fish larval grouping over short distances (0.8 Km). Furthermore, adult habitat, site, timing and intensity of spawning are of major importance in the composition and seasonal integration (dry or rain) of the assemblages of the fish larvae. On a day-night cycle, fish larvae groups are strongly structured in such a way that they get integrated and disintegrated on a day basis, (determined by the behavior of the larvae). Thus, short and medium terms seasonal influences for the assemblages are generally less important than those related to the habitat. Water circulation inside and outside the reef barrier is extremely complex, and possibly has an influence on the horizontal distribution of the assemblages. In this regard, the correlation among fish larvae abundance and the main variables of the environment did not have an important relation at the scale studied (less than 1 Km). The type and complexity of the environment are important for the integration of the groups. Thus, the structure and horizontal distribution of the fish larvae at the scales here studied, are possibly the result of several conditions, i.e. the interaction of a tri dimensional, local and extremely complex water circulation on the reef, the site and moment of spawning, and the stage in the development of the larvae, which in turn varies according to taxa. Finally, studies with the purpose of explaining the fish larval assemblages in the protected area of the reef barrier are scarce, thus, more works of this type will help to understand this important and complex community.

## I. INTRODUCCIÓN

---

### Generalidades

Las aguas del mar Caribe, son una de las regiones de menor fertilidad orgánica de la Zona Económica Exclusiva Mexicana (ZEE), cuando son comparadas con las costas del océano Pacífico o del Golfo de México (Longhurst y Pauly 1987). No obstante, este bajo contenido de materiales se ve incrementado hacia su zona costera por la alta producción biológica que representan los sistemas coralinos. Estos ecosistemas son de gran importancia por su alta biodiversidad, y son comparables sólo con la selva húmeda tropical (Sorokin, 1995).

Los arrecifes de coral son notoriamente complejos en su topografía, hidrografía y biota. La complejidad trae importantes implicaciones sobre la biología de las especies que habitan en ellos, y en especial sobre la dinámica de los estadíos pelágicos de la fauna que vive en las aguas o en la zona adyacente a los arrecifes de coral, y representan un reto para quienes intentan estudiar los diferentes aspectos de su biología. Por otro lado, la complejidad estructural del arrecife de coral provee una gran variedad de hábitats, muchos de estos ocupados por las larvas de peces, por lo que para su estudio se requieren métodos poco convencionales.

Por otra parte, los arrecifes de coral se ven influenciados por el flujo de masas de aguas adyacentes, las cuales contribuyen sobre el crecimiento del coral mismo y en la distribución de las larvas pelágicas de los organismos que integran el arrecife. Sólo recientemente los oceanógrafos físicos, han observado la importancia de la circulación externa e interna en ellos y han comenzado a estudiarla desde un punto de vista más dinámico (Sorokin, 1995).

La diversidad de la biota en el arrecife y áreas adyacentes es alta y se ve reflejada en su fauna de peces. Es así, que en áreas como la Gran Barrera Arrecifal en Australia pueden estar presentes las larvas de más de 1000 especies de peces, repartidas en unas 100 familias (Leis y Goldman, 1987). Tal diversidad representa un desafío para el taxónomo, pues en esto es fundamental la recolecta de suficientes ejemplares por taxón, para que permita realizar análisis de tipo estadístico-ecológico.

Aunado a la alta diversidad de las larvas de peces, se une la especificidad de las historias de vida de cada taxa; ésta incluye la duración del periodo pelágico de la larva (de 2 semanas a 6 meses), el tamaño del individuo en el asentamiento (<10 a 200 mm), las especializaciones morfológicas de la larva a la vida pelágica (de limitado alcance a muy especializado), la preferencia del hábitat (de general a muy específico), la tendencia a la dispersión (de algunos metros a kilómetros) y la conducta en un perfil de distribución vertical (de inconstante a muy específico).

Asimismo, la complejidad arrecifal (corales, pastos, blanquiales de arena, macroalgas, etc.) ofrece un sin número de hábitats para una extensa variedad de comunidades de organismos marinos, dando a estas comunidades un cúmulo de interacciones intra e inter específicas y cuya complejidad sólo ha sido comprendida de manera somera (Goreau y Goreau, 1973; Goreau *et al.*, 1971). Estos hábitats, asociados a la dinámica de los ciclos de producción de pastos marinos incrementan potencialmente la complejidad, disponibilidad y uso temporal del hábitat de diferente manera, tanto para los organismos permanentes como transitorios del arrecife. De igual manera, el momento sucesional de las comunidades biológicas, especialmente de aquellas con una producción estacional, puede reflejarse en la complejidad

estructural y en el estado actual de las comunidades que hacen uso de estos hábitats en estos complejos ecosistemas.

Dada la complejidad y disponibilidad de materiales, las lagunas arrecifales representan potencialmente un hábitat para las primeras fases del ciclo de vida de muchos peces demersales. Sin embargo, pocos son los estudios que sobre esas larvas de peces se han efectuado y sólo abordan aspectos descriptivos de los taxa comunes en la laguna arrecifal. El problema principal en estos ecosistemas tropicales es la correcta determinación taxonómica de sus componentes, debido a la gran diversidad en la fauna de peces demersales con prolongadas fases pelágicas en sus larvas (Leis y Rennis, 1983; Leis, 1991a; Sale, 1991).

Por otro lado, los estudios de las fases pelágicas larvales de los peces proveen importante información sobre las poblaciones de aquellas especies arrecifales (Choat *et al.*, 1993). Así también, las características de la estrategia de dispersión de larvas de estos organismos hacia su fase pelágica, determinan los aspectos poblacionales para muchas de sus especies (Victor, 1986). Asimismo, la dinámica en el crecimiento de la vegetación acuática (algas y angiospermas) puede ser importante en la sobrevivencia y la abundancia de una gran cantidad de las larvas de peces.

En el Caribe mexicano, los aspectos más esenciales como la descripción taxonómica larvaria y aquellos asociados a la estructura de la comunidad y las sensibles etapas tempranas del ciclo biológico de la fauna íctica en los sistemas arrecifales de barrera, han sido poco estudiados y entendidos. En este sentido, la información sobre la comunidad de larvas de peces presentes en estos sistemas, es virtualmente desconocida. Todo lo anterior, nos hace pensar que los trabajos de investigación en esta rama de la biología marina deberán determinar primeramente la composición de la fauna local y estudiar los cambios temporales de la estructura de la comunidad del ictioplancton, posteriormente la integración de las agrupaciones de larvas de peces presentes en los distintos hábitats del arrecife, así como examinar esta variabilidad en relación con las características abióticas y bióticas del ambiente interno y externo, cuyo orden permitirá un mejor entendimiento de la dinámica de la comunidad de larvas de peces en el ambiente arrecifal.

## II. EL ECOSISTEMA LAGUNAR ARRECIFAL FRENTE A PUERTO MORELOS, Q. ROO

### Ubicación

Las formaciones coralinas de la región tropical en el Atlántico occidental, pertenecen a la región zoogeográfica del Caribe, misma que se divide en varias áreas. En una de éstas, se localiza el sistema coralino de la Península de Yucatán, el cual se encuentra ubicado en el noroeste de esta región caribeña (Glynn, 1973; Goreau y Goreau, 1973).

El sistema arrecifal frente a Puerto Morelos por su parte, pertenece a una serie de arrecifes de borde que se localiza al oriente de la Península de Yucatán, entre el paralelo  $20^{\circ} 49'$  y el meridiano  $86^{\circ} 53'$  (Fig. 1), frente al poblado de Puerto Morelos en el estado de Quintana Roo (Jordán, 1993; Merino-Ibarra y Otero-Dávalos, 1991).

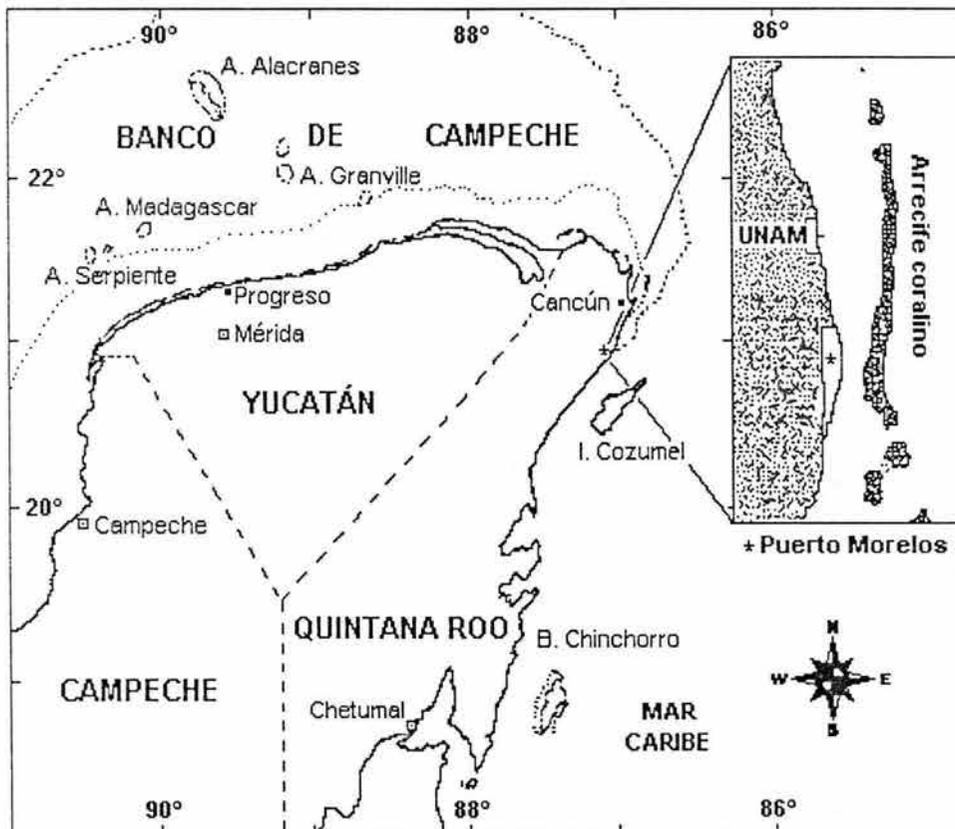


Fig. 1. Ubicación del área de estudio. Península de Yucatán, México.

### Geología.

Las costas del estado de Quintana Roo, se caracterizan por su virtual ausencia de elevaciones montañosas importantes, mientras que fisiográficamente la naturaleza cárstica del sustrato en la Península de Yucatán, determina la ausencia de un sistema fluvial; esto último se debe a que en este tipo de suelo la precipitación pluvial se percola rápidamente a través de la roca porosa y es descargada en la costa a través de cenotes y/o manantiales costeros (Back, 1985). En la zona costera de Puerto Morelos, no existe este tipo de cuerpos de agua de magnitudes importantes, aun cuando se tiene evidencia de descargas de agua dulce en el lecho marino, conocidos como "ojos de agua". Por otro lado, la carstificación de las calizas superficiales determina que la acumulación de suelo sea mínima; lo que en conjunto con el sistema de circulación subterráneo, resultan en un escaso acarreo de nutrientes hacia el mar. Aun cuando las lagunas arrecifales son bajas en nutrientes y de no recibir importantes subsidios de la línea costera ni de las aguas oceánicas superficiales del Caribe, estos sitios son fértiles que junto con los pastos, algas y corales determinan la mayor producción orgánica del medio marino costero, e incluso las lagunas actúan como exportadores de materia sobre las zonas marinas adyacentes.

La plataforma continental del estado de Quintana Roo, está cubierta por rocas carbonatadas y sedimentos del Terciario al Holoceno (López-Ramos, 1983). Así también, la franja litoral caribeña desde Cabo Catoche hasta Monkey River al sur de Belice, está predominantemente formada por calizas, sedimentos y arrecifes coralinos del Cuaternario. De acuerdo con Weidie (1985), la mayor parte de las calizas por encima de los sedimentos terciarios corresponde a calcarenitas, calcirulitas y evaporitas, las cuales se alternan con las facies arrecifales (Fig. 2).

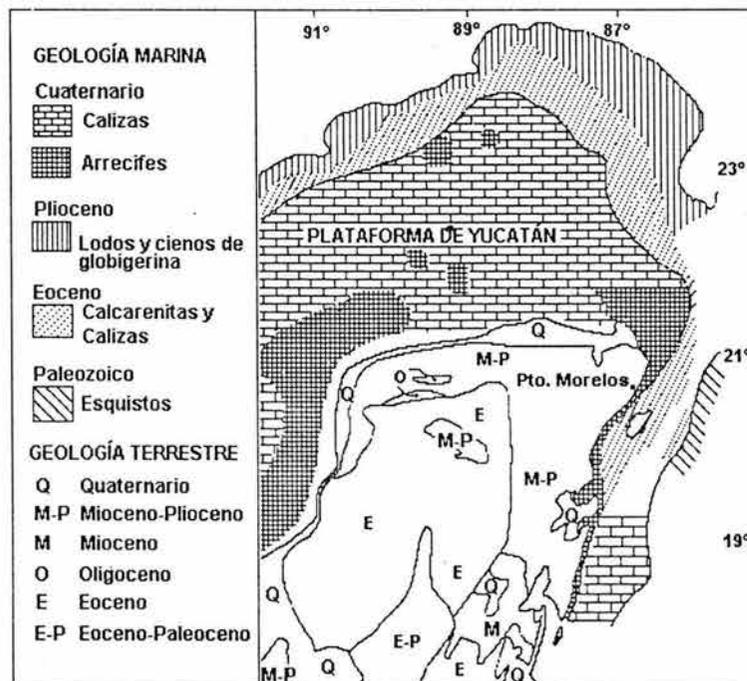


Fig. 2. Geomorfología superficial de la Península de Yucatán (Tomado de López-Ramos, 1983).

### Clima.

El clima en la zona costera del norte del estado de Quintana Roo, es de tipo Ax'(wo) iw", es decir, cálido húmedo con lluvias en verano. De acuerdo con García (1988), la temperatura ambiental en Puerto Morelos presenta una oscilación de 24.5 a 29°C y un promedio anual de 26.9°C, siendo los meses de julio y agosto los meses más cálidos. En tanto que la precipitación varía de 25.6 a 197.3 mm y un valor anual de 1106.3 mm; en donde se registran dos momentos de máxima precipitación: la primera en junio y una segunda, la cual presenta los mayores valores, en el mes de octubre (Fig. 3). El cociente de precipitación-temperatura para el puerto es de 40.9. Se tiene similarmente, una etapa de lluvias de menor cuantía que corresponde a la época de nortes que comprende de diciembre a febrero (Merino-Ibarra y Otero-Dávalos, 1991).

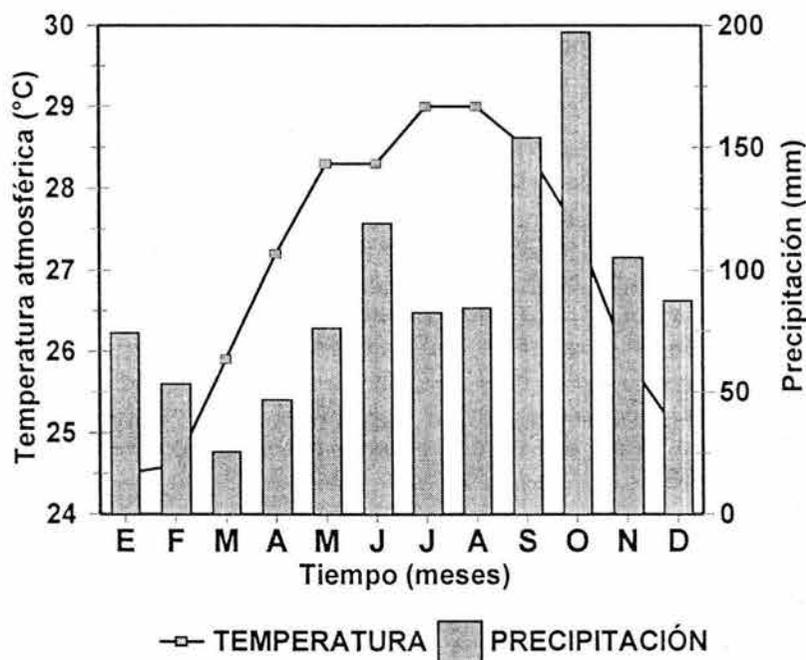


Fig. 3. Climograma de Puerto Morelos, Quintana Roo (según García, 1988).

Con excepción de la época de nortes (diciembre-febrero), la región de Puerto Morelos se ve influenciada principalmente por los vientos alisios, los cuales son dominantes en la región (marzo-octubre). Estos vientos tienen una dirección este-oeste y son desviados en forma ocasional al sureste-noroeste por la presencia del continente (Secretaría de Marina, 1978a). Además, la zona se ve frecuentemente afectada debido a numerosas tormentas tropicales y ciclones.

### Corrientes Marinas.

El conocimiento del patrón de circulación costera en esta región del litoral mexicano es de primordial importancia, ya que en estas masas de agua co-ocurren una gran variedad de procesos y fenómenos íntimamente ligados (Merino-Ibarra *et al.*, 1980). Uno de los efectos

más evidentes ocasionados por las corrientes marinas y que es importante para el presente trabajo, es el que se ejerce sobre la dispersión y la distribución de las larvas planctónicas (Johnson y Brinton, 1963), las cuales viven asociadas ya sea a los pastizales marinos o a la barrera arrecifal coralina. Los patrones de circulación costera en la región también tienen una fuerte influencia sobre la estructura comunitaria de los constructores de arrecifes y por tanto, sobre el desarrollo de la barrera arrecifal misma (Jordán *et al.*, 1981). Todo lo mencionado con anterioridad tiene un impacto directo sobre la gran diversidad de especies asociadas al sistema. Con relación a la fauna ictioplanctónica usualmente recolectada en los sistemas arrecifales, se observa la existencia de una alta diversidad debido a que es una zona en la que coinciden aquellos organismos provenientes de las faunas oceánica y costera (Sánchez-Velasco y Ordóñez-López, 1989).

Poco se sabe sobre las rutas de circulación costera en el litoral del Caribe mexicano, esto debido posiblemente a la limitada instrumentación e investigación marina en el área. En las últimas décadas, esta información se ha visto incrementada notoriamente a través del programa "Prospección del Caribe Mexicano" a bordo del buque oceanográfico "Justo Sierra" de la UNAM. Algunas observaciones importantes que se han generado al respecto son las siguientes: la corriente que pasa por el canal de Yucatán tiene su origen en la corriente norecuatorial que, conducida por los vientos alisios, se dirige al este de las Antillas. Durante su recorrido se une con parte de la corriente surecuatorial, aproximadamente a la altura de las costas de Venezuela (Gordon, 1967; ICMYL-UNAM, 1984; Pica-Granados y Pineda-López, 1991). La corriente así formada, cruza el mar Caribe en dirección este-sureste, hasta alcanzar la Península de Yucatán al sur de Isla Cozumel, de donde cambia con dirección norte y se alinea con la costa para dirigirse a gran velocidad hacia el canal de Yucatán (Merino-Ibarra, 1986). Ya en el canal, la corriente alcanza su máxima velocidad que llega a ser superior a  $1.5 \text{ ms}^{-1}$  en distancias de 20 a 30 m.n., al este de Cabo Catoche (Secretaría de Marina, 1978b). A partir de este punto, el núcleo de la corriente vuelve a cambiar de dirección para seguir la línea del borde de la plataforma continental hacia el noroeste (Molinari y Morrison, 1988).

Las corrientes frente a Puerto Morelos, en la parte externa del arrecife, de acuerdo con Merino-Ibarra (1986), son de la siguiente manera: los movimientos dentro de la zona costera son por lo general paralelos a la línea de costa (N-NE). Sin embargo, en áreas muy cercanas a la costa existe un transporte al sur con la presencia de giros. Este tipo de patrones de circulación costera puede explicarse en términos de la interacción entre la fuerte corriente hacia el norte y la topografía de la costa. Esto es, la corriente en su encuentro con las puntas y/o zonas que interfieren en su flujo, puede ocasionar acumulación de agua sobre estas zonas del litoral que limitada por la misma costa, tiende a fluir hacia el sur. Por otra parte, en las zonas cóncavas inmediatas hacia el norte de las puntas y en las ensenadas, el fuerte flujo en dirección paralela a la costa puede promover gradientes negativos de presión en estos puntos completando la formación de giros entre puntas consecutivas (Fig. 4).

En la zona lagunar del arrecife, las corrientes que se presentan en esta área por lo general tienen velocidades alrededor de  $10 \text{ cms}^{-1}$ , pero pueden alcanzar valores superiores a un nudo ( $< 50 \text{ cms}^{-1}$ ). Estas altas velocidades, por lo general se presentan en las bocas intercomunicantes que se forman en la barrera coralina entre la laguna misma y el medio oceánico adyacente. La dirección dominante de las corrientes es norte-noreste y sur-suroeste siempre en dirección paralela a la costa, lo que puede deberse probablemente tanto a la influencia de la topografía submarina, como a las direcciones de vientos dominantes (Merino-Ibarra y Otero-Dávalos, 1991).

Así, la corriente de Yucatán no sólo determina en gran medida la dirección de la circulación en el área de estudio, sino también puede estar aportando condiciones (y organismos) de ambientes oceánicos al arrecife. Este transporte es en parte posible a que la plataforma continental, es de dimensiones amplias al noreste de la Península de Yucatán y estrecha hacia el sur, alcanzando la mayor reducción precisamente a partir del área de Puerto Morelos y hacia el sur de Quintana Roo. Por ello, la información sobre las características hidrológicas, químicas, flora y fauna planctónica que pueden encontrarse en la zona, son viables de obtener mediante un análisis de la masa de agua que transporta la corriente desde zonas bajas del Caribe hacia el área de estudio.

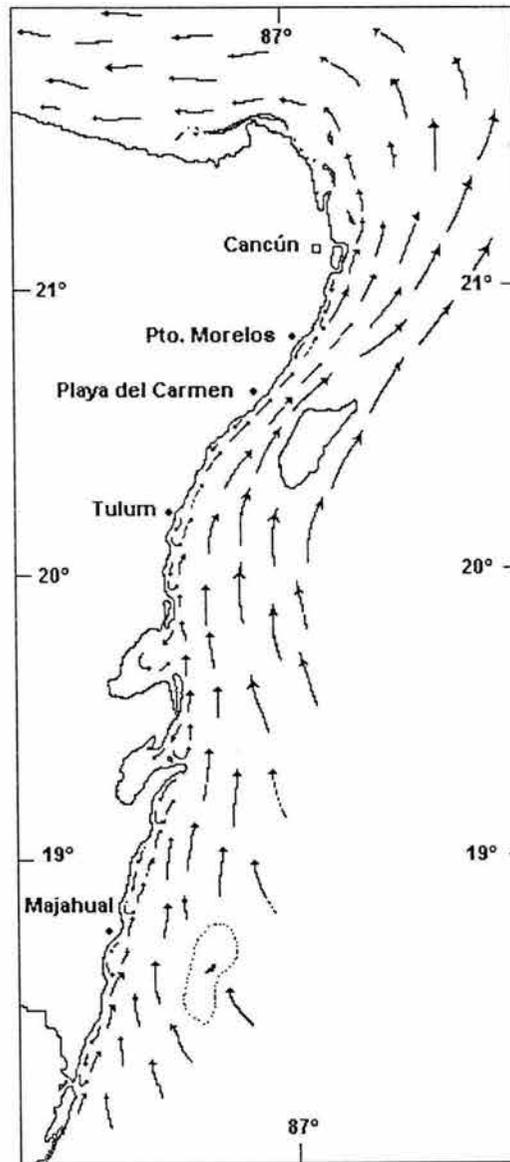


Fig. 4. Sistema de corrientes frente a Puerto Morelos, Q. Roo y regiones adyacentes (Tomado de Merino-Ibarra, 1986).

### Laguna arrecifal.

La plataforma continental frente al municipio de Puerto Morelos, tiene una amplitud de 6000 m aproximadamente y se encuentra dividida por la presencia de una barrera arrecifal que corre en forma paralela a la costa (Fig. 5). Entre la barrera y la línea de costa se forma una depresión, que da origen a la laguna arrecifal. Hacia el otro lado de la barrera se extiende una plataforma que termina con el inicio del veril continental a una profundidad aproximada de 30 m (Fig. 6).

La laguna arrecifal alcanza una anchura que varía entre los 350 a 1600 m, encontrando la zona más angosta al sur de la misma. La barrera coralina es una estrecha banda donde el basamento alcanza su máxima altura, presentándose aquí una profundidad entre 1 y 0.5 m y termina interrumpida por la presencia de bocas y bancos arrecifales aislados en ambos lados (Fig. 5).

Hacia la zona interna de la laguna y pegada al arrecife, la profundidad alcanza los 2 m mientras que la zona central de la depresión llega a tener una profundidad de 4 m, incrementándose hacia las bocas (5 m). Sobre el margen de playa presenta una profundidad de 2 m y se incrementa a medida que se interna sobre el cuerpo central de la laguna.

La máxima profundidad se ubica al sur de la laguna con unos 8 m, debido a los dragados asociados a la actividad del puerto (Merino-Ibarra y Otero-Dávalos, 1991).

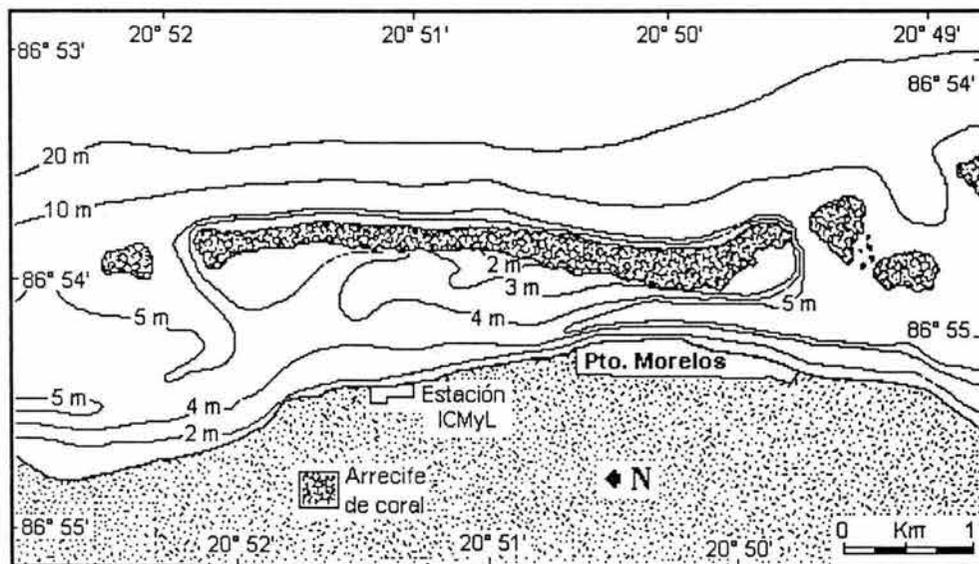


Fig. 5. Batimetría de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, Quintana Roo (Tomado de Álvarez-Guillen *et al.*, 1986).

### Comunidad florística.

La vegetación terrestre que presenta fundamentalmente el estado de Quintana Roo, es de un bosque bajo tropical perennifolio que va acorde con un clima tipo A, con un suelo poco profundo derivado de calizas y un manto acuífero cercano a la superficie que compensa la falta de precipitación durante la época de sequía (Instituto de Geografía-UNAM, 1980). La zona terrestre cercana a la costa presenta un gradiente ambiental más marcado en dirección perpendicular a la línea de costa, en la cual se reflejan rasgos batimétricos y vegetación diferencial como son las bermas, lagunas y barras arenosas (Merino-Ibarra y Otero-Dávalos, 1991).

Para la flora de la zona marina, se señala una división del fondo marino con base en la batimetría y las comunidades bénticas presentes en el área, esto es: laguna arrecifal, barrera coralina y plataforma arenosa (Fig. 6). El fondo de la laguna arrecifal se encuentra cubierto por densas poblaciones de pastos marinos, dominadas por *Thalassia testudinum* Banks ex König, 1805, con parches intercalados de tamaños variables de *Syringodium filiforme* Kutzing, 1852-1962 y *Halodule wrightii* Aschers, 1868. Estas distribuciones poblacionales están determinadas por la heterogeneidad ambiental, competencia y perturbaciones que han sufrido estas poblaciones de vegetación sumergida (Van Tussenbroek, 1995). Así también, se puede observar un gran número de macroalgas, especialmente de los grupos: Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta, cuyos patrones de distribución y de estructura varían de acuerdo a la profundidad, al tipo de sustrato y a la zona arrecifal respectiva (Torres-Mejía, 1991).

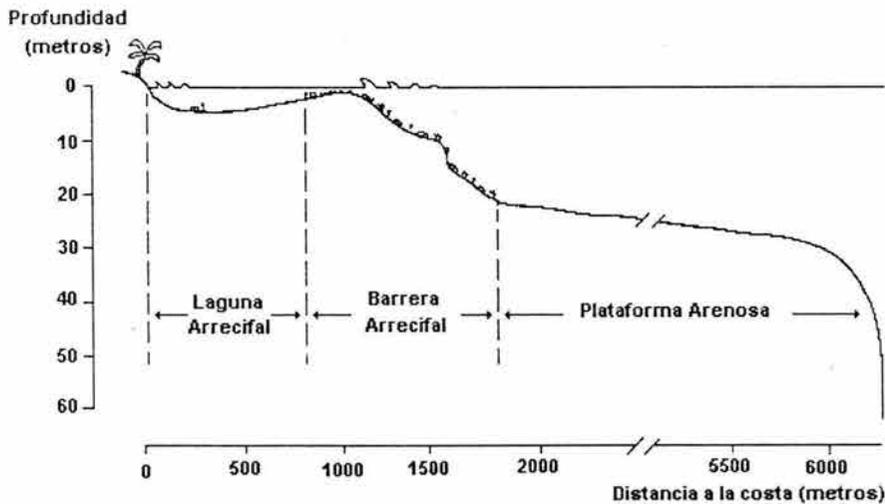


Fig.6. Perfil batimétrico de la laguna a la rompiente y zonación del área marina de Puerto Morelos (Tomado de Merino-Ibarra y Otero-Dávalos, 1991).

### Comunidades faunísticas

**Bentos.** La barrera arrecifal frente a Puerto Morelos, está constituida principalmente por *Acropora palmata* Lamarck, de ramas alargadas y extendidas en un plano vertical, la cual

crece sobre eolinitas del cuaternario (Jordán, 1979). En el seno lagunar, el coral escleractínido es raro y cuando existe, se encuentra formando cabezudos coralinos y pequeñas barreras internas de *A. palmata*. Este fondo lagunar está principalmente cubierto con pastos marinos, esponjas de varias especies (Gómez-López y Green, 1984), alcionarios dispersos y pequeños escleractíneos como *Manicina aerolata* forma *aerolata* Linnaeus y *Siderastrea radians* Pallas. En esta área es también posible encontrar una plataforma calcárea con escleractíneos y alcionarios que se extienden en la parte central de la laguna (Jordán, 1979 y 1980; Zlatarski, 1985).

En la zona interna próxima a la barrera, las especies dominantes son los escleractíneos *Montastrea annularis* Ellis y Solander, *Agaricia agaricites* forma *purpurea* Lesueur y algunas colonias de *Porites porites* forma *porites* Pallas (Jordán, 1979). En el talud externo de la barrera y a profundidades de 3 a 5 m, hay pequeñas áreas de aproximadamente un metro de diámetro, conteniendo rocas pequeñas en forma de cantos rodados de *Siderastrea radians* Ellis y Solander, *Madracis decactis* Lyman, *Porites porites* forma *porites* Pallas y *Millepora alcicornis* Linnaeus (Jordán, 1979 y 1980; Jordán *et al.*, 1978; Jordán *et al.*, 1981; Zlatarski, 1985).

Actualmente, estas comunidades representadas en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, se encuentran en vías de recolonización y recuperación después de las alteraciones ocasionadas por el ciclón "Gilberto" en 1988 (Rodríguez-Martínez, 1993).

**Moluscos.** Las costas de la península de Yucatán son el hábitat de una enorme diversidad de moluscos; de acuerdo a su fauna, es posible denotar que la región del Caribe es una zona ecológica independiente del resto de la península, en cuya área se han identificado 326 especies de gasterópodos, 124 de pelecípodos, 1 cefalópodo, 2 escafópodos y 6 poliplacóforos (Vokes y Vokes, 1983). Esta comunidad está muy bien representada en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. En este sitio los moluscos están principalmente representados por gasterópodos y bivalvos (284 especies), teniendo como especies dominantes a: *Tricolia affinis* Adams, 1850, *Cerathium atratum* Born 1778, *Solemya occidentalis* Deshayes 1857 y *Cerathium litteratum* Born 1778 (Aguirre-Buenfil, 1988). Están también presentes los poliplacóforos (34 especies) y escafópodos, quienes constituyen grupos escasos dentro del sistema y zonas adyacentes (Arriaga, 1985). Una de las poblaciones de moluscos donde se han analizado los patrones de variación de la abundancia es la de los ovúlidos, que se encuentran asociados a la laguna arrecifal de Puerto Morelos (Espejel, 1983).

**Plancton.** Las aguas del Caribe mexicano se caracterizan por su alta transparencia y bajo contenido de nutrientes que trae como consecuencia una baja tasa de fertilidad orgánica en la columna de agua y una baja abundancia de poblaciones planctónicas (Morris *et al.*, 1971). Esta situación sin embargo, no es aplicable al ambiente de la laguna arrecifal, en donde se pueden observar grandes "enjambres" de poblaciones planctónicas en especial de cnidarios, copépodos y mísidos, además de otros grupos zooplanctónicos, que por lo general viven asociados a la complejidad física de los arrecifes y macrófitas.

Hacia las zonas marinas de la región oriental del Banco de Campeche y Caribe mexicano, la comunidad de medusas es altamente diversa (Segura-Puertas, 1992; Segura-Puertas y Ordóñez-López, 1994), en donde se puede señalar la presencia de al menos 48 especies de hidromedusas y 7 escifomedusas, siendo las especies dominantes: *Aglaura hemistoma* Perón y Lesueur 1809, *Liriope tetraphylla* Chamisso y Eysenhardt 1821, *Nausithoe punctata*, *Rhopalonema velatum* Gegenbaur 1856, *Euphysora gracilis* Brooks 1882 y *Zanclaea costata*

Gegenbaur 1856. Hacia el interior de los sistemas costeros del norte del Caribe mexicano, esta diversidad posiblemente es menor. Sin embargo, en estos sitios las poblaciones de escifomedusas como *Cassiopea frondosa* y *C. xamachana*, han sido las más estudiadas en la laguna de Bojórquez (Collado *et al.*, 1988), bahía de la Ascensión y Reserva de Sian Ka'an (Zamponi *et al.*, 1990). Particularmente, para la laguna arrecifal en la zona de estudio, Segura-Puertas (1995) ha hecho algunas consideraciones sobre las agregaciones masivas del "dedal" *Linuche unguiculata* Swartz 1788, que se presentan a principios de año en el Caribe.

Los copépodos de la zona pelágica son uno de los grupos que en más aspectos se ha abordado, destacando la taxonomía, sistemática, distribución, abundancia y zoogeografía de las especies en esta área del Golfo de México y mar Caribe, en las cuales se denota la relación de los patrones espaciales con algunas particularidades oceanográficas locales (Suárez-Morales, 1989; Suárez-Morales y Gasca-Serrano, 1990; Suárez-Morales, 1990; Campos-Hernández y Suárez-Morales, 1994). Por otro lado, la singularidad de las poblacionales de los copépodos al igual que las medusas en sistemas arrecifales como la de presentarse en densas poblaciones, suelen estar constituidas por diversas especies, sin embargo, por lo general una especie es la que domina en abundancia, como ha sido señalado en un estudio de la comunidad zooplanctónica realizado en la Laguna de Bojórquez; en donde además se indica que los copépodos y en especial *Acartia tonsa* Dana 1852, son los organismos dominantes dentro del sistema (Álvarez-Cadena *et al.*, 1996a, 1998). Esta misma comunidad asociada a *Thalassia testudinum* en una laguna arrecifal frente a Puerto Morelos presenta patrones de migración que parecen estar muy relacionados con el comportamiento trófico de los diferentes taxa que lo integran y los copépodos son un grupo frecuente, en donde *Acartia spinata* Esterly 1911 es con mucho la especie dominante (Álvarez-Cadena *et al.*, 1998). Otras especies comunes asociadas a los pastos marinos son: *Calannus minor* Claus 1863, *Corycaeus (U.) lautus* Dana 1852, *Eucalanus sewelli* Fleminger 1973, *Acartia tonsa* y *Clausocalanus arcuicornis* Dana 1852 (Suárez-Morales y Gasca-Serrano, 1990).

Otros grupos zooplanctónicos en los que se han atendido aspectos taxonómicos, de distribución y abundancia en la región del Caribe mexicano son: cladóceros (Suárez-Morales y Elías-Gutiérrez, 1992), quetognatos (Harding, 1984; Suárez-Morales *et al.*, 1990; Álvarez-Cadena *et al.*, 1996b; Ramírez-Avila, 1997), heterópodos (Gasca-Serrano, 1992), pterópodos (Gasca-Serrano y Suárez-Morales, 1992), sifonóforos (Gasca-Serrano, 1990) cumáceos (Donath-Hernández, 1992), analizando en conjunto varios grupos de zooplanctones (Gasca-Flores, 1998) y algunos grupos bentónicos frecuentes en muestras planctónicas (Markham y Donath-Hernández, 1990).

**Necton.** Los peces asociados a los pastos marinos de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos incluyen unas 22 familias y 46 especies, cuyos taxa más abundantes en arrastres cuantitativos son: *Harengula jaguana* Poey 1865, *H. humeralis* Cuvier 1829, *Caranx crysos* Mitchill 1815, *Eucinostomus argenteus* Baird y Girard 1855, *Haemulon aurolineatum* Cuvier 1830 y *Polydactylus oligodon* Gunther 1860 (Álvarez-Guillen *et al.*, 1986). Mientras, a través de censos visuales en el mismo sitio, se registró la presencia de 21 familias y 47 especies de peces en donde: *Acanthurus bahianus* Castelnau 1855, *Thalassoma bifasciatum* Bloch 1791, *Haemulon sciurus* (Shaw, 1803), *Abudefduf saxatilis* Linnaeus, 1758 y *Halichoeres maculipinna* Müller y Troschel 1848 fueron los más abundantes (Álvarez-Hernández, 1986).

---

### III. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

---

Considerando los antecedentes a través de este estudio, se pretendió resolver el siguiente problema que contribuirá al conocimiento de dos distintos ambientes arrecifales y de los posibles mecanismos que determinan la agrupación de la comunidad ictioplanctónica que lo habita, para tal efecto se planteó el siguiente objetivo general:

*Determinar los cambios en la estructura y dinámica temporal de la comunidad ictioplanctónica en dos hábitats arrecifales, la integración de las agrupaciones de especies y si esta variabilidad está relacionada con factores del ambiente en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, Quintana Roo.*

---

### IV ANTECEDENTES

---

La enorme riqueza íctica asociada al Golfo de México (555 especies) y Caribe mexicano (627) es altamente reconocida, como también lo es el alto grado de endemismo de la región caribeña (Claro, 1994; Espinosa-Pérez, 1993; Espinosa-Pérez *et al.*, 1998; Hoese y Moore, 1998). No obstante, la fauna asociada a áreas arrecifales en el Caribe mexicano, ha sido poco estudiada y sólo ha sido abordada de manera puntual y en donde los estadíos larvarios de los peces han sido poco atendidos por los planctólogos o ictiólogos. La ictiofauna adulta en el Caribe ha sido estudiada desde el punto de vista cualitativo, siendo que una gran parte de los reportes son estudios visuales, cuyas metas principales fueron las de informar sobre el estado actual de las comunidades biológicas (entre ellas la de los peces) y la forma en que han sido afectadas por la posible presencia antropogénica sobre estas zonas (Herrera-Silveira, 1994; Torruco-Gómez, 1996, 1997).

Los primeros intentos de estudio de la fauna íctica en la Zona Económica Exclusiva Mexicana del Golfo de México (ZEEMGM), son esencialmente cualitativos (Hildebrand *et al.*, 1964; Chávez, 1966; Reséndez-Medina, 1979) y la mayoría de los trabajos en las últimas tres décadas, también fueron cualitativos y descriptivos, abordando de manera muy general los aspectos de la ecología y distribución de los peces recolectados. En los últimos años, el estudio de los peces ha sido enfocado a conocer la función de los ecosistemas costeros e interacciones tróficas que permitan incrementar el conocimiento para la evaluación de los "stocks" pesqueros ribereños y de alta mar.

Los trabajos que abordan la fauna en la zona oceánica del Caribe mexicano son más escasos y han tenido como objetivo esencial proporcionar la lista de las especies más frecuentemente capturadas en arrastres demersales (Gaspar-Dillanes y Espinosa-Pérez, 1989). Esta situación se presenta de manera similar en las lagunas costeras del Caribe mexicano, en donde además se informa de las especies más abundantes dentro de estos sistemas (Reséndez-Medina, 1979; Vásquez-Yeomans y González-Vera, 1992).

Con relación a la ictiofauna asociada a los arrecifes coralinos y en la plataforma continental de la ZEEMGM, los trabajos se enfocan a patrones de composición y geográficos en diversos cayos y arrecifes del Banco de Campeche y Caribe (Garduño-Andrade, 1989). Estos primeros estudios han permitido identificar visualmente 40 familias y 143 especies en

donde las especies más abundantes son: *Holocentrus rufus* Walbaum 1792, *Caranx ruber* Bloch 1793, *Ocyurus chrysurus* Bloch 1791, *Haemulon sciurus* Shaw 1803, *H. flavolineatum* Desmarest 1823, *Pomacentrus partitus* Poey 1868, *P. planifrons* Cuvier 1830, *Microspathodon chrysurus* Shaw 1803, *Abudefduf saxatilis* Linnaeus 1758, *Chromis cyanea* Poey 1860, *Bodianus rufus* Linnaeus 1758, *Thalassoma bifasciatum* Bloch 1791, *Sparisoma rubripinne* Valenciennes 1839, *S. chrysopterum* Bloch y Schneider 1801, *S. viride* Bonnaterre 1788 y *Acanthurus coeruleus* Schneider 1801.

Una primera caracterización ecológica de los sistemas arrecifales del sureste de Quintana Roo, en donde los peces son un elemento importante, indica que la fauna íctica puede estar representada por unas 37 familias y 117 especies de peces; estimación que fue realizada a través de censos visuales y cuyas poblaciones de peces se distribuyen diferencialmente de las zonas rocosas con respecto de sitios arenosos (Tunnell *et al.*, 1993).

Una de las áreas protegidas mejor preservadas, es la de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, en este sitio se han avistado unas 30 familias y 100 especies de peces asociadas a las áreas arrecifales del lugar, en donde las diferencias de composición entre la zona expuesta con las zonas someras y protegidas del arrecife, pueden deberse a las diferentes formas del paisaje (Macías-Ordóñez, 1992; Gutiérrez-Carbonell *et al.*, 1994). Un poco más al sur del estado de Quintana Roo, en los arrecifes localizados en Mahahual y de Punta Herrero a X'calak, utilizando la misma técnica visual, se han determinado 28 familias y 120 especies de peces para el primer sitio (Castro-Pérez, 1997) y 189 especies para el segundo (Schmitter-Soto, 1995). Recientemente, Schmitter-Soto *et al.*, (2000) han registrado 577 especies repartidas en 110 familias de peces para el Caribe mexicano. Este último trabajo cuenta con ejemplares de referencia y fotografías para el 80% de las especies, los cuales se encuentran depositados en la colección de peces (Código: MZ-CICRO P), del museo de ECOSUR en la unidad Chetumal.

La fauna insular del Caribe mexicano es también muy diversa, como se registra en los estudios de los peces asociados a los arrecifes de la zona sur de la Isla de Cozumel y en donde la fauna está representada por unas 44 familias y 161 especies (Díaz-Ruiz y Aguirre-León, 1993). Dentro de esta fauna, las "loras" son de las poblaciones mejor caracterizadas, denotando que las especies *Sparisoma viride* Bonnaterre 1788 y *Sparisoma aurofrenatum* Valenciennes 1839, son las más abundantes en este grupo (Núñez-Lara, 1994). En un trabajo más reciente, se aborda la relación de los factores del ambiente que determinan la estructura de la comunidad íctica arrecifal del sur del Quintana Roo, en donde la complejidad topográfica proporcionada por el coral es un factor primordial en su estructura (Núñez-Lara, 1998).

En contraste, la zona cercana a la playa frente a Puerto Morelos, está caracterizada por aguas lénticas, de baja profundidad y con presencia de pastos marinos; este ambiente proporciona una menor complejidad física comparada con los macizos de coral, en estos sitios la riqueza íctica suele ser también menor (Álvarez-Guillen *et al.*, 1986; Álvarez-Hernández, 1986). En cuanto al comportamiento de los peces de arrecife en la zona de Puerto Morelos, se ha encontrado que la organización espacial de las especies de la familia Pomacentridae está definida por las características del sustrato; estos peces suelen preferir áreas de pedacera de coral y coral vivo para establecer su territorio (Loreto-Viruel, 1991).

La costa del Caribe mexicano en los últimos años se ha visto sometida a una extensa modificación del sustrato y ambiente, debido a la creciente actividad turística o de infraestructura portuaria, una de estas áreas costeras sometidas a intensos cambios, se

localiza frente a la empresa CALICA. Los estudios de evaluación de las comunidades biológicas, denotaron un menor registro de especies ícticas (19 familias y 61 especies de peces). Aunque estos estudios aún no han finalizado, pueden estar mostrando una repercusión sobre las comunidades biológicas, en especial sobre las diferentes etapas del desarrollo de los peces, debido a las múltiples actividades antropogénicas (Herrera-Silveira, 1994; Torruco-Gómez *et al.* 1996, 1997).

---

## **V. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

---

Considerando los párrafos anteriores, el presente trabajo de investigación cuyo problema fundamental es determinar la influencia de la complejidad del ecosistema lagunar arrecifal como fuente importante en la dinámica temporal de la comunidad ictioplanctónica, se ha formulado las siguientes hipótesis de trabajo por probar:

1. *La estructura de la comunidad de las larvas pelágicas de peces, está influenciada por un mayor número de refugios que representa la complejidad física cerca de la cresta arrecifal; mientras que los menores niveles de complejidad proporcionados por los pastos marinos y blanquiazales de arenas proporcionan zonas de agregación de individuos. Es así entonces, que los corales son sitios utilizados por las jóvenes larvas de peces (preflexión) para refugiarse de los depredadores, mientras que los pastos proporcionan un mejor sitio de crianza, de recursos alimenticios, asentamiento y reclutamiento para las larvas de peces de mayor edad (postflexión).*

2. *La agrupación entre larvas de peces en la zona de la cresta, está caracterizada por la presencia de un mayor número de especies de los componentes arrecifal, costero y oceánico; estas últimas son transportadas por masas de agua al arrecife debido a procesos físicos locales, mientras que en la zona de pastos y blanquiazales de arena, la agrupación está integrado por especies más relacionadas con los componentes arrecifal y costero. Asimismo, las agrupaciones de especies en ambos hábitats se conforman conductualmente debido a las diferentes estrategias para evitar la depredación, así como a la sensibilidad fototáctica de las larvas de peces.*

3. *El patrón temporal de la comunidad de larvas de peces, está influenciado por procesos físicos locales e interacciones tróficas, en donde los flujos de marea locales y de posibles afloramientos de aguas en la vecindad del arrecife, permiten el intercambio de la fauna ictioplanctónica costera y la arrecifal. Así también, la disponibilidad diferencial de recursos alimentarios potenciales (abundancia de copépodos), asociados a la complejidad del sustrato y a la columna de agua, determinan la abundancia de las larvas de peces en el arrecife.*

## VI. MATERIAL Y MÉTODOS GENERALES

### Estrategia de Muestreo

El material biológico estudiado se obtuvo durante dos años de muestreos. El primero se realizó semanalmente de septiembre de 1990 a septiembre de 1991 (**ciclo 1990-1991**) y cuya finalidad fue abordar aspectos relativos a la taxonomía de las especies, estructura y variación temporal de la abundancia de las larvas de peces a largo (estacionalmente) y mediano plazos (fase lunar), así como su relación con las principales variables hidrológicas. Mientras que en el segundo año, las recolectas se realizaron mensualmente de mayo de 1992 a abril de 1993 (**ciclo 1992-1993**), con el fin de complementar los resultados del año previo y registrar la variación de la comunidad durante el día y la noche (Anexo 1). Además, al comparar ambos ciclos fue posible detectar cambios interanuales de la comunidad de larvas de peces.

### Trabajo de Campo

Se seleccionaron dos estaciones de estudio de acuerdo a la complejidad del sustrato en la laguna arrecifal: la primera se localizó aproximadamente a 100 m de la línea de playa, a una profundidad aproximada de 3 m, en donde se pueden observar grandes blanquiales de arena y praderas de pastos marinos como: *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y *Halodule* sp (**estación de playa**). La segunda estación estuvo ubicada en el área próxima a la cresta arrecifal (aprox. a 50 m), y presentó una profundidad aproximada de 4 m, excepto por aquellos macizos coralinos escleractíneos que pueden incluso observarse sobresaliendo de la superficie del agua (**estación de cresta**). La presencia de macroalgas fue frecuente y común en ambos sitios (Fig. 7). Cabe señalar que durante el segundo año de recolectas, éstas se efectuaron en un sólo sitio intermedio entre la playa y la cresta (**estación media**).

En ambos años de muestreo se efectuaron arrastres superficiales, siguiendo una trayectoria circular a una velocidad aproximada de 1-1.2 ms<sup>-1</sup> por 30 min, utilizando una red cuadrada tipo Neuston (0.48 x 0.48 m) con malla de 500 µm. En la boca de la red se colocó un medidor de flujo digital General Oceanic (modelo # 2030), para estimar la cantidad de agua filtrada, y así obtener la densidad aproximada de organismos, la cual se expresa en organismos por metro cúbico (Smith y Richardson, 1977; Olvera-Limas *et al.*, 1992; UNESCO, 1979; Harris *et al.*, 2000). Las muestras obtenidas fueron fijadas en formalina al 10% en agua de mar, amortiguadas con carbonato de litio (pH=7.5) y transportadas al laboratorio en frascos de un litro (UNESCO, 1976; Steedman, 1981; Omori e Ikeda, 1984). Las recolectas fueron semanales entre las 18:00 y 19:00 horas en el primer año y una vez al mes, tomando una muestra cada tres horas, hasta cubrir un ciclo de 24 horas (03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00 y 24:00), durante el segundo año (Anexo1).

Los principales parámetros físicos y químicos fueron estimados superficialmente en cada recolecta. Particularmente, la temperatura del agua se registró *in situ* con un termómetro de inmersión ( $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ), mientras que para la salinidad se tomó una muestra de agua (250 ml), y se llevó al laboratorio de oceanografía física de la estación de investigaciones marinas "Puerto Morelos" de la UNAM, para su análisis con un salinómetro de inducción YSI ( $\pm 0.001$  ups). Asimismo, las tres estaciones de muestreo se georeferenciaron inicialmente a través de un geoposicionador por satélite modelo NAV DLX-10 marca Magellan ( $\pm 50$  m). Posteriormente, en estos sitios se colocaron boyas de señalamiento para muestreos posteriores (Anexo 1).

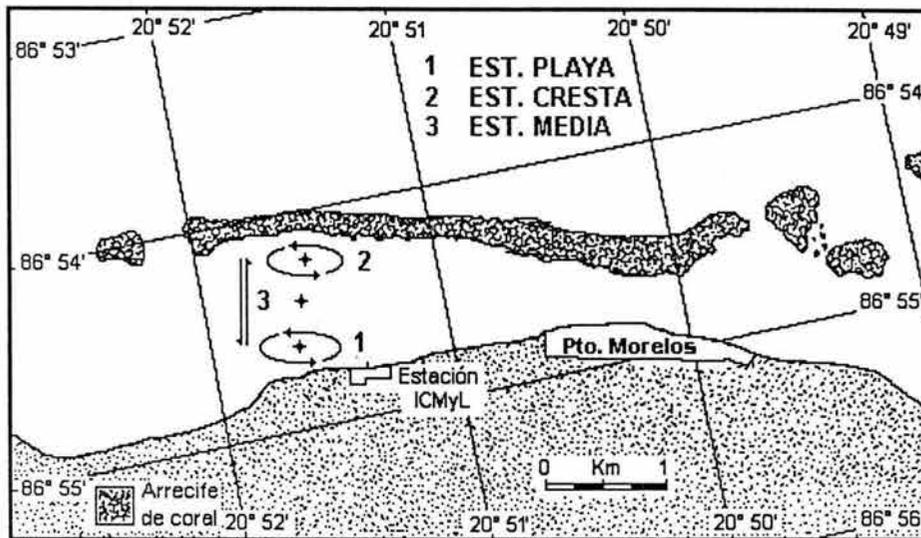


Fig. 7. Ubicación de los sitios de muestreo en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, Quintana Roo (arrastre: ← semanal, ↓ nictemeral).

### Procedimientos Analíticos

Para los estudios cuantitativos de la comunidad ictioplanctónica, es necesaria la organización de los datos; estos procedimientos como la estandarización de los mismos, permitió a partir de ellos, generalizar y estimar técnicas univariadas y multivariadas para la comprensión de la dinámica de la comunidad (Pielou, 1984; Ludwing y Reynolds, 1988; Harris *et al.*, 2000; McCune y Grace, 2002).

Una de estas técnicas es la adecuada estimación de la cantidad de agua filtrada por la red y que se estimó por medio de las siguientes ecuaciones:

1). Determinación del volumen de agua filtrada en  $m^3$  ( $V_f$ ) por la red. Esta estimación se realizó con la ayuda de un flujómetro digital de bajo umbral de fricción a través de la siguiente ecuación:

$$V_f = A \times D$$

donde:  $A$  = área de la boca de la red en  $m^2$  ( $0.23 m^2$ ) y  $D$  = distancia de arrastre en metros; para estimar la distancia se aplicó la siguiente ecuación:

$$D = \frac{dc(x) \text{ cr}}{999999}$$

donde:  $D$  = distancia de arrastre en metros;  $dc$  = diferencia de conteos del flujómetro (lectura final-lectura inicial) y  $cr$  = constante del rotor estándar tipo General Oceanic, modelo # 2030: 26873 (General Oceanic Inc., 1999).

La velocidad de arrastre de la red expresada en  $\text{ms}^{-1}$  ( $V$ ), se estimó para cada recolecta a través de la siguiente ecuación:

$$V = \frac{D(x) 100}{T}$$

donde:  $D$  = distancia de arrastre en metros y  $T$  = tiempo de arrastre en segundos.

2). Estandarización de datos para determinar la densidad de huevos y/o larvas de peces.

i) El índice de abundancia de cada recolecta ( $N_j$ ), fue estimado en número de organismos por  $\text{m}^3$  de agua marina, en lo sucesivo se utilizará la siguiente simbología:  $L = \text{org}/\text{m}^3$ . Este índice se calculó a través de la siguiente ecuación modificado de Smith y Richardson (1977) y Houde *et al.* (1979):

$$N_j = \frac{n_j}{V_j}$$

donde:  $N_j$  = Número de huevos y/o larvas de la estación  $j$  expresado en organismos por  $\text{m}^3$ ,  $n_j$  = No. de huevos o larvas de peces por recolecta de la estación  $j$  y  $V_j$  = volumen de agua filtrada por la red ( $\text{m}^3$ ) en la estación  $j$ .

ii) La densidad total de huevos y/o larvas de peces estimada para cada periodo y ciclo de muestreo, fue estimada en organismos por  $\text{m}^3$  de agua marina, a través de la siguiente ecuación:

$$N_i = \frac{\sum_{j=1}^K n_j \cdot a_j}{A_{si}}$$

donde:  $N_i$  = número de huevos y/o larvas totales de cada taxón expresado en  $\text{m}^3$ ,  $n_j$  = No. de huevos y/o larvas de la recolecta  $j$ , expresada en  $\text{m}^3$ ,  $a_j$  = área ( $\text{m}^2$ ) de la recolecta  $j$ .  $k$  así =  $\sum a_j$  = suma de áreas de la captura = del área que  $j=i$  representado en el periodo de muestreo y  $k$  = No. de muestras del periodo de muestreo  $i$  (Smith y Richardson, 1977; Houde *et al.*, 1979).

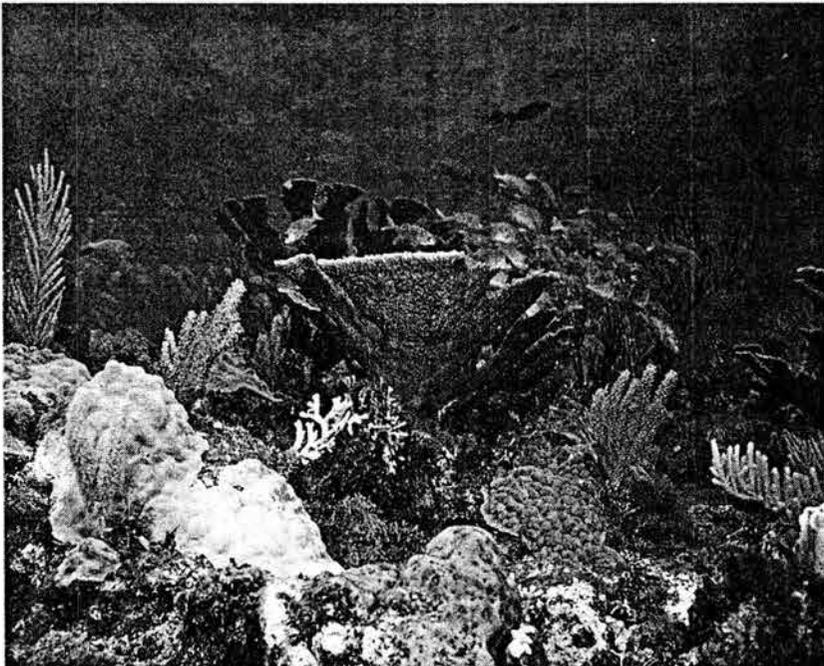
Los datos del medio y de la abundancia larvaria, fueron organizados en tablas con información promedio de la variación anual, estacional y nictemeral, o según la estrategia de muestreo y/o de descriptores de la comunidad a estimar.

## CAPÍTULO I

### **ICTIOPLANCTON ASOCIADO A DOS HÁBITATS ARRECIFALES: ASPECTOS TAXONÓMICOS Y DINÁMICA TEMPORAL EN LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD**

Este capítulo intenta responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las características morfológicas y merísticas de la fauna ictioplanctónica local?
2. ¿Quiénes la integran y como está constituida la estructura de la comunidad ictioplanctónica asociada a dos hábitats en la laguna arrecifal (playa y cresta) y de qué manera la complejidad estructural de cada sitio influye sobre ella?
3. ¿Cuál es la dinámica temporal de la estructura comunitaria ictioplanctónica en función de las variaciones nictemeral, lunar y estacional?



---

## I.1. INTRODUCCIÓN

---

### Los avances en la taxonomía del ictioplancton

El estudio de las larvas de peces tuvo su origen en la investigación pesquera y en las expediciones oceanográficas de hace dos siglos, de donde se obtuvieron numerosas muestras planctónicas y de las cuales se ha derivado una extensa información. Sin embargo, la mayoría de los trabajos de larvas de peces que se conocen, abordan sólo el estudio de la distribución y momentos del desove de los organismos, así como la supervivencia de algunas especies de peces de importancia comercial de cada región.

Por otra parte, las extensas colecciones de zooplancton obtenidas por las expediciones oceanográficas han provisto de una visión global de la diversidad y de los patrones de distribución de las larvas de peces. Sin embargo, hacia los últimos años se ha incrementado la utilidad de los estudios del ictioplancton en las investigaciones pesqueras, como una respuesta a la necesidad de incrementar la evaluación del stock independiente. Esto ha promovido que en años recientes la ciencia pesquera haya modificado el concepto de especie-única, por lo que la investigación del ictioplancton juega un papel importante en nuestra comprensión de la ecología y evolución de la fauna íctica, así como, de las poblaciones que la constituyen, por esto es necesario comprender y enfocar a las comunidades de larvas de peces como una parte central e integrarlas a la dinámica del ambiente, así como sus variaciones morfoméricas de los organismos en un contexto latitudinal y longitudinal.

Por otro lado, los huevos y larvas de peces de las colecciones planctónicas están pobremente identificados, pero también muchas especies son de hábitos demersales y los huevos son incubados internamente con una breve etapa planctónica (como en muchas especies arrecifales), no obstante, sus larvas son importantes miembros del ictioplancton local. Particularmente, las larvas de peces en zonas arrecifales representan un reto taxonómico por la elevada diversidad de peces que las habitan (residentes permanentes, temporales y ocasionales).

En este sentido, la competencia taxonómica en la comunidad de planctólogos ha avanzado suficientemente en las últimas décadas y ha permitido la identificación de muchas larvas que son recolectadas en los arrastres planctónicos de zonas estuarinas, costeras y oceánicas. De los trabajos que más destacan para el Atlántico son: Lippson y Moran (1974), Russell (1976), Fritzsche (1978), Hardy (1978a, 1978b), Johnson (1978), Jones *et al.* (1978), Martin y Drewry (1978), Wang y Kernehan (1979), Ciechowski (1981), Fahay (1983) y Moser *et al.* (1984), quienes realizaron una compilación de los avances en la taxonomía y sistemática del ictioplancton en diversas localidades en el este de Norteamérica y Sudamérica; así como su integración con la fauna mundial. No obstante la importancia de estos trabajos, se requiere una mayor atención desde el punto de vista taxonómico y ecológico para la fauna arrecifal.

---

## I.2. ANTECEDENTES

---

La taxonomía de larvas de peces en arrecifes coralinos a nivel mundial, es aún muy escasa, pero cabe destacar el trabajo de Miller *et al.*, (1979), quienes realizaron una descripción de las larvas de peces de las aguas costeras alrededor de las Islas Hawaii. Posteriormente, Leis y Rennis (1983) contribuyeron a describir gran parte del desarrollo de larvas de peces en los

complejos arrecifales del Indo-Pacífico. Este trabajo fue continuado y extendido por Leis y Trnsky (1989), al identificar gran parte de las formas larvales de peces que habitan la plataforma continental interna para esta misma región tropical. En el oeste del Atlántico medio, los trabajos taxonómicos sobre larvas de peces en su mayoría analizan la abundancia ictiopláncica de aguas neríticas subtropicales y semi-templadas del norte del Golfo de México y costa Atlántica americana. Estos estudios mencionan indirectamente y en forma colateral la afinidad de algunas de sus especies encontradas con las zonas arrecifales (Houde *et al.*, 1979; Ditty, 1986, Ditty *et al.*, 1988).

En la Zona Económica Exclusiva Mexicana (ZEEM) del Golfo de México, los estudios ictioplanctónicos han abordado aspectos como la composición, distribución de la abundancia espacial y temporal de las principales especies en áreas lagunares, costeras y oceánicas (Flores-Coto, 1985; Flores-Coto *et al.*, 1988, 1991; Olvera-Limas, *et al.*, 1988a, 1988b, 1989; Flores-Coto y Sánchez-Ramírez, 1989; Flores-Coto y Ordóñez-López, 1991, entre otros). Los análisis de la fauna ictioplanctónica, en la ZEEM del Golfo de México, indican que los patrones de distribución y áreas de desove están relacionados con las características hidrográficas de las diversas provincias, con las zonas de producción planctónica y/o con los hábitats en el medio marino (Flores-Coto *et al.*, 1988, 1993, 2000a, 2000b; Sanvicente-Añorve, 1990; Sánchez-Velasco, 1991; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2000).

Particularmente, el estudio del ictioplancton en el mar Caribe y áreas adyacentes ha sido abordado principalmente por Richards (1984); quien analizó la abundancia y la distribución de 97 familias de larvas de peces de la zona oceánica. En este trabajo se encontró que las larvas de peces más abundantes fueron los mictófididos y los gonostomátidos. Otros componentes importantes de la fauna en el área fueron: bótidos, escáridos, bregmacerótidos, paralepídidos, góbidos, escómbridos, lábridos, carángidos y serránidos, quienes abarcaron del 69 al 74% del material recolectado en dos campañas oceanográficas. Este mismo autor, menciona que es frecuente capturar en la zona oceánica a las larvas de peces que habitan zonas arrecifales y de la zona mesopelágica.

Por su parte, Sánchez-Velasco y Flores-Coto (1994), estudiaron en la primavera de 1985, las posibles asociaciones de larvas de peces en la plataforma oriental de la Península de Yucatán, encontrando cuatro grupos de estaciones: Nerítica Oriental, Nerítica Occidental, Norte y Oceánica Sur. Estos mismos autores, sugieren que la composición y distribución de estos grupos, están estrechamente relacionadas con el acoplamiento de las estrategias de desove de las especies dominantes de cada asociación, así como con las variaciones hidrográficas que afectan al área como es la corriente de Yucatán.

Hacia la zona costera del Caribe mexicano, Vásquez-Yeomans (1990) y Vásquez-Yeomans *et al.*, (1992), elaboraron un listado de las larvas de peces recolectadas en la plataforma sur del Estado de Quintana Roo, registrando la presencia de 57 familias y 26 especies de peces. Asimismo, Vásquez-Yeomans y González-Vera (1992), listaron un total de 79 familias y 292 especies de peces adultos en las aguas del Estado de Quintana Roo; esto significa que solamente cerca del 9% de las especies en esa área son conocidas en su estadio larvario.

Estos autores mencionan un gran desconocimiento taxonómico de las primeras etapas de desarrollo de la fauna íctica, particularmente en hábitats potenciales para el desove de adultos, tales como la zona costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y en las Bahías de Espíritu Santo y Ascensión. Posteriormente, Vásquez-Yeomans *et al.* (1993), analizaron la comunidad ictioplanctónica de las bahías de Chetumal y la Ascensión, identificando en la primera de ellas, a 17 familias en donde las larvas de clupéidos, blénidos,

tripterígidos, engráulidos y góbidos fueron las mejor representadas. Este estudio, incluyó un total de 25 estaciones de muestreo y un análisis de clasificación mostró tres conjuntos de estaciones y tres conjuntos de familias de peces afines en la primera bahía. En la segunda bahía se identificaron un total de 43 familias de larvas de peces, teniendo como dominantes a los clupéidos y engráulidos; asimismo, el análisis de clasificación definió cuatro grupos de estaciones de un total de 13 y tres grupos de especies del lugar.

En ambas bahías, las posibles agrupaciones de estaciones de recolecta parecen estar relacionadas con la heterogeneidad del hábitat, mientras que las asociaciones de larvas de peces parecen más bien responder a un efecto de abundancia de las mismas y no sugieren una dependencia entre familias ecológicamente afines. Un estudio más reciente en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an reconoció la presencia de 26 familias y 50 especies de larvas y juveniles de peces (Campbell, 2001).

La fauna ictioplanctónica en el arrecife de Mahahual al sur del estado de Quintana Roo, ha sido caracterizada por Vásquez-Yeomans *et al.* (1998). En este trabajo se recolectaron intensamente cuatro sitios y se determinaron un total de 54 familias de peces y 30 especies, siendo las familias Tripterygiidae, Gobiidae y Clupeidae las que dominaron en abundancia. Se identificaron dos grupos de estaciones: aquellas ubicadas en el interior de la laguna arrecifal, y que se mantienen independientes a las estaciones localizadas en las bocas y zona marina adyacente. Por su parte, en las asociaciones de las familias se detectaron dos grupos; el primer grupo incluyó a aquellas familias más abundantes en la laguna arrecifal, y el segundo, a familias de zonas oceánicas. Estas agrupaciones, pueden estar respondiendo primariamente a condiciones hidrográficas y se sugiere además, que pueden estar determinando la composición y distribución de las larvas en el arrecife de Mahahual.

Los únicos estudios previos para la localidad de Puerto Morelos, son los de Sánchez-Velasco y Ordóñez-López (1989) y Ramírez-Ávila (2001). En el primer estudio, se analizó de manera preliminar, la composición y abundancia de larvas de peces recolectadas con una red Phillips, en la laguna arrecifal y en la zona marina externa a la barrera arrecifal; en ese trabajo se registraron 40 familias de peces, observándose que las especies *Jenkinsia lamprotaenia* Gosse 1851, *Gobiosoma* sp, *Harengula jaguana* Poey 1865 y *Syngnathus floridae* Jordan y Gilbert 1882 fueron los taxa dominantes en la zona lagunar, mientras que *Diaphus* spp Eigenmann y Eigenmann 1890, *Lepidophanes* sp Fraser 1949 y *Cyclothone* spp Goode y Bean 1888 lo fueron en la zona externa del arrecife. Estos autores indicaron la presencia de un alto número de formas larvarias poco conocidas en este sistema arrecifal, las cuales permanecen aún desconocidas en especial aquéllas pertenecientes a las familias: Gobiidae, Scaridae, Labridae, Blennidae y Tripterygiidae.

En el segundo estudio, se analizaron los cambios de la comunidad de larvas de peces a una fina escala en un eje transversal de la playa al océano, así como la influencia de los hábitats arrecifales sobre éstas. Desde el punto de vista ecológico, la interacción organismo-hábitat es uno de los temas menos estudiados de la comunidad planctónica; los pocos trabajos realizados en larvas de peces han sugerido la importancia de la complejidad de los hábitats neríticos, incluyendo arrecifes, sobre la composición de la fauna asociada (Leis y Miller, 1976; Leis *et al.*, 1987, 1989; Leis, 1991a; Leis 1993), por lo que la interacción debe ser analizada más detalladamente.

---

### I. 3. OBJETIVOS

---

De acuerdo a la información precedente, se consideran como objetivos particulares en el presente capítulo:

*Determinar la composición específica de larvas de peces asociadas a dos hábitats del medio arrecifal (corales-algas y pastos marinos-blanquízales de arena), así como aportar información morfométrica para una mejor descripción futura de la fauna local.*

*Determinar la variación temporal de la estructura de la comunidad ictioplanctónica asociada a dos hábitats de distinta complejidad en la laguna arrecifal, así como a diversas escalas de tiempo (nictemeral, lunar, estacional y anual).*

---

### I. 4. MÉTODOS

---

En métodos generales se especificaron las estrategias de muestreo en el presente estudio. De las muestras de zooplancton recolectadas, se extrajeron los restos vegetales obtenidos accidentalmente (*Thalassia*, *Syringodium* y *Sargassum*). Posteriormente, huevos y larvas de peces fueron removidos de la muestra total, para subsecuentemente llevar a cabo una preclasificación a nivel de familia y posteriormente las determinaciones específicas o al taxón más cercano a especie. La identificación de las larvas de peces fue sobre la base de conteos merísticos, caracteres morfométricos y pigmentarios (Powles y Markle, 1984). Asimismo, se aplicaron técnicas auxiliares en su estudio y determinación, como son las tinciones y aclaramientos de ciertas estructuras cartilaginosas u óseas (Potthoff, 1984).

La determinación de las especies se fundamentó en la consulta de trabajos especializados o en monografías de las especies en regiones adyacentes y tablas de datos merísticos, destacando los trabajos de: Álvarez del Villar (1970), Miller y Jorgenson (1973), Lippson y Moran (1974), Fritzsche (1978), Hardy (1978a, 1978b), Johnson (1978), Jones *et al.* (1978), Martín y Drewry (1978), Fahay (1983), Conrow y Zale (1985), Johnson y Kernehan (1988), Moser *et al.* (1984), Böhlke y Chaplin (1993), Ordóñez-López (1995), Baldwin y Smith (2003) entre otros. El orden sistemático de la fauna recolectada se basó en el criterio de Greenwood *et al.* (1966), modificado por Nelson (1994) (Anexo 2). A los organismos que no fue posible asignar la especie correspondiente, fueron definidos como entidades morfológicas operacionales (sp) con el fin de realizar los análisis a un mismo nivel jerárquico.

Debido a la carencia de trabajos que describan el desarrollo de las primeras etapas de vida de los peces de zonas arrecifales, algunos ejemplares no pudieron ser identificados. Asimismo, se realizaron mediante una cámara lúcida, esquemas por especie o tipos presentes directamente del ejemplar, en donde se incluyen detalles morfológicos y pigmentarios representativos que pudieran ser de utilidad para identificaciones posteriores.

Para estimar las variaciones especie-abundancia y la fluctuación temporal de la estructura de la comunidad ictioplanctónica, se utilizaron los siguientes descriptores de la comunidad: dominancia, riqueza, diversidad y equidad, y se describen a continuación (Ludwing y Reynolds, 1988; Harris *et al.*, 2000; McCune y Grace, 2002).

Análisis de datos. La comparación de las densidades de las larvas de peces entre hábitats y

periodos, se realizó considerando los promedios mensuales a través de un análisis de significancia para determinar si difieren entre sí y en todo caso, no permitir el agrupamiento entre hábitats y el patrón climático presente en la región (sequía y lluvias); a partir de esto, la estructura de la comunidad se analizó temporalmente por medio de sus principales descriptores.

La **dominancia**, que implica la jerarquización y evaluación de la importancia relativa de las especies en la estructura de la comunidad, fue calculada a través del Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual es un estimado más elaborado de las preponderancias de las especies en la comunidad. El índice considera las medidas relativas a la densidad y la distribución temporal de las especies (Brower y Zar, 1977); se calculó a través de la siguiente ecuación:

$$IVI = A \% + F \%$$

donde: A% = porcentaje de la abundancia temporal de cada especie y F% = porcentaje de la frecuencia temporal en que se presentó la especie.

La **riqueza específica** (S) se consideró como el número de especies identificadas presentes por estación y hábitat, así como por toda la comunidad ictioplanctónica y por cada momento de estudio.

La **diversidad** (H') en la comunidad ictioplanctónica se estimó por el Índice de Diversidad de Shannon-Weaner (Pielou, 1966; Cox, 1985; Harris *et al.*, 2000), que mide el grado de incertidumbre sobre la identidad específica del siguiente individuo recolectado. Supone una muestra aleatoria del conjunto de individuos en una comunidad que (por razones matemáticas) es infinitamente grande, se conoce el número de especies (larvas de pez) y todas ellas están representadas en la muestra aleatoria. Este índice se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \log_e P_i)$$

donde: H' = contenido de información en la muestra (bits/individuo), S = número de especies en la muestra y P<sub>i</sub> = proporción de individuos de cada especie (Pielou, 1966).

Un componente fundamental de los índices de diversidad, además del número de especies, es la **equidad** de las mismas (J'); ésta estima el grado de repartición de la dominancia relativa entre las especies presentes en una comunidad. Se calculó con la siguiente ecuación (Pielou, 1969):

$$J' = H' / H_{\text{máx.}}$$

donde: H' = diversidad y H<sub>máx.</sub> = diversidad máxima. Además, H<sub>máx.</sub> = Log S = diversidad de especies bajo condiciones de equidad máxima (Pielou, 1969; 1984).

Las pruebas estadísticas de significancia se efectuaron con el paquete STATISTICA (StatSoft Inc. 1993), mientras que los descriptores comunitarios se realizaron con el paquete estadístico ANACOM (De la Cruz-Agüero, 1993).

Finalmente, la descripción de una comunidad larvaria nos lleva necesariamente a la comparación con otra, en este caso, entre comunidades de distinto hábitat en un medio arrecifal (playa y cresta) y entre años estudiados. Esta comparación se hizo mediante la evaluación de las semejanzas o diferencias de sus partes homólogas (especies) y se efectuó a través de la medición de la similitud a través de índices cualitativos como el Índice de Similitud de Sorensen (Cs) y Fager y MacGowan (S) y otro cuantitativo como el Índice de Morisita (Pielou, 1984). Asimismo, Kimoto (1967) recomienda la utilización de otro índice que lleva su nombre como una forma de revisar la ecuación de Morisita (Omori e Ikeda, 1984; Harris *et al.*, 2000).

Para comparar la similitud en el número de especies entre los hábitats y muestreos anuales, se utilizó la ausencia o presencia en cada una de las partes a comparar (Omori e Ikeda, 1984). Este índice se calculó a través de la siguiente ecuación:

$$C_s = \frac{2a}{2a + b + c} \times 100$$

El índice de Fager y MacGowan se calculó con la siguiente ecuación (Omori e Ikeda, 1984):

$$S = \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}} - \frac{1}{2\sqrt{a+c}} \quad c \geq b$$

donde: a = número de especies comunes en ambos hábitats, b y c = número de especies que ocurren en un hábitat pero no en el otro.

Índice de similitud de Morisita (Cλ). Este índice toma en cuenta la densidad o número de individuos de cada una de las especies de los dos conjuntos (hábitats y/o ciclos), y se expresa como (Morisita, 1959; Omori e Ikeda, 1984):

$$C_\lambda = \frac{2 \sum_{i=1}^s X_{i,j} Y_{i,k}}{(\lambda_1 + \lambda_2) (N_1 \cdot N_2)}$$

donde: Xi = número de individuos de la especie 1 en la comunidad i, Yi = número de individuos de la especie 1 en la comunidad k, N1= número total de individuos de todas las especies en la comunidad 1 y N2 = número total de individuos de todas las especies en la comunidad 2. Asimismo, λ1 y λ2 se calcularon de la siguiente manera:

$$\lambda_1 = \frac{\sum [X_i (X_i - 1)]}{N_1 (N_1 - 1)}$$

$$\lambda^2 = \frac{\sum [Y_i (Y_i - 1)]}{N_2 (N_2 - 1)}$$

donde:  $0 \leq C\lambda \leq 1$

Índice de Kimoto ( $C\pi$ ). Este índice al igual que el de Morisita, toma en cuenta la densidad o el número de individuos de cada una de las especies de los dos conjuntos (Kimoto, 1967; Omori e Ikeda, 1984) y se expresa como:

$$C\pi = \frac{2 \sum_{i=1}^s n_{1,i} \cdot n_{2,k}}{(\sum \pi_1^2 + \sum \pi_2^2) N_1 \cdot N_2}$$

donde:  $n_1$  = número de individuos de la especie 1 en la comunidad i;  $n_2$  = número de individuos de la especie 1 en la comunidad k;  $N_1$  = número total de individuos de todas las especies en la comunidad i y  $N_2$  = número de todas las especies en la comunidad k;  $\sum \pi_1^2$  y  $\sum \pi_2^2$  se calcularon de las siguientes ecuaciones:

$$\sum \pi_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^s (n_{1,i})^2}{N_1^2}$$

$$\sum \pi_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^s (n_{2,k})^2}{N_2^2}$$

donde:  $0 \leq C\pi \leq 1$

## I. 5. RESULTADOS

### I.5. Ictioplancton arrecifal

En la sección de resultados, se incluye en primera instancia, un análisis general de la composición específica y la variación de la abundancia de los huevos y larvas de peces en los diferentes hábitats y escalas de tiempo; después se exponen, con apego al arreglo sistemático propuesto por Greenwood *et al.* (1966) modificado por Nelson (1994), datos descriptivos, merísticos y pigmentarios particulares de la fauna local determinada, así como los resultados obtenidos sobre la distribución temporal de la abundancia en los sitios y periodos de estudio. En algunos casos que así lo requieran se hacen aportaciones y aclaraciones de carácter taxonómico; adicionalmente, se indican el nombre científico y común de la especie, y entre paréntesis el número del esquema correspondiente.

#### I.5.1. Densidad ictioplanctónica

Ciclo de 1990-1991. En general, durante este periodo de muestreo se recolectaron un total de 7,406 huevos y 10,370 larvas de peces; de estas últimas, el 71.4% en etapa de postflexión y 28.6% en preflexión. En la estación de playa se recolectaron un total de 3,072 huevos y 3,897 larvas de peces (81% postflexión, 19% preflexión), mientras que en la estación de cresta arrecifal se obtuvieron un total de 4,334 huevos y 6,473 larvas de peces (65.7% postflexión, 34.3% preflexión); cabe señalar que la mayor abundancia de larvas en etapa de postflexión se registró en la estación de playa. La presencia de huevos y larvas de peces en todo el año, denota una continua actividad reproductiva en los peces arrecifales. Sin embargo, para los huevos de peces se observaron dos momentos de máxima densidad; el primero en el mes de febrero, y el segundo en mayo y junio (Fig. 8a). A su vez, en las larvas se observaron dos picos: uno en junio y otro en septiembre (Fig. 8b). Particularmente, la variación de la densidad de huevos entre hábitats es diferente, mientras que la variación temporal de larvas fue semejante entre hábitats.

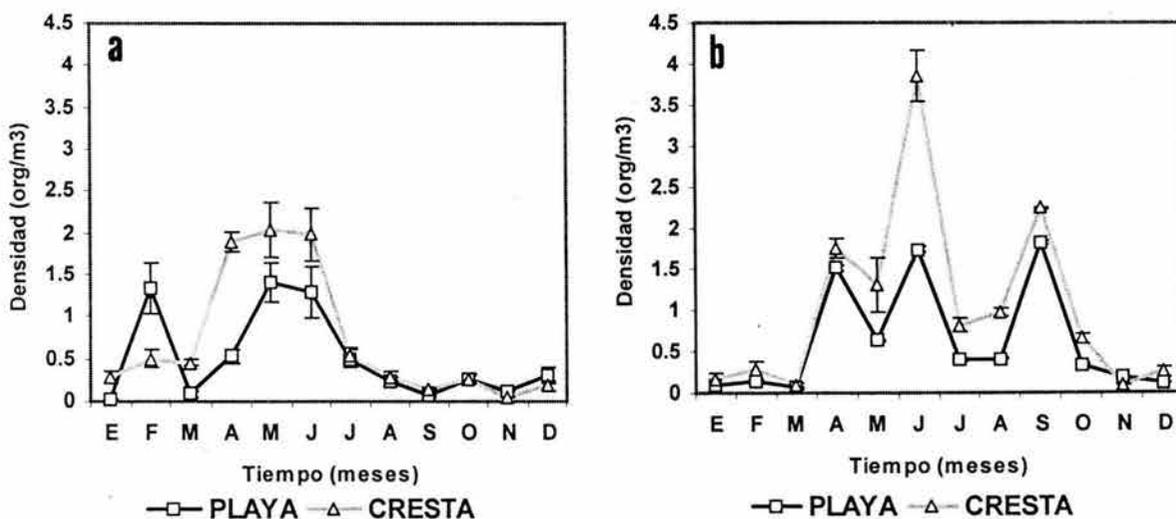


Fig. 8. Variación mensual de la densidad media ictioplanctónica por hábitat ( $\pm 1\text{Std}$ ) en Puerto Morelos, Quintana Roo (1990-1991): a) huevos y b) larvas de pez.

Como resultado a las diferentes intensidades de la luz lunar, las mayores abundancias de los huevos de peces mostraron un patrón de abundancias casi inverso a las larvas; cerca de los pastos marinos, la mayor cantidad de huevos se presentó en las noches más claras mientras que la asociada a los macizos de coral se presentó en las noches más oscuras (Fig. 9a).

De la misma manera, las mayores abundancias de las larvas de peces en ambos hábitats se mostraron por lo general, durante los momentos en que la noche presenta una mayor oscuridad y fueron decreciendo a medida que las noches fueron haciéndose más claras, comportamiento observado de forma similar entre hábitats (Fig. 9b).

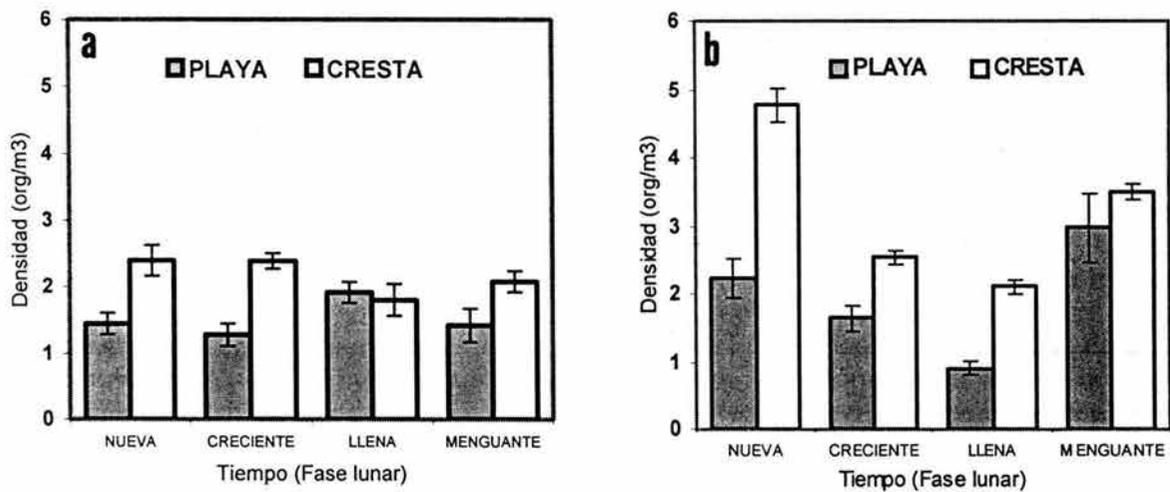


Fig. 9. Variación de la densidad media ictioplanctónica por hábitat y fase lunar ( $\pm 1$ Std) en Puerto Morelos, Quintana Roo (1990-1991): a) huevos y b) larvas de pez.

Ciclo de 1992-1993. En este ciclo se capturaron un total de 5,999 huevos y 10,957 larvas de peces de las cuales un 59.7% se encontraba en etapa de postflexión y 40.3% en preflexión. Las máximas densidades de huevos de peces se presentaron en dos momentos del año: marzo y junio (Fig.10); asimismo, en un registro nictermeral, las mayores concentraciones de huevos se registraron durante la noche alrededor de las 21:00 horas.

Las larvas de peces también registraron dos picos de abundancia: uno en el mes de mayo y otro de mayor intensidad en noviembre. En un análisis nictermeral se capturaron mayor número de larvas de peces durante la noche entre las 21:00 y 24:00 horas (Fig. 10).

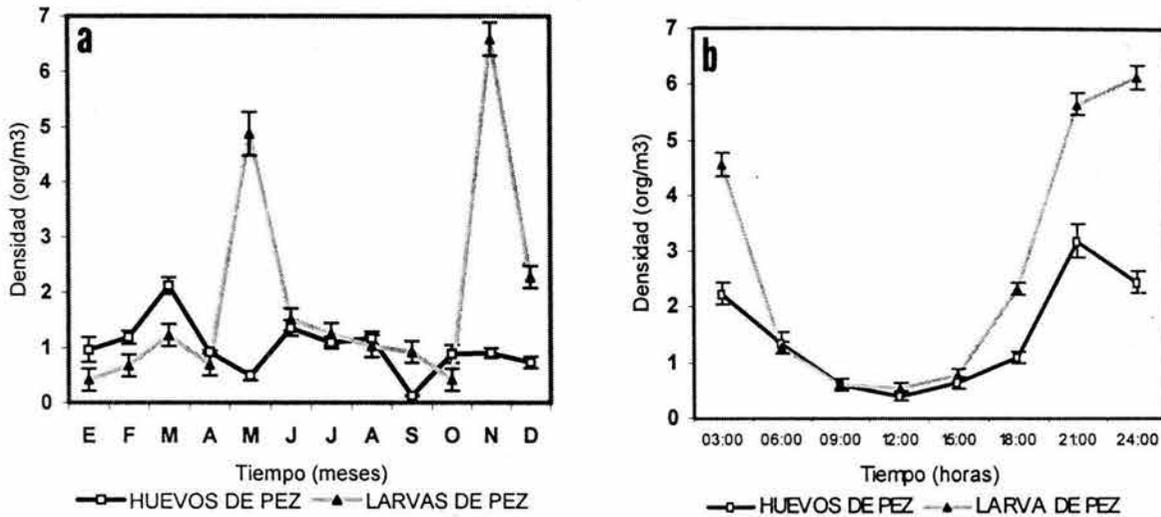


Fig. 10. Variación de la densidad media ictioplanctónica ( $\pm 1\text{Std}$ ) por mes (a) y nictemeral (b). Puerto Morelos, Quintana Roo (Ciclo: 1992-1993).

Variación interanual. Una comparación de la variación temporal de la abundancia del ictioplancton entre ciclos de estudio, indico un desfazamiento en los picos de abundancia del ictioplancton. Como se observa en la figura 11a, la mayor abundancia de huevos de peces durante el ciclo de 1991-1992 se presentó en mayo, a diferencia del ciclo de 1992-1993 en donde el pico se resgistro en marzo. De manera similar durante el primer ciclo de recolectas la mayor abundancia de larvas de peces se registro en junio y septiembre, mientras que durante el segundo ciclo los picos se presentaron en mayo y noviembre (Fig. 11b). Asimismo, la aplicación de una prueba de significancia entre las abundancias de una misma variable pero de diferente ciclo, indico diferencias significativas a una  $P > 0.05$ .

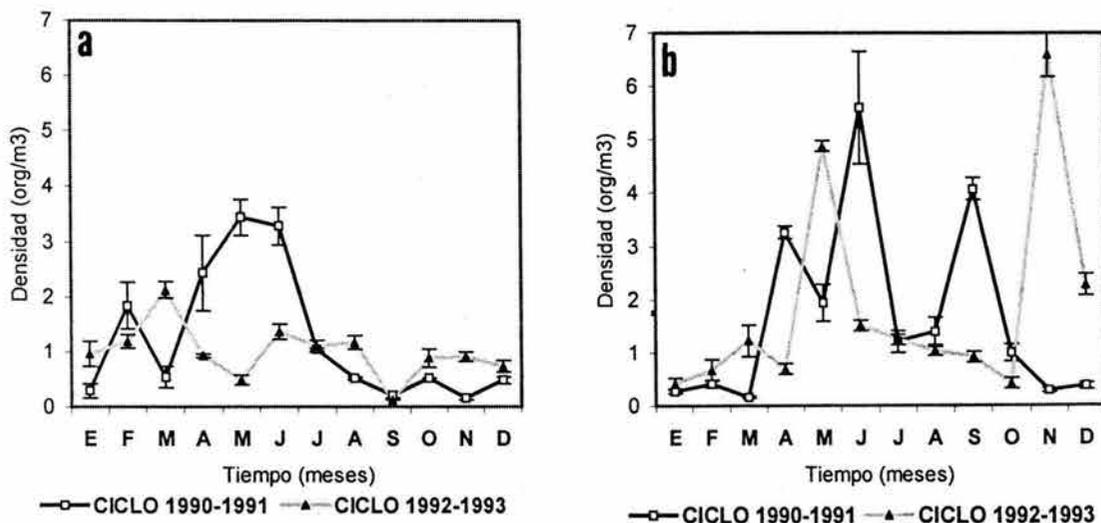


Fig. 11. Variación interanual de la densidad ictioplanctónica ( $\pm 1\text{Std}$ ) frente a Puerto Morelos: a) huevos y b) larvas de peces.

### I.5.2. Composición de larvas de peces

La ictiofauna recolectada en el arrecife está dominada por larvas en flexión y postflexión. Se determinaron 191 especies de larvas de peces actinoptergios, pertenecientes a una Clase, una subclase, 18 órdenes, 25 subórdenes, 68 familias y 125 géneros en ambos ciclos de estudio (Anexo 2). Cabe señalar que el 51.8 % de los taxa, de acuerdo al estado adulto, son del ambiente costero (aportando el 30.2% de la densidad larvaria), el 36.2 % fueron del medio arrecifal (63.9%) y el 12.0 % fueron especies oceánicas (1.5%).

Un gran número de larvas de peces no pudieron ser determinadas por sus pequeñas tallas (< 0.5 mm) y por sus formas no registradas en la literatura ictioplanctónica disponible. Cabe mencionar que es posible que especies de familias comunes de zonas arrecifales como Inermiidae, Batrachoididae, Aulostomidae, Malacanthidae, Mullidae, Fistularidae, Eleotridae y Opistognathidae, aparezcan más adelante y que debido a la estrategia de muestreo del presente trabajo, no fue posible su captura.

En el ciclo de recolecta de septiembre de 1990 a septiembre de 1991, en la estación de playa se registraron 51 familias, 80 géneros y 113 especies de larvas de peces. Asimismo, en la estación cercana a la cresta arrecifal, las larvas de peces recolectadas pertenecieron a 56 familias, 98 géneros y 138 especies, por lo que la estación cerca de la cresta arrecifal fue la de mayor número de taxa. Durante el ciclo de mayo de 1992 a abril de 1993 se recolectaron organismos pertenecientes a 60 familias, 105 géneros y 154 especies.

Una simple comparación de jerarquías taxonómicas entre periodos en el mismo hábitat y momento dial denotó diferencias en su composición; asimismo, entre periodos de distinto hábitat y ciclos de muestreo, la comparación indicó semejanzas entre niveles taxonómicos (Tabla 1).

Tabla. 1. Comparación de jerarquías taxonómicas de larvas de peces entre hábitats, periodos, dial y anual recolectados en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, Quintana Roo.

Ciclo	1990 -1991					1992 -1993				
	Playa		Cresta			Dial		Periodo		
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias	Total	Día	Noche	Sequía	Lluvias	Total
Familia	30	47	32	52	60	47	55	53	45	60
Género	39	74	46	92	107	82	95	94	74	105
Especie	52	103	60	130	160	108	137	134	101	154

### I.5.3. Abundancia general de larvas de peces.

Ciclo 1990 -1991. En la estación de playa los taxa más importantes en orden de densidad fueron: *Eucinostomus* sp3 (0.76 L), *Eucinostomus gula* (0.70 L), *Eucinostomus argenteus* (0.65 L), *Ctenogobius* sp1 (0.65 L), *Jenkinsia lamprotaenia* (0.51L), *Syngnathus floridae* (0.39 L), *Bathygobius* sp1 (0.31 L), *Acanthemblemaria* sp1 (0.26 L), *Sparisoma* sp1 (0.23 L), *Anchoa hepsetus* (0.21 L), *Haemulon aurolineatum* (0.21 L) y *Scarus* sp1 (0.19 L), quienes ocuparon el 65.1% del material recolectado en este sitio.

En la estación de cresta arrecifal, los taxa más abundantes fueron: *Jenkinsia lamprotaenia* (3.49 L), *Ctenogobius* sp (0.3 L), *Acanthemblemaria* sp1 (0.53 L), *Haemulon* sp1 (0.48 L), *Scarus* sp1 (0.43 L), *Eucinostomus argenteus* (0.41 L), *Syngnathus floridae* (0.40 L), *Opistonema oglinum* (0.35 L), *Anchoa hepsetus* (0.29 L), *Enneanectes* sp2 (0.26 L), *Haemulon* sp3 (0.26 L) y *Scarus* sp2 (0.24 L), al representar el 63.5% del total de larvas recolectadas (Tabla 2).

Tabla 2. Variación de la abundancia relativa en porcentaje (%) de los taxa más abundantes por hábitat, periodo, dial y por ciclo. Puerto Morelos, Quintana Roo.

Hábitat / Ciclo	Playa		Cresta		90-91 Total	Dial				92-93 Total
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias		Día	Noche	Sequía	Lluvias	
<i>Jenkinsia lamprotaenia</i>	3.09	7.65	2.68	34.00	19.31	22.2	30.4	22.61	33.42	27.69
<i>Ctenogobius</i> sp1	8.18	8.77	3.75	7.30	6.97	10.8	13.3	9.95	15.07	12.36
<i>Eucinostomus argenteus</i>		10.11		4.05	5.11	8.19	2.23	2.15	5.30	3.63
<i>Scarus</i> sp1	3.98	1.98		4.25	3.00	1.61	6.65	6.85	3.47	5.27
<i>Haemulon</i> sp1		1.40	6.16	3.79	3.00	2.73	4.54	2.63	5.53	4.00
<i>Eucinostomus</i> sp3		11.84		1.61	4.47	5.42		2.78	1.01	1.95
<i>Acanthemblemaria</i> sp1	13.71	2.04	21.17	2.08	3.83	2.51	2.55	3.56	1.26	2.48
<i>Syngnathus floridae</i>	2.21	5.85	3.08	3.47	3.81	2.54	2.39	2.72	1.98	2.37
<i>Enneanectes</i> sp2	7.74		6.16		2.07	4.82	3.43	5.63	1.51	3.70
<i>Eucinostomus gula</i>		10.72			3.86	4.00		2.22		1.49
<i>Opistonema oglinum</i>					1.83	2.20	2.35		3.26	2.26
<i>Bathygobius</i> sp1		4.83		1.57	2.29	1.80	1.62		3.06	1.62
<i>Harengula jaguana</i>		1.44				3.74	2.63	3.16	2.46	
<i>Anchoa hepsetus</i>		3.26		2.78	2.44		1.43	1.77		1.19
<i>Scarus</i> sp2	3.31			2.32	2.00					
<i>Haemulon aurolineatum</i>	9.29	1.69	2.41			1.42		2.10		1.30
<i>Sparisoma</i> sp1		3.68		1.86	2.03					
<i>Acritops beryllina</i>	3.31									
<i>Holocentrus</i> sp1	6.19									
<i>Tetragonurus atlanticus</i>	3.53									
<i>Gobiexos strumosus</i>			12.46							
<i>Ophioblennius</i> sp	2.87		7.23							
<i>Atherinomorus stipes</i>						1.80	1.62		1.59	
<i>Gillellus uranoidea</i>	2.65		5.22			1.27				
<i>Ctenogobius</i> sp2			3.08				1.46	1.62		
<b>Σ %</b>	70.06	75.26	73.40	69.08	66.02	77.05	76.60	69.75	78.92	71.31

Ciclo 1992 -1993. Los taxa más abundantes en este ciclo fueron: *Jenkinsia lamprotaenia* (6.07 L), *Ctenogobius* sp1 (2.70 L), *Scarus* sp1 (1.15 L), *Haemulon* sp1 (0.88 L), *Enneanectes* sp2 (0.81 L), *Eucinostomus argenteus* (0.80 L), *Harengula jaguana* (0.62 L),

*Acanthemblemaria* sp1 (0.54 L), *Syngnathus floridae* (0.52 L), *Opistonema oglinum* (0.50 L), *Eucinostomus* sp3 (0.48 L) y *Atherinomorus stipes* (0.3 L), quienes representaron el 70.1% del material ictioplanctónico capturado (Tabla 2).

Tomando en cuenta ambos ciclos analizados, los taxa registrados con mayor densidad fueron en orden decreciente: *Jenkinsia lamprotaenia* (10.07 L), *Ctenogobius* sp (4.15 L), *Eucinostomus argenteus* (1.86 L), *Scarus* sp1 (1.78 L), *Haemulon* sp1 (1.56 L), *Eucinostomus* sp3 (1.36 L), *Acanthemblemaria* sp1 (1.34 L), *Syngnathus floridae* (1.31 L), *Enneanectes* sp2 (1.24 L), *Eucinostomus gula* (1.13 L), *Opistonema oglinum* (0.88 L), *Bathygobius* sp1 (0.83 L), *Harengula jaguana* (0.79 L), *Anchoa hepsetus* (0.77 L) y *Scarus* sp2 (0.63 L). Estos taxa representaron el 69.3% de total de larvas recolectadas en el presente estudio.

#### 1.5.4. Variación temporal de la abundancia de larvas de peces. Aspectos taxonómicos, variabilidad entre hábitats, nictemeral y anualmente.

En los siguientes párrafos se atenderá brevemente la descripción larvaria de la fauna local, así como de algunos caracteres recopilados sobre el huevo y la larva, además del patrón temporal de la abundancia de las especies presentes en cada uno de los hábitats estudiados (playa y cresta arrecifal), así como entre ciclos (1991-1992 y 1992-1993), y su variación en relación día-noche (Anexo 3). La presentación se efectuará de acuerdo al arreglo sistemático ya citado anteriormente, e irá acompañada del nombre común de la especie.

#### 1. Familia Elopidae

La familia Elopidae está representada en el Atlántico tropical oeste por una especie: *Elops saurus* (Fischer, 1978). Las larvas del "malacho" fueron abundantes durante ambos ciclos estudiados.

#### *Elops saurus* Linnaeus, 1766 "Malacho" (Esquema 1a)

El adulto del "Malacho", habita comúnmente en aguas oceánicas y se desplaza frecuentemente hacia lagunas costeras (Fischer, 1978); de acuerdo con Castro-Aguirre *et al.* (1999), puede considerarse como un organismo eurihalino. Los desoves de los adultos son poco conocidos pero aparentemente ocurren en mar abierto, para posteriormente sus larvas migrar a zonas neríticas, llegando a penetrar en los sistemas costeros. Las larvas suelen presentarse todo el año, pero preferentemente al final del mismo (Jones *et al.*, 1978; Fahay, 1983; Ditty, 1986; Ditty *et al.*, 1988).

La larva del malacho desde el momento que eclosiona (5.2 mm), tiene una cabeza triangular y cuerpo en forma de listón translúcido, la cabeza está armada con una fuerte dentición que conserva hasta antes de la flexión del urostilo. Tiene tres estadios larvales que concluyen con la metamorfosis (alrededor de los 30 mm de longitud estándar (LS)). El intestino ocupa una longitud entre 80 y 90% de la LS. La flexión del urostilo ocurre entre los 10 y 15 mm de LS y en organismos del Caribe un poco antes. No presenta un traslape en la base de las aletas dorsal y anal; esta característica y la fórmula merística son esenciales para diferenciarla de *Megalops atlantica*. Los radios de las aletas dorsal y anal se completan cerca de los 20 mm de LS. La larva presenta una pigmentación sobre la parte dorsal del tubo digestivo y en la base de la aleta anal (Mansueti y Hardy, 1967; Jones *et al.*, 1978; Smith, 1979; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de esta especie se presentaron en ambos hábitats, particularmente en la zona de playa se recolectó de junio a diciembre y en la zona de cresta de junio a septiembre; las abundancias fueron similares en ambos sitios.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo de recolectas, la especie sólo se registró en dos meses: mayo y noviembre. Mientras, un análisis nictemeral indicó que sus larvas se presentan en grandes abundancias en el transcurso de la noche entre las 18:00 y las 24:00 horas.

La recolecta de larvas en varios meses del año, sugiere que la especie desovó en gran parte del año en aguas oceánicas del Caribe, pero más intensamente de julio a septiembre, para posteriormente sus larvas migrar a aguas arrecifales donde suelen concentrarse durante la noche en las aguas de la laguna.

## 2. Familia Megalopidae

En el Atlántico tropical oeste, esta familia está representada por un género y una especie: *Megalops atlantica* = *Tarpon atlantica* (Nelson, 1994).

### *Megalops atlantica* (Valenciennes, 1846) "Sábalo, Tarpón" (Esquema 1b)

El "Tarpón" es un pez que habita en aguas costeras, estuarios y lagunas con bordes de manglar (Fischer, 1978), por lo que puede considerarse un organismo eurihalino del componente marino (Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Los adultos migran a aguas abiertas en donde probablemente ocurren los desoves, o en sitios donde la fuerte corriente dispersa los huevos lejos de la costa, para posteriormente regresar sus larvas a zonas costeras y que es donde frecuentemente son localizadas. Los desoves se presentan todo el año, pero más durante el verano (Jones *et al.*, 1978; Smith, 1979; Fahay, 1983; Ditty, 1986; Ditty *et al.*, 1988).

La larva al eclosionar (5.3 a 5.7 mm), presenta un cuerpo en forma de listón transparente con una cabeza triangular y pocos dientes pero bien desarrollados. Presenta tres etapas larvales y que culmina con la metamorfosis alrededor de 25 mm de longitud estándar (LS). Asimismo, la longitud del intestino abarca cerca del 75% de la LS. La flexión del urostilo ocurre entre los 9-11 mm de LS. Después de la flexión, la vejiga natatoria es bastante conspicua. Las aletas dorsal y anal exhiben un marcado traslape en sus bases. El organismo presenta pequeños pigmentos sobre la parte dorsal del tubo digestivo, en la base de la aleta anal y sobre los ojos. (Eldred, 1972; Mansueti y Hardy, 1967; Jones *et al.*, 1978; Fahay, 1983; Smith, 1980).

Ciclo 1990-991. Esta especie se presentó tanto en el hábitat de playa como de cresta arrecifal. Sus larvas ocurrieron sólo en el mes de mayo en la primera estación y en el mes de junio en el segundo hábitat estudiado.

Ciclo 1992-1993. Durante este periodo, las larvas de *M. atlantica* sólo fueron registradas en el mes de noviembre. Por lo general, se presentó en recolectas durante la tarde (18:00 horas).

Las escasas larvas de esta especie recolectadas en pocos meses, sugieren una época de desove corto en el Caribe (julio a diciembre) en aguas neríticas asociadas al arrecife. La presencia de las larvas en aguas de la laguna arrecifal, puede ser debida a migraciones de éstas hacia el interior del arrecife.

### 3. Familia Albulidae

Esta familia sólo presenta una especie en el Atlántico tropical oeste: *Albula vulpes* (Nelson, 1994).

***Albula vulpes*** (Linnaeus, 1758) "Macabí"  
(Esquema 1c)

A esta especie se le encuentra en aguas costeras, estuarios y bahías (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Fischer, 1978), y es considerada como un organismo eurihalino del componente marino (Castro-Aguirre, 1978). Desova en zonas oceánicas probablemente en largos periodos, sus larvas migran a áreas de crianza por lo general localizadas en la costa y suelen presentarse de noviembre a mayo (Jones *et al.*, 1978; Fahay, 1983; Ditty, 1986; Ditty *et al.*, 1988).

Existe escasa información de la descripción del huevo de *A. vulpes*. Las larvas tienen entre 7 y 7.8 mm de LS al eclosionar. Presenta un cuerpo en forma de listón translúcido y una cabeza en forma triangular con dientes muy desarrollados y alargados que conserva hasta antes de la metamorfosis. Presenta dos etapas larvales que finalizan cerca de los 60 mm. La flexión del urostilo ocurre cerca de los 17 mm de LS. El intestino ocupa el 95% de la LS. Las bases de la aleta dorsal y anal son marcadamente separadas que junto a la pequeña aleta anal y el largo del intestino, son los caracteres que permiten su separación de los elópidos. Después de la metamorfosis, presenta una pigmentación sobre la parte dorsal del tubo digestivo y detrás de los ojos (Mansueti y Hardy, 1967; Smith, 1979; Jones *et al.*, 1978; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de esta especie se recolectaron tanto en la zona de playa como de cresta. En ambas zonas se registraron de abril a septiembre, con un pico de abundancia en el mes de abril.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo, las larvas de peces de *A. vulpes* se recolectaron en los meses de noviembre y febrero. Las mayores abundancias de las larvas del "Macabí" se registraron a la medianoche.

El registro de organismos en ocho de los doce meses del año, sugiere que los desoves ocurrieron todo el año en áreas cercanas al arrecife, pero en mayor cantidad de abril a septiembre, para posteriormente migrar a zonas costeras.

### 4. Familia Muraenidae

Se reconocen nueve géneros y 23 especies de "morenas" en el Atlántico tropical oeste (Fischer, 1978). Sin embargo, sólo fue identificada la especie *Gymnothorax nigromarginatus* y una larva similar como presentes en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos.

***Gymnothorax nigromarginatus*** (Girard, 1859) "Morena de charco"  
(Esquema 1d)

Habitante de aguas costeras en especial en áreas rocosas y arrecifales, en donde las aberturas y agujeros les sirven de protección (Fischer, 1978). En estos sitios probablemente ocurre el desove y las corrientes se encargan de dispersar los huevos hacia la zona oceánica (Hardy, 1978a).

La etapa de huevo es poco conocida; la larva presenta un cuerpo en forma de listón transparente, con una cabeza pequeña y triangular. El tubo digestivo ocupa entre 50 a 70% de la LS. El último tercio del cuerpo es redondeado, en donde la aleta caudal es muy

pequeña y las aletas pectorales son muy reducidas. Presenta pigmentos sobre el tracto digestivo (Eldred, 1969; Hardy, 1978a; Smith, 1979; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de la "morena de charco" se presentaron en ambos hábitats estudiados. En el ambiente de playa las larvas ocurrieron sólo en el mes de abril, mientras que en el hábitat de cresta arrecifal se recolectaron de abril a junio.

Ciclo 1992-1993. La distribución de las larvas de esta especie se presentó en cuatro meses al principio del año: enero, febrero, abril y mayo, recolectándose una larva por cada mes. Asimismo, sus larvas se registraron por lo general en el transcurso de la noche (21:00 a 03:00 horas).

Se plantea una estacionalidad corta para *G. nigromarginatus* de enero a junio. Es probable que los desoves de esta especie ocurrieran a finales y principios del año en la zona expuesta del arrecife, pues casi todas las larvas recolectadas presentaron un tamaño mayor a los 5 cm.

#### ***Gymnothorax* sp "Morena"**

(Esquema 1e)

La forma larval de este organismo presenta, un cuerpo en forma de listón transparente, con una cabeza triangular y pequeña. El tubo digestivo que ocupa un 60% de la LS. El tronco caudal de su cuerpo es redondeado y la aleta caudal muy reducida, las aletas pectorales están ausentes. Presenta pigmentos sobre el tracto digestivo y algunos sobre las partes laterales del cuerpo.

Sólo se capturó una larva de *Gymnothorax* sp, en la zona de playa, durante el mes de abril de 1991. La escasa presencia de ejemplares no permitió elaborar una estacionalidad larval.

### **5. Familia Ophichthidae**

Los ofíctidos son abundantes en el área del Atlántico tropical oeste, se reconocen hasta el momento 15 géneros, 30 especies y unas 10 formas aun no identificadas (Fischer, 1978). *Myrophis punctatus* fue la especie más abundante dentro de las especies de la familia, al representar el 90% de las ofíctidos recolectados.

#### ***Anarchias yoshiae* Kanazawa, "Anguila"**

(Esquema 1f)

Esta especie se encuentra asociada a los fondos costeros y áreas arrecifales, especialmente en canales, riachuelos de marea y bahías protegidas (Fischer, 1978). Realiza desplazamientos de sitio durante el año. Los desoves ocurren al inicio del invierno en sitios profundos de los arrecifes y donde las corrientes costeras se encargan de dispersar los huevos a zonas pelágicas (Hardy, 1978a).

La larva leptocéfala de *A. yoshiae*, presenta un cuerpo transparente en forma de listón translúcido, con una cabeza triangular y pequeña, armada con una fuerte dentición. El tubo digestivo tiene una longitud aproximada de 50% de la LS. El último tercio del cuerpo es redondeado. Presenta aletas pectorales y una caudal muy pequeñas. La aleta dorsal y la anal, están confinadas a la parte posterior del cuerpo. Se observan pigmentos aislados sobre el tracto digestivo y algunos sobre la línea media lateral (Eldred, 1968; Smith, 1979; Fahay, 1983).

Sólo se recolectó un ejemplar de *A. yoshiae*, en el mes de febrero de 1993 a las 24:00 horas. La escasez de organismos no permite mayor análisis.

***Myrophis punctatus* Lutken, 1851 "Anguila manchada"**  
(Esquema 1g)

Organismos costeros asociados a los fondos especialmente en canales, bahías, canales de marea y arrecifes (Castro-Aguirre, 1978; Castro-Aguirre *et al.* 1999; Fischer, 1978). Este organismo se encuentra asociado con coral muerto, ya que en ellos se localiza su refugio y éste se encuentra cerca de sustratos arenosos. Los desoves probablemente ocurren en la plataforma externa cerca de los 46 m de profundidad y las corrientes costeras se encargan de transportar los huevos hacia el mar abierto en donde transcurren los estadíos de leptocéfala (I, II y III), estas larvas migran posteriormente a áreas costeras. La leptocéfala de la anguila manchada han sido registrada de octubre a marzo, pero en mayor abundancia en diciembre y enero (Hardy, 1978a).

No hay datos sobre el huevo de *M. punctatus*. La larva leptocéfala presentó un cuerpo en forma de listón transparente, cabeza triangular ligeramente alargada y un notable desarrollo de los dientes. La longitud del intestino ocupa 50 a 60 % de la LS y sobre el mismo se observan tres nódulos intestinales. Las aletas pectorales y la caudal están reducidas. Presenta pigmentos en los nódulos y tracto digestivo y sobre la línea media lateral (Lipson y Moran, 1974; Hardy, 1978a; Fahay y Obenchain, 1978, Wang y Kernehan, 1979; Smith, 1979; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Los prejuveniles se recolectaron en ambas estaciones de trabajo, particularmente cerca de la playa, de febrero a septiembre siendo abril el mes con mayor densidad. Cerca de la cresta sólo se capturaron en el mes de septiembre.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo, esta especie se recolectó de noviembre a febrero y de mayo a julio, siendo febrero el mes con mayor captura de prejuveniles. El análisis dial indicó que las mayores abundancias de organismos se presentaron durante la noche, especialmente de las 21:00 a 24:00 horas.

***Ophichthus cruentifer* (Goode y Bean, 1896) "Anguila culebra"**  
(Esquema 1h)

La "anguila culebra", habita en los fondos costeros desde los 44 a 448 m de profundidad. Sus desoves probablemente ocurren dentro de estas profundidades de julio a septiembre (Hardy, 1978a). Los desoves de esta especie ocurren sobre la plataforma y sus huevos se localizan en la superficie y son acarreados a la zona pelágica (Hardy, 1978a), donde posteriormente se localizan las leptocéfalas.

Los huevos miden de 1.78 a 2.8 mm de diámetro y presentan un vitelo segmentado, espacio perivitelino amplio y varios glóbulos de aceite. La larva de esta anguila eclosiona a unos 5.7 mm de LS y con pigmentación en toda la zona ventral de la larva. El cuerpo, como en muchas larvas de anguila, es en forma de listón translúcido, en donde la cabeza es pequeña, triangular y ligeramente alargada. El intestino es ondulado y tiene una longitud de 60% de la LS. Presentan pigmentos espaciados sobre la parte dorsal y ventral del intestino, en los radios de las aletas dorsal y anal, sobre la línea media lateral y cabeza (Fahay y Obenchain, 1978; Hardy, 1978a; Fahay, 1983).

Los prejuveniles de la anguila culebra, sólo se recolectaron en los meses de noviembre de 1992 a las 21:00 horas y en marzo de 1993 a las 06:00 horas. Los pocos ejemplares obtenidos no permiten determinar una estacionalidad del desove de la especie.

***Ophichthus cf. ophis* (Linnaeus, 1758) "Tieso de manchas negras"**  
(Esquema 1i)

El "tieso de manchas negras" habita en aguas costeras, incluyendo zonas arrecifales (Fischer, 1978). Se desconoce en donde ocurren los desoves de esta especie, pero es probable que ocurran sobre la plataforma continental.

El cuerpo de esta especie ha perdido la forma de listón, la cabeza es pequeña, triangular. El intestino denota tres nódulos y tiene una longitud de 60% de la LS. Presenta tres pigmentos subcutáneos sobre la línea media del tronco caudal y sobre la base de la aleta anal (Fahay y Obenchain, 1978).

Sólo se recolectó un prejuvenil del "tieso manchado", en el mes de septiembre de 1991 por la tarde. La falta de ejemplares no permitió un estudio más profundo.

### 6. Familia Congridae

Los cóngridos ocurren desde aguas someras a aguas profundas ocupando diversos hábitats, algunos son de hábitos nocturnos y/o diurnos donde llegan a formar "jardines de anguilas". Se registran unos 13 géneros y 27 especies repartidas en unas 3 subfamilias (Fischer, 1978). Sólo una especie fue identificada en el presente trabajo: *Heteroconger halis*.

***Heteroconger halis* (Böhlke, 1957) "Anguila congrio"**  
(Esquema 2a)

Esta anguila suele presentarse en aguas someras, incluyendo áreas de arrecifes de coral en el Atlántico tropical (Fischer, 1978).

No hay información sobre el huevo de *H. halis*. Presenta una larva leptocéfala, de cabeza pequeña, triangular y ligeramente alargada. El intestino presenta una longitud de 70-80% de LS. Las aletas pectorales están reducidas y el origen de la aleta dorsal es hacia el primer tercio del cuerpo y la anal confinada al último tercio. Presenta pequeños pigmentos sobre el tubo digestivo y sobre la línea media lateral (Smith, 1979; Smith y Leiby, 1980).

Se recolectaron 10 ejemplares de esta especie, una en el mes de noviembre de 1992 y nueve en el mes de marzo de 1993. En relación a su abundancia nictemeral, la mayor concentración larval se registró a las 21:00 horas.

### 7. Familia Engraulidae

Los peces de esta familia comprenden a 8 géneros y 29 especies en el Atlántico tropical oeste (Fischer, 1978; Whitehead *et al.*, 1988). En aguas costeras del Caribe mexicano sólo se identificaron dos géneros y 4 especies, donde *Anchoa hepsetus* fue la especie que presentó la mayor abundancia relativa.

***Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758) "Anchoa legítima"**  
(Esquema 2b)

Estos peces habitan aguas costeras someras, pero con reportes en aguas profundas. Forma densos cardúmenes (Hildebrand, 1943; Castro-Aguirre *et al.* 1999; Fischer, 1978; Whitehead *et al.*, 1988). Desova en estuarios y sondas así como en mar abierto, de abril a julio en el Atlántico tropical. Las corrientes de marea suelen ser el mecanismo de dispersión de los huevos sobre la zona costera, lugares donde eclosiona y se localiza la larva de este engráulido.

Huevo en forma ovalada con 1.1 a 1.2 mm de diámetro, 1.2 a 1.6 mm en el eje mayor y 0.7 a 0.9 mm de eje menor. El vitelo es segmentado y carece de glóbulos de grasa, posee un pequeño espacio perivitelino. La larva eclosiona aproximadamente entre los 3.3 y 3.9 mm. Presenta un cuerpo alargado y delgado, y un intestino que abarca un 65% de LS. La parte final del tracto digestivo presenta una serie de estriaciones musculares que se denotan en un ensanchamiento del tracto. La flexión del urostilo ocurre entre los 4.5 y 9 mm. Las aletas dorsal, anal y caudal se forman simultáneamente y sólo la pectoral se desarrolla más tardíamente. Las bases de la aletas dorsal y anal se traslapan (radios de la aleta anal 18-22), este nivel de traslape es un carácter taxonómico. Presenta diversos pigmentos sobre la línea media ventral por encima del tubo digestivo (Lippson y Moran, 1974; Jones *et al.*, 1978; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de esta especie se presentaron en ambas estaciones, siendo la estación cerca de la cresta en la que se recolectó mayor número en mayo y junio. En la estación de la playa, sus mayores abundancias se presentaron de mayo a agosto y en menor número de septiembre a marzo.

Ciclo 1992-1993. En este ciclo, la recolecta de larvas de *A. hepsetus* fue frecuente y sólo en los meses de octubre y enero no se registraron. Las mayores abundancias larvales se obtuvieron en noviembre y diciembre. Las larvas de *A. hepsetus* fueron recolectadas durante el día y la noche, pero fue en el transcurso de la noche y madrugada (21:00 a 03:00 horas) donde se registraron las mayores abundancias.

La presencia de larvas de la especie durante todos los meses estudiados, sugiere que el adulto desova todo el año, con mayor intensidad de junio a noviembre durante la noche.

***Anchoa lamprotaenia*** Hildebrand, 1943 "Anchoa de ojo grande"  
(Esquema 2c)

Pequeños peces marinos presentes desde áreas costeras a pelágicas, no se localiza en aguas costeras con bordes de manglar (Guitart, 1974). Forma densos cardúmenes y frecuentemente se le encuentra mezclada con *Anchoa mitchilli* (Hildebrand, 1943; Guitart, 1974; Castro-Aguirre, 1978; Fischer, 1978; Whitehead *et al.*, 1988; Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Los desoves probablemente ocurren en aguas bajas de la plataforma y dentro de sistemas costeros. Las corrientes de marea de los sistemas costeros son el mecanismo físico que permite la dispersión sobre la zona pelágica. Sus larvas son comunes tanto sobre la línea litoral como dentro de los sistemas costeros (Hildebrand, 1943).

No hay información del huevo. El cuerpo de la larva es alargado y delgado con un intestino que abarca un 60-65% de LS, en larvas mayores de 8 mm se observan bandas musculares que ocasionan un ensanchamiento del tubo digestivo en su mitad posterior hasta el ano. La flexión ocurre cerca de los 7.4 mm. Las aletas dorsal y anal se desarrollan al mismo tiempo y sólo la pectoral aparece más tardíamente. Se presenta una sobreposición de las bases de las aletas dorsal y anal. La aleta anal presenta de 21 a 27 radios. Se presentan pigmentos pequeños sobre toda la línea media ventral del cuerpo y algunos más conspicuos sobre la parte ventral del tronco.

Ciclo 1990-1991. Esta especie se presentó tanto en la zona de playa como de cresta arrecifal. Las larvas en la zona de playa se presentaron de mayo a julio, mientras que en la zona de cresta se registraron de abril a septiembre. En ambas estaciones, la mayor abundancia larval se presentó en el mes de mayo.

Ciclo 1992-1993. Temporalmente las larvas de la "anchoa de ojo grande", se capturaron de marzo a mayo, por lo general sólo se recolectaron en el transcurso de la noche.

Los desoves de esta especie, ocurrieron de marzo a agosto, pero más intensamente en el mes de mayo en el área de estudio, con migraciones a la superficie en el transcurso de la noche.

**Anchoa sp "Anchoa"**  
(Esquema 2d)

Organismos poco abundantes y de talla pequeña (<0.8 cm) en el área de estudio, sus características morfométricas sugiere que se trata de *Anchoa mitchilli*, pero debido al escaso número de ejemplares recolectados no fue posible realizar secuencias y confrontar la presencia de esta especie con otros ejemplares más desarrollados.

La larva de esta especie presenta un cuerpo delgado y alargado, con un intestino que abarca un 60-65% de LS como todos los engráulidos, en larvas mayores de 7.9 mm se observa una serie de bandas musculares que producen un ensanchamiento del tubo digestivo desde la mitad hasta el ano. Las aletas posiblemente se desarrollan al mismo tiempo y solo la pectoral se encontró más pequeña. Las bases de las aletas dorsal y anal se sobreponen. La aleta anal presenta entre 23 y 27 radios. Se observan una serie de pigmentos alternados sobre toda la línea media ventral del cuerpo y más densamente sobre la parte ventral del tronco caudal.

Ciclo 1990-1991. Las larvas de estos engráulidos en la zona de playa, se presentaron de junio a septiembre; asimismo, en la zona de la cresta ocurrieron de abril a junio. En ambas estaciones se presentaron siempre con una baja abundancia.

Ciclo 1992-1993. Las larvas de *Anchoa sp*, sólo se recolectaron en los meses de noviembre y diciembre, siendo noviembre el mes de mayor abundancia larval.

La baja abundancia de las larvas, no permite precisar el pico de desove, aun cuando ocurrieron de abril a diciembre.

***Engraulis eurystole* (Swain y Meek, 1884) "Anchoa plateada"**  
(Esquema 2e)

Organismo pelágico de aguas someras en la zona marina, donde forma compactos cardúmenes, especialmente en áreas protegidas como los puertos de abrigo, pero también está presente en aguas más profundas entre los 20 y 65 m (Hildebrand, 1943; Fischer, 1978; Whitehead *et al.*, 1988). Las corrientes costeras se encargan de transportar los huevos lejos de la costa, de donde probablemente migran sus larvas a zonas cercanas a la costa.

Este engráulido tiene un huevo elíptico de 1 a 1.2 mm en su eje más largo y 0.5 a 0.7 mm en su eje más corto. El corion es liso y transparente, el vitelo es segmentado, con un estrecho espacio perivitelino. Carece de glóbulos de aceite. Cuando la larva eclosiona mide 1.9 a 2.5 mm de LS, su cuerpo es alargado y delgado, presenta un intestino con una longitud de 65% de la LS. Las aletas dorsal, anal y caudal, se desarrollan simultáneamente, y sólo la pectoral lo hace más tarde. Hacia la porción media y ano del tubo digestivo se presentan bandas musculares que ensanchan esta zona del tracto digestivo, lo que es común en larvas mayores de 4.9 mm. Un carácter taxonómico de la especie es el solapamiento de las bases de las aletas dorsal y anal (rayos de la aleta anal 14-18) (Lippson y Moran, 1974; Jones *et al.*, 1978; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. La larva de la "anchoa plateada" sólo se presentó en la estación cercana a la playa durante el mes de junio.

Ciclo 1992-1993. Esta especie se presentó en bajas abundancias en los meses de junio y julio, en el transcurso de la noche (24:00 a 03:00 horas). La baja abundancia y frecuencia temporal no permite establecer una época de desove.

### 8. Familia Clupeidae

Las sardinas y sardinetas son comunes en el Atlántico tropical oeste, se han registrado 6 subfamilias, 16 géneros y 33 especies (Fischer, 1978; Whitehead, 1985). *Jenkinsia lamprotaenia* fue el clupéido más abundante al representar el 23.6% del material ictioplanctónico recolectado en el área de estudio.

#### *Harengula jaguana* Poey, 1865 "Sardina escamuda" (Esquema 2f)

Los cardúmenes de la "sardina escamuda" son pelágicos de aguas costeras, frecuentes en estuarios y bahías, y por lo general asociados a fondos arenosos. Desova cerca de la costa preferentemente de febrero a julio en aguas de Florida en el Atlántico tropical (Fischer, 1978; Fahay, 1983; Whitehead, 1985). Probablemente las corrientes dispersan a los huevos en la zona pelágica, mientras que las larvas son comunes en zonas litorales, penetrando frecuentemente en sistemas costeros (Ditty, 1986; Ditty *et al.*, 1988; Shaw y Drullinger, 1990).

El diámetro del huevo oscila de 1.5 a 2.1 mm, el vitelo es segmentado y presenta un gran espacio perivitelino, un glóbulo de grasa, cuyo diámetro es de 0.07 a 0.10 mm. El córion es liso y delgado. La larva es delgada y alargada y eclosiona entre 2.2-2.3 mm, con ojos poco pigmentados. El intestino presenta un 75% de la LS. La flexión del urostilo ocurre entre los 9-10 mm y la transformación aproximadamente a 20-22 mm de LS. Los radios de la aleta dorsal se completan a los 12-14 mm de LS. Presenta una línea de pigmentos sobre la porción ventral del cuerpo por arriba del tracto digestivo y en la sínfisis del cleitrum (Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de la "sardina escamuda" se recolectaron en ambos sitios de muestreo, particularmente en la zona cercana a la playa de junio a septiembre, mientras que en la zona ubicada en la cresta arrecifal se recolectaron de abril a septiembre, con máximas abundancias en el último mes en los dos sitios.

Ciclo 1992-1993. Las larvas de esta especie se recolectaron en todo los meses que duró el estudio, siendo los meses de mayo y noviembre en donde se registraron las máximas abundancias. Asimismo, se recolectaron larvas durante todo el ciclo nictemeral, pero preferentemente durante las horas de la noche.

La presencia de larvas de *H. jaguana* en todos los meses del año, sugiere un desove continuo en áreas costeras, con máximos en mayo y septiembre, este último mes con el valor más alto en densidad.

#### *Harengula* cf. *humeralis* (Cuvier, 1829) "Sardina rojiza" (Esquema 2g)

Peces pelágicos de hábitos costeros, asociados a fondos arenosos. Durante el día forman cardúmenes que se refugian en esteros y bahías y se dispersan al anochecer en la plataforma (Guitart, 1974; Whitehead, 1985). Probablemente los desoves de esta especie

ocurren en la zona costera donde las corrientes se encargan de dispersar sus huevos. Las larvas son frecuentes en zonas costeras.

No hay información del huevo. La larva es delgada y alargada y eclosiona a una longitud de 2.2 mm con ojos tenuemente pigmentados. El intestino se extiende hasta el 75% de la LS. La flexión del urostilo ocurre aproximadamente a los 9 mm. Los radios de las aletas dorsal y anal se completan cuando miden 12 mm de LS, el origen de la base de la aleta dorsal se localiza muy cerca de la cabeza. Presenta una línea de pigmentos sobre la porción ventral del cuerpo por arriba del tracto digestivo y en la sínfisis del cleitrum.

Ciclo 1990-1991. Las larvas de la "sardina rojiza" se presentaron en ambos hábitats de junio a septiembre en áreas cercanas a la playa, y de junio a septiembre cerca de la cresta arrecifal, siendo septiembre el mes en que se capturó el mayor número de ejemplares.

Ciclo 1992-1993. Sólo en el intervalo de enero a marzo no se registraron larvas de *H. cf. humeralis*. Septiembre fue el mes de mayor concentración larval de la especie. La variación de la abundancia en relación día-noche indicó una mayor concentración larval de la especie de las 21:00 a 03:00 horas.

Los desoves de *H. cf. humeralis*, ocurrieron por lo general durante gran parte del año, con un pico de abundancia en el mes de septiembre.

***Jenkinsia lamprotaenia*** (Gosse, 1851) "Sardineta canalera"  
(Esquema 2h)

Pez pelágico marino, usualmente forma cardúmenes muy numerosos y compactos en la superficie o en aguas someras de playas arenosas y ocasionalmente en áreas rocosas junto con *J. stolifera* y *J. majua* (Guitart, 1974; Fischer, 1978; Whitehead, 1985). Los desoves de esta especie posiblemente ocurren cerca de costa.

No hay descripción de los huevos. La larva presenta un cuerpo alargado y delgado con un intestino que abarca más del 70% de la LS. La flexión de urostilo ocurre cerca de los 8 mm y la metamorfosis entre los 11 - 12 mm. La aleta caudal termina de formarse a los 8 mm, mientras que la dorsal y anal se completan a los 9mm. Desde estadios mayores de 7 mm se observan pequeñas estrías musculares sobre el conducto intestinal. Posee un número bajo de miómeros entre la aleta dorsal y caudal (2-3). Presenta pigmentos sobre la notocorda en tallas pequeñas y un número bajo de rayos en tamaños > 8.5 mm (Powles, 1977; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Esta especie se recolectó en ambas estaciones de muestreo (playa y cresta) y en casi todos los meses de estudio. Sus mayores abundancias se registraron de abril a septiembre.

Ciclo 1992-1993. La distribución de las larvas fue en todo el año, mostrando picos de máxima abundancia en mayo y noviembre, mientras que sus máximas concentraciones fueron durante la noche.

La recolecta de las larvas de esta especie durante todos los meses de muestreo, indicó que los desoves ocurrieron todo el año posiblemente cerca de la zona externa del arrecife.

***Jenkinsia cf. stolifera* (Jordan y Gilbert, 1884) "Sardineta"**  
(Esquema 2i)

Peces marinos del área pelágica, frecuentemente forman cardúmenes en áreas someras, probablemente co-ocurren con *J. lamprotaenia* y *J. majua* (Whitehead, 1985).

No hay información del huevo de la especie. Larvas muy grandes (mayores de 9.5 mm) con un cuerpo alargado y delgado cuyo intestino abarca el 70% de la LS. Posee un número bajo de miómeros entre la aleta dorsal y caudal (3). Presenta pigmentos sobre la línea media ventral. El número de branquiespinas del primer arco branquial derecho, es la característica más sólida para su separación de las otras dos especies presentes en la zona.

Ciclo 1990-1991. Pocas larvas de la sardineta fueron recolectadas en ambos hábitats. Cerca de la playa se registraron en los meses de junio y septiembre, mientras que en la zona cerca de la cresta se capturaron de junio a septiembre.

Ciclo 1992-1993. En este ciclo de muestreo los organismos se recolectaron de mayo a diciembre, siendo el mes de noviembre y las 24:00 horas, el mes y la hora de mayor abundancia larval.

De acuerdo con la captura de larvas, los desoves de esta especie posiblemente ocurrieron cerca de la costa, las cuales migraron hacia el arrecife registrándose dentro del sistema de mediados a finales del año, con picos de abundancia larval de septiembre a noviembre.

***Opistonema oglinum* (Lesueur, 1817) "Machuelo hebra del Atlántico"**  
(Esquema 3a)

Peces de hábitos desde costeros a pelágicos, forman grandes cardúmenes y no se presentan en aguas con baja salinidad (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Fischer, 1978; Whitehead, 1985). La especie desova de mayo a junio en aguas cercanas a la costa (en profundidades de 50 m y 50 Km de la costa), siendo las corrientes marinas las responsables de la dispersión de sus huevos en la zona pelágica y sitios de donde sus larvas son transportadas a sistemas costeros en donde son frecuentemente capturadas (Fahay, 1983; Ditty *et al.*, 1988; Shaw y Drullinger, 1990).

Huevo esférico con un diámetro de 1 a 1.3 mm, el corion es liso, delgado y transparente, el vitelo está ligeramente segmentado. Existe un gran espacio perivitelino y posee un sólo glóbulo de grasa de 0.11 a 0.16 mm de diámetro. La larva al eclosionar posee ojos poco pigmentados, el cuerpo es alargado y delgado con una longitud del intestino cerca del 80% de la LS. La flexión del urostilo ocurre a los 9 mm de LS y la transformación cerca de 15 mm. Los rayos de las aletas dorsal y anal se completan cerca de los 24 mm y la aleta pélvica a los 13 mm. Se observan estriaciones musculares en la parte posterior del intestino después de los 10 mm de LS. El carácter distintivo de otras especies de clupléidos es el número de miómeros (8-9) entre la aleta dorsal y anal (Houde y Fore, 1973; Richards *et al.*, 1974; Jones *et al.*, 1978; Fahay, 1983)

Ciclo 1990-1991. Esta especie se presentó en los dos sitios de estudio; particularmente, de junio a septiembre en la estación cercana a la playa y de abril a septiembre en la estación ubicada en la cercanía de la cresta. En ambos sitios las mayores densidades se presentaron en el mes de junio.

Ciclo 1992-1993. En todo los meses fueron recolectadas las larvas de *O. oglinum*, con sus mayores concentraciones larvales en mayo y junio. Un análisis de abundancia nictemeral

indicó que las larvas migraron a la superficie a las 03:00 horas.

Los desoves de esta especie se presentaron durante todo el año, pero con mayor intensidad de abril a junio, posiblemente en áreas costeras del Caribe mexicano.

***Sardinella anchovia*** (Valenciennes, 1847) "Sardina española"  
(Esquema 3b)

Organismo pelágico de aguas costeras, suele formar compactos cardúmenes circulares. Desova de noviembre a abril en aguas costeras del Atlántico tropical oeste (Fischer, 1978; Whitehead, 1985). Los huevos de *S. anchovia*, son dispersados posiblemente por las corrientes costeras hacia el medio pelágico, mientras que sus larvas son frecuentes en la zona costera, y abundantes en las bocas de los sistemas costeros de la Península de Yucatán (Ordóñez-López, 1995 y 1998).

La sardina española tiene un huevo esférico entre 0.8 - 1.4 mm de diámetro, el corión es liso, transparente y delgado, presenta un moderado espacio perivitelino y un sólo glóbulo de grasa de 0.11 -0.14 mm de diámetro. La larva eclosiona a una talla de 3 mm y presenta un cuerpo delgado y alargado, con un intestino que recorre el 75% de la LS. La flexión del urostilo ocurre cerca de los 10 mm de LS y la transformación cerca de los 23-24 mm de LS. Un carácter distintivo es el número de miómeros (5-7) entre la aleta anal y la dorsal y que decrece con la edad. La larva presenta pigmentos en toda la porción ventral del cuerpo y pero no sobre la notocorda (Houde y Fore, 1973; Jones *et al.*, 1978; Fahay, 1983)

Ciclo 1990-1991. La distribución temporal de las larvas de la "sardina española" se restringió a los meses de junio a septiembre, con un máximo de abundancia larval en el mes de septiembre en la estación ubicada cerca de la playa y de abril a septiembre, con un pico de abundancia en junio en el área de la cresta arrecifal.

Ciclo 1992-1993. En el transcurso de este ciclo de muestreos, las larvas de esta especie fueron recolectadas en dos periodos: el primero, de mayo a junio y el segundo, de octubre a noviembre. Los valores de densidad más altos, se registraron en noviembre y a las 21:00 horas.

*S. anchovia* desovó probablemente de abril a noviembre, pero más intensamente de julio a noviembre en áreas costeras del Caribe, por lo general en el transcurso de la noche.

### 9. Familia Gonostomatidae

La familia Gonostomatidae es un habitante de la zona mesopelágica, en aguas del Atlántico tropical oeste; están descritos 20 géneros y 35 especies (Ahlstrom, 1973), siendo *Cyclothone* el género más abundante y diverso de la familia (Badcock, 1982).

***Cyclothone* sp.** "Pez luminoso"  
(Esquema 3c)

El género *Cyclothone* está constituido por unas nueve especies con una distribución subtropical-tropical (Grey, 1964; Badcock, 1982). Los desoves de esta especie ocurren todo el año en aguas oceánicas del Golfo de México y sus larvas son frecuentemente recolectadas con gran abundancia sobre el borde y zonas adyacentes del talud continental (Houde *et al.*, 1979; Flores-Coto y Ordóñez-López, 1991). La estrecha plataforma continental en el Caribe mexicano, permite que muchas larvas de especies oceánicas sean transportadas cerca de los arrecifes, llegando incluso a penetrar a la laguna (Sánchez-Velasco y Ordóñez-López, 1989).

No hay datos sobre el huevo. La larva de este pez mesopelágico presenta un cuerpo delgado, alargado y ojos redondos con un tubo digestivo que abarca el 50% de LS. Desde etapas pequeñas (4.9 mm) es notoria la vejiga natatoria. La flexión ocurre entre los 4.5 y 5.5 mm y la transformación cerca de los 14 mm. Las aletas se completan tempranamente (10 mm) y la pectoral a los 12 mm; carece de aleta adiposa. En la zona ventral por detrás del ano, presenta una serie de pigmentos que posteriormente se transformarán en fotóforos, es notable un pigmento largo por debajo del urostilo, carácter distintivo para diferenciarlo de otros gonostomátidos del género *Vinciguerra*. Después de los 12 mm, estos órganos bioluminiscentes se comienzan a formar sobre la zona ventral especialmente los OA (preanales) y AC (posanales) (Ahlstrom, 1973; Fahay, 1983; Ordóñez-López, 1987; Ordóñez-López y Flores-Coto, 1989).

Sólo un ejemplar de este género fue identificado dentro del sistema arrecifal, éste se recolectó en el mes de diciembre a las 03:00 horas dentro del ciclo 1992-1993. La larva, fue posiblemente transportada por corrientes al arrecife desde la zona oceánica, área donde ocurren los desoves.

#### 10. Familia Synodontidae

Esta familia es común en el Atlántico tropical oeste, abundante en aguas costeras y estuarios. Está representada por tres géneros y 10 especies (Anderson *et al.*, 1966; Fischer, 1978). En la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, sólo fue identificada *Synodus foetens*.

#### *Synodus foetens* (Linnaeus, 1766) "Pez chile" (Esquema 3d)

Especie asociada a sustratos arenosos y lodosos; los desoves los llevan a cabo durante la primavera en zonas oceánicas (Anderson *et al.*, 1966; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Fischer, 1978; Jones *et al.*, 1978). Sus larvas presentan una amplia distribución sobre las plataformas del Golfo de México (Houde *et al.*, 1979; Flores-Coto *et al.*, 1988).

Huevo esférico, el corion presenta un relieve de arreglos hexagonales. Vitelo no segmentado y un espacio perivitelino estrecho. La larva es delgada y alargada, con un tracto digestivo que abarca un 60% de la LS. Las aletas dorsal y anal se desarrollan simultáneamente; no presenta aleta adiposa. La transformación ocurre a tallas mayores de 18 mm. El número de miómeros (57-61) es un carácter distintivo para diferenciarlo de otras especies de peces chile, así como la presencia de grandes pigmentos sobre la parte ventral de la larva (Mansueti y Hardy, 1967; Jones *et al.*, 1978; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de *S. foetens* se registraron en ambas estaciones de muestreo. En la estación cercana a la playa se recolectó en el mes de abril, mientras que cerca de la cresta se registraron en mayo. En este último mes se registraron las mayores densidades larvales.

Ciclo 1992-1993. En este periodo las larvas de los "peces chile" se registraron de abril a julio, siendo julio el mes de mayor abundancia. En un análisis nictemeral las larvas de *S. foetens* se recolectaron al atardecer y al amanecer.

Los desoves de esta especie ocurrieron de abril a julio, con un pico en el mes de abril. Es probable que sus larvas sean dispersadas por las corrientes oceánicas del mar Caribe, llegando incluso a áreas cercanas a los márgenes continentales de la costa de Quintana Roo.

### 11. Familia Myctophidae

Los mictófididos o "peces linterna" comprenden la familia más ubicua, abundante y con el mayor número de especies de todos los peces mesopelágicos, con aproximadamente 30 géneros y 300 especies (Fraser-Brunner, 1949; Moser y Ahlstrom, 1970; Paxton, 1972; Moser y Ahlstrom, 1974; Nafpaktitis, 1977). Estos organismos desovan todo el año, preferentemente de primavera a verano en zonas oceánicas y áreas externas de las plataformas continentales (Houde *et al.*, 1979; Ditty *et al.*, 1988; Flores-Coto y Ordóñez-López, 1991). En aguas del sur del Golfo de México y mar Caribe el género *Diaphus* ha sido registrado como el más frecuente y abundante de los "peces linterna" (Richards, 1984; Flores-Coto y Ordóñez-López, 1991). *Lepidophanes guntheri* fue la especie más abundante de los mictófididos capturados en el arrecife frente a Puerto Morelos.

#### *Ceratoscopelus warmingii* (Lutken, 1892) "Pez linterna" (Esquema 3e)

Fahay (1983) indica que esta especie mesopelágica habita en aguas tropicales y subtropicales. La especie desova todo el año y su larva pelágica ha sido registrada comúnmente para la plataforma de Texas (Fahay, 1983), así como en la plataforma de Florida (Houde *et al.*, 1979) y escasamente en el sur del golfo de México (Flores-Coto y Ordóñez-López 1991; Merino-Virgilio y Ordóñez-López, 1992).

No hay descripción del huevo. La larva es pequeña de cuerpo delgado y alargado, tejido corioide alrededor de los ojos. Presenta un intestino que abarca entre los 45 y 50% de LS. La flexión del urostilo ocurre en etapas tempranas (6 mm). Las aletas dorsal y anal se completan a tallas mayores de 16 mm. Aleta adiposa presente. En tallas pequeñas se observan estriaciones musculares a todo lo largo del tubo digestivo. Presenta una serie de pigmentos internos sobre la parte ventral posterior del cuerpo. (Fahay, 1983; Ordóñez-López, 1987; Ordóñez-López y Flores-Coto, 1989).

Ciclo 1990-1991. Sólo un ejemplar de *C. warmingii* pudo ser recolectado cerca de la cresta arrecifal en el mes de abril.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo fue capturada una segunda larva en el mes de noviembre durante la mañana: 06:00 horas.

Los desoves ocurren en aguas mesopelágicas cercanas a la estrecha plataforma del lugar de estudio y ser así acarreadas a áreas cercanas a los arrecifes.

#### *Diaphus cf. rafinesqui* (Cocco, 1838) "Pez linterna" (Esquema 3f)

Mictófidido mesopelágico de las aguas del Atlántico tropical, se desconoce la biología de la especie (Nafpaktitis, 1978).

Larva con cuerpo corto, delgado, ojos redondos y un intestino que abarca 45% de LS que se encuentra cubierto de estriaciones musculares. La flexión ocurre después de los 4.5 mm y la transformación después de los 10 mm. Los rayos de las aletas se completan después de 9.5 mm. En tallas mayores de 7 mm son visibles los fotóforos: dos branquiostegales (Br2) y cinco pos-operculares. Presenta un pigmento detrás de la aleta anal y dos pigmentos sobre la base de los rayos de la aleta caudal (Fahay, 1983)

Un sólo ejemplar fue capturado en el mes de abril de 1991 cerca de la cresta arrecifal. Al igual que las larvas de *Diaphus* sp, la larva de este pez linterna pudo ser transportada de la

zona oceánica a la costa por las corrientes marinas.

***Diaphus* sp "Pez linterna"**

(Esquema 3g)

Habitante mesopelágico de los océanos del mundo (Nafpaktitis, 1978; Nafpaktitis y Nafpaktitis, 1969). De este género, Fahay (1983), informa de 23 especies para el Atlántico norte, de las cuales no hay descripción de sus estadios larvales y es uno de los géneros más desconocidos en la familia. Houde *et al.* (1979), mencionan que sus larvas comprenden el 50.5% de las capturas ictioplanctónicas del norte del Golfo de México. Este género desova todo el año pero principalmente de abril a agosto, encontrándose una gran cantidad de larvas sobre el talud continental del sur del Golfo de México (Flores-Coto y Ordóñez-López, 1991; Merino-Virgilio y Ordóñez-López, 1992).

Larva con cuerpo corto, robusto y ojos redondos. La flexión del urostilo ocurre en tallas menores de 5 mm y los rayos de las aletas se completan después de los 9 mm. A esta talla comienza la formación de los fotóforos ventrales; el tracto digestivo es amplio en su parte inicial y delgado hacia el ano, además presenta estriaciones musculares a todo lo largo. Presenta una aleta adiposa. Se localizan de uno a seis pigmentos aislados sobre el último tercio ventral del cuerpo y en algunos, dos pigmentos sobre los radios de la aleta caudal. (Fahay, 1983; Ordóñez-López, 1987; Ordóñez-López y Flores-Coto, 1989).

Debido a lo pequeño de las larvas no fue posible conocer la especie; estas larvas se recolectaron de abril a junio de 1991 en la estación cercana a la cresta arrecifal. Los desoves ocurrieron en la zona oceánica y fueron acarreadas por las corrientes a las zonas arrecifales frente a Puerto Morelos.

***Lepidophanes guentheri* Goode y Bean, 1896 "Pez linterna"**

(Esquema 3h)

Los adultos de esta especie habitan las zonas de aguas profundas ((Nafpaktitis, 1978); los desoves se presentaron en mar abierto y sus larvas han sido consideradas como comunes para el norte, y escasas para sur del Golfo de México (Fahay, 1983; Flores-Coto y Ordóñez-López, 1991; Merino-Virgilio y Ordóñez-López, 1992).

La larva presenta un cuerpo alargado, delgado y ojos redondos; el intestino abarca cerca del 45% de la LS y presenta a todo lo largo estriaciones musculares. En etapas mayores de 9 mm se visualizan los fotóforos branquiostegales. Sobre el tronco caudal se presentan dos pigmentos pequeños dorsales y dos ventrales, carácter que lo diferencia de *L. gausii* (Fahay, 1983; Ordóñez-López, 1987; Ordóñez-López y Flores-Coto, 1989).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de este pez linterna, se presentaron en ambos sitios de recolecta; particularmente, en la estación cercana a la playa sólo se presentó una larva en el mes de octubre, mientras que en la estación de la cresta se registró de diciembre de 1990 a septiembre de 1991, siendo sus mayores abundancias en el mes de junio.

Ciclo 1992-1993. Las mayores capturas de larvas ocurrieron en este periodo, de los meses de noviembre a abril, con un pico de abundancia en noviembre; las larvas de esta especie fueron recolectadas durante todo el día, con mayor abundancia a las 21:00 horas.

Esta especie posiblemente desovó en casi todo el año con mayor abundancia hacia los últimos meses del año.

***Lepidophanes gausii* Brauer, 1906 "Pez linterna"**

(Esquema 3i)

Pez linterna de zonas profundas que habita las aguas del Atlántico medio (Nafpaktitis, 1978); la especie se reproduce en aguas oceánicas y sus larvas han sido registradas como raras para la plataforma sur del Golfo de México (Merino-Virgilio y Ordóñez-López, 1992).

Esta especie presenta una larva delgada, cuerpo corto y ojos redondos; el tubo digestivo ocupa el 45% de la LS y presenta a todo lo largo estriaciones musculares. En etapas mayores de 9 mm se visualizan los fotóforos branquiostegales; sobre el tronco caudal presenta dos pigmentos alargados dorsales y dos ventrales, carácter que la distingue de *L. guentheri* (Fahay, 1983; Ordóñez-López, 1987; Ordóñez-López y Flores-Coto, 1989).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de *L. gausii*, fueron escasas y se presentaron de abril a agosto cerca de la cresta arrecifal.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo, los organismos de esta especie se recolectaron de noviembre a marzo, siendo noviembre y diciembre los meses con mayor captura de larvas, por lo general durante el transcurso de la noche.

Este pez mesopelágico, probablemente desovó en la zona oceánica y sus larvas fueron acarreadas a zonas más costeras, asimismo su captura en un gran número de meses del año sugiere que la especie desova continuamente pero con mayor abundancia hacia los últimos meses del año.

***Taaningichthys minimus* Taning, 1928 "Pez linterna"**

(Esquema 4a)

Especie que habita en media agua en los océanos del mundo (Davy, 1972); en el Atlántico tropical, se han registrado tres especies pertenecientes a este género (Davy, 1972). En el presente estudio sólo se determinó la larva de *Taaningichthys minimus*; la cual desova en la zona oceánica y cuyas larvas han sido reportadas como poco abundantes sobre el borde del talud continental al sur del Golfo de México (Sánchez-Velasco, 1991; Merino-Virgilio y Ordóñez-López, 1992).

Existe poca información de la etapa temprana de *T. minimus*; en general, presenta un cuerpo delgado, corto y de ojos redondos. En etapas tempranas sólo presenta un pigmento grande en el dorso y uno pequeño sobre la porción ventral del tronco caudal, carece de fotóforos en tallas pequeñas y éstos aparecen después de los 19 mm (Fahay, 1983; Ordóñez-López, 1987; Ordóñez-López y Flores-Coto, 1989).

Sólo fueron capturadas dos larvas de éste mictóforo en el mes de noviembre de 1992, durante la mañana a las 06:00 horas.

**12. Familia Ophiidae**

Esta familia ocurre en los mares tropicales y templados del mundo; en el Atlántico oeste ocurren alrededor de 4 géneros y 21 especies (Fischer, 1978). En el presente estudio sólo se determinó la larva de *Lepophidium cervinum*.

***Lepophidium cervinum* (Goode y Bean, 1885) "Anguila doncella"**

(Esquema 4b)

Organismos marinos asociados a los fondos de 100 a 186 m de profundidad; los desoves probablemente ocurren en aguas costeras, el huevo es pelágico y las corrientes se encargan

de dispersarlos; se desconocen los movimientos larvales (Fritzsche, 1978; Wang y Kernehan, 1979).

No hay información del huevo. Las larvas presentan un cuerpo alargado y delgado, el tracto digestivo se extiende entre el 35 y 40% de la LS. Posee de 72 a 74 miómeros; el inicio de la aleta dorsal comienza por detrás de la cabeza, mientras que la anal después del ano. La aleta caudal es muy pequeña; la aleta pélvica presenta radios alargados y en posición yugular. En etapas muy tempranas es visible la vejiga natatoria, y en organismos mayores de 7 mm es notoria una serie de pigmentos tenues sobre la porción ventral del cuerpo (Fritzsche, 1978; Fahay, 1983).

Las larvas de esta especie sólo fueron recolectadas en los meses de mayo de 1992 y abril de 1993 durante la madrugada (03:00 horas), en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos.

### 13. Familia Antennariidae

Los peces sapo son organismos sedentarios y viven sobre los fondos marinos de las aguas someras; en el caso del género *Histrio*, se sabe que habita asociado al *Sargassum* flotante en los mares tropicales (Martín y Drewry, 1978). En el Atlántico tropical oeste, se registran 3 géneros y 9 especies (Fischer, 1978); en el área de estudio sólo se identificó a *Histrio histrio*.

#### *Histrio histrio* (Linnaeus, 1758) "Pez sapo del sargazo" (Esquema 4c)

Esta especie habita asociada a *Sargassum* que frecuentemente flota en las áreas costeras del Caribe; en el sur del Golfo de México, sus larvas han sido estudiadas por Ayala-Duval (1980) y Fajardo-Rivera y Rodríguez-Van Lier (1986).

El huevo es inicialmente ovalado y posteriormente esférico, presenta un diámetro entre 0.5 a 0.6 mm, el corion es transparente y el vitelo segmentado; no hay glóbulos de grasa. La larva eclosiona entre 0.7 a 1 mm de LS, el cuerpo es corto y alto y gradualmente se transforma en forma globosa; la cabeza es grande y ocupa un 30-45% de la LS, a cuyo tamaño el intestino es robusto y corto. La transformación se da alrededor de los 5 mm de LS, y los rayos de la aleta caudal se completan, posteriormente lo hacen los de las aletas anal, dorsal, pélvica y pectoral. Las espinas de la cabeza aparecen después de los 5 mm. En etapas mayores a 2 mm se observan pigmentos en la cabeza que gradualmente desaparecen; el intestino es tenuemente pigmentado (Martin y Drewry, 1978; Fahay, 1983).

Las larvas del pez sapo del sargazo, fueron registradas sólo en los meses de marzo y abril de 1993, por lo general al anochecer y en la madrugada; es probable que estos meses correspondan al periodo de desove de la especie.

### 14. Familia Mugilidae

Las lisas en el Atlántico tropical oeste, están representadas por tres géneros y nueve especies (Fischer, 1978).

#### *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 "Lisa rayada" (Esquema 4d)

Los ejemplares de esta especie habitan en aguas costeras principalmente en lagunas de agua dulce a hiperhalinas, es muy probable que durante su fase alimenticia habiten exclusivamente en aguas someras. Esta especie forma cardúmenes, que al incrementar su tamaño determinan sus migraciones, las cuales varían de año a año (Fischer, 1978; Martin y

Drewry, 1978). Los desoves probablemente ocurren de otoño a invierno en la superficie a unos 60-80 Km de la costa, cerca del borde de la plataforma continental (Fischer, 1978; Martin y Drewry, 1978; Fahay, 1983; Collins y Stender, 1989).

Huevo esférico con un diámetro de 0.8-1mm; corion liso y transparente, vitelo homogéneo, un sólo glóbulo de grasa (0.3-0.36 mm) y un estrecho espacio perivitelino; la larva eclosiona a tallas de 2.1-2.5 mm de LS; el cuerpo es largo y moderadamente robusto. La flexión del urostilo ocurre cerca de los 4.5 mm de LS, la primera aleta aparece a los 5.3 mm y las demás aletas se completan a los 6.1 mm de LS; en tallas mayores a los 6.5 mm de LS, se observa la aparición de la aleta pélvica en posición abdominal. Desde las etapas tempranas se presenta una pigmentación densa en todo el cuerpo y que se incrementa a medida que crece la larva. Otros datos diagnósticos son: Mióm: 24; aletas dorsal: IV, I, 7-8; anal: III, 8; pectoral, 14-18 y pélvica: I, 5 (Miller y Jorgenson, 1973; Martin y Drewry, 1978; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Esta especie sólo se recolectó cerca de la cresta, particularmente durante el mes de abril de 1991.

Ciclo 1992-1993. Durante este periodo, las larvas de *M. cephalus* fueron recolectadas en agosto y septiembre, con una larva en cada mes, una por la mañana (09:00) y otra en la noche (21:00).

Es probablemente que los desoves de esta especie ocurran lejos de los arrecifes durante gran parte del año, pero en mayor abundancia en agosto y septiembre.

### 15. Familia Atherinidae

Esta familia está constituida por peces pequeños translúcidos que sirven de alimento a peces de importancia comercial. En el área del Atlántico tropical oeste, se presentan cerca de 10 géneros y 17 especies (Fischer, 1978); en el presente estudio sólo se registraron 4 géneros, y fueron identificadas 5 especies, siendo *Atherinomorus stipes* la especie más abundante en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos.

#### *Atherinomorus stipes* (Muller y Troschel, 1847) "Cabezón plateado" (Esquema 4e)

Especie nerítica de pequeño tamaño, que forma grandes cardúmenes alrededor de los cayos, en esteros y bahías y son señaladamente fotófilas (Guitart, 1974); probablemente los desoves del cabezón plateado ocurren en estos mismos sitios.

No hay información del huevo. La especie presenta un cuerpo largo, delgado y un intestino corto. Tres caracteres son los distintivos de la especie: un bajo número de rayos anales de 13-14 (13), un rango de miómeros de 37-40, y la presencia desde etapas pequeñas de tres pigmentos (los primeros dos del mismo tamaño y el tercero difuso, todos en forma lineal sobre la cabeza), además de los pigmentos sobre la línea media lateral y ventral (Miller y Jorgenson, 1973).

Ciclo 1990-1991. Las larvas del cabezón plateado, fueron registradas en ambos hábitats, por lo general en mayor abundancia cerca de la cresta arrecifal. Particularmente, en la estación de playa temporalmente se capturaron de abril a octubre, teniendo sus mayores concentraciones de junio a agosto, mientras que en la estación más cerca de la cresta arrecifal, las larvas fueron registradas de marzo a agosto siendo el mes de junio en donde se observó la mayor abundancia.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo se recolectó el mayor número de larvas, las cuales estuvieron presentes en todos los meses del año, siendo que las mayores abundancias se presentaron de diciembre a marzo. La recolecta de larvas fue durante todo el día, sin embargo las mayores concentraciones se registraron alrededor de las 21:00 h.

Los desoves posiblemente ocurren todo el año (preferentemente de abril a agosto), en el transcurso de la noche y dentro de la laguna arrecifal; a partir de éste sitio los huevos y larvas pudieron ser dispersadas al medio pelágico.

***Hypoatherina harringtonensis*** (Goode, 1877) "Plateado de arrecife"  
(Esquema 4f)

Organismos costeros de cuerpo translúcido, muy comunes en sistemas costeros como lagunas arrecifales y bahías (Guitart, 1974); posiblemente en estos mismos sitios es en donde se efectúe el desove.

No hay datos del huevo. La larva de esta especie tiene un cuerpo largo y delgado, el intestino es corto y robusto; desde etapas pequeñas se distinguen dos pequeños melanóforos sobre la cabeza y uno detrás de la nuca. En etapas mayores de 10 mm, la aleta anal presenta de 11-12(11) rayos y la aleta dorsal de 9-11 y de 43-46 miómeros, (Miller y Jorgenson, 1973)

Ciclo 1990-1991. La larva de *H. harringtonensis* se registró en ambos sitios del ambiente arrecifal; cerca de la cresta, la larva fue recolectada durante el mes de mayo, y de abril a septiembre en la estación ubicada no lejos de la línea de playa.

Ciclo 1992-1993. Para este periodo de estudio, las larvas de esta especie fueron registradas en los meses de marzo, noviembre y diciembre; en este último mes, fue cuando se encontró la máxima abundancia; las larvas fueron capturadas por lo general después de la media noche.

Los desoves de *H. harringtonensis*, pudieron estar ocurriendo dentro del sistema arrecifal en gran parte del año, pero en mayor abundancia hacia el mes de diciembre.

***Membras martinica*** (Valenciennes, 1835) "Plateado áspero"  
(Esquema 4g)

Aterínido que habita en aguas abiertas y someras, usualmente a lo largo de la línea de costa, en playas y estuarios; por lo general está asociado con la vegetación o con fondos de arena-concha y lodosos (Martin y Drewry, 1978); es posible que en estos sitios ocurran los desoves (de mayo a agosto). El huevo es demersal, por lo general, formando masas y adheridos a la vegetación; las larvas son comunes tanto en la superficie como en el fondo de sitios poco profundos (Lippson y Moran, 1974; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Martin y Drewry, 1978).

Huevo esférico con un diámetro entre 7 -8.5 mm, con tres largos filamentos, al principio con varios glóbulos de grasa de diversos tamaños (0.8-1.5), y al final de la etapa, con uno solo. La larva es larga y delgada; eclosiona aproximadamente a los 2.9 mm y presenta un corto pero globuloso intestino. Las aletas dorsal y anal comienzan a formarse a partir de los 7 mm de LS y se completan después de los 10 mm. Dos caracteres distintivos de la especie son el número de rayos anales (18-19) y la presencia desde etapas pequeñas de dos pigmentos (uno grande y otro pequeño) en forma lineal sobre la cabeza, así como pigmentos sobre la última porción de la línea media lateral y ventral. En tallas de 10 a 12 mm de LS, la larva presenta ventralmente una sola línea ventral de melanóforos, la primera aleta dorsal aun no

se ha formado, y la aleta anal es alargada (Lippson y Moran, 1974; Miller y Jorgenson, 1973; Martin y Drewry, 1978; Wang y Kernehan, 1979).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de esta especie se presentaron en ambos sitios de recolecta, pero en mayor cantidad cerca de la cresta; en el hábitat cercano a la playa, las etapas tempranas fueron capturadas de abril a agosto con bajas abundancias, mientras que cerca de la cresta, los organismos fueron registrados de mayo a septiembre, teniendo las máximas abundancias durante el mes de agosto.

Ciclo 1992-1993. Los ejemplares fueron recolectados en casi todos los meses del año, encontrando que las máximas concentraciones de larvas fueron en el mes de diciembre. En el ciclo nictemeral, las máximas abundancias de la especie fueron al anochecer (21:00) y al amanecer (03:00 h).

Los desoves del plateado áspero se dieron posiblemente en la zona de la playa en la laguna arrecifal durante casi todo el año, pero preferentemente de mayo a agosto.

***Menidia beryllina*** (Cope, 1866) "Plateado de bahía" o "Charal de bahía"  
(Esquema 4h)

Especie que habita la zona de influencia de marea en ríos, canales y raramente en caletas y ensenadas, con fondos arenosos, de grava y/o lodo (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Martin y Drewry, 1978; Wang y Kernehan, 1979; Espinosa-Pérez *et al.*, 1993). La especie desova en sitios donde abundan los depósitos de hojas, vegetación y/o raíces (huevo demersal), en salinidades que van desde salobres hasta dulceacuícolas (entre mayo y agosto), preferentemente en medios de baja salinidad; los huevos y larvas son dispersados en los mencionados sitios por las corrientes de marea (Martin y Drewry, 1978; Wang y Kernehan, 1979).

El huevo es esférico con diámetro entre los 0.7 y 0.8 mm, el corion es transparente y tiene 5 o más filamentos finos (uno más largo que los demás), con los cuales se adhiere a la vegetación. Posee de 1 a 3 glóbulos de aceite, inicialmente de variable tamaño y posteriormente solo uno. La larva eclosiona del huevo entre los 3.4 a 4 mm de LS; presenta un cuerpo largo y delgado donde el intestino es muy corto y robusto; las aletas dorsal y anal se completan después de los 8 mm. Se distingue de *M. martinica* y de *M. menidia* por poseer 17-18 rayos anales y tres o más pigmentos pequeños siempre en una disposición triangular sobre la cabeza. En etapas mayores de 10 mm, la primera aleta dorsal se encuentra desarrollada y presenta escasos pigmentos sobre la línea ventral del cuerpo; la aleta anal es de forma triangular (Lippson y Moran, 1974; Miller y Jorgenson, 1973; Martin y Drewry, 1978; Wang y Kernehan, 1979).

Ciclo 1990-1991. Las larvas estuvieron presentes en ambos hábitats estudiados, con mayor abundancia cerca de la cresta arrecifal. Particularmente, en la estación de playa sólo fue capturado un organismo en el mes de mayo, mientras que en el otro sitio las larvas fueron registradas de abril a julio, con máximas abundancias durante el mes de abril.

Ciclo 1992-1993. Al igual que en el periodo pasado, sólo en los meses de julio y marzo fueron recolectadas pocas larvas del plateado de bahía. En un registro dial las larvas se encontraron durante el amanecer y anochecer.

Probablemente, los desoves se presenten dentro de la laguna arrecifal, sin embargo esto sólo se presentó de marzo a julio; los mayores desoves fueron en marzo y abril.

***Menidia menidia*** (Linnaeus, 1766) "Plateado del Atlántico"  
(Esquema 4i)

Este pequeño pez habita aguas costeras, especialmente en las de influencia estuarina; está asociado a fondos arenosos, grava y con vegetación. La especie probablemente desova en estos mismos sitios; sus huevos son demersales, por lo general adheridos a objetos y sus larvas forman grandes cardúmenes con otras especies de ateriñidos (Lippson y Moran, 1974; Martin y Drewy, 1978).

Huevo esférico con un diámetro de 1 a 1.2 mm, corion transparente, y están adheridos 40 o más finos filamentos, todos de igual tamaño; presenta cinco o más glóbulos de grasa de varios tamaños, en su mayoría de diámetro pequeño. La larva eclosiona a un tamaño entre 3.7 a 4.5 mm de LS y presenta un cuerpo delgado con un intestino muy corto; desde las etapas tempranas (4mm) presenta cuatro o más melanóforos estrellados sobre la cabeza, y durante las etapas mayores de 11 mm, comienza la formación de la primera aleta dorsal y ya se presenta una doble línea de pequeños melanóforos en la parte ventral del cuerpo; adicionalmente, la aleta anal es alargada y presenta de 21-25 rayos (Lippson y Moran, 1974; Miller y Jorgenson, 1973; Martin y Drewy, 1978; Wang y Kernehan, 1979)

Ciclo 1990-1991. Las larvas de esta especie sólo fueron registradas cerca de la estación cercana a la cresta arrecifal de mayo a septiembre en muy bajas abundancias.

Ciclo 1992-1993. Al igual que el primer periodo, sólo fue recolectada una larva a las 03:00 h, en el mes de marzo.

Posiblemente, el desove se presentó dentro de la laguna arrecifal en un periodo que comprendió de marzo a septiembre; la baja abundancia de la especie no permite indicar un pico de desove.

#### 16. Familia Belonidae

Muchas especies de la familia Belonidae ocurren en áreas marinas y algunas en aguas dulces. En el área del Atlántico tropical oeste, se registran unos 4 géneros y 7 especies (Fischer, 1978); en el presente trabajo se recolectaron 3 géneros y 4 especies de "peces aguja", de las cuales *Strongylura marina* fue la especie más abundante dentro de los belónidos.

***Ablennes hians*** (Valenciennes, 1846) "Agujón sable" o "Agujón de golfo"  
(Esquema 5a)

Especie pelágica habitante de mar abierto en aguas superficiales, ocurre frecuentemente cerca de la costa penetrando incluso a estuarios y lagunas arrecifales durante la noche (Fischer, 1978). El adulto ocurre en verano en áreas protegidas y los desoves probablemente se presentan en aguas lejos de la costa durante la primavera (Hardy, 1978a).

Se carece de información sobre el huevo. La larva es larga, delgada con la cabeza ligeramente punteada, el Intestino ocupa el 50% de la LS; el origen de la aleta anal es anterior al origen de la aleta dorsal, y las aletas pectoral y pélvica son cortas; la aleta dorsal está localizada hacia el último tercio del cuerpo. La especie presenta 93 a 97 miómeros, 23-26 rayos dorsales y 24-28 rayos anales; presenta poca pigmentación en todo el cuerpo (Miller y Jorgenson, 1973; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Durante este periodo, sólo fue capturada una larva de *A. hians* en el mes

de junio de 1991 cerca de la playa, al atardecer. No fue recolectada durante el segundo periodo.

***Strongylura marina*** (Walbaum, 1792) "Agujón verde"  
(Esquema 5b)

Pez habitante de áreas costeras y lagunas con riveras de manglar, en donde es común (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Fischer, 1978). El desove del agujón verde, posiblemente ocurre en estuarios, lagunas y bahías con aportes de aguas dulces, por lo general, asociado a masas algales sumergidas (Hardy, 1978).

Huevo esférico de 3.5 a 3.6 mm de diámetro, corion transparente ornamentado con largos filamentos que se adhieren a las algas o pastos marinos; presenta un espacio perivitelino estrecho con vitelo segmentado y carente de glóbulos de grasa. La larva es delgada y alargada; en larvas mayores de 14 mm presenta un intestino que ocupa un 50% de la LS, la aleta dorsal está sobre el último tercio del cuerpo, las aletas pectoral y pélvica son pequeñas y el origen de la aleta anal es anterior a la dorsal, asimismo la mandíbula inferior es ligeramente alargada. El cuerpo está densamente pigmentado, presenta de 69-77 miómeros, 14-17 rayos en la aleta dorsal y de 16-20 rayos anales (Miller y Jorgenson, 1973; Lippson y Moran, 1974; Wang y Kernehan, 1979; Hardy, 1978a; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Las larvas del agujón verde fueron registradas con abundancias semejantes en ambos sitios de estudio, particularmente de enero a agosto; las máximas concentraciones de larvas fueron en junio cerca de la cresta; en playa, las larvas se presentaron de abril a septiembre siendo en este último mes cuando se obtuvieron las mayores abundancias de la especie.

Ciclo 1992-1993. Las larvas del agujón verde fueron recolectadas de manera intermitente en el transcurso del año (junio-julio, octubre-noviembre y abril), por lo general, siempre en bajas abundancias. A través de un registro dial, las larvas de esta especie ocurrieron tanto en el día como en la noche, particularmente en mayores abundancia hacia la tarde (18:00 h).

El registro de larvas de *S. marina* durante casi todos los meses del año, sugiere que la especie desovó continuamente lejos de la costa, pero con mayor intensidad de junio a septiembre, por lo general al atardecer.

***Tylosurus acus***. (Lacépède, 1803) "Agujón"  
(Esquema 5c)

Habitante de aguas de la plataforma externa y frecuentemente registrado en aguas costeras, particularmente en las bocas de los estuarios y ensenadas (Fischer, 1978; Hardy, 1978a). Los desoves de la especie probablemente ocurren en aguas cercanas a la costa, y sus huevos suelen sujetarse a objetos en el agua y ser acarreados hacia la costa por las corrientes. (Hardy, 1978a).

Huevo demersal, presumiblemente fijado a objetos en el agua, presenta de 3.2 a 4 mm de diámetro y sin glóbulos de grasa; el corion está cubierto de una membrana con largos filamentos, dispuestos en grupos de tres. La larva es delgada y larga, el intestino ocupa un 65% de la LS, y las aletas pectoral y pélvica son pequeñas. En tallas mayores de 14.1 mm, la mandíbula inferior es más larga que la superior y el origen de la aleta anal es anterior a la dorsal; el cuerpo es altamente pigmentado durante el estadio larval. Presenta de 90-95 miómeros, 22-26 rayos dorsales y 20-24 rayos anales. (Miller y Jorgenson, 1973; Hardy, 1978a; Fahay 1983)

Ciclo 1992-1993. Esta larva sólo se presentó en este periodo de muestreo de febrero a abril en bajas abundancias, frecuentemente en las recolectas nocturnas; los desoves pudieron estar ocurriendo en estos mismos meses lejos del arrecife.

***Tylosurus crocodilus* (Peron y Lesueur, 1821) "Agujón"**  
(Esquema 5d)

Pez pelágico que forma cardúmenes, frecuentemente en zonas costeras como estuarios, lagunas, bahías y en arrecifes coralinos (Fischer, 1978). Los desoves de esta especie posiblemente ocurren cerca de la costa entre pastizales marinos y ocasionalmente lejos de la costa (Hardy, 1978a).

El huevo de *T. crocodilus* es esférico, forma masas adheridas por sus propios filamentos, diámetro de 4 a 4.1 mm, vitelo vacuolado y diminutos glóbulos de aceite, el corion es transparente y presenta varios filamentos. La larva eclosiona a una talla de 10.7 mm la cual aún conserva vitelo; el cuerpo es delgado y largo, con un intestino que abarca un 60-70% de la LS, la aleta pectoral está poco desarrollada; asimismo, el cuerpo presenta tenues pigmentos; tiene de 69-77 miómeros, 14-17 rayos dorsales y 16-20 rayos anales (Miller y Jorgenson, 1973, Hardy 1978a; Fahay, 1983).

Ciclo 1992-1993. Las larvas de esta especie sólo se presentaron durante el segundo periodo de estudio y fueron capturas en bajas abundancia de octubre a diciembre; por lo general después de la media noche. Posiblemente los desoves se presentaron en la laguna arrecifal hacia los últimos meses del año.

### 17. Familia Exocoetidae

En el Atlántico tropical oeste, se han registrado 6 géneros y 14 especies de peces voladores (Fischer, 1978). En el presente estudio se identificaron 3 géneros y 3 especies, siendo *Exocoetus volitans* la especie más abundante.

***Cypselurus furcatus* (Mitchill, 1815) "Pez volador manchado"**  
(Esquema 5e)

Organismo pelágico de aguas oceánicas tropicales y subtropicales (Fischer, 1978). Los desoves de esta especie probablemente ocurren en el área pelágica, y así lo confirman las recolectas de huevos y larvas realizadas en esta zona (Fahay, 1983); los huevos posiblemente son acarreados a zonas costeras en donde se fijan a objetos del sustrato marino.

Huevo esférico, con un diámetro de 1.7 a 2 mm, no presenta glóbulos de aceite. El corión está ornamentado con filamentos uniformes (40 -50) que sirven como medio de fijación a los objetos del sustrato. La larva presenta un cuerpo corto y robusto, el intestino abarca un 60% de la LS, las aletas pectorales están bien desarrolladas y comienzan a formarse desde los 4.7 mm y se completan cerca de los 7 mm, la aleta pélvica está localizada cerca de la mitad del cuerpo. Desde etapas pequeñas, la larva presenta una tenue pigmentación sobre la cabeza y cuerpo; presenta 10 radios en la aleta anal, carácter distintivo de la especie (Miller y Jorgenson, 1973; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de esta especie se registraron en ambas estaciones de recolecta; en la estación cercana a la playa se capturó de abril a agosto, siendo abril el mes de mayor abundancia; cerca de la cresta arrecifal, las larvas del pez volador ocurrieron de abril a junio, con las menores abundancias en el mes de mayo.

Ciclo 1992-1993. Esta especie fue recolectada de septiembre a marzo, sus abundancias por lo general fueron semejantes mensualmente en este periodo. El análisis dial indicó que las larvas de *C. furcatus*, fueron capturadas frecuentemente durante la noche, especialmente abundantes en la madrugada (03:00 horas).

La presencia durante todo el año de las larvas del pez volador manchado sugiere que la especie desova todo el año, sobretodo en los meses más cálidos.

***Exocetus volitans* Linnaeus, 1758 "Pez volador"**  
(Esquema 5f)

Especie oceánica de aguas superficiales observada frecuentemente cerca de la costa, donde la plataforma es muy estrecha (Fischer, 1978); sus huevos y larvas son pelágicos (Fahay, 1983).

Huevo esférico con un diámetro entre los 2.7 y 3 mm, corión liso sin espinas o filamentos. La larva presenta un cuerpo corto y robusto y un intestino que abarca un 60% de la LS; en etapas pequeñas es notable el desarrollo de la aleta pectoral y una aleta pélvica corta a la mitad del cuerpo; asimismo, presenta 13 a 14 radios en la aleta anal, carácter que los distingue de otros exocoétidos. La larva presenta una fuerte pigmentación en cabeza y cuerpo desde etapas muy pequeñas (Miller y Jorgenson, 1973; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de *E. volitans*, se presentaron en ambas estaciones de recolecta; particularmente cerca de la playa, las máximas abundancias fueron en los meses de mayo y junio, y en la cresta arrecifal fueron de abril a septiembre con altas abundancias en abril.

Ciclo 1992-1993. Esta especie se recolectó durante todo el año, con altas concentraciones larvales durante el mes de marzo; asimismo, fueron frecuentes durante el análisis dial, con altas abundancias entre las 21:00 y 24:00 horas.

El pez volador desova probablemente todo el año en aguas cercanas al arrecife, pero en mayor abundancia de abril a junio; posteriormente, sus larvas migran o son acarreadas a zonas costeras para completar su desarrollo ontogénico.

***Hirundichthys cf. speculiger* "Pez volador plateado"**  
(Esquema 5g)

Especie pelágica que habita las zonas superficiales del océano y presente en las zonas litorales con fuerte influencia oceánica (Fischer, 1978).

No hay información del huevo. Esta especie presenta una larva alargada y delgada, cuyo intestino abarca cerca del 60% de la LS, aleta pectoral muy desarrollada; el cuerpo de la larva presenta pigmentos sobre la línea dorsal y sobre el tracto digestivo. El carácter distintivo de la especie es la presencia entre 11 y 13 rayos en la aleta anal y una fórmula 1+6-20 en la aleta pectoral (Richards, Inédito).

Las larvas de los "voladores espejo" sólo fueron recolectadas en los meses de mayo y junio de 1991, en las cercanías de la cresta arrecifal frente a Puerto Morelos; es probable que estos meses correspondan al periodo de desove de la especie.

### 18. Familia Hemiramphidae

Peces marinos que recientemente han sido separados de los exocoétidos; aun existen opiniones controvertidas respecto del número de especies (Hardy, 1978b; Nelson, 1994).

#### *Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758) "Pajarito" o "Balao de aletas rojas" (Esquema 5h)

Especie con movimientos costeros en aguas bajas (Castro-Aguirre, 1978; Fischer, 1978); los desoves posiblemente ocurren en primavera en aguas marinas de poca profundidad (Lippson y Moran, 1974; Hardy, 1978b).

No hay información del huevo. La larva presenta un cuerpo alargado, delgado y ligeramente comprimido; el intestino ocupa un 55 - 60 % de la LS, aletas pectorales desarrolladas. En etapas pequeñas, el pliegue ventral se inserta posterior a la aleta pélvica; en etapas mayores de 15 mm de LS, la mandíbula inferior es más larga que la superior y el lóbulo inferior de la aleta caudal es más largo que el superior; los últimos radios de la aleta dorsal son alargados. El origen de la aleta anal es posterior al origen de la aleta dorsal. Presenta de 12-13 radios anales. La pigmentación en el cuerpo es tenue sobre la línea dorsal, ventral y línea media lateral; se presentan pocos y pequeños melanóforos en la cabeza y en los últimos radios de la aleta dorsal (Miller y Jorgenson, 1973; Lippson y Moran, 1974; Hardy, 1978b; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Fueron recolectados dos ejemplares de esta especie en la estación cercana a la cresta arrecifal, la primera en el mes de marzo y la segunda en junio.

Ciclo 1992-1993. Durante este, ciclo fueron capturadas pocas larvas; la primera recolecta se presentó en el mes de diciembre y la segunda en marzo; fue en el transcurso del primer mes cuando se registró la más alta captura de larvas del pajarito. Durante el ciclo nictemeral, las larvas de esta especie por lo general fueron más abundantes después de la medianoche.

Los desoves de la especie posiblemente ocurrieron en gran parte del año, pero atendiendo a su momento de máxima abundancia, ésta se presentó hacia finales del año; posiblemente la reproducción de la especie se localiza fuera de la laguna arrecifal.

#### *Hyporhamphus unifasciatus* Ranzani, 1842 "Pajarito plateado" o "Aguja" (Esquema 5i)

Especie pelágica, formadora de cardúmenes que nadan en las aguas superficiales de fondos arenosos de la costa, estuarios y bahías (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Fischer, 1978). Los desoves de esta especie posiblemente ocurren en estas mismas áreas, asociados a pastos marinos a principios del verano (Lippson y Moran, 1974; Hardy, 1978b)

Huevo esférico y semiflotante, de 2 mm de diámetro y con diversos filamentos y un corion transparente. La larva eclosiona con un talla de 3 mm y presenta un cuerpo largo, delgado y ligeramente deprimido. El intestino ocupa un 50-60% de la LS. En tallas pequeñas, el pliegue se inserta anterior a la aleta pélvica. En tallas mayores de 15 mm, la mandíbula inferior es más alargada que la superior y el origen de la aleta anal es anterior al origen de la aleta dorsal. El lóbulo inferior de la aleta caudal es ligeramente más grande que el superior. La aleta anal presenta de 15-16 rayos. Existe una fuerte pigmentación en la cabeza, sobre las líneas medias dorsal y ventral (Miller y Jorgenson, 1973; Lippson y Moran, 1974; Hardy, 1978b; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Las larvas presentaron abundancia similar tanto en la estación ubicada

cerca de la cresta como en la playa; cerca de la cresta los ejemplares del pajarito plateado se recolectaron de abril a septiembre, siendo las mayores concentraciones de larvas fueron durante el mes de junio; en la estación de playa sólo fueron registradas de abril a junio y durante este último mes se registró la mayor abundancia para la especie.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo anual las capturas de larvas fueron en dos momentos: marzo a junio y noviembre a diciembre, teniendo al último mes del año con las máximas abundancias. Por otra parte, las larvas fueron registradas en todo el ciclo nictemeral, siendo particularmente más abundantes durante y después de la medianoche.

Es probable que la especie desove en áreas someras del arrecife de marzo a diciembre, teniendo dos picos de mayor abundancia: uno en junio y el otro en diciembre.

***Oxyporhamphus micropterus* (Valenciennes, 1846) "Pequeño volador plateado"**  
(Esquema 6a)

Especie oceánica común en aguas costeras donde la plataforma continental es muy estrecha (Guitart, 1974).

Huevo esférico de 1.9 a 2.1 mm de diámetro, corion con espinas cortas. La larva es larga, delgada y ligeramente deprimida, aletas pectoral y pélvica cortas, mandíbula inferior alargada sólo en juveniles, origen de la aleta anal posterior al origen de la aleta dorsal; presenta de 14-15 rayos anales así como pigmentos sobre la cabeza y línea media dorsal y anal (Miller y Jorgenson, 1973; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Fue capturado sólo un ejemplar durante el mes de mayo en la estación cercana a la cresta arrecifal.

Ciclo 1992-1993. Al igual que el ciclo anterior, sólo se registró una larva durante el mes de marzo a la medianoche.

Los desoves de la especie posiblemente se presentaron en la zona oceánica en un corto periodo de tiempo (marzo a mayo).

### 19. Familia Holocentridae

Peces asociados a sistemas arrecifales en áreas tropicales aunque algunas especies se presentan a mayores profundidades; en general, los holocéntridos están asociados a fondos arenosos y cenagosos (Fischer, 1978). En el Atlántico tropical oeste, se presentan los géneros *Corniger*, *Holocentrus*, *Neoniphon*, *Sargocentron*, *Myripristis* y *Ostichthys*, y alrededor de unas 12 especies (Miller y Jorgenson, 1973; Fischer, 1978; Humann, 1992; Böhlke y Chaplin, 1993); probablemente, los bordes externos de los sistemas arrecifales son las zonas en donde ocurre el desove de esta familia.

***Holocentrus* sp1 "Pez Candil"**  
(Esquema 6b)

Estos animales presentan un cuerpo corto y robusto, un intestino grueso y enrollado; la cabeza presenta una fuerte cresta occipital y largas espinas aserradas en la zona nasal y opercular, siendo éstas las características distintivas de la familia. La flexión del urostilo ocurre después de los 5 mm de LS y la aleta dorsal comienza a formarse después de los 5.5 mm de LS; a esta talla se presentan pequeños pigmentos sobre la línea ventral del cuerpo (Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Con abundancias similares, las larvas de esta especie se presentaron en ambos sitios de estudio; en la estación cercana al arrecife, los organismos fueron registrados de abril a octubre, siendo septiembre el mes con mayor abundancia. Cerca de la playa sólo se recolectaron holocéntricos de esta especie en septiembre y octubre con abundancias similares.

Ciclo 1992-1993. Los meses en que se registraron larvas de este taxón, fueron de marzo a noviembre, siendo en este último mes donde se registraron las mayores concentraciones, por lo general al oscurecer y hasta la medianoche. La presencia de larvas de febrero a noviembre indica que los desoves son continuos a lo largo del año, con mayor intensidad en octubre y noviembre.

***Holocentrus* sp2 "Candil"**  
(Esquema 6c)

Las larvas de esta especie tienen un cuerpo corto y robusto y al igual que la larva anterior, se caracteriza por la presencia de una fuerte cresta occipital aserrada y espinas en la región nasal y opercular; la aleta dorsal comienza a formarse después de los 5 mm de LS y a estas tallas sólo presenta pigmentos sobre la base de la aleta caudal.

Ciclo 1990-1991. Muy comunes en ambas estaciones de recolecta, aunque ligeramente con mayores abundancias cerca de la cresta, capturándose en los meses de abril, septiembre y octubre, siendo septiembre el mes con mayor abundancia. Cerca de la playa sólo en octubre fue posible capturar larvas de este taxón.

Ciclo 1992-1993. Durante este muestreo sólo fueron registradas cuatro larvas en el mes de noviembre, tanto en el día como en la noche.

Es probable que los sitios del desove se ubiquen cerca del arrecife y que ocurran en diversos momentos del año, aunque por lo general, de agosto a noviembre.

## 20. Familia Syngnathidae

Peces costeros conocidos como "Pipa" y "Caballito de mar"; la familia está integrada por 34 géneros y aproximadamente 150 especies (Hardy, 1978a; Dawson y Vari, 1982). En el presente estudio sólo se identificaron dos géneros y cinco especies, siendo la larva de *Syngnathus springeri* la más abundante.

***Bryx* cf. *dunckeri* Metzelaar, 1919 "Pez pipa"**  
(Esquema 6d)

Especie insular y/o semi-pelágica, común en estuarios y sistemas arrecifales; por lo general, nada en la superficie y con recolectas nocturnas más abundantes (Dawson y Vari, 1982). Es probable que la eclosión de la larva ocurra en fondos con vegetación sumergida.

La larva presenta una forma delgada, larga y un hocico corto con la formación de algunos anillos corporales; presenta una aleta dorsal compuesta de 24-25 rayos y con 11-12 en cada pectoral, así como 17 anillos en el tronco y 31-33 en la zona caudal; aleta anal ausente (Miller y Jorgenson, 1973; Dawson y Vari, 1982).

Solo fueron capturados dos ejemplares de *B. dunckeri*, al atardecer en el mes de abril de 1991; los desoves de la especie ocurren alrededor del citado mes dentro del arrecife.

***Cosmocampus cf. elucens* "Pez Pipa"**

(Esquema 6e)

Pez marino que circunda el área costera, asociado a prados de macrófitos y común en áreas protegidas de los arrecifes coralinos (Dawson y Vari, 1982).

Los caracteres distintivos de la especie son: la larva con un largo hocico (esto permite diferenciarlo de *Bryx dunckeri*), 17 anillos en el tronco y 31-32 en la cola, presenta 23-24 rayos en la aleta dorsal, de 13-14 rayos pectorales y 3 rayos anales (Miller y Jorgenson, 1973; Dawson y Vari, 1982).

Sólo dos larvas de *C. cf. elucens* fueron registradas, encontrándoseles en el mes de abril, durante el ciclo 1990-1991; el desove posiblemente se presentó antes del mes de captura debido a que fueron organismos ya desarrollados.

***Hippocampus erectus* Perry, 1810 "Caballito rayado de mar"**

(Esquema 6f)

Habitante de áreas costeras como marismas, bahías y sobre la línea de costa, por lo general asociado a praderas de *Thalassia*, algas y/o raíces (Hardy, 1978a; Dawson y Vari, 1982). La hembra deposita los huevos en el marsupio del macho para su fertilización donde permanecerán hasta su eclosión, la cual ocurre en la zona costera en el transcurso de todo el año preferentemente de junio a septiembre (Lippson y Moran, 1974; Hardy, 1978a; Wang y Kernehan, 1979).

Huevo en forma de pera con una longitud máxima de 3.1 a 3.8 mm, el vitelo es de color naranja y presenta uno o más glóbulos de grasa de forma alargada. La larva eclosiona con una longitud aproximada de 3.2 mm y presenta casi completos los rayos de las aletas; presenta de 17-20 rayos dorsales y 14-17 rayos pectorales. La longitud del hocico varía entre 36 a 40% de la longitud de la cabeza, lo cual es el carácter utilizado para separarlo de *H. reidi* (Lippson y Moran, 1974; Hardy, 1978a; Wang y Kernehan, 1979; Dawson y Vari, 1982).

Ciclo 1990-1991. Sólo cuatro larvas del caballito rayado fueron recolectadas al atardecer en febrero, julio y septiembre, en la estación cercana a la cresta arrecifal. La presencia de estas larvas en meses tan separados, sugiere que los desoves ocurrieron en gran parte del año, posiblemente en la zona protegida del arrecife. Esta especie no fue capturada en el segundo periodo de recolectas.

***Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 "Caballito de mar de hocico grande"**

(Esquema 6g)

Pez asociado a macrófitos de aguas someras, muy común sobre la costa y bahías (Dawson y Vari, 1982). Es probable que la eclosión de la larva ocurra en estos mismos sitios.

No hay información del huevo. La larva al eclosionar, casi tiene completos los rayos de las aletas; posee de 17-20 rayos dorsales y 14-17 rayos pectorales y una longitud del hocico entre 42 a 44% de la longitud de la cabeza, que es el carácter distintivo de la especie y sirve para separarlo de *H. erectus* (Dawson y Vari, 1982).

Sólo un ejemplar de *H. reidi* fue capturado cerca de la playa, al atardecer durante el mes de febrero de 1991. El desove de la especie posiblemente se presentó en aguas someras de la laguna arrecifal a principios del año.

***Hippocampus zosterae*** Jordan y Gilbert, 1882 "Caballito enano de mar"  
(Esquema 6h)

Habitante de aguas someras, asociado a la hierba flotante en bahías y zonas costeras durante los periodos de alta salinidad (Dawson y Vari, 1982). La eclosión de la larva probablemente ocurra en zonas poco profundas asociadas a vegetación sumergida.

No hay descripción del huevo. La larva al eclosionar posee completos los rayos de las aletas dorsal y pectoral; un carácter distintivo es la presencia de 10-13 rayos dorsales y 10-13 rayos pectorales. Además, presenta un hocico corto entre 25-27% de la longitud de la cabeza (Dawson y Vari, 1982).

Durante el ciclo 1990-1991, sólo fue posible capturar un ejemplar del caballito de mar enano, el cual fue registrado en el mes de mayo de 1991; posiblemente el desove se presentó antes de este mes en áreas someras y protegidas del arrecife.

***Syngnathus floridae*** Jordan y Gilbert, 1882 "Pez pipa oscuro"  
(Esquema 7a)

Pez marino que realiza migraciones en otoño-invierno hacia fuera de la costa y para la primavera se le localiza en aguas costeras (Dawson y Vari, 1982); es en este momento cuando se presenta un pico de abundancia de adultos durante julio y agosto, momentos en que se puede estar dando la reproducción de la especie; es probable que sus larvas eclosionen en estos sitios y sean transportadas por las corrientes a los sistemas costeros.

Los caracteres distintivos de la especie son: la larva presenta un amplio espacio preorbital (espacio entre la fosa nasal y la cuenca ocular), 17-18 anillos en el tronco y 31-33 caudales, presenta 28-30 rayos en la aleta dorsal (Miller y Jorgenson, 1973; Dawson y Vari, 1982).

Ciclo 1990-1991. Larvas con la misma abundancia en los dos sitios de estudio; cerca de la cresta, la larva fue recolectada todo el año, teniendo las máximas capturas en el periodo de mayo a septiembre. En la estación cercana a la playa, los organismos también fueron recolectados durante todo el año, siendo de abril a junio el periodo de alta densidad de la especie.

Ciclo 1992-1993. Al igual que el ciclo anterior, las larvas fueron muy frecuentes a lo largo del año, con altas concentraciones larvales de enero a marzo, así como al anochecer y amanecer.

Esta especie desovó todo el año, preferentemente de marzo a agosto; estos desoves posiblemente ocurrieron dentro de la laguna arrecifal en Puerto Morelos.

***Syngnathus springeri*** Herald, 1942 "Pez pipa"  
(Esquema 7b)

Organismo marino que frecuentemente se le encuentra hasta 185 Km de la costa y profundidades de 18-128 m, aunque es muy común cerca de la costa (Dawson y Vari, 1982); es probable que en estos sitios ocurra la eclosión de las larvas.

Larva larga y delgada; desde etapas tempranas la especie presenta un estrecho espacio preorbital, 22-24 anillos en el tronco y 34-36 rayos en la aleta dorsal, que son los caracteres que permiten separarla de otras especies, ayudado por la proporción en el grosor de la nariz (Miller y Jorgenson, 1973; Dawson y Vari, 1982).

Ciclo 1990-1991. La especie se registró en ambos sitios, con mayor abundancia cerca de la cresta. Particularmente, la larva fue recolectada de febrero a octubre en la estación más cercana al arrecife y las mayores abundancias se presentaron en los meses de junio a agosto, mientras que cerca de la playa, las mayores abundancias ocurrieron de marzo a septiembre con un máximo en el mes de abril.

Ciclo 1992-1993. La larva prácticamente se registró en todo el año, sin embargo, enero fue el mes en que se registró la mayor concentración de larvas de la especie. En un ciclo dial, la larva fue recolectada tanto de día como de noche, con mayor abundancia durante la noche.

Especie que desova todo el año, pero con un pico de abril a junio; posiblemente este desove se presentó en las áreas someras y protegidas del arrecife.

### 21. Familia Dactylopteridae

Peces marinos tropicales que en el Atlántico oeste se presentan con un sólo género y cuatro especies (Randall, 1983; Nelson, 1994; Böhlke y Chaplin, 1993).

#### *Dactylopterus volitans* Linnaeus, 1758 "Volador rubio" (Esquema 7c)

Peces marinos comunes en sistemas costeros, incluidas las zonas arrecifales; estos peces suelen utilizar las aletas pectorales para desplazarse por el fondo (Randall, 1983; Böhlke y Chaplin, 1993). Es probable que la parte externa de los sistemas arrecifales sea utilizada como área de reproducción.

Huevo pelágico, con un diámetro de 0.8 mm y un glóbulo de grasa con un diámetro de 0.1 mm. La larva eclosiona a una talla de 1.8 mm, la flexión del urostilo ocurre en tallas < 7mm de LS y la transformación se da cerca de los 16 mm de LS. La larva presenta un cuerpo corto y robusto, se caracteriza por presentar una cabeza dura, en donde se distinguen una amplia y fuerte cresta occipital, así como fuertes espinas operculares; la punta de estas espinas está aserrada en su porción ventral. Presenta pequeños pigmentos dispersos en todo el cuerpo (Moser *et al.*, 1984; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Se recolectó en los dos ambientes del arrecife; sólo dos larvas de esta especie fueron registradas, una en cada ambiente: en abril cerca del arrecife y en junio en la estación de la playa.

Ciclo 1992-1993. El único ejemplar capturado fue durante el mes de noviembre a las 21:00 h; atendiendo a un posible momento del desove, éste posiblemente se presentó cerca al arrecife a finales de los meses cálidos del año.

### 22. Familia Scorpaenidae

En el Atlántico tropical oeste se presentan cuando menos 10 géneros y 30 especies (Fischer, 1978); en el presente trabajo sólo se identificó a *Scorpaena plumieri*.

#### *Scorpaena plumieri* Bloch, 1789 "Pez escorpión manchado" (Esquema 7d)

Habita las aguas costeras cálidas, frecuentemente en arrecifes de coral someros y áreas rocosas adyacentes (Fischer, 1978).

Huevo pelágico, diámetro de 0.6-0.7 mm, carece de glóbulos de grasa. La larva eclosiona cerca de los 2 mm de LS, la flexión ocurre de 4-5.5 mm y la transformación ocurre después de

los 12 mm de LS. Cuerpo corto y muy robusto con dos pequeñas crestas occipitales y dos postemporales, además de fuertes espinas preoperculares y una cresta supraorbital. La aleta pectoral es muy desarrollada y presenta una fuerte pigmentación sobre la base y rayos pectorales (Moser *et al.*, 1977; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Se presentó en mayor abundancia en la estación de la cresta arrecifal; su recolecta fue durante ocho meses del año, con una abundancia ligeramente mayor en el mes de junio, mientras que en la estación de playa sólo fue capturada en abril, junio y agosto.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo, las larvas del pez escorpión fueron registradas durante cuatro meses, siendo noviembre el de mayor abundancia. En torno a la recolecta nictemeral, las larvas fueron registradas tanto en el día como en la noche, con mayor abundancia hacia las 15:00 y 24:00 horas.

La especie desovó todo el año, pero preferentemente en dos momentos del año: junio y noviembre.

### 23. Familia Centropomidae

Peces costeros que en el Atlántico tropical sólo se conoce un género y seis especies (Fischer, 1978). En el presente estudio *Centropomus undecimalis* fue la única especie determinada.

#### *Centropomus undecimalis* Bloch, 1792 "Robalo blanco" (Esquema 7e)

Habitante de aguas costeras, estuarinas y lagunas, que penetra incluso en agua dulce; usualmente se presenta a profundidades menores de 20 m y suele congregarse en las bocas de paso en estuarios y ríos, en donde suele desovar (mayo a septiembre) (Fischer, 1978). Sus larvas son dispersadas por las corrientes de marea hacia la zona pelágica y transportadas por corrientes marinas a distancias mayores.

No existe información sobre el huevo. La larva presenta un cuerpo largo y delgado, el intestino abarca casi el 50% de la LS, en etapas mayores de 7 mm de LS presenta de 10+14 miómeros; las fórmulas son, en la aleta dorsal: VII-VIII, 8-13, anal: III, 6-9 y pélvica: I, 5. Se presentan pocos pigmentos sobre la base de la primera y segunda aleta dorsal y anal, así como detrás del ojo y mandíbula inferior (Moser *et al.*, 1984).

Sólo un ejemplar del robalo blanco fue recolectado al atardecer del mes de abril de 1991; no fue posible establecer un periodo de desove para la especie.

### 24. Familia Serranidae

Peces circuntropicales, que en el Atlántico tropical oeste se encuentran representados por cerca de 17 géneros y unas 66 especies (Hoese y Moore, 1998; Fischer, 1978).

#### *Anthias cf. tenuis* Nichols, 1920 "Lobina de nariz rayada" (Esquema 7f)

Especie circuntropical que habita aguas costeras y es común en arrecifes litorales (Kendall, 1979).

No hay información sobre el huevo. La larva en etapas mayores de 6mm de LS presenta un cuerpo corto muy robusto; en la cabeza se presenta una pequeña cresta translúcida y varias espinas postemporales aserradas. En el opérculo se presentan espinas largas, destacándose una por su gran tamaño y por estar aserrada; destaca la escasa pigmentación

sobre el cuerpo y sólo se presenta un fuerte pigmento hacia la parte final de la base de la aleta anal, otro sobre la línea media lateral en dirección del miómero en el último tercio del cuerpo, y dos pequeños sobre la base de la aleta caudal (Kendall, 1979; Fahay, 1983; Richards y Ropke, 1997).

Ciclo 1990-1991. Sólo fue capturada una larva durante el mes de junio de 1991, al atardecer cerca a la cresta arrecifal; es posible que el periodo de desove halla ocurrido antes de este mes. No fue posible capturar larvas de la especie en el segundo periodo.

***Anthias nicholsi*** Firth, 1933 "Lobina de aleta amarilla"  
(Esquema 7g)

Especie circuntropical que habita en profundidades de 73-91 m y a una distancia de 80 km de la costa (Hardy, 1978b). Los desoves de esta especie pueden estar ocurriendo en zonas cercanas a las costas.

No hay información del huevo. Especie con cuerpo corto y robusto; la flexión del urostilo ocurre después de los 3.7 mm de LS. Como características distintivas, la larva muestra en la primera aleta dorsal una espina alargada, así como radios alargados en la aleta pélvica; de igual manera, se observan grandes espinas operculares y una aleta pectoral desarrollada. La disposición de los pigmentos en el cuerpo son también una característica de la especie, destacando la presencia de un gran pigmento al inicio de la base de la segunda aleta dorsal, en la parte final de la base de la aleta anal y dos pequeños detrás de este mismo, así como un pigmento en la punta de la mandíbula inferior (Kendall, 1979; Richards y Ropke, 1997).

Al igual que la especie anterior, sólo fue posible recolectar un ejemplar de *A. nicholsi*, en el mes de mayo de 1991; el desove posiblemente se presentó en este mismo mes, en áreas no cercanas o dentro del arrecife de Puerto Morelos.

***Diplectrum* sp1** "Perca de arena"  
(Esquema 7h)

Pez que habita en aguas costeras de fondos arenosos y fangosos, especialmente en las bases de arrecifes y bordes superiores de depresiones en los fondos (Hoese y Moore, 1998; Fischer, 1978).

En las etapas tempranas mayores de 5.8 mm de LS, el cuerpo es corto y robusto, el urostilo aun no se ha flexionado, y la larva presenta aletas pectoral y primera dorsal desarrolladas; en etapas mayores de 10 mm de LS se observan pequeñas espinas postemporales y preoperculares. La pigmentación es escasa sobre la línea media ventral en el último tercio del cuerpo, así también, presenta un pigmento sobre la base de la aleta caudal el cual persiste hasta etapas mayores, momento en que se incrementa la pigmentación en las aletas pélvicas (Kendall, 1979; Fahay, 1983; Richards y Ropke, 1997).

Ciclo 1990-1991. Se presentaron en ambos hábitats del arrecife con abundancias similares; cerca de la cresta esta especie fue registrada de abril a junio, siendo mayo el mes con la mayor concentración de larvas mientras que cerca de la playa las larvas fueron recolectadas en seis meses del año, en abril se registró el mayor número de larvas.

Ciclo 1992-1993. La larva fue recolectada frecuentemente durante este ciclo (marzo a noviembre); los meses de junio y julio registraron altas abundancias de la especie. Dentro del ciclo dial, la larva fue frecuentemente recolectada, con mayores abundancias durante la mañana y al anochecer.

La presencia de larvas en casi todos los meses sugiere que el desove se presentó todo el año, con un pico de abril a junio.

***Diplectrum* sp2 "Perca de arena"**

(Esquema 7i)

Habitante de aguas someras y muy común en las bases de sistemas arrecifales (Hoese y Moore, 1998; Fischer, 1978).

No se tiene información de las características del huevo. La larva de esta especie es muy similar a la de *Diplectrum* sp1, y sólo difieren en que esta larva no presenta pigmentación alguna; las fórmulas de las aletas aun no se han completado y no es posible determinar la especie (Kendall, 1979; Richards y Ropke, 1997).

Ciclo 1990-1991. Sólo un ejemplar fue recolectado en el hábitat de playa durante el mes de mayo al atardecer.

Ciclo 1992-1993. Se registraron pocos individuos durante este ciclo de muestreos; estos organismos se capturaron de junio a agosto, por lo general en el transcurso de la noche.

La especie tiene un corto tiempo de desove en el año, que va de mayo a agosto, con un pico máximo durante el mes de julio.

***Serraniculus pumilio* Ginsburg, 1952 "Lobina pequeña"**

(Esquema 8a)

Pez costero de tamaño pequeño que habita en fondos duros (Hoese y Moore, 1998).

No hay información acerca del huevo. La larva presenta un cuerpo corto, profundo y un intestino voluminoso en comparación a *Diplectrum*. La flexión ocurre en etapas menores a 3.8mm; a esta talla, presenta una aleta pectoral desarrollada y espinas pequeñas postemporales, presenta además un mayor número de pequeños pigmentos laterales que otros serránidos, especialmente alrededor de la línea media lateral y que se van incrementando a medida que se transforma en juvenil (Kendall, 1979; Richards y Ropke, 1997).

No se capturaron larvas en el ciclo 1990-1991. En el transcurso del ciclo de recolectas de 1992-1993, solamente fue identificado un organismo el cual se capturó a las 06:00 en marzo. Dada la escasez de las larvas no fue posible establecer un período de desove, sin embargo es posible que el mes mencionado sea el momento de reproducción de la especie.

***Serranus* sp "Lobina"**

(Esquema 8b)

Habitante de aguas costeras y someras, muy común cerca de sistemas arrecifales (Hoese y Moore, 1998).

Las larvas de *Serranus* sp se caracterizan por presentar un cuerpo corto y robusto; el urostilo se flexiona después de los 3.7 mm de LS, aletas pectorales muy desarrolladas; presenta cuatro grandes pigmentos: el primero detrás de la cabeza, el segundo entre las bases de la primera y segunda dorsal, el tercero al final de la base de la aleta anal y el cuarto sobre la línea ventral al final del tronco caudal; presenta además pigmentos pequeños sobre el ángulo de la mandíbula inferior, en la sínfisis cleithral y a la mitad del intestino. En etapas mayores de 5.5 mm aparecen pequeños pigmentos sobre la membrana que une a las

espinas de la aleta dorsal y en las aletas pectoral y pélvica (Kendall, 1979; Richards y Ropke, 1997).

Sólo una larva de *Serranus* sp fue recolectada en el mes de junio de 1991 en la estación cercana al arrecife. Posiblemente, la reproducción de la especie se dió cerca del arrecife durante el mes mencionado.

### 25. Familia Pseudogrammidae

Esta familia está integrada por un género y una especie en el Atlántico tropical, la cual fue registrada en el presente estudio.

#### *Pseudogramma gregoryi* (Breder, 1927) "Lobina de arrecife" (Esquema 8c)

Pez marino costero habitante del Atlántico oeste (Kendall, 1979).

No hay información de las características del huevo. La larva en etapas menores de 4.7 mm, presenta un cuerpo delgado y alargado y tubo digestivo corto. El urostilo se flexiona a tallas mayores de 4.7 mm; aletas pectorales muy desarrolladas y como característica taxonómica está la presencia de un espina alargada en la primera aleta dorsal. En tallas de 6.1 mm de LS se observan numerosas espinas preoperculares, así como pequeños pigmentos sobre el margen de las membranas de la segunda aleta dorsal y anal (Kendall, 1979; Richards y Ropke, 1997).

Sólo en la estación cercana a la playa fue posible capturar la larva de la lobina de arrecife durante el mes de febrero de 1991. El desove posiblemente se presentó a principio del año, en áreas cercanas al arrecife.

### 26. Familia Priacanthidae

Peces que viven asociados a los fondos, en donde se establecen. En el Atlántico tropical oeste se encuentran tres géneros y unas 18 especies (Fischer, 1978). No fue posible determinar las especies a las que pertenecen.

#### *Priacanthus* sp1 "Ojón" (Esquema 8d)

Los "ojones" son costeros y se les localiza en arrecifes de coral y fondos rocosos, generalmente en profundidades entre 15 y 75 m formando pequeños cardúmenes en los fondos, especialmente durante la noche (Hardy, 1978b; Fischer, 1978).

Las larvas de esta especie tienen un cuerpo corto, robusto y un intestino corto y globoso; desde etapas mayores de 4.5 mm se presenta una amplia y larga cresta occipital aserrada, dirigida hacia la parte posterior que junto con las grandes espinas preoperculares (destacando una por su gran tamaño y aberración), son los caracteres distintivos de estas larvas. El ojo es bastante grande en comparación con la cabeza y se observa una cresta supraocular lisa; se observa una gran cantidad de pigmentos en la cabeza y en la bóveda de la cavidad peritoneana (Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. La única larva de esta especie fue recolectada al atardecer en el mes de abril de 1991 en la estación cercana al arrecife; el desove posiblemente se presentó en este mismo mes cerca del arrecife.

***Priacanthus* sp2 "Ojón"**

(Esquema 8e)

Estos peces son comunes en sistemas arrecifales, por lo general asociados a fondos rocosos de fango o de pedacera de coral (Fischer, 1978; Hardy, 1978b).

Estas larvas son semejantes a la especie anterior, destacando entre sus diferencias una menor intensidad de su pigmentación en la cabeza y por presentar dos pequeños pigmentos sobre la línea ventral por detrás de la base de la aleta anal (Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Al igual que la especie anterior, sólo un ejemplar de *Priacanthus* sp2 fue capturada por la tarde durante el mes de abril de 1991, cerca de la cresta arrecifal; es probable que el desove de la especie halla tenido lugar no lejos del arrecife en el mismo mes que se recolectó la larva.

**27. Familia Apogonidae**

Los apogónidos son primariamente habitantes nocturnos de áreas arrecifales; en la región del Atlántico tropical oeste se registran cuatro géneros importantes: *Apogon* con 16 especies; *Astrapogon* con tres especies; *Epigonus* con 8 especies y *Phaeoptyx* con 4 a 5 especies (Fischer, 1978).

***Apogon* sp1 "Pez cardenal"**

(Esquema 8f)

Habitantes tropicales en áreas de arrecifes coralinos, ocurren con mayor abundancia durante la noche en aguas someras (Fischer, 1978).

Los apogónidos de este taxón presentan un cuerpo alargado y una cabeza profunda, el diámetro de los ojos notoriamente grande y presenta pequeñas espinas preoperculares y operculares. La larva presenta una largo pedúnculo caudal; el número de miómeros presentes es de 10+14, aleta dorsal: VI-VIII-I, 8-14; aleta anal: II, 8-18; aleta pélvica: I, 5. Carece de pigmentos en el cuerpo.

Ciclo 1990-1991. Durante este periodo las larvas presentaron una mayor abundancia en la estación cercana a la playa. En la estación cercana al arrecife, las larvas fueron recolectadas sólo en el mes de junio mientras que en el sitio cercano a la playa solo se capturó de mayo a septiembre, siempre en bajas abundancias.

Ciclo 1992-1993. Durante este esfuerzo de recolecta, las larvas de *Apogon* sp1, fueron registradas en siete meses del año, siendo noviembre y durante la noche (21:00 h) los momentos de mayor captura.

La frecuente presencia de estadios tempranos en el año, sugiere que presentó un desove continuo; la reproducción posiblemente se lleve a cabo en áreas protegidas del arrecife.

***Apogon* sp2 "Pez cardenal"**

(Esquema 8g)

Estos ejemplares son semejantes a la especie uno, con la diferencia de que ésta presenta una franja transversal de pigmentos tenues entre la segunda dorsal y la anal, así como una serie de pigmentos en el pedúnculo caudal.

Solamente dos larvas de este taxón fueron recolectadas (por la tarde), en la estación cercana a la playa durante el mes de abril de 1991; es probable que el periodo de desove

esté restringido al citado mes, en áreas internas de los sistemas arrecifales.

***Apogon* sp3 "Pez cardenal"**  
(Esquema 8h)

La larva de este pez presentó las mismas características morfológicas anteriores, excepto que el cuerpo y cabeza están más pigmentados.

Ciclo 1990-1991. Esta especie se recolectó en baja abundancia de agosto a octubre en la estación ubicada en la cresta mientras que en la estación cercana a la playa sólo fue registrada en los meses de junio y septiembre.

Ciclo 1992-1993. Particularmente en este ciclo la larva fue más frecuente, observándose de septiembre a marzo; las capturas por lo general, fueron de la tarde a la medianoche.

Los desoves son continuos a lo largo del año pero por lo general en baja intensidad, y pudieron estar ocurriendo dentro de la laguna arrecifal.

**28. Familia Pomatomidae**

La familia está representada por dos géneros y dos especie: *Pomatomus saltatrix* y *Scombros oculatus* (Fischer, 1978). La primera especie fue la única que fue recolectada en la zona de estudio.

***Pomatomus saltatrix* Linnaeus, 1766 "Pez azul"**  
(Esquema 8i)

Los adultos son pelágicos y forman extensos cardúmenes con otros peces, puede encontrarseles incluso a profundidades de 100 m y a una distancia de 148 Km de la costa. Ocasionalmente penetran en aguas salobres (Fischer, 1978; Hardy, 1978b; Ditty y Shaw, 1995). Es muy probable que el desove de la especie ocurra en aguas poco profundas y las corrientes costeras transporten a los huevos y larvas cerca de los sistemas costeros (Ditty y Shaw, 1995; Smith *et al.*, 1994).

Huevo esférico, con un diámetro 0.9-1 mm, corión liso y transparente, vitelo homogéneo, con un glóbulo de grasa de diámetro 0.2mm y un espacio perivitelino estrecho. La larva eclosiona entre 2-2.4 mm de LS, los ojos no están pigmentados; la flexión del urostilo ocurre aproximadamente entre 4.4 - 4.9 mm de LS. La larva presenta un cuerpo moderadamente largo, un intestino corto y robusto, así como una dentición bien desarrollada; en organismos mayores de 4.5 mm de LS se observan espinas preoperculares que se van incrementando en número al ir creciendo la larva. El cuerpo presenta pigmentos sobre la línea dorsal, ventral y línea media lateral, la bóveda de la cavidad peritoneal pigmentada, algunos pigmentos sobre la cabeza (Lippson y Moran, 1974; Hardy, 1978b; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Durante este periodo sólo fue posible identificar dos larvas del pez azul, capturadas por la tarde durante el mes de abril. El desove pudo ocurrir alrededor de este mes cerca del arrecife. No se recolectaron en el segundo periodo de estudio.

**29. Familia Rachycentridae**

Peces marinos de aguas tropicales representados por un género y una sola especie en el Atlántico oeste (Fischer, 1978; Hardy, 1978b).

***Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766 "Esmedregal"**  
(Esquema 9a)

Los adultos son esencialmente solitarios y en algunas ocasiones se encuentran en grupos de tres o cuatro; habita en aguas abiertas, ensenadas y bahías. Ocasionalmente, están asociados con tiburones y rayas, como peces piloto (Hardy, 1978b); es probable que los desoves del "esmedregal" se localicen en bahías durante junio a agosto. Las corrientes de marea posiblemente dispersen sus huevos y larvas al ambiente pelágico.

El huevo es esférico y presenta una considerable variación estacional en su diámetro (1.1 - 1.4 mm), tiene un gran glóbulo de grasa de diámetro de 0.3-0.4 mm, el vitelo está dividido en masas irregulares no granulares, el espacio perivitelino es estrecho al inicio y se amplía a medida que se desarrolla el embrión. La larva presenta un cuerpo largo, delgado con una longitud intestinal del 55% de la LS; en etapas mayores a 10 mm se observan varias espinas en la región: supraclitoral, supratemporal, y una doble serie de espinas preoperculares. Algunos rasgos merísticos son: 11-14 miómeros, VII-IX-I, 26-35 en la dorsal, I-III, 22-28 en la anal, 1,5 en la pélvica y 20-21 en la pectoral; el cuerpo presenta una densa pero tenue pigmentación desde etapas muy tempranas (Ditty y Shaw, 1992; Hardy, 1978b; Wang y Kernehan, 1979).

De todos los meses muestreados, solamente en junio y julio de 1991 fue posible recolectar larvas del "esmedregal" y éstas fueron en la estación cercana a la cresta arrecifal; los desoves estuvieron restringidos a estos meses, posiblemente en el área externa del arrecife.

### 30. Familia Carangidae

En el Atlántico tropical oeste habitan por lo menos 32 especies de carángidos repartidos en 15 géneros (Fischer, 1978). En el área de Puerto Morelos, se determinaron siete géneros y nueve especies.

***Caranx crysos* Mitchill, 1815 "Cojinuda negra"**  
(Esquema 9b)

Los adultos primariamente se encuentran sobre la plataforma continental durante los meses más cálidos, usualmente formando cardúmenes; posteriormente se mueven hacia aguas más profundas durante los meses más fríos (Berry, 1959; Fischer, 1978; Johnson, 1978). Los desoves de esta especie se presentan durante todo el año preferentemente de enero a agosto en aguas lejanas a la costa (Flores-Coto y Sánchez-Ramírez, 1989; Ordóñez-López *et al.*, 1991).

No hay información del huevo. La larva al eclosionar presenta una talla de 2.5 mm de LS y presenta un cuerpo corto, robusto, una cabeza profunda, un intestino voluminoso y enrollado; la flexión ocurre entre los 4.3 -5.3 mm de LS. Desde etapas tempranas se observa una cresta supraoccipital aserrada, espinas preoperculares y una diminuta espina posttemporal; los rayos de las aletas dorsal, anal y caudal se completan cerca de los 5.4 mm de LS. En etapas tempranas se observa una línea de pigmentos en la base de las aletas dorsal, anal y línea media lateral, la cantidad de pigmentos aumenta a medida que crece la larva; en larvas de 4 -8 mm de LS, la profundidad del cuerpo es menor al 45% de la LS, esta característica permite separar la especie de *C. hippos* y *C. latus* (McKenney *et al.*, 1958; Berry, 1959; Johnson, 1978; Fahay, 1983; Sánchez-Ramírez y Flores-Coto, 1993).

Ciclo 1990-1991. Fueron capturadas pocas larvas de la cojinuda negra en este ciclo; sólo se presentaron en mayo y junio en la estación cercana a la cresta arrecifal. El desove

posiblemente se presentó alrededor de estos meses en mar abierto, pero cercanos a la costa. Durante el ciclo 1992-1993 no se capturaron larvas de la especie.

***Caranx hippos* Linnaeus, 1766 "Cojinuda"**  
(Esquema 9c)

Peces que ocurren en aguas de la plataforma interna, en aguas salobres y frecuentemente río arriba; usualmente se mueve en cardúmenes, sin embargo los organismos más grandes tienden a volverse solitarios (Berry, 1959; Fischer, 1978; Johnson 1978). La cojinuda probablemente desova en aguas lejanas de la costa, los huevos y larvas son pelágicos y están asociados a corrientes oceánicas, que se encargan de la dispersión de las mismas (Berry, 1959; Flores-Coto y Sánchez-Ramírez, 1989).

No hay datos del huevo. La larva en etapas mayores de 4.5 mm de LS, presenta un cuerpo corto y profundo; se observa una cresta supraoccipital translúcida, así como fuertes y largas espinas preoperculares. Línea de pigmentos sobre la base de la aleta dorsal, anal y sobre la línea media lateral, esta pigmentación se incrementa con la talla del organismo; en tallas de 4-8 mm de LS, la profundidad del cuerpo es mayor que el 45% de LS y el cuerpo está parcialmente pigmentado, características que permiten separar la especie de *C. crysos* y de *C. latus* (Berry, 1959; Johnson, 1978; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983; Sánchez-Ramírez y Flores-Coto, 1993).

Ciclo 1992-1993. Sólo durante este ciclo fue posible registrar las larvas de la cojinuda en el mes de noviembre de 1992; su recolecta fue durante la mañana. Posiblemente el desove de la especie se presentó en el citado mes en aguas oceánicas y la presencia de sus larvas probablemente se debe al acarreo de las mismas por las corrientes.

***Caranx latus* Agassiz, 1829 "Jurel ojón"**  
(Esquema 9d)

Los adultos se presentan en cardúmenes pequeños alrededor de islas cercanas a la costa, a lo largo de playas arenosas en las áreas tropicales y ocasionalmente en la desembocadura de ríos (Berry, 1959; Fischer, 1978; Johnson, 1978); los desoves posiblemente se localizan en aguas de la plataforma externa de marzo a julio (Johnson, 1978).

No hay información sobre el huevo. Las características morfológicas son similares a *C. hippos*, sin embargo, la larva en tallas de 4 - 8 mm de LS, la profundidad del cuerpo es mayor que el 45% de LS y el cuerpo está parcialmente pigmentado, características que permiten separar a la especie de *C. crysos* y de *C. latus* (Berry, 1959; Johnson, 1978; Fahay, 1983, Sánchez-Ramírez y Flores-Coto, 1993).

Sólo fue registrada una larva durante el ciclo 1992-1993; capturada a las 03:00 h, en abril de 1993; posiblemente su desove se presentó en la zona marina y esté restringido alrededor de este mes.

***Caranx hippos / latus***

Larvas menores de 3.5 mm de LS, que presentan características morfoméricas y pigmentarias similares a las dos especies y que no fue posible su separación a estas tallas; sin embargo, las larvas se recolectaron en ambos hábitats del arrecife y en ambos ciclos de muestreo, por lo general durante la noche; se registraron intermitentemente en enero, abril y noviembre, siempre en bajas abundancias.

***Elagatis bippinulata* Quoy y Gaimard, 1824 "Macarela"**

(Esquema 9e)

Especie circuntropical que ocasionalmente se extiende hacia aguas templadas; está ampliamente distribuida, pero no es abundante. Los adultos usualmente se encuentran cerca de la superficie en aguas oceánicas, algunas veces lejos de la costa (Fischer, 1978; Johnson 1978). Los desoves se presentan todo el año probablemente en áreas lejanas a la costa. La larva es pelágica, a menudo asociada con *Sargassum* (Johnson, 1978; Ordóñez-López *et al.*, 1991).

No hay datos sobre el huevo. La larva recién eclosionada presenta una cabeza más profunda que la longitud del cuerpo y un hocico cóncavo; la flexión del urostilo ocurre después de 3.8 mm de LS y la metamorfosis después de 10 mm de LS. La profundidad de la cabeza se incrementa del 32% de la LS (3.8mm) a cerca de 35% de LS en larvas mayores de 5.5 mm que permanece en la etapa juvenil; se presenta una cresta supraoccipital ósea translúcida y espinas preoperculares y destacando una por su longitud y aserramiento, carece de cresta supraocular. Desde etapas menores a 3.8 mm se presenta una fuerte pigmentación sobre la línea dorsal, ventral y línea media lateral, que se incrementa sobre la parte lateral del cuerpo a partir de los 4.6 mm y muy densamente en tallas mayores de los 5.5 mm (Johnson, 1978; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Se presentó en baja abundancia en la estación cercana al arrecife; su recolecta fue por la tarde de enero a marzo. Posiblemente, el desove de esta especie se efectuó en este periodo en aguas oceánicas. No fueron capturadas larvas en el ciclo 1992-1993.

***Oligoplites saurus* Bloch y Schneider, 1801 "Zapatero"**

(Esquema 9f)

Carángido que habita en aguas cercanas a la costa, usualmente en playas arenosas, bahías y ensenadas, donde aparentemente prefiere las corrientes de marea; se les encuentran más a menudo en aguas turbias que en aguas claras y suelen tolerar bajas salinidades formando cardúmenes que se mueven temporalmente hacia aguas dulces (Fischer, 1978; Johnson, 1978). Los desoves se dan en aguas someras y cercanas a la costa, aparentemente desde principios de la primavera a mediados del verano por lo que los huevos (pelágicos) tienden a ser dispersados por las corrientes (Johnson, 1978).

Huevo esférico, con un diámetro de 0.87-0.88 mm, corión liso y un estrecho espacio perivitelino, el vitelo es amarillo brillante no segmentado, presenta un solo glóbulo de grasa en posición ventral con un diámetro de 0.33-0.34 mm. La larva eclosiona entre 1.9 a 2 mm de LS y presenta un cuerpo corto y delgado; en etapas mayores de los 3 mm se observa que carece de cresta supraoccipital y presenta espinas operculares destacando una central por su tamaño y aserramiento, así como una cresta supraocular. Desde etapas pequeñas se presenta una pigmentación uniforme en el cuerpo (excepto en el pedúnculo caudal), que conserva durante la etapa juvenil (Aprieto, 1974; Johnson, 1978; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Las larvas del zapatero fueron más abundantes cerca de la cresta arrecifal y se les encontró durante todo el año; sus mayores abundancias se presentaron en agosto y septiembre mientras que en la estación cercana a la playa se recolectó de agosto a noviembre; septiembre fue el mes con las mayores abundancias.

Ciclo 1992-1993. Al igual que en el ciclo anterior, la larva fue registrada casi en todo el año;

sus máximas abundancias estuvieron presentes en los meses de noviembre y diciembre. Las larvas fueron recolectadas tanto en el día como en la noche con mayor densidad de 21:00 a 03:00 horas.

El desove se presentó en áreas cercanas al sistema arrecifal y durante todo el año con dos meses importantes: agosto y septiembre.

***Selar crumenophthalmus* Bloch, 1793 "Ojotón"**  
(Esquema 9g)

Ampliamente distribuido en aguas marinas tropicales y subtropicales del Atlántico oeste; los adultos se encuentran en grandes o pequeños cardúmenes a menudo sobre el margen litoral y son comunes en arrecifes someros usualmente donde el agua es turbia (Fischer, 1978; Johnson, 1978). El desove de esta especie probablemente ocurre lejos de la costa, por lo que el huevo es pelágico y al igual que sus larvas, son dispersados por las corrientes marinas (Johnson, 1978; Flores-Coto y Sánchez-Ramírez, 1989).

Diámetro del huevo de 0.7mm, con un saco vitelino segmentado, el segmento más grande se encuentra hacia el centro del saco; presenta un solo glóbulo de grasa de 0.2 mm de diámetro de color amarillo, por general localizado en el extremo anterior del saco vitelino. La larva eclosiona cerca de los 1.3 mm de LS; en tallas mayores a 3.5 mm de LS la profundidad del cuerpo es menor que el 40% de la LS. Presenta numerosas espinas operculares, no presenta una cresta supraocular y la pigmentación dorsal inicia en la cresta supraoccipital, pigmentos ventrolaterales arreglados en dirección a los mioséptos y los dorsolaterales sin arreglo alguno (Johnson, 1978; Moser *et al.*, 1984; Sánchez-Ramírez y Flores-Coto, 1993; Ordóñez-López *et al.*, 1991).

Ciclo 1992-1993. Fue una larva poco frecuente y su captura se restringió a los meses de enero, marzo, agosto y septiembre. Aunque fue recolectada en todo el ciclo dial, sus más altas abundancias se presentaron a la medianoche. Durante el ciclo 90-91 no se capturaron larvas de esta especie.

El desove se presentó en gran parte del año, pero con mayor intensidad en agosto, y debido a su escasez, posiblemente se presentó en áreas lejanas al arrecife.

***Selene vomer* Linnaeus 1758 "Jorobado" o "Papelillo"**  
(Esquema 9h)

Estos organismos habitan las aguas costeras someras, usualmente sobre fondos rocosos y arenosos, a menudo alrededor de pilares y puentes. Los adultos son comunes al mediodía en las costas arenosas; se presenta en cardúmenes pequeños, generalmente cercanos al fondo (Fischer, 1978; Johnson, 1978). Es posible que dentro del Golfo de México el desove ocurra en un corto periodo (agosto), en donde las corrientes son la vía de dispersión de huevos y larvas (Johnson, 1978; Flores-Coto y Sánchez-Ramírez, 1989; Ordóñez-López *et al.*, 1991).

La larva eclosiona en tallas mayores de 2.5 mm de LS y presenta un cuerpo corto y cabeza muy profunda; esta profundidad del cuerpo se incrementa de 32% de LS (2.5 mm) a un 96% de LS en tallas cercanas a los 23.9 mm de LS. Desde tallas pequeñas, exhibe las primeras espinas y rayos de las aletas pélvicas notoriamente desarrollados, cresta supraoccipital presente y numerosas espinas preoperculares; la flexión del urostilo ocurre entre los 4 - 5.4 mm de LS, pocos pigmentos sobre la línea media dorsal, línea media lateral y ventrolaterales. Pigmentos sobre la aleta pélvica desde tallas menores de 3.3 mm (Aprieto,

1974; Johnson, 1978; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. Solo dos larvas de *S. vomer* fueron capturadas, una en cada hábitat del arrecife durante el mes de abril de 1991; el desove posiblemente sea más extenso temporalmente, pero en áreas netamente oceánicas. No se registró capturas de larvas en el ciclo 1992-1993.

***Seriola rivoliana*** Valenciennes, 1833 "Medregal limón"  
(Esquema 9i)

Especie circuntropical en aguas marinas, entrando a aguas templadas en algunas áreas; los adultos son pelágicos y epibénticos, posiblemente más oceánicos que otras especies de *Seriola*, y raramente se dan en aguas cercanas a la costa; los juveniles parecen usar el sargazo como refugio (Fischer, 1978; Johnson, 1978). El desove probablemente se presenta en la zona oceánica en primavera, verano y durante el periodo de lluvias (Johnson, 1978).

No hay información del huevo. La larva presenta un cuerpo corto y robusto, con cabeza larga, hocico cóncavo; presenta numerosas espinas preoperculares y postemporales, así como cresta supraocular; carece de cresta supraoccipital. Desde etapas tempranas, se observa una fuerte línea de pigmentos sobre el margen dorsal, ventral y línea media lateral; esta pigmentación aumenta homogéneamente en todo el cuerpo en etapas mayores de 5.4 mm de LS, siendo densa en tallas de 9.5 mm de LS. La larva de *S. rivoliana* es similar a *E. bippinulata* y *S. zonata*, sin embargo, la larva de la *E. bippinulata* carece de una cresta supraocular, mientras que la larva de *S. zonata* tiene un cuerpo menos profundo en comparación con la larva del medregal limón.

Ciclo 1990-1991. Un ejemplar de la especie fue identificado en el mes de mayo, cerca de la cresta arrecifal; el desove posiblemente se presentó lejos de la costa y sus larvas pudieron ser transportadas cerca del arrecife por las corrientes oceánicas. No hubo captura de larvas el siguiente ciclo.

***Trachinotus carolinus*** Linnaeus, 1766 "Pámpano amarillo"  
(Esquema 10a)

Los adultos abundan a lo largo de playas arenosas, a menudo movilizándose en ensenadas y bahías arenosas; usualmente se encuentran en aguas someras en profundidades de hasta 40 m; generalmente se encuentran formando cardúmenes y pueden moverse localmente con los cambios de marea (Fischer, 1978; Johnson, 1978). El desove probablemente ocurra lejos de la costa y la larva (pelágica) sea transportada por las corrientes hacia la plataforma continental (Johnson, 1978).

El diámetro promedio del huevo sin fertilizar, es de 0.7 mm con un saco vitelino grande y un espacio perivitelino estrecho; presenta una gotita de grasa (Johnson, 1978). La larva en tallas mayores de 5 mm, presenta un cuerpo corto y robusto, la cabeza es profunda y presenta varias espinas operculares, postemporales y una cresta supraocular baja, larga y aserrada, no presenta una cresta supraoccipital. Las aletas se completan entre los 5-7 mm de LS. Pocos pigmentos en el cuerpo y más densamente en tallas mayores de 6 mm de LS. Otros datos merísticos son: V-VI, I, 22-27 en la aleta dorsal y II, I, 20-23 en la aleta anal (Fields, 1962; Johnson, 1978; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1992-1993. La única larva identificada fue recolectada en el mes de diciembre de 1992 después de la medianoche; el desove probablemente se presentó en aguas lejos de la costa, durante los últimos meses del año.

### 31. Familia Lutjanidae

Peces marinos que en el Atlántico tropical oeste están representados por seis géneros y 19 especies de pargos (Fischer, 1978; Richards, *et al.*, 1994).

#### *Lutjanus analis* Cuvier y Valenciennes, 1828 "Pargo criollo" (Esquema 10b)

Peces que comúnmente se encuentran lejos de la costa, así como alrededor de arrecifes coralinos y áreas rocosas; cerca de la costa se encuentran en ciénagas, bahías protegidas con márgenes de manglar, camas de pastos marinos y ocasionalmente en aguas salobres (Fischer, 1978; Hardy, 1978b). Los desoves se presentan desde febrero a agosto en aguas lejanas de la costa (Allen, 1985).

No hay datos sobre el huevo. La larvas mayores de 7.3 mm de LS, presentan un cuerpo corto, robusto y un intestino corto y voluminoso; las espinas y rayos se encuentran totalmente desarrollados. La larva se caracteriza por presentar fuertes espinas preoperculares y postemporales, así como una fuerte y larga espina dorsal y otra pélvica; sólo se distinguen tres pigmentos ventrales en el tronco caudal y un pigmento interno sobre el urostilo (>5.8 mm). Otros datos merísticos de las aletas son, dorsal: X, 14; anal: III, 7-9 (7), pectoral: 15-17(16), pélvica I, 5 (Miller y Jorgenson, 1973; Hardy, 1978b; Richards *et al.*, 1994).

Ciclo 1990-1991. Las larvas del pargo criollo fueron capturadas en ambos sitios de estudio; los ejemplares se registraron durante el mes de septiembre, tanto en la estación cercana al arrecife como de la playa.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo las larvas fueron registradas en junio y julio; sus recolectas se efectuaron en el transcurso de la tarde a la noche.

El desove del pargo criollo posiblemente se presentó en aguas oceánicas cerca de la costa, de junio a septiembre, con un máximo en el mes de julio.

#### *Lutjanus griseus* Linnaeus, 1758 "Pargo mulato" (Esquema 10c)

Los pargos de esta especie ocupan una amplia variedad de hábitats; se encuentran en aguas marinas, canales profundos y alrededor de arrecifes coralinos; también se encuentran en ciénagas, pantanos y estuarios y algunas veces entre raíces de mangle en aguas someras (Fischer, 1978; Hardy, 1978b). Esta especie posiblemente desova mar adentro y posiblemente en la zona externa de los arrecifes durante el verano y en luna llena (Hardy, 1978b; Allen, 1985); tanto el huevo como la larva son demersales y su presencia cerca de la costa puede deberse al transporte de las corrientes de mar adentro hacia la zona litoral.

Huevo ovárico con un diámetro de 0.4 mm. Las larvas son morfológicamente semejantes a *L. analis*; presenta varios pigmentos ventrales en el pedúnculo caudal, así como un pigmento al inicio de la base de la segunda aleta dorsal y carece del pigmento dorsal en el pedúnculo caudal. Otras diferencias estriban en los conteos merísticos, como son, aleta dorsal: X, 14; anal: III, 7-8; pectoral: 15-17 y pélvica I, 5 (Miller y Jorgenson, 1973; Hardy, 1978b; Wang y Kernehan, 1979; Allen, 1985; Richards *et al.*, 1994).

Ciclo 1990-1991. Se capturó en mayor abundancia en la estación ubicada en la playa; particularmente, su recolecta fue en abril y agosto cerca de la cresta, y en la estación de playa en septiembre y diciembre.

Ciclo 1992-1993. Las larva de la especie presentaron una distribución temporal poco frecuente e intermitente, sus máximas abundancias se presentaron en junio. Las capturas ocurrieron tanto de día como de noche, con mayor abundancia de 21:00 a 24:00 h.

El desove se presentó todo el año, posiblemente en aguas lejos de la costa, con mayor intensidad en el mes de junio.

***Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758 "Villajaiba" o "Rubia"**  
(Esquema 10d)

Los ejemplares de esta especie pueden ser encontrados en cualquier tipo de fondo, más frecuentemente en arrecifes de coral, así como en blanquiales y camas de pasto; se les localiza desde aguas someras hasta profundidades de 400 metros. Por lo general, forman grandes cardúmenes, especialmente si se encuentran en periodos de desove (Fischer, 1978; Allen, 1985); los desoves de esta especie al igual que la anterior, posiblemente ocurran en aguas abiertas (Allen, 1985).

La descripción de la larva de *L. synagris* es parecida a las especies anteriores de lutjánidos; presenta de tres a cuatro pequeños pigmentos ventrales y un pigmento dorsal en el pedúnculo caudal (>4.6 mm). Su determinación se basó en los conteos merísticos de sus aletas, dorsal: X, 11-13(12); anal: III, 8, pectoral: 15-16, pélvica I, 5 (Miller y Jorgenson, 1973; Hardy, 1978b; Allen, 1985; Richards *et al.*, 1994).

Ciclo 1990-1991. Fue recolectada solamente una larva de la villajaiba al atardecer en la estación cercana a la cresta arrecifal, durante el mes de septiembre; es posible que el desove se halla presentado en aguas oceánicas alrededor del mes de septiembre.

***Ocyurus chrysurus* Bloch, 1791 "Rabirrubia"**  
(Esquema 10e)

Organismos presentes en aguas costeras, predominando cerca de los arrecifes coralinos; pueden encontrarse a profundidades de 10 a 70 metros. Generalmente, la rabirrubia forma agregaciones, y en su etapa juvenil, se le localiza sobre el pasto marino, así como también en fondos arenosos, fangosos y rocosos (Fischer, 1978; Hardy, 1978b). La reproducción de esta especie ocurre en gran parte del año, posiblemente en mar abierto, con picos de enero a abril y de agosto a octubre (Allen, 1985).

No se cuenta con información del huevo. Las características morfológicas de la larva de la rabirrubia son análogas a las especies anteriores; su determinación estuvo basada en los datos merísticos de sus apéndices, aleta dorsal: X, 12-14(13); anal: III, 8-9(8); pectoral: 15-17 (17) y pélvica I, 5 (Miller y Jorgenson, 1973; Hardy, 1978b; Richards *et al.*, 1994; Richards, inédito).

Ciclo 1992-1993. Especie que presentó baja abundancia, sus larvas fueron recolectadas en los meses de agosto y septiembre a las 12:00 y 24:00 en un ciclo dial.

Temporalmente, el desove estuvo restringido a dos meses (agosto y septiembre) y pudo haber ocurrido lejos del arrecife.

### 32. Familia Gerreidae

Cinco géneros y 12 especies de géreidos habitan en el Atlántico tropical oeste, siendo los géneros *Eucinostomus* y *Eugerrres* los que presentan el mayor número de especies (Fischer,

1978); asimismo, la especie *Eucinostomus argenteus* fue la tercera especie más abundante del presente estudio.

***Eucinostomus argenteus*** Baird y Girard, 1855 "Mojarra plateada"  
(Esquema 10f)

Los adultos y juveniles son eurihalinos, a menudo son encontrados sobre fondos planos de tipo arenoso y someros, parece que se diferencian ecológicamente de *E. gula*, ya que muestran una considerable penetración hacia pantanos, sin embargo, los adultos más grandes prefieren aguas alejadas de la costa en condiciones más marinas y de mayor profundidad (Fischer, 1978; Johnson, 1978). Probablemente los desoves se dan lejos de la costa (Johnson, 1978).

No hay información del huevo. En etapas mayores de 8 mm de LS, la larva presenta un cuerpo largo, poco profundo y un tracto digestivo corto; las aletas dorsal, anal, pectoral y pélvica están totalmente formadas. Presenta diversos pigmentos sobre la cabeza (carácter que los diferencia de los hemúlidos), se observa una línea de pigmentos sobre la zona media dorsal y ventral hacia el último tercio del cuerpo; particularmente, tiene dos pigmentos sobre el dorso del pedúnculo caudal, el número y la secuencia de aparición de los pigmentos sobre la línea dorsal del cuerpo posiblemente sean un carácter secundario para la determinación de las especies. Otros datos merísticos importantes son: IX, 10 en la aleta dorsal y III, 7 en la aleta anal (Miller y Jorgenson, 1973; Wang y Kernehan, 1979; Powell y Greene, 2000)

Ciclo 1990-1991. Las larvas de este gerréido fueron muy abundantes en ambas estaciones de muestreo; en la estación cercana a la cresta se recolectaron de marzo a septiembre y en este último mes fue cuando se registró la más alta concentración larval; mientras, en la estación de playa se presentó de abril a diciembre y las mayores abundancias se registraron de abril a junio.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo las larvas fueron muy frecuentes y sólo en el mes de enero no fue recolectada; las mayores concentraciones de larvas fueron en agosto y septiembre. Los ejemplares se capturaron tanto en el día como en la noche, sus más altas densidades fueron en el transcurso de la noche.

La mojarra plateada desova todo el año, con mayor intensidad de agosto a noviembre; es posible que los sitios de la reproducción ocurran en las zonas protegidas del arrecife.

***Eucinostomus gula*** Quoy y Gaimard, 1855 "Mojarra de río"  
(Esquema 10g)

Los adultos de esta especie se localizan en aguas someras a lo largo de la costa, algunas veces hacia aguas salobres; parecen preferir fondos arenosos de aguas claras, pero también han sido observados en lagunas de fondos fangosos y líneas de manglar (Fischer, 1978; Johnson, 1978). Esta especie desova posiblemente lejos de la costa, hacia el final del invierno y principios de la primavera (Johnson, 1978).

No hay información del huevo. La larva es casi semejante a *E. argenteus*, pero posiblemente el número de pigmentos (4) sobre el dorso en el último tercio del cuerpo, pueda ser un rasgo que permita determinarla; otros rasgos merísticos son: IX, 10 aleta dorsal y II-III, 7-8 anal (Miller y Jorgenson, 1973; Powell y Greene, 2000).

Ciclo 1990-1991. Las etapas tempranas de esta especie fueron comunes en ambas estaciones, con mayor abundancia hacia el área del arrecife. Las larvas se recolectaron de

abril a septiembre; en este último mes se observaron las mayores abundancias de la especie cerca de la cresta. En la estación de playa, las larvas fueron registradas de marzo a septiembre, siendo en el mes de junio cuando se concentró la mayor densidad larval.

Ciclo 1992-1993. De junio a febrero fueron los meses en que se capturaron las larvas de la mojarra de río, y durante noviembre se registró la mayor abundancia del ciclo; las larvas fueron recolectadas en todo el ciclo nictemeral, presentando sus mayores densidades durante la mañana.

La presencia de larvas en casi todo el esfuerzo de estudio, sugiere que la especie desova todo el año, pero preferentemente de julio a noviembre; estos desoves pueden estar ocurriendo en la parte interna del arrecife.

***Eucinostomus* sp3 "Mojarra"**  
(Esquema 10h)

Las características morfológicas y merísticas de estos ejemplares, son parecidas a las dos especies anteriores, sin embargo, la presencia de tres pigmentos sobre el dorso del pedúnculo caudal podría ser una peculiaridad que distingue a estas larvas.

Ciclo 1990-1991. En la estación ubicada cerca de la cresta arrecifal, las larvas de esta especie fueron recolectadas de febrero a septiembre, con un pico en septiembre, mientras que en la estación de la playa, prácticamente se presentaron todo el año con altas abundancias de abril a junio.

Ciclo 1992-1993. La larva de *Eucinostomus* sp3 fueron recolectadas en ocho de los diez meses de captura, destacándose el mes de noviembre por sus altas abundancias de la especie. Las larvas fueron comunes tanto en el día como en la noche, con un incremento en su abundancia hacia las 15:00 h. Los desoves fueron continuos durante el año de muestreo presentando dos picos: uno en mayo y el segundo en noviembre; la reproducción de la especie posiblemente ocurre dentro del sistema arrecifal.

***Gerres* cf. *cinereus* Walbaum, 1792 "Mojarra plateada"**  
(Esquema 10i)

Habitante de aguas costeras y someras, especialmente de fondos planos, arenosos y fangosos, y común en áreas de arrecifes coralinos. Se les ha capturado dentro de bahías y lagunas costeras con márgenes de manglar, así como en áreas con aguas salobres y ocasionalmente en aguas dulces (Fischer, 1978). Es probable que los desoves se presenten en aguas lejanas a la costa y que tanto sus huevos como larvas sean transportados a zonas costeras por las corrientes marinas.

Se carece de datos del desarrollo del huevo. La larva presenta un cuerpo largo, profundo y con un intestino corto y robusto. En etapas mayores de 8 mm de LS las espinas y rayos están completos en todas las aletas. Las larvas de esta especie, a diferencia de *Eucinostomus*, presenta un cuerpo ligeramente más profundo; presenta diversos pigmentos sobre la cabeza, base de la aleta caudal y sobre la línea media ventral; carece de los mismos sobre la línea dorsal (Powell y Greene, 2000).

Ciclo 1990-1991. Durante este ciclo de muestreos, las larvas de la mojarra plateada fueron recolectadas solamente en la estación cercana a la playa, con bajas abundancias en septiembre y diciembre.

Ciclo 1992-1993. Ciclo caracterizado por la baja abundancia de larvas en el año; capturándose sólo en los meses de marzo, mayo y noviembre. Su presencia se registró especialmente en los arrastres diurnos.

Es probable que el desove ocurra continuamente, pero más intensamente hacia los últimos meses del año y dentro del arrecife.

**Gerres sp2 "Mojarra"**  
(Esquema 11a)

Estas larvas son semejantes a *G. cinereus*, y sólo se distinguen de la anterior por carecer de pigmentos sobre la línea dorsal y ventral del cuerpo. Sin embargo, presenta tenues pigmentos lateroventrales y laterodorsales.

Ciclo 1990-1991. Durante este ciclo, sólo un ejemplar de *Gerres* sp2 fue recolectado; esto en el mes de abril en la estación cercana al arrecife. Posiblemente, el desove se presentó durante el mes de abril, en la zona protegida del arrecife.

### 33. Familia Haemulidae

Familia integrada por seis géneros y unas 23 especies de peces en el Atlántico tropical oeste (Fischer, 1978; Lindenman, 1986; Randall, 1983). Cabe mencionar que *Haemulon* sp1, fue la quinta especie más abundante del ictioplancton recolectado.

***Haemulon aurolineatum* Cuvier, 1829 "Ronco"**  
(Esquema 11b)

Los adultos son muy frecuentes en aguas abiertas, así como en los pastizales; son comunes alrededor de los arrecifes cercanos a la costa, pero también frecuentes sobre sustratos arenosos y rocosos (Fischer, 1978; Johnson, 1978). Los roncós probablemente desovan todo el año, pero con mayor intensidad alrededor de mayo, posiblemente lejos de la costa (Johnson, 1978).

En etapas mayores de 8 mm de LS, la larva presenta un cuerpo largo, robusto y un tracto digestivo corto; presenta una línea de pigmentos sobre la parte ventral, así como tenues pigmentos internos sobre la línea media lateral, y en dirección de los mioséptos. Además presenta una aglomeración de pequeños pigmentos sobre la porción media del pedúnculo caudal; carece de pigmentos sobre la cabeza (carácter que los distingue de los gerréidos). Aleta dorsal: XIII- XIV, 14-15; anal: III, 9 y pectoral: 17-18 (Lindenman, 1986; Miller y Jorgenson, 1973).

Ciclo 1990-1991. Especie más abundante cerca de la playa, particularmente en la estación cercana a la cresta arrecifal. Las larvas se recolectaron de septiembre a noviembre, con una máxima concentración en el mes de diciembre. Asimismo, en la estación de playa, las larvas fueron capturadas en ocho de los 12 meses estudiados con las más altas abundancias en septiembre.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo, las larvas presentaron bajas abundancias y sólo ocurrieron en los meses de mayo y noviembre. Las larvas fueron recolectadas durante todo el ciclo dial, en mayor abundancia después de la medianoche.

La especie desovó continuamente a lo largo del año, pero preferentemente de septiembre a noviembre; es posible que la reproducción se haya presentado en áreas internas del arrecife.

***Haemulon plumieri*** Lacépede, 1802 "Burro" o "Boquilla"  
(Esquema 11c)

Especie costera, que habita frecuentemente en la zona externa de los sistemas coralinos aunque también puede presentarse en camas de pastos, sobre pisos arenosos, fangosos y ocasionalmente en lagunas con riveras de manglar (Fischer, 1978; Johnson, 1978). El desove ocurre en zonas rocosas de marzo a septiembre con picos en mayo y abril; a su vez, los huevos y las larvas son dispersadas por corrientes litorales a zonas pelágicas.

La larva eclosiona a tallas de 2.7 mm de LS y presenta un cuerpo largo, delgado y un intestino menor del 50% de la LS; la flexión ocurre alrededor de los 4.8 mm de LS. En etapas mayores de 9 mm se han formado las espinas y rayos de todas las aletas, presenta pigmentos sobre la línea media ventral y media lateral, así como un pigmento sobre la base de la aleta caudal. Otros rasgos taxonómicos presentes son, aleta dorsal: XII, 15-17 y anal: III, 9, pectoral: 17 (Miller y Jorgenson, 1973).

Ciclo 1992-1993. Solamente un larva de *H. plumieri* fue capturada durante el mes de septiembre de 1992 a las 24:00 hrs. Es posible que el desove haya presentado alrededor de este mes en áreas expuestas del arrecife.

***Haemulon* sp1** "Ronco"  
(Esquema 11d)

Las características morfológicas de estas larvas son parecidas a las dos especies anteriores, y sólo se diferencian por carecer de pigmentos internos sobre la línea media lateral y únicamente se presentan sobre la zona ventral.

Ciclo 1990-1991. Las larvas de esta especie se presentaron con altas abundancias en ambos sitios de estudio registrándose durante todo el año, particularmente con altas densidades en el mes de abril en la estación cercana a la cresta, y septiembre en el sitio de playa.

Ciclo 1992-1993. Las larvas fueron abundantes durante todo el ciclo estudiado con picos en junio y noviembre. Se recolectaron durante todo el ciclo nictemeral, en mayor cantidad al anochecer.

La frecuente recolecta de larvas durante el año, indicó que el desove es continuo y que éste posiblemente se presentó en áreas protegidas del arrecife.

***Haemulon* sp2** "Ronco"  
(Esquema 11e)

Larvas afines a las especies anteriores; se distinguen de las demás por presentar sólo pigmentos internos sobre la línea media lateral y ventral.

Ciclo 1990-1991. Durante este ciclo fue posible recolectar las larvas en ambas estaciones dentro del sistema arrecifal, aunque de manera poco frecuente. Particularmente, en la estación ubicada cerca de la cresta, las larvas fueron registradas de abril a septiembre, siendo en este último mes cuando se presentaron las mayores concentraciones; cerca de la playa sólo fueron registradas en los meses de abril y septiembre, por lo general en bajas abundancias.

Ciclo 1992-1993. A través del segundo ciclo de recolectas, las larvas de *Haemulon* sp2 fueron recolectadas intermitentemente a través del año con sus mayores abundancias

durante el mes de noviembre. Fue recolectada frecuentemente a lo largo del ciclo dial con las mayores abundancias al amanecer y anochecer.

Posiblemente sea en las áreas internas del arrecife en donde se presentó el desove de la especie, el cual se llevó a cabo durante todo el año y en dos momentos de mayor intensidad: julio y noviembre.

***Haemulon* sp3 "Ronco"**  
(Esquema 11f)

Larvas con morfología parecida al resto de los hemúlidos, con la distinción de que presentan sólo pigmentos internos sobre la línea media ventral y un pigmento sobre la base de la aleta caudal.

Ciclo 1990-1991. Las larvas de *Haemulon* sp3 fueron recolectadas en ambos sitios de trabajo, pero con mayor abundancia cerca de la cresta arrecifal; en este mismo sitio, las larvas fueron registradas de enero a octubre (septiembre fue el mes de mayor abundancia larval), mientras que en la estación de la playa, las larvas estuvieron presentes de abril a octubre y la más alta concentración de larvas recolectadas se presentó en septiembre.

Ciclo 1992-1993. En este ciclo las larvas fueron capturadas de manera heterogénea a través del año, con dos picos de abundancia larval: junio y noviembre. En el estudio nocturno, las mayores concentraciones de la especie se observaron de las 21:00 a las 24:00 hr. Los desoves de *Haemulon* sp3 fueron continuos a lo largo del año, con un pico de julio a septiembre; posiblemente estos desoves se presentaron dentro del arrecife.

### 34. Familia Sparidae

Familia representada por ocho géneros y 16 especies en el Atlántico tropical oeste (Fischer, 1978).

***Archosargus probatocephalus* Walbaum, 1792 "Sargo"**  
(Esquema 11i)

Organismos que habitan cerca del fondo, frecuentemente en aguas someras fangosas y camas de ostiones, particularmente alrededor de ensenadas; también son frecuentes en muelles, rompeolas y escombros de naufragios, no forman cardúmenes, pero sí agregaciones para alimentarse (Fischer, 1978; Johnson, 1978). La especie probablemente se encuentra lejos de la costa durante la primavera; tanto el huevo como la larva son pelágicos y son transportados a los sistemas costeros por las corrientes marinas.

Huevo esférico y flotante, con un diámetro de 0.8 mm y corion transparente. La larva eclosiona cerca de 2.0 mm de LS; la larva presenta un cuerpo corto y robusto, con un hocico cóncavo, la flexión ocurre después de los 6.0 mm de LS; en tallas mayores de 7.5 mm, las espinas y radios se han completado, en tallas menores de los 6 mm sólo se observan varios pigmentos sobre la zona ventral del tracto digestivo, apareciendo posteriormente sobre la zona lateroventral y laterodorsal y algunos sobre la cabeza. Otros datos merísticos, son miómeros: 24, Aleta dorsal: XII, 10-12, anal: III, 9-10, pectoral: 15-17, pélvica: I, 5. (Miller y Jorgenson, 1973; Johnson, 1978; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. El único ejemplar obtenido, fue recolectado durante el mes de diciembre en la estación cercana a la cresta arrecifal.

Ciclo 1992-1993. Los ejemplares del sargo, solo fueron recolectados en los meses de mayo y noviembre: una larva a las 03:00 y dos a las 18 horas.

Posiblemente el desove haya ocurrido en zonas internas del arrecife de mayo a diciembre.

### 35. Familia Sciaenidae

Son 22 géneros y unas 58 especies de esta familia los que habitan en el Atlántico tropical oeste (Fischer, 1978; Ditty y Shaw, 1994). En el presente estudio sólo se determinaron dos especies.

#### *Odontoscion dentex* Cuvier, 1830 "Roncador de arrecife" (Esquema 11g)

Habitante de fondos arenosos y fangosos en aguas costeras someras; también se le localiza en arrecifes coralinos (Fischer, 1978).

En etapas mayores de 4.3 mm, la larva presenta un cuerpo corto, robusto y cabeza muy profunda; el intestino es corto y voluminoso; presenta pequeñas espinas operculares y se observa un espacio entre el ano y la base de la aleta anal. Las aletas se completan después de los 6 mm de LS; presenta diversos pigmentos sobre la cabeza y línea ventral; los caracteres utilizados para su determinación son las fórmulas de los apéndices, mióm: 12+13; aletas dorsal: XII-XIII, 22-27 y anal: II, 8-10; pectoral: 13-15 (Miller y Jorgenson, 1973; Hoese y Moore, 1998; Ditty y Shaw, 1994).

Ciclo 1990-1991. Larvas poco frecuentes durante el año, ya que sólo se registraron en abril y mayo de 1991, en la estación cercana a la cresta arrecifal.

Ciclo 1992-1993. En este periodo de estudio solamente fue capturada una larva del roncador de arrecife, lo cual se presentó en el mes de marzo por la mañana.

El desove de *O. dentex* se restringió a principios del año (febrero a abril), posiblemente cerca del sistema arrecifal de Puerto Morelos.

#### *Umbrina coroides* Cuvier, 1830 "Tambor de arena" (Esquema 11h)

Organismo común en las playas arenosas; ocasionalmente pueden encontrarse en arrecifes coralinos, así como también en los fondos fangosos de estuarios (Fischer, 1978; Powles y Stender, 1978; Böhlke y Chaplin, 1993).

Las larvas de *U. coroides* son raras en las capturas (Powles y Stender, 1978), aunque son morfológicamente similares al roncador de arrecife; su determinación se basó en caracteres merísticos, mióm: 11+14; dorsal: XI, 27-29, anal: II, 6 y pectoral: 17(16-18) (Hoese y Moore, 1998; Ditty y Shaw, 1994).

Ciclo 1990-1991. Especie representada en el área de estudio por sólo dos ejemplares, una en cada hábitat del arrecife; durante el mes de junio fue recolectada una larva en la estación cercana a la cresta, y la otra en agosto en la estación ubicada en la playa. Posiblemente, el periodo comprendido entre junio y agosto fue el momento de reproducción de la especie, en áreas protegidas del arrecife. No fue capturada en el siguiente ciclo.

### 36. Familia Chaetodontidae

Peces de aguas tropicales costeras comunes en sistemas arrecifales; en el Atlántico tropical oeste se conocen un género y siete especies (Hoese y Moore, 1998; Fischer, 1978).

***Chaetodon capistratus*** Linnaeus, 1758 "Pez mariposa"  
(Esquema 12a)

Los adultos son comunes entre los arrecifes de coral y áreas rocosas (Fritzsche, 1978; Hoese y Moore, 1998). Los desoves de esta especie posiblemente ocurran dentro de los canales del complejo sistema arrecifal.

La larva de esta especie presenta un cuerpo corto, robusto y un tracto digestivo corto y voluminoso. La larva (10 mm de LS) se caracteriza porque la cabeza está conformada por diversas placas óseas; la placa del opérculo forma un alargamiento en forma de una espina roma, además de una fuerte espina pélvica. Presenta tenues pigmentos sobre la línea dorsal y ventral; otros rasgos merísticos utilizados en su determinación fueron aleta dorsal: XIII, 19-20 y aleta anal: III, 16-17 (Miller y Jorgenson, 1973; Hoese y Moore, 1998; Wang y Kernehan, 1979).

Ciclo 1992-1993. La única larva del pez mariposa fue recolectada a las 03:00 horas, durante el mes de abril. Posiblemente, el desove de la especie esté restringido al mes de captura y es probable que la reproducción ocurra en la parte externa del arrecife.

### 37. Familia Pomacanthidae

En el área del Atlántico tropical oeste, ocurren tres géneros y siete especies de peces pertenecientes a esta familia (Hoese y Moore, 1998; Fischer, 1978).

***Pomacanthus paru*** Bloch, 1787 "Gallineta negra" o "Pez ángel"  
(Esquema 12b)

La "gallineta negra" habita usualmente en aguas arrecifales someras (Hoese y Moore, 1998; Fischer, 1978).

No hay información sobre el huevo. El ejemplar recolectado presentó un cuerpo corto y muy profundo, tracto digestivo corto y voluminoso, espinas y rayos completos. El cuerpo está densamente pigmentado. Los caracteres utilizados para su determinación fueron aleta dorsal: IX-X (IX), 29-30, anal: III, 22-24 y pélvica: I, 18 (Hoese y Moore, 1998).

Ciclo 1990-1991. El único ejemplar fue recolectado cerca del arrecife durante el mes de enero. Es probable que el desove haya ocurrido fuera del arrecife a principios del año.

### 38. Familia Kyphosidae

Peces de aguas tropicales, en el Atlántico oeste únicamente se presentan un género y dos especies: *Kyphosus incisor* y *K. sectatrix* (Fischer, 1978; Johnson, 1978), siendo la primera especie la más abundante dentro de la familia.

***Kyphosus incisor*** Cuvier, 1831 "Chopa amarilla"  
(Esquema 12c)

Esta especie habita en los fondos rocosos de los arrecifes, menos frecuentemente entre el sargazo flotante; la chopo amarilla por lo general, se encuentra en aguas someras, a menudo formando cardúmenes (Fisher, 1978; Johnson, 1978); los desoves se dan durante todo el año y muy probablemente la mayoría ocurra en primavera y verano (Johnson, 1978).

El diámetro del huevo ovárico varía de 0.07- 0.1mm. En larvas mayores de 8.5 mm de LS, la larva presenta un cuerpo corto y profundo, el intestino es corto y voluminoso; presenta muy pequeñas espinas preoperculares, las aletas están completamente desarrolladas. Además, presenta una pigmentación homogénea en todo el cuerpo, pero más densamente sobre la

porción laterodorsal. Otros rasgos utilizados en su determinación son, aleta dorsal: IX-XII, 13-15(14); anal: III, 12-13(13); pectoral: 18-19(19) y pélvica: I, 5. (Miller y Jorgenson, 1973; Johnson, 1978).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de esta especie fueron recolectadas en ambos sitios de estudio; fue más abundante en la estación cercana a la cresta, en donde se registró de diciembre a agosto mientras que en la estación de playa, la larva fue escasa y sólo fue capturada en tres meses: abril, junio y septiembre, con densidades semejantes.

Ciclo 1992-1993. La captura de la larva de esta especie fue escasa a lo largo del año, registrándose sólo en agosto y septiembre; asimismo, se recolectó en el transcurso de la mañana (6:00-9:00 h).

***Kyphosus sectatrix*** Linnaeus, 1758 "Chopa blanca"  
(Esquema 12d)

El hábitat de esta especie son las aguas someras de los arrecifes coralinos, de los pastos marinos y de los fondos rocosos y arenosos; forman cardúmenes, observados en ocasiones a profundidades mayores a los cinco metros. Al igual que *K. incisor*, se presenta entre el sargazo flotante (Fisher, 1978; Johnson, 1978). El desove ocurre probablemente a lo largo o en gran parte del año (Johnson, 1978).

No se tiene información del huevo. Los rasgos morfológicos son similares a *K. incisor*; esta especie también presentó una pigmentación homogénea en todo el cuerpo, y la correspondiente a la porción laterodorsal es menos densa en comparación con *K. incisor*. Otras características merísticas útiles son aleta dorsal: X-XI, 11-13 (12); anal: III, 10-12(11); pectoral: 17-19(18) y pélvica: I, 5 (Miller y Jorgenson, 1973; Johnson, 1978).

Ciclo 1990-1991. Durante este ciclo solamente una larva de la chopa blanca fue recolectada en el mes de septiembre en la estación de playa.

Ciclo 1992-1993. Al igual que el ciclo anterior, el único ejemplar encontrado fue capturado durante el mes de noviembre a las 15:00 h. El desove de la especie posiblemente se presentó en el lado expuesto del arrecife entre septiembre y noviembre.

### 39. Familia Pomacentridae

En el Atlántico tropical oeste, los pomacéntridos están representados por cuatro géneros y 20 especies (Fischer, 1978). En el presente estudio sólo fue determinada la larva de *Abudefduf saxatilis*.

***Abudefduf saxatilis*** Linnaeus, 1758 "Chopa"  
(Esquema 12e)

Estos organismos se encuentran en un amplio espectro de hábitats: pastizales, corales, fondos arenosos, zonas rocosas, pozas de marea y alrededor de pilares de muelles y sólo se congregan para alimentarse (Fischer, 1978; Fritzsche, 1978). La hembra de la chopa deposita los huevos en "nidos", los cuales el macho suele preparar y vigilar; estos "nidos" se localizan en rocas, naufragios, pilares de muelle, alrededor de rocas emergidas y sobre una gran variedad de fondos con detritus y escombros (Fritzsche, 1978).

El huevo es elíptico de color rojo o rosa, tiene un diámetro de 0.8-0.9 mm; el corion está adornado por filamentos que permiten adherirse al sustrato o entre ellos, el vitelo es de color rojo amatista; tiene un sólo glóbulo de grasa grande rodeado por uno o dos más pequeños,

presenta un espacio perivitelino amplio. La larva en tallas mayores de 3.2 mm de LS, presenta un cuerpo corto, delgado y un intestino corto y robusto; hay una sola línea de pigmentos ventrales y varios dispersos sobre la cabeza y detrás de la misma. Las espina y rayos de las aletas se completan después de los 4.2 mm de LS; la aleta pélvica se encuentra muy desarrollada. En etapas mayores de 4.5 mm el cuerpo está densamente pigmentado a excepción del pedúnculo caudal. Aleta dorsal: XIII, 11-13(12); anal: II, 10-13 (12), pectoral: 16-20(19) y pélvica: I, 5 (Miller y Jorgensen, 1973; Fritzsche, 1978).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de la chopá sólo fueron registradas en la estación cercana a la playa; se recolectaron un ejemplar en diciembre y otro en abril.

Ciclo 1992-1993. En único ejemplar capturado fue durante el mes de noviembre, por la mañana (06:00 h). La especie posiblemente se reproduce en gran parte del año, dentro de la zona protegida del arrecife en sitios asociados a muelles o rocas emergidas.

#### 40. Familia Labridae

Se identifica a ocho géneros y 19 especies de lábridos en el Atlántico tropical oeste (Fischer, 1978; Böhlke y Chaplin, 1993).

##### *Halichoeres bivittatus* Bloch, 1792 "Pez escurridizo" o "Doncella" (Esquema 12f)

Especie que ocurre en diversos hábitats y son muy comunes en zonas arenosas de los arrecifes coralinos (Randall, 1983; Hoese y Moore, 1998; Böhlke y Chaplin, 1993).

No hay datos del huevo. Morfológicamente la larva es larga, poco profunda, con un intestino corto y voluminoso, presenta una extensa aleta dorsal y anal, que abarca gran parte del cuerpo. Presenta pequeños pigmentos detrás de la cabeza y más densamente sobre la zona lateroventral, así como pigmentos sobre la membrana de la aleta pectoral. Otros datos merísticos son, mióm: 10+25; aletas dorsal: IX, 11; anal: III, 12 y pectoral: 13 (Miller y Jorgenson, 1973; Hoese y Moore, 1998).

Ciclo 1990-1991. Especie que fue más abundante en la estación cercana a la playa; en este sitio fue recolectada en septiembre y octubre, en este último mes con las mayores abundancias, mientras que en la estación ubicada cerca de la cresta, el único ejemplar registrado fue en marzo.

Ciclo 1992-1993. Las larvas del pez doncella se distribuyeron temporalmente de febrero a mayo, este último mes con las más altas densidades de larvas. Durante el ciclo dial las etapas tempranas de *H. bivittatus*, se capturaron con abundancias semejantes tanto en el día como en la noche. El desove de la especie posiblemente ocurre en dos momentos, el primero de febrero a mayo y el segundo de septiembre a octubre; hacia este último momento con mayor intensidad, por lo general en sitios cercanos a la playa.

##### *Halichoeres radiatus* Linnaeus, 1758 "Pez doncella" (Esquema 12g)

El adulto es habitante de los arrecifes de coral hasta profundidades de 50 m, mientras que los juveniles en áreas someras de los corales (Fischer, 1978; Randall, 1983; Böhlke y Chaplin, 1993). Los desoves probablemente ocurren en los canales donde las corrientes de agua salen del sistema coralino al mar; sus huevos y larvas son dispersados en el medio pelágico.

No hay información sobre el huevo. La larva presenta un cuerpo largo y medianamente profundo; el tracto digestivo es corto y robusto. Las aletas están completas en tallas mayores de 10 mm de LS. No presentan pigmentos sobre el cuerpo y sólo se observan tres manchas sobre la membrana de la aleta dorsal y dos más sobre la anal. Otros rasgos importantes son, mióm: 10+25; aletas dorsal: IX, 11; anal: III, 12 y pectoral: 13 (Miller y Jorgenson, 1973; Hoese y Morre, 1998).

Ciclo 1990-1991. Organismo que presentó abundancias similares en ambos sitios de recolecta; en la estación de playa se registró de febrero a abril mientras que cerca de la cresta sólo se recolectó en el mes de abril. Todos los ejemplares fueron capturados al atardecer; el momento de reproducción de la especie se presentó a principios del año (febrero a abril) y los desoves posiblemente se presentaron dentro de la laguna arrecifal.

***Hemipteronotus cf. martinicensis*** Valenciennes, 1839 "Pez navaja rosa"  
(Esquema 12h)

Habitante de fondos arenosos de los arrecifes coralinos y no son comunes en profundidades mayores de 20 m (Randall, 1983; Böhlke y Chaplin, 1993).

Ejemplares con un cuerpo largo, poco profundo y un tracto digestivo corto y voluminoso; las aletas dorsal y anal abarcan casi todo el cuerpo. En etapas mayores de 8 mm de LS, se observan tres tenues franjas de pigmentos transversales en el cuerpo, así como pocos pigmentos sobre la cabeza, línea media lateral y al final de la base de la aleta anal. Otros datos son, Mióm. 9+16; Aletas dorsal: IX, 11-12; anal: III, 12 y pectoral: 12 (Miller y Jorgenson, 1973; Hoese y Moore, 1998).

Ciclo 1990-1991. Las larvas del pez navaja rosa sólo fueron recolectadas en bajas abundancias en el mes de abril, con similares densidades tanto en la estación de cresta como de playa. La reproducción de este pez, posiblemente se presentó dentro de la laguna arrecifal, ocurriendo los desoves durante el mes de abril. No se presentó en el segundo ciclo.

***Hemipteronotus novacula*** (Linnaeus, 1758) "Pez navaja nacarado"  
(Esquema 12i)

Peces que habitan aguas transparentes con fondos arenosos y escombros de coral a no más de 90 m de profundidad (Randall, 1983; Fischer, 1978; Böhlke y Chaplin, 1993).

Larva que presenta las mismas características morfológicas que *H. martinicensis*, pero carece de pigmentación en el cuerpo. Otros rasgos diagnósticos son, Mióm. 9+16; Aletas dorsal: IX, 12; anal: III, 12 y pectoral: 12 (Miller y Jorgenson, 1973; Hoese y Moore, 1998; Richards, inédito).

Ciclo 1990-1991. Las etapas tempranas de *H. novacula* en ambos sitios de estudio, se distribuyeron temporalmente de abril a septiembre, particularmente con mayor abundancia en la estación de la playa; en ambos sitios las mayores concentraciones de larvas fueron en abril.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo, las larvas fueron capturadas prácticamente en todo el año, con mayores abundancias en febrero y marzo; estas larvas fueron comunes tanto al amanecer como al atardecer. Los desoves del pez navaja nacarado, posiblemente ocurrieron todo el año, pero preferentemente de abril a junio tanto dentro como fuera de la laguna arrecifal.

***Hemipteronotus splendens* Castelnaud, 1855 "Pez navaja verde"**  
(Esquema 13a)

Los adultos se presentan sobre pastizales y fondos arenosos; estos organismos cuando son acosados, nadan hacia fondos arenosos, algunos de ellos tienden a esconderse entre frondas de algas o pastos, a la vez que asumen un nuevo patrón de color rayado y mantienen su cuerpo en forma de "S" (Randall, 1983; Böhlke y Chaplin, 1993).

Las etapas tempranas (>9 mm) de esta especie presentan un cuerpo morfológicamente similar a *H. martinicensis*; estas larvas presentan un patrón de pigmentación con un arreglo alternado de manchas sobre la línea dorsal, media lateral y ventral, no se observan pigmentos detrás de la cabeza. En tallas mayores de 10 mm de LS, se presenta un rayo alargado en la aleta pélvica; otros elementos para la determinación son Mióm. 9+16; aleta dorsal: IX, 11-12; anal: III, 12 y pectoral: 12 (Randall, 1983; Böhlke y Chaplin, 1993)

Ciclo 1990-1991. Especie cuyas larvas sólo fueron registradas en la estación cerca de la playa; fue recolectada durante los meses de septiembre y octubre con abundancias similares.

Ciclo 1992-1993. Sólo fue capturado un ejemplar del pez navaja verde en el mes de octubre, al atardecer (18:00 h); los desoves de la especie posiblemente ocurrieron en el arrecife de septiembre a octubre.

***Thalassoma bifasciatum* Bloch, 1792 "Pez cabeza azul"**  
(Esquema 13b)

Es un pez común de los arrecifes, el desove probablemente ocurre en agregaciones cerca de los canales donde las corrientes internas transportan a los huevos al medio pelágico (Randall, 1983; Hoese y Moore, 1998; Böhlke y Chaplin, 1993).

En tallas mayores de 8.2 mm de LS, la larva presenta un cuerpo corto y medianamente profundo, un intestino muy robusto dando la impresión que la parte anterior es más profunda. Las espinas y radios de las aletas dorsal y anal, están totalmente desarrolladas; la base de ésta aleta se extiende sobre gran parte del cuerpo. Presenta una mancha en la parte anterior de la aleta dorsal y un pequeño pigmento en el extremo distal de cada espina y rayo de las aletas anal y dorsal. Otros datos merísticos importantes son, mióm. 11+14; aletas dorsal: VIII, 12-13(13); anal: III, 10-11 (11) pectoral: 14-15 (Randall, 1983; Miller y Jorgenson, 1973; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Los ejemplares del pez cabeza azul se distribuyeron de octubre a diciembre en bajas abundancias cerca de la playa, mientras que en la cresta las larvas fueron recolectadas en abril y mayo, siendo que en este último mes se registraron las mayores abundancias.

Ciclo 1992-1993. Durante este año de muestreo, las larvas de *T. bifasciatum* fueron registradas en dos momentos importantes: el primero a finales del año (noviembre y diciembre) y el segundo a mediados del año (junio y julio), las capturas fueron regularmente en el transcurso de la noche. La reproducción de la especie posiblemente se presentó cerca de la cresta del lado protegido del arrecife, ocurriendo los desoves en dos periodos importantes: el primero y más intenso durante el periodo de secas y el segundo al final del periodo de lluvias

***Thalassoma* sp "Pez cabeza azul"**

(Esquema 13c)

La larva es morfológicamente semejante a *T. bifasciatum*, pero que carece de pigmentos sobre las aletas dorsal y anal.

Ciclo 1990-1991. Especie abundante en ambos sitios de trabajo. La larva fue recolectada prácticamente todo el año, con mayor abundancia cerca de la cresta arrecifal.

Ciclo 1992-1993. Las larvas de esta especie se distribuyeron temporalmente de noviembre a mayo, con una mayor captura antes de la medianoche. Los desoves probablemente se presentaron a todo lo largo del año y en la intrincada complejidad interna del arrecife, con mayor intensidad en mayo y septiembre.

**41. Familia Scaridae**

Las loras en el Atlántico tropical oeste están representadas por cuatro género y 14 especies, donde los géneros *Scarus* y *Sparisoma* son los más comunes y tienen seis especies cada una (Fischer, 1978). Las larvas de *Scarus* sp1 fueron la cuarta especie más abundante del ictioplancton recolectado en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, Quintana Roo.

***Scarus* sp1 "Pez Lora" o "Papagayo"**

(Esquema 13d)

Los escáridos son comunes en los sistemas arrecifales del Atlántico oeste. El adulto suele encontrarse en profundidades no mayores de 5 m, mientras que el juvenil suele estar asociado a praderas de pastos marinos (Fischer, 1978; Fritzsche, 1978).

Las larvas mayores de 7.5 mm de LS, presentan un cuerpo largo, delgado y un tracto digestivo que abarca un 50% de la LS, las bases de las aletas dorsal y anal son extensas; a estas tallas las espinas y rayos están totalmente desarrolladas. Esta especie presenta una línea de pigmentos ramificados ventrales, así como un pigmento sobre el ano y en la base de la aleta pectoral. Otros rasgos merísticos son, mióm. 10+15; aletas dorsal: IX, 10; anal: III, 9; pectoral: 13-17(14) y pélvica: I, 5 (Randall, 1983; Miller y Jorgenson, 1973; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Las larvas fueron muy abundantes en ambos sitios de estudio; cerca de la playa se distribuyeron de abril a octubre mientras que cerca de la cresta fueron recolectadas de abril a septiembre; en ambos sitios las mayores abundancias de larvas se presentaron durante septiembre.

Ciclo 1992-1993. A través de este periodo de estudio, la larva de *Scarus* sp1 se capturó en todo el año, pero con mayor abundancia en el mes de noviembre y antes de la medianoche. La reproducción probablemente se presentó en la zona protegida del arrecife durante todo el año, preferentemente hacia finales del mismo.

***Scarus* sp2 "Pez Lora" o "Papagayo"**

(Esquema 13e)

Especie que presenta los mismos rasgos morfológicos y merísticos que *Scarus* sp1; se diferencia por presentar una línea de pequeños pigmentos sobre la zona ventral y carece del pigmento sobre la base de la aleta pectoral.

Ciclo 1990-1991. Organismos que fueron recolectados en gran parte del año; a excepción de un periodo entre diciembre a marzo, las mayores concentraciones de larvas se ubicaron de julio a septiembre en ambas estaciones.

Ciclo 1992-1993. Al igual que el ciclo anterior, las larvas de *Scarus* sp2, presentaron una distribución temporal similar, con una máxima abundancia en noviembre. La mayor captura de larvas se dió durante la noche, preferentemente a las 21:00 y 03:00 horas. La reproducción de esta especie se presentó en gran parte del año, con excepción de los meses más fríos. Atendiendo a sus momentos de máxima concentración de larvas, estos fueron en julio y noviembre.

***Sparisoma* sp1 "Pez Lora" o "Papagayo"**  
(Esquema 13f)

Ejemplares que morfológicamente presentan un cuerpo delgado, largo y un tubo digestivo medianamente robusto y que abarca un 50% de la LS. Tiene aletas dorsales y anales corridas. En tallas mayores de 7 mm de LS las aletas están completas en sus espinas y radios. Asimismo, presenta una línea de pigmentos en la base de la aleta anal, sobre el ano y tres pequeños pigmentos por detrás de la base de la aleta dorsal. Otros rasgos diagnósticos del género y especie son, mióm. 9+16; aletas dorsal: IX, 10; anal: III, 8-9; pectoral: 13 y pélvica: I, 5 (Randall, 1983; Miller y Jorgenson, 1973; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Las etapas tempranas de *Sparisoma* sp1 fueron comunes en las dos estaciones de trabajo. En ambos sitios, las larvas se distribuyeron temporalmente de abril a septiembre. Las mayores abundancias se registraron entre abril y junio para los dos sitios.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo de muestreos, las larvas de este escárido fueron registradas de marzo a noviembre, siendo que sus más altas abundancias se ubicaron en el mes de mayo. A través de un registro dial, se encontró que la mayor cantidad de larvas se registró por la noche, especialmente hacia a las 24:00 horas.

Los desoves de esta especie probablemente ocurrieron en nueve de los 12 meses del año; con la excepción de diciembre a febrero, los máximos desoves se presentaron uno en abril y otro en septiembre, siendo el primero el más intenso.

***Sparisoma* sp2 "Pez Lora" o "Papagayo"**  
(Esquema 13g)

La morfología y rasgos merísticos de estas larvas son similares a *Sparisoma* sp1, con la diferencia de que esta especie presenta un cúmulo de tenues pigmentos sobre la cabeza.

Ciclo 1992-1993. Las larvas de *Sparisoma* sp2, se registraron únicamente en este ciclo de estudios de mayo a septiembre con abundancias similares. Las capturas sólo se dieron de las 18:00 a las 24:00 horas. La reproducción de esta especie puede estar restringida de mayo a septiembre y los desoves pueden estar ocurriendo en la zona protegida del arrecife durante la noche.

#### 42. Familia Uranoscopidae

Familia representada por tres géneros y cuatro especies en el Atlántico tropical oeste (Fischer, 1978).

***Astroscopus* cf. *y-graecum* Cuvier, 1829 "Pez sapo"**  
(Esquema 13h)

Peces costeros de aguas someras que viven enterrados en fondos arenosos o fangosos de zonas marinas templadas y tropicales (Fischer, 1978; Fritzsche, 1978); posiblemente los desoves se efectúan cerca de la costa; las larvas son acarreadas hacia la zona pelágica por las corrientes.

No hay información del huevo. En larvas mayores de 4.9 mm el cuerpo es corto y muy profundo; el intestino es muy corto y voluminoso. En larvas mayores de 8 mm de LS, las aletas están completamente desarrolladas. Un carácter del género y que permite diferenciarlo de *Kathetostoma*, es la presencia de espinas en la aleta dorsal; la presencia de un rayo más en el aleta anal, permite separar a *A. y-graecum* (13) de *A. guttatus* (12). Caracteres diagnósticos de la especie son, mióm. 11+14; aletas dorsal: IV+I, 12-13; anal: I, 13; pectoral: 19-21 y pélvica: I, 5 (Miller y Jorgenson, 1973; Hoese y Moore, 1998; Fritzsche, 1978).

La única larva del pez sapo, fue capturada en el ciclo de muestreos de 1992-1993, durante el mes de diciembre a las 18:00 horas. El desove de la especie puede estar ocurriendo hacia el final del año, en áreas lejanas al arrecife y transportadas por las corrientes a la zona protegida del arrecife frente a Puerto Morelos.

**43. Familia Tripterygiidae**

Los peces de esta familia durante algún tiempo, fueron incluidos dentro de la familia Clinidae, actualmente reconocidos como una familia independiente. En el Atlántico tropical oeste, la familia está representada por un género y cinco especies. Estos peces de tres aletas dorsales son comunes en sistemas arrecifales, asociados a los fondos arenosos (Böhlke y Chaplin, 1993). En el presente estudio, se reconocieron cinco especie o tipos de larvas; las especies pertenecientes a esta familia se caracterizan por presentar los siguientes rasgos merísticos: mióm: 10-13+20-30; aletas dorsal: III-VII+X-XXIV, 7-15; anal: II, 14-30; pectoral: 10-19 y pélvica: I, 2-3 (Moser *et al.*, 1984; Böhlke y Chaplin, 1993; Cavalluzzi, 1992). Cabe mencionar que en los organismos adultos la diagnóstico de las especies del género *Enneanectes* se basa en la presencia y conteos de escamas en diversa secciones del cuerpo, así como en los patrones de coloración, ayudados con los datos merísticos de las aletas (Cavalluzzi, 1992; Böhlke y Chaplin, 1993).

***Enneanectes* sp1 "Peces de tres aletas"**  
(Esquema 13i)

Peces pequeños, habitantes de fondos rocosos y arrecifes en aguas tropicales y subtropicales (Böhlke y Chaplin, 1993; Cavalluzzi, 1992); los desoves son masivos y probablemente se presenten dentro del arrecife, especialmente en sitios donde se permita la dispersión de huevos y larvas al medio pelágico.

El huevo es esférico con un diámetro de 0.9-1.4 mm, el número de glóbulos de grasa varía de pocos a muchos. Las larvas eclosionan entre 2.6-6.1 mm de LS y la flexión del urostilo ocurre 4.8-9.4 mm de LS. En tallas mayores de 8 mm de LS, las larvas presentan un cuerpo largo y delgado, el tubo digestivo abarca cerca del 40% de la LS. En esta etapa, las espinas y radios de las aletas están completas; la larva se caracteriza por presentar tres aletas dorsales y las aletas pélvica y pectoral están muy desarrolladas. Presenta un pigmento en la cabeza, así como una línea de pigmentos entre los rayos de la aleta anal; rasgos distintivos de la familia. Particularmente, estas larvas presentan dos pares de pigmentos, uno dorsal y otro ventral, ambos en el pedúnculo caudal (Moser *et al.*, 1984; Cavalluzzi, 1992).

Ciclo 1990-1991. Hubo una mayor captura de larvas de esta especie cerca de la cresta arrecifal en comparación con la de playa; en este primer sitio, las larvas se distribuyeron de mayo a julio con abundancias similares, mientras que cerca de la playa sólo fueron recolectadas durante el mes de diciembre en bajos números.

Ciclo 1992-1993. Esta especie presentó una amplia distribución temporal, sólo estuvo ausente en el mes de octubre. Las más altas densidades de larvas se ubicaron en el mes de diciembre. Fueron capturadas durante todo el ciclo dial, con mayor abundancia después de la medianoche; la presencia de larvas durante casi todo el año, sugiere una reproducción continua en el interior del arrecife, con los desoves más intensos hacia finales del año.

#### ***Enneanectes* sp2 "Pez de tres aletas"**

(Esquema 14a)

Los rasgos morfológicos y pigmentarios de estas larvas son similares a la forma 1, sin embargo, estas larvas carecen de los pares de pigmentos dorsales y ventrales sobre el pedúnculo caudal.

Ciclo 1990-1991. Esta especie fue la más abundante de la familia, principalmente en la estación cercana a la cresta arrecifal; en ambas estaciones, su distribución temporal abarcó casi todo el año; sus mayores concentraciones de larvas se presentaron en septiembre y octubre.

Ciclo 1992-1993. Similar al ciclo anterior, las larvas fueron recolectadas en 11 de los 12 meses muestreados; sus mayores abundancias se observaron en noviembre y diciembre. Un registro dial de las abundancias de esta especie, indicó que estuvieron presentes en todo el ciclo, con las más altas abundancias durante la noche, especialmente antes de la medianoche. La reproducción de la especie es continua en el año y sus máximos desoves pueden estar presentándose en dos momentos: el primero en marzo y el segundo (más intenso) en noviembre.

#### ***Enneanectes* sp3 "Peces de tres aletas"**

(Esquema 14b)

La característica distintiva de este taxón es la presencia de dos pigmentos alargados, uno arriba y otro abajo en el pedúnculo caudal.

Ciclo 1990-1991. Fueron recolectadas pocas larvas de *Enneanectes* sp3 en la estación ubicada cerca de la cresta arrecifal, esto fue durante los meses de mayo y junio.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo de muestreos, sólo cuatro larvas fueron registradas, dos en el mes de junio y dos en noviembre; su captura fue después de medianoche y antes del amanecer.

La reproducción de la especie puede estar restringida a dos momentos del año: mayo-junio y noviembre, y el desove posiblemente ocurre en la zona protegida del arrecife.

#### ***Enneanectes* sp4 "Peces de tres aletas"**

(Esquema 14c)

Las larvas de este taxón se distinguen de los anteriores peces de la familia, en que presentan tres pigmentos consecutivos en la zona dorsal del pedúnculo caudal, de los cuales el segundo es de menor tamaño.

Ciclo 1990-1991. Fueron recolectadas pocas larvas de *Enneanectes* sp4; lo anterior, fue durante los meses de mayo y diciembre con abundancias similares.

Ciclo 1992-1993. Noviembre y a las 23:00 horas, fueron el único mes y hora, en donde se capturaron larvas de este tripterígido.

Al igual que la especie anterior, la reproducción de la especie se ubicó en mayo y noviembre-diciembre, el desove posiblemente se presentó en el interior del arrecife.

***Enneanectes* sp5 "Peces de tres aletas"**  
(Esquema 14d)

La diferencia de esta especie con respecto a los otros tripterígonos, estriba en la presencia de dos pigmentos ubicados en la parte dorsal de la cabeza.

Ciclo 1990-1991. Las larvas de esta especie, sólo fueron recolectadas en la estación cercana a la cresta arrecifal durante los meses de diciembre, abril y mayo, por lo general en bajas abundancias. El desove de *Enneanectes* sp5 se presentó probablemente en dos momentos, el primero durante el periodo de secas y el segundo hacia el final del periodo de lluvias.

**44. Familia Dactyloscopidae**

En el Atlántico tropical oeste se conocen siete géneros y unas 17 especies del pez astrónomo, comúnmente encontrados en fondos arenosos de aguas someras (Cavalluzzi, 1992; Böhlke y Chaplin, 1993). Posiblemente, los desoves de estas especies ocurran dentro del complejo sistema arrecifal, especialmente en aquellos lugares donde permita la dispersión de huevos hacia fuera del arrecife. Algunos de los datos merísticos que permiten la determinación de los integrantes de la familia, son mióm: 11-14+25-41; aletas dorsal: VII+V-XVIII, 14-36; anal: II, 22-41; pectoral: 12-16 y pélvica: I, 3 (Moser *et al.*, 1984; Böhlke y Chaplin, 1993; Cavalluzzi, 1992).

***Gillellus uranidea* Böhlke, 1968 "Pez astrónomo de ojo verrugoso"**  
(Esquema 14e)

Organismos que habitan los fondos arenosos alrededor de rocas y montículos coralinos entre los 10 y 40 m de profundidad (Cavalluzzi, 1992; Böhlke y Chaplin, 1993). Los desoves de esta especie probablemente ocurran en los sitios cercanos a los canales que conducen las aguas hacia el exterior del arrecife.

Las larvas mayores de 7 mm de LS presentan un cuerpo largo, moderadamente profundo y un tracto digestivo muy corto, que por lo general es voluminoso; las aletas se encuentran completamente desarrolladas, particularmente la aleta pélvica que es muy larga. Está ausente un pigmento en la cabeza; se observa una línea de pigmentos entre las bases de las espinas y rayos de la aleta anal. Particularmente, este tipo de larvas presentan una línea de cuatro pigmentos en la región ventral de la cabeza (dos antes y dos después del origen de la aleta pélvica). Otros rasgos merísticos de apoyo son Mióm: 10+25; aletas dorsal: III+XI, 16; anal: II, 22; pectoral: 13 y pélvica: I, 3 (Moser *et al.*, 1984; Cavalluzzi, 1992; Böhlke y Chaplin, 1993).

Ciclo 1990-1991. La especie fue registrada en ambas estaciones de muestreo, pero con mayor abundancia cerca de la cresta arrecifal. En este mismo sitio, la larva se distribuyó en casi todo el año y sus máximas concentraciones se ubicaron en los meses de abril y mayo; cerca de la playa la larva se presentó esporádicamente a través del año.

Ciclo 1992-1993. A lo largo de este ciclo, la larva se registró en nueve de los 12 meses

muestreados y sus más altas abundancias se dieron en noviembre; las larvas de esta especie estuvieron presentes en todo el ciclo día-noche, con mayores abundancias antes y durante la medianoche. Es posible que la reproducción de este organismo haya ocurrido durante todo el año en la zona protegida del arrecife, con dos desoves importantes: uno en abril y el otro en noviembre.

***Gillellus jacksoni*** Dawson, 1982 "Pez astrónomo de arena"  
(Esquema 14f)

Peces de fondos arenosos, asociados a bordes de praderas de pastos marinos y estructuras de coral (Böhlke y Chaplin, 1993; Cavalluzzi, 1992). Los desoves posiblemente se presentan en los márgenes de los sistemas arrecifales, asociados a corrientes que dispersan los huevos y larvas al medio pelágico.

Las larvas de esta especie son morfológicamente similares a *G. uranidea*, sin embargo, éstas se caracterizan por la presencia de un pigmento sobre la cabeza y dos en la región ventral de la cabeza por detrás de la aleta pélvica. Otros datos para la determinación son, mióm: 10+30; aletas dorsal: III+XVI, 18; anal: II, 28; pectoral: 12 y pélvica: I, 3 (Moser *et al.*, 1984; Cavalluzzi, 1992; Böhlke y Chaplin, 1993).

Ciclo 1990-1991. Sólo fue recolectado un ejemplar del pez astrónomo de arena, cerca de la estación de la playa durante el mes de agosto mientras que en la estación de la cresta, las larvas se distribuyeron temporalmente de octubre a mayo, siempre en bajas abundancias.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo, la larva fue capturada en gran abundancia en el mes de noviembre; asimismo, la especie fue recolectada sólo a las 21:00 y 24:00 horas.

La especie posiblemente desovó todo el año, preferentemente hacia finales del mismo; la zona protegida del arrecife puede ser el lugar óptimo para la reproducción de esta especie.

#### 45. Familia Labrisomidae

Los labrisómidos están representados por siete géneros y unas 45 especies en el Atlántico tropical oeste (Böhlke y Chaplin, 1993; Cavalluzzi, 1992). Los rasgos merísticos que los distinguen de otras familias son, mióm: 10-14+20-33; aletas dorsal: III+I-IV+XX-LII, 7-14; anal: I-II, 15-28; pectoral: 3-17 y pélvica: I, 3 (Moser *et al.*, 1984; Böhlke y Chaplin, 1993; Cavalluzzi, 1992).

***Labrisomus nuchipinnis*** Quoy y Gaimard, 1824 "Blénido peludo"  
(Esquema 14g)

Habita en el Atlántico tropical, asociada a fondos arenosos en áreas cercanas a pastos marinos y cubiertas de algas con montículos de coral (Böhlke y Chaplin, 1993). Los desoves de la especie probablemente se presenten dentro del sistema, en áreas con corrientes que dispersan sus huevos y larvas al medio adyacente de los arrecifes. El estadio planctónico de los labrisómidos es de varias semanas (Böhlke y Chaplin, 1993).

La larva en estadios mayores de 8 mm de LS, presenta un cuerpo largo y delgado, con un intestino moderadamente corto; las espinas y radios están completos. Presenta un pigmento sobre la cabeza, así como entre las bases de las espinas y radios de la aleta anal. Algunos rasgos merísticos útiles para la determinación son, mióm: 10+26; aleta dorsal: XVIII, 12-13; anal: II, 17-19; pectoral: 13-15 y pélvica: I, 3 (Randall, 1983; Böhlke y Chaplin, 1993; Cavalluzzi, 1992).

Ciclo 1990-1991. Las etapas tempranas del blénido peludo fueron comunes en la estación cerca de la cresta arrecifal y escasas en la de playa. La larva fue recolectada alternadamente durante el año, con un mayor número de larvas en los meses de octubre y febrero en la estación de la cresta, mientras que cerca de la playa solamente un ejemplar de *L. nuchipinnus* fue capturado, en el mes de agosto.

Ciclo 1992-1993. Larva poco frecuente, sólo se le registró en los meses de mayo y noviembre, capturada por lo general, después de la medianoche. La reproducción de la especie posiblemente se presentó en todo el año, preferentemente hacia el final del mismo y en la zona interna del arrecife.

***Labrisomus* sp1 "Blénido-Labrisomido"**  
(Esquema 14h)

Estos ejemplares presentan una apariencia semejante a *L. nuchipinnis*, con la particularidad de que presenta dos fuertes pigmentos y varios tenues en la cabeza, así como pigmentos internos localizados en la mandíbula inferior (Cavalluzzi, 1992).

Ciclo 1990-1991. Larva poco abundante y poco frecuente; temporalmente, se recolectó sólo en los meses de marzo y abril en la estación cercana a la playa; asimismo, cerca de la cresta la larva fue registrada de julio a septiembre; en este último mes se encontraron las mayores abundancias.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo, la especie fue registrada en dos momentos del año, de octubre a diciembre y en mayo. La captura sólo se registró durante los muestreos nocturnos con mayor abundancia en la madrugada. El desove de *Labrisomus* sp2, probablemente se presentó en la zona interna del arrecife y durante la mayor parte del año, especialmente hacia los últimos meses del año.

***Labrisomus* sp2 "Blénido-Labrisomido"**  
(Esquema 14i)

Larvas de labrisómidos con características semejantes a las otras especies de la familia, que se distinguen por presentar dos bandas de pigmentos que atraviesan la parte dorsal de la cabeza.

Ciclo 1992-1993. Sólo fueron recolectados dos ejemplares de *Labrisomus* sp2; el primero, en el mes de mayo, y el segundo en noviembre. Su captura se efectuó después de la medianoche. El desove de la especie posiblemente se restrinja a dos momentos en el año: al final de los periodos de sequía y lluvias.

***Labrisomus* sp3 "Blénido-Labrisomido"**  
(Esquema 15a)

Este organismo es similar a los dos anteriores labrisómidos, pero discrepa en que presenta varios pigmentos dispersos en la parte superior de la cabeza.

El único ejemplar de este labrisómido fue capturado durante el ciclo de muestreos de 1992 a 1993, en noviembre a las 21:00 horas. La reproducción de la especie probablemente se presentó a finales del año en la zona protegida del arrecife.

***Paraclinus* sp1 "Blénido del coral"**  
(Esquema 15b)

La larva de esta especie en estadios mayores de 7 mm de LS, presenta un cuerpo corto,

ligeramente profundo, con un intestino moderadamente corto. Las espinas y radios están completos a estas tallas. Se observa una doble hilera de pigmentos entre las bases de las espinas y radios de la aleta anal, así como sobre el recto y en la base de la aleta pélvica; carece de pigmentos sobre la cabeza. Los rasgos merísticos para la determinación son, mióm: 20-22; Aletas dorsal: XXVIII-XXXI; anal: II, 16-20; pectoral: 12-14 y pélvica: I, 2 (Randall, 1983; Böhlke y Chaplin, 1993; Cavalluzzi, 1992).

Ciclo 1990-1991. La larva de *Paraclinus* sp1 se distribuyó con bajas abundancias, de abril a septiembre exclusivamente cerca de la cresta arrecifal.

Ciclo 1992-1993. La larva de esta especie de labrisómido se registró de noviembre a enero y estuvo ausente el resto del año. Las capturas de la larva se realizaron durante la mañana y a la medianoche; la persistencia de larvas en un gran número de meses en el año, sugiere una reproducción casi continua a excepción de los meses fríos de principios de año. El desove posiblemente se presentó dentro del sistema arrecifal preferentemente hacia el final del periodo de lluvias.

***Paraclinus* sp2** "Blénido del coral"  
(Esquema 15c)

Grupo de larvas que son morfológica y merísticamente semejante a *Paraclinus* sp1, su diferencia radica en que se observa una serie de pigmentos sobre la línea media lateral hacia la mitad del cuerpo.

Ciclo 1992-1993. Las únicas dos larvas de *Paraclinus* sp2, fueron recolectadas durante el mes de octubre: una durante la mañana y la otra a medianoche; la reproducción posiblemente se presente alrededor de octubre y el desove halla ocurrido en los canales cercanos a la cresta arrecifal.

***Stathmonotus hemphilli*** Bean, 1885 "Blénido de panza negra"  
(Esquema 15d)

Habitante de aguas poco profundas (< 2 m), asociado a fondos cubiertos de algas y pequeños cabezos de coral (Randall, 1983; Böhlke y Chaplin, 1993).

Organismo alargado, delgado con un intestino largo que abarca el 55-60% de la LS. En tallas mayores de 7.8 mm de LS, las espinas y rayos están completos, y es notoria la vejiga natatoria. Presenta un pigmento sobre la cabeza y una doble hilera entre las bases de las espinas y rayos de la aleta anal; esta larva se caracteriza por presentar una línea de pigmentos laterodorsales y lateroventrales. Otros rasgos útiles en la identificación son, mióm: 24-32; aletas dorsal: XL, 0; anal: II, 26; pectoral: 5 y pélvica: I, 2 (Cavalluzzi, 1992).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de *S. hemphilli* fueron poco abundantes en ambos sitios de estudio; particularmente cerca de la cresta, la larva se distribuyó temporalmente de octubre a mayo mientras que en la estación de playa, se presentó de julio a noviembre.

Ciclo 1992-1993. Sólo durante los meses de noviembre y abril fue posible recolectar larvas del blénido de panza negra, las cuales fueron capturadas al amanecer y al atardecer; es probable que el desove halla ocurrido en todo el año, aunque preferentemente hacia el mes de noviembre.

***Stathmonotus stahli* (tekla)** (Evermann y Marsh, 1899) "Blénido de pastos"  
(Esquema 15e)

Blénido común en camas de pastos, asociados a esponjas y corales muertos (Randall, 1983; Böhlke y Chaplin, 1993).

La apariencia de esta especie es similar a *S. hemphilli*, pero carece de los pigmentos laterodorsales y lateroventrales y el pigmento de la cabeza es un poco más grande. Otros caracteres útiles son, mióm: 17-28; aletas dorsal: XLI, 0; anal: II, 23-24; pectoral: 9 y pélvica: I, 2 (Cavalluzzi, 1992).

Ciclo 1990-1991. Las pocas larvas de este labrisómido fueron recolectadas en la estación cercana a la cresta arrecifal durante enero y febrero; en este último mes en mayor cantidad.

Ciclo 1992-1993. Esta especie sólo se encontró en marzo y se capturó durante el día (15:00 h); el desove de la especie se presentó en los primeros meses del año, posiblemente en la zona protegida del arrecife.

**46. Familia Chaenopsidae**

Los blénidos bandera en el Atlántico tropical oeste y Caribe, están constituidos por 37 especies repartidas en nueve géneros (Cavalluzzi, 1992). Estos peces prefieren habitar en piedras inclinadas que en los montículos de coral; sobre estas superficies inclinadas se encuentran adheridos pequeños cabezos de coral, esponjas y erizos (Böhlke y Chaplin, 1993). Los rasgos merísticos que distinguen a la familia son, mióm. tot. 39-57; aletas dorsal: XVII-XXXIII, 10-34; anal: II, 18-38; pectoral: 12-14 y pélvica: I, 3 (Moser *et al.*, 1984; Böhlke y Chaplin, 1993; Cavalluzzi, 1992).

***Acanthemblemaria* sp1** "Blénido-Quenópsido"  
(Esquema 15f)

Especie que representó la mayor proporción de larvas dentro de la familia Chaenopsidae y fue la séptima especie (3.1 L) más abundante del ictioplancton recolectado.

En tallas mayores de 11 mm de LS, las larvas presentan un cuerpo largo, moderadamente profundo y un intestino largo, que llega a abarcar un 45% de la LS, las espinas y radios de las aletas están completas y se observa un gran desarrollo de las aletas pectoral y pélvica; presenta una línea de pigmentos entre las bases de las espinas y radios de la aleta anal y carece de pigmentos sobre la cabeza. En la parte ventral de la cabeza se observa un pigmento anterior a la base de la aleta pélvica. Otros datos diagnósticos son, mióm: 13+30; aletas dorsal: XXI, 16; anal: II, 23; pectoral: 13 y pélvica: I, 3 (Moser *et al.*, 1984; Cavalluzzi, 1992)

Ciclo 1990-1991. Especie de quenópsido muy común en ambos sitios de estudio. Cerca de la playa, la larva se distribuyó temporalmente con una alta frecuencia a lo largo del año, sus más altas concentraciones de larvas se registraron de agosto a noviembre; cerca de la cresta fue muy frecuente en el año, con un pico de abundancia en los meses de abril y octubre.

Ciclo 1992-1993. Al igual que el ciclo anterior, la especie presentó una distribución frecuente y abundante a lo largo del año. Las máximas abundancias de *Acanthemblemaria* sp1 se presentaron en los meses de noviembre y diciembre; a través de un registro dial de abundancias, la larva fue capturada en mayor densidad antes y después de la medianoche.

La reproducción de la especie se presentó todo el año posiblemente dentro de la zona protegida del arrecife; los desoves más intensos se registraron en los meses de abril, noviembre y diciembre.

***Acanthemblemaria* sp2 "Blénido-Quenopsido"**  
(Esquema 15g)

Larvas similares morfológica y merísticamente a *Acanthemblemaria* sp1, con la diferencia de que en la parte ventral de la cabeza presenta dos pigmentos antes de la base de las aletas pélvicas: el primero alargado y el segundo redondo. Los rasgos merísticos son mióm: 13+27; aletas dorsal: XIX, 14; anal: II, 22; pectoral: 14 y pélvica: I, 3 (Moser *et al.*, 1984; Cavalluzzi, 1992).

Ciclo 1990-1991. En la estación cerca de la cresta, sólo tres organismos fueron recolectados durante los meses de febrero, septiembre y octubre.

Ciclo 1992-1993. Similar al periodo de colectas anterior, con pocos ejemplares recolectados en noviembre y diciembre. Las capturas de las larvas fueron de las 21:00 a las 24:00 horas. La reproducción posiblemente esté restringida de septiembre a febrero, mientras que los desoves probablemente ocurrieron dentro de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos.

***Acanthemblemaria* sp3 "Blénido-Quenopsido"**  
(Esquema 15h)

Ejemplares con características merísticas y morfológicas semejantes a las especies anteriores, su diferencia radica en que sólo presenta un pigmento en la zona ventral de la cabeza después de la base de la aleta pélvica.

Se capturaron escasas larvas de este taxón durante el ciclo 1992-1993. Las capturas se registraron en noviembre y ocurrieron antes de la medianoche. Los desoves posiblemente sucedieron alrededor de noviembre en el interior del arrecife.

#### 47. Familia Blenniidae

La familia está representada en el Atlántico tropical oeste por nueve géneros y 18 especies (Cavalluzzi, 1992). Los rasgos merísticos que distinguen a los blénidos son, mióm: 9-16+19-119; aletas dorsal: III-XVII, 9-119; anal: II, 10-119; pectoral: 10-18 y pélvica: I, 2-4 (Moser *et al.*, 1984; Böhlke y Chaplin, 1993; Cavalluzzi, 1992).

***Hypsoblennius hentz* Lesueur, 1825 "Blénido de roca"**  
(Esquema 15i)

Organismos bénticos asociados a fondos lodosos y camas de ostiones, usualmente de baja profundidad, ocasionalmente asociados a hojas de pastos marinos flotantes y áreas de arrecifes (Fritzsche, 1978). Los desoves de la especie posiblemente se presenten en las camas de ostiones y/o en las conchas de otros moluscos, por lo general del mes de mayo a agosto (Fritzsche, 1978).

La larva eclosiona cerca de los 2.5 mm de LS; presenta un cuerpo corto, con una cabeza profunda y un intestino corto. La flexión del urostilo ocurre después de los 4.5 mm de LS y presenta pequeñas espinas preoperculares y una aleta pélvica muy desarrollada. Las aletas se completan después de los 6.1 mm de LS. Desde etapas pequeñas se observa una línea de pigmentos sobre la zona ventral del cuerpo y un cúmulo sobre el tracto digestivo, así como en la cabeza y membrana de la aleta pectoral. Otros caracteres importantes son, mióm: 10+22-24; aletas dorsal: XII, 13-15; anal: II, 16-17; pectoral: 13-15 y pélvica: I, 3

(Randall, 1983; Lippson y Moran, 1974; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983).

Ciclo 1990-1991. La especie fue más abundante cerca de la playa. Esta especie presentó una distribución temporal de la abundancia poco frecuente y escasa en esta estación. La larva fue recolectada durante noviembre y agosto; en la estación de la cresta las bajas abundancias de *H. hentz* se localizaron exclusivamente en los meses de enero y febrero.

Ciclo 1992-1993. Un año después, las larvas del blénido de roca fueron recolectadas con mayores abundancias en los meses de noviembre y diciembre; con capturas por lo general durante la noche. La reproducción de *H. hentz* se restringió a los últimos meses del año. Los desoves posiblemente ocurrieron en sitios donde existe pedacería de coral y algunas conchas de moluscos a lo largo de la zona interna del arrecife.

***Lupinoblennius nicholsi*** (Tavolga, 1954) "Blénido de aleta grande"  
(Esquema 16a)

Blénido pequeño de cuerpo comprimido y habitante de aguas costeras someras (Peters, 1985).

Huevo semiesférico con 0.6-0.7 mm de diámetro mayor y 0.4-0.5 mm de diámetro menor. La larva presenta un cuerpo corto y delgado, cabeza pequeña, intestino corto y robusto; la flexión del urostilo ocurre después de los 3.7 mm de LS; presenta espinas operculares visibles después de los 4.1 mm y aleta pélvica claramente desarrollada a los 5.1 mm, aletas totalmente desarrolladas después de los 4.5 mm LS, aleta pectoral fuertemente pigmentada, línea de pigmentos sobre la línea media ventral, pigmento sobre la parte posterior de la cabeza a partir de los 2.5 mm, pigmentos enfrente y detrás del ojo. Mióm: 10+20-23; aletas dorsal: XI-XII, 14-15; anal: II, 16-17; pectoral: 13-14(13) y pélvica: I, 3 (Randall, 1983; Peters, 1985; Böhlke y Chaplin, 1993).

Ciclo 1990-1991. Las larvas del blénido de aleta grande sólo ocurrieron en bajas abundancias en la estación cercana a la cresta arrecifal, por lo general de octubre a febrero, con un máximo en el mes de diciembre.

Ciclo 1992-1993. Las pocas larvas de este blénido, fueron recolectadas en noviembre y diciembre. La captura de estos organismos se presentó sólo durante la noche. Los últimos y primeros meses del año posiblemente sean los momentos de reproducción de la especie, con un pico de desove en el mes de diciembre. Los sitios de los desoves probablemente sean los sitios donde existen escombros, conchas y pedacería de coral.

***Ophioblennius* sp** "Blénido de labio rojo"  
(Esquema 16b)

En etapas mayores de 8 mm de LS, la larva presenta un cuerpo largo y delgado, con un intestino que abarca cerca del 40% de la LS; las aletas están completamente desarrolladas, se observa inmediatamente una línea de pigmentos sobre la base de la aleta anal hasta el pedúnculo caudal y pigmentos sobre el tubo digestivo y ano. Particularmente, esta larva presenta dos largos pigmentos sobre la base de la aleta anal. Otros caracteres útiles para la determinación son, mióm: 10+23; aletas dorsal: XII, 19-21; anal: II, 20-21; pectoral: 15 y pélvica: I, 4 (Randall, 1983; Böhlke y Chaplin, 1993).

Ciclo 1990-1991. En el sitio de playa, las larvas de *Ophioblennius* sp fueron poco frecuentes en el año, presentándose solamente en noviembre y febrero; a su vez, cerca de la cresta arrecifal los organismos fueron recolectados de octubre a marzo. En los meses de octubre y

noviembre fue cuando se registraron las mayores abundancias.

Ciclo 1992-1993. Las larvas del blénido de labios rojos se capturaron en dos momentos del año: junio-julio y noviembre-marzo. A final del periodo de lluvias fue cuando se presentó la mayor cantidad de larvas en la laguna arrecifal; un registro dial de las capturas indicó que las mayores concentraciones de larvas se presentaron durante la noche, con algunas capturas diurnas. La reproducción de *Ophioblennius* sp posiblemente se restringe a dos periodos: el primero de junio a julio y el segundo (más intenso), de octubre a marzo. El desove del blénido de labios rojos probablemente se presentó en la zona protegida del arrecife asociada a lugares con pedacería de coral y conchas.

***Parablennius* sp** "Blénido de las algas"  
(Esquema 16c)

Larva con apariencia similar a la especie anterior, y difiere en que se observan grandes pigmentos: uno sobre la parte dorsal del pedúnculo y dos al final de la base de la aleta anal. Otros datos merísticos de apoyo son, mióm: 10+24; aletas dorsal: XII, 17-18; anal: II, 19-20; pectoral: 14 y pélvica: I, 3 (Randall, 1983; Böhlke y Chaplin, 1993).

Ciclo 1990-1991. En este primer ciclo de muestreos, la larva de *Parablennius* sp fue más abundante en el hábitat cercano a la cresta arrecifal. En este mismo sitio, la larva se distribuyó temporalmente de manera alternada a lo largo del año, mientras que en el área de playa, se registró sólo de septiembre a noviembre, con bajas abundancias en ambos lugares.

Ciclo 1992-1993. Temporalmente, la larva del blénido que se asocia con algas, sólo fue recolectada en el mes de diciembre. La captura de los ejemplares en un ciclo dial, se presentó entre las 03:00 y las 06:00 horas. La reproducción de la especie puede estar restringida al final del periodo de secas y lluvias; este último periodo por lo general con desoves más intensos.

#### 48. Familia Gobiosocidae

Peces pequeños no mayores de 10 cm y habitantes de las zonas litorales, incluyendo áreas arrecifales en donde se adhieren fuertemente a las rocas por medio de ventosas. En el Atlántico tropical oeste se conocen cuatro géneros: *Acyrtops*, *Arcos*, *Gobiesox* y *Tomocodon* y unas 8 especies (Fischer, 1978; Böhlke y Chaplin, 1993). En el presente estudio, *G. strumosus* fue el más abundante en el arrecife de Puerto Morelos.

***Gobiesox strumosus* Cope, 1870** "Chupapiedras" o "Cucharita"  
(Esquema 16d)

Especie que desova en aguas estuarinas y marinas. El huevo (demersal) está pegado a comunidades de conchas y/u ostras y es cuidado por el macho (Martin y Drewry, 1978; Lippson y Moran, 1974).

Las masas de huevos contienen formas ovales y ocasionalmente esféricas, además se encuentran en diferentes momentos del desarrollo, el diámetro es entre 0.6 a 0.7 mm en el eje corto y de 0.9 mm en el eje largo. El corión es transparente, el vitelo granular con un estrecho espacio perivitelino sin glóbulos de grasa. La larva al eclosionar mide 3.1 mm y presenta un cuerpo corto, delgado y la cabeza ligeramente deprimida, conservando aun parte del saco vitelino, el cuerpo presenta una notable pigmentación dorsal y ventral y que conserva hasta la transformación. La flexión del urostilo ocurre alrededor de 5.5 mm; el intestino abarca el 55% de la LS, y desde etapas tempranas presenta una aleta pectoral desarrollada. Los radios de las aletas anal y dorsal se completan después de los 8.5 mm de

LS y comienza a formarse un disco suctor entre las aletas pélvicas. En etapas mayores de 6.5 mm, el labio superior es muy ancho; la pigmentación se hace más densa cubriendo gran parte de la larva, a excepción de la parte final del tronco caudal (Martin y Drewry, 1978; Lippson y Moran, 1974; Böhlke y Chaplin, 1993).

Ciclo 1990-1991. Esta especie fue registrada en ambos sitios de trabajo; en la estación de playa se encontró en diciembre, febrero y agosto, siendo el primer mes en donde se presentó con altas abundancias. En la estación ubicada en la cresta arrecifal, se recolectó prácticamente todo el año con altas abundancias en el mes de octubre.

Ciclo 1992-1993. Las larvas de esta especie ocurrieron temporalmente de noviembre a mayo, con altas abundancias en el mes de diciembre. Las larvas fueron recolectadas durante el día y la noche, con mayor abundancia al amanecer y al anochecer.

Este gobiosócido, probablemente desova todo el año en áreas protegidas del arrecife, particularmente de octubre a febrero.

***Acyrtops beryllina*** (Hildebrand y Ginsburg, 1927) "Chupapiedras esmeralda"  
(Esquema 16e)

Especie común en las Antillas y con una amplia distribución en las zonas arrecifales en el Caribe (Böhlke y Chaplin, 1993).

Larva con cuerpo corto, delgado y cabeza ligeramente deprimida; en tallas mayores de 8.5 mm el labio superior es estrecho; el cuerpo tenuemente pigmentado, se destaca una doble hilera de pigmentos sobre la porción dorsal, así como una serie de pigmentos sobre la línea media lateral y en la dorsal. Desde etapas tempranas presenta una aleta pectoral desarrollada. Los rayos de las aletas se completan cerca de los 8.5 mm de LS y se visualiza la formación del disco suctor entre las aletas pélvicas. Pigmentación tenue durante todo el periodo larval (Böhlke y Chaplin, 1993).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de esta especie fueron registradas en ambas estaciones de muestreo. Cerca de la playa, las larvas de *A. beryllina* fueron capturadas en gran parte del año, y fue particularmente en el mes de noviembre cuando se registró su máxima abundancia. Cerca de la cresta arrecifal, esta especie sólo se presentó de octubre a mayo con abundancias similares.

Ciclo 1992-1993. Esta especie sólo se presentó en noviembre de 1992 y marzo de 1993; sus larvas fueron registradas a partir de la medianoche hasta el amanecer.

La presencia de larvas de *A. beryllina* en un gran número de meses, sugiere que la especie se reproduce todo el año, preferentemente en noviembre y diciembre, ocurriendo los desoves posiblemente dentro de la laguna arrecifal.

***Tomicodon* sp** "Chupapiedras"  
(Esquema 16f)

Estas larvas presentan un cuerpo corto, delgado y cabeza ligeramente deprimida. En tallas mayores de 8.5 mm, el labio superior es estrecho y es evidente la formación de un disco suctor entre las aletas pélvicas. El cuerpo no presenta pigmentación alguna durante la etapa larval. En etapas tempranas presenta una aleta pectoral desarrollada y los rayos de las aletas anal, dorsal y caudal se completan aproximadamente a los 8.5 mm de LS.

Ciclo 1990-1991. Las larvas de *Tomicodon* sp, se presentaron en ambas estaciones de estudio; particularmente, en la estación de playa se registró con bajas abundancias de abril a agosto mientras que en la estación cercana a la cresta arrecifal, se presentó de octubre a mayo. El mes de octubre fue cuando presentó su máxima abundancia.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo, esta especie se registró en los meses de noviembre y diciembre con abundancias similares; por lo general, se recolectó durante el día.

Esta especie desova probablemente de septiembre a mayo, preferentemente en el mes de octubre y dentro del arrecife.

#### 49. Familia Callionymidae

Pequeños peces demersales costeros; en el Atlántico tropical oeste existen tres géneros y cuatro especies de pez dragón (Moser *et al.*, 1984). En el presente estudio, *Diplogrammus pauciradiatus* fue la especie más abundante dentro de la familia.

#### *Diplogrammus pauciradiatus* Gill, 1865 "Pez dragón manchado" (Esquema 16g)

Habitante de fondos arenosos litorales, común en sistemas coralinos (Böhlke y Chaplin, 1993); probablemente sus desoves ocurran en los márgenes continentales (Olney y Sedberry, 1983).

La larva presenta un cuerpo corto y profundo; el intestino es voluminoso, las aletas se completan después de los 7.5 mm de LS, la cabeza es ligeramente deprimida. En etapas menores de 6 mm de LS, se presenta una tenue pigmentación homogénea en todo el cuerpo, que se va incrementando a medida que se desarrolla la larva. En etapas mayores de 9mm de LS, la espina opercular presenta tres proyecciones dorsales. Datos merísticos para la determinación: mióm. : 9+11; aleta dorsal: IV, 5-7(6); anal: 4; pectoral: 19-20 (Miller y Jorgenson, 1973; Fahay, 1983; Olney y Sedberry, 1983; Moser *et al.*, 1984; Böhlke y Chaplin, 1993)

Ciclo 1990-1991. La abundancia de las larvas del pez dragón manchado fue distinta para cada estación de colecta. Cerca de la playa, sólo en el mes de septiembre se recolectaron larvas mientras que en la estación cercana a la cresta arrecifal, las larvas se distribuyeron de junio a septiembre; este último mes registró las mayores abundancias.

Ciclo 1992-1993. A través de este ciclo de muestreos, solamente una larva de *D. pauciradiatus* fue recolectada, durante el mes de mayo; la captura del único ejemplar se presentó después de la medianoche. La reproducción de estos peces costeros, se restringió de mayo a septiembre, y los desoves posiblemente ocurrieron en la zona marina del arrecife.

#### *Paradiplogrammus bairdi* Jordan, 1887 "Pez dragón del coral" (Esquema 16h)

Peces demersales que habitan preferentemente en fondos arenosos cercanos al arrecife (Böhlke y Chaplin, 1993). Los desoves posiblemente ocurren en gran parte del año, especialmente de octubre a febrero en áreas cercanas al arrecife, donde las corrientes costeras se encargan de dispersar los huevos y larvas sobre el medio oceánico (Olney y Sedberry, 1983).

Esta especie presenta los mismos rasgos morfológicos y pigmentarios de la especie anterior; sin embargo, los elementos merísticos permiten su separación, mióm: 8+14; aletas dorsal:

IV, 8-10(9); anal: 8, pectoral: 19-20. Adicionalmente, sobre la espina opercular se observa la presencia de 4 proyecciones: tres dorsales y una ventral (Miller y Jorgenson, 1973; Fahay, 1983; Olney y Sedberry, 1983; Moser *et al.*, 1984; Böhlke y Chaplin, 1993).

Ciclo 1990-1991. Se recolectó una larva de *P. bairdi* en cada sitio de muestreo en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Los dos ejemplares, fueron capturados durante los muestreos por la tarde en el mes de septiembre. El desove de la especie, posiblemente fue alrededor de este mes en la zona oceánica adyacente al sistema arrecifal.

#### 50. Familia Gobiidae

Familia de peces que en el Atlántico tropical oeste, está representada por 30 géneros y más de 50 especies (Birdsong, *et al.*, 1988; Maddox, 1992; Baldwin y Smith, 2003). En el presente estudio se determinaron ocho géneros y 15 especies; en donde *Ctenogobius* sp, fue la especie más abundante de la familia y la segunda más abundante (9.9 L) de todo el ictioplancton capturado en ambos ciclos.

Las larvas de los góbidos, en general presentan un cuerpo moderadamente largo y delgado, la vejiga natatoria y los otolitos por lo general son conspicuos. El intestino es delgado y abarca entre 50 y 55% de la LS y tienen entre 24-27 miómeros. Las dos aletas dorsales se forman tempranamente (aproximadamente 8 mm) y la flexión ocurre entre los 2.7-3.8 mm de LS. En etapas mayores de 6 mm de LS, la pigmentación junto con los datos merísticos de las aletas dorsal y anal, son una buena herramienta para la determinación de los géneros y de algunas especies (Maddox, 1992).

#### *Bathygobius* sp1 "Gobio" (Esquema 16i)

En etapas mayores de 5 mm de LS, la larva de este góbido presenta sobre su zona dorsal y ventral del cuerpo, una doble línea de pigmentos, así a lo largo de la línea media lateral con algunos pigmentos sobre la mandíbula superior, inferior y el recto. Datos merísticos importantes son: mióm.:9+17; aletas dorsal: VI, 9-10; anal: 9 y pectoral: 18-21 (Birdsong, *et al.*, 1988; Maddox, 1992; Baldwin y Smith, 2003).

Ciclo 1990-1991. Taxón que se distribuyó frecuentemente durante todo el año en la estación ubicada cerca de la cresta arrecifal; sus mayores abundancias se registraron de abril a junio. Para la estación de playa, la larva se presentó en ocho de los 12 meses del año; sus más altas densidades se ubicaron en el mes de junio.

Ciclo 1992-1993. A través de este ciclo de muestreos, las etapas tempranas de *Bathygobius* sp1, presentaron una alta frecuencia temporal, con las mayores abundancias en el mes de mayo. En el ciclo nictemeral, las larvas de esta especie fueron comunes durante las 24:00 horas, con mayores capturas a la medianoche. Esta especie se reproduce todo el año, con mayor intensidad en mayo y junio; los desoves posiblemente se presentaron dentro de la laguna arrecifal.

#### *Bathygobius* sp2 "Gobio" (Esquema 17a)

La larva de esta especie presenta morfología y datos merísticos similares a la anterior, pero que se diferencia por presentar sólo una doble línea de pigmentos sobre la región ventral del cuerpo y línea media lateral, así como tenues pigmentos sobre las zonas dorsolateral y ventrolateral (Maddox, 1992). Los datos merísticos son similares a *Bathygobius* sp1.

Ciclo 1992-1993. En el transcurso de este ciclo, se registró la única larva de *Bathygobius* sp2 en el mes de noviembre en un muestreo diurno (06:00 h). El desove de la especie, posiblemente esté restringido hacia el final del año en áreas internas del arrecife.

***Coryphoterus* sp "Gobio"**  
(Esquema 17b)

La larva presenta varios pigmentos sobre las bases de las aletas dorsal y anal. Particularmente, la cabeza presenta dos líneas de pigmentos a cada lado de la cabeza dispuestas de manera perpendicular entre el ojo y la aleta pectoral. Otros rasgos merísticos en la determinación son, mióm.:9+17; aletas: VI, 9-10; anal: 9-11(10) y pectoral: 16-17 (Birdsong, *et al.*, 1988; Maddox, 1992; Baldwin y Smith, 2003).

Ciclo 1990-1991. La larva de *Coryphoterus*, únicamente se presentó en la estación cercana a la playa; se distribuyó temporalmente de abril a septiembre, siendo este último mes con las mayores abundancias.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo, la especie fue frecuente pero poco abundante durante el año; sus recolectas más abundantes fueron durante las horas de mayor obscuridad. *Coryphoterus* sp posiblemente se reproduce todo el año, con mayor intensidad de julio a septiembre; también es probable que los desoves de la especie, se lleven a cabo en las áreas protegidas del arrecife.

***Ctenogobius* sp1 "Gobio"**  
(Esquema 17c)

Las larvas de este taxa se caracterizan por presentar una línea de pigmentos sobre la base de la aleta anal y un pigmento triangular sobre la porción ventral del pedúnculo caudal. Otros elementos para su determinación son: mióm.: 10+16; aletas dorsal: VI, 10-12; anal: 11-13 (Birdsong, *et al.*, 1988; Maddox, 1992; Baldwin y Smith, 2003).

Ciclo 1990-1991. Especie de góbido muy abundante en ambos sitios de estudio. Particularmente, cerca de la playa sólo estuvo ausente en las capturas de noviembre; las más altas densidades de larvas se registraron de junio a septiembre. Al igual que en la estación anterior, en los muestreos cerca de la cresta arrecifal, la mayor abundancia de organismos de la especie, se localizaron de junio a septiembre.

Ciclo 1992-1993. Las larvas de *Ctenogobius* sp1, fueron altamente frecuentes y abundantes en el año; sus mayores abundancias se ubicaron en los meses de mayo y noviembre. La recolecta de la especie en un muestreo nocturno, indicó su presencia tanto de día como de noche, con mayores abundancias durante la noche. La presencia de larvas en todos los meses del año, sugiere, una reproducción continua de la especie, preferentemente en dos momentos del año: una en el periodo de sequía y otra al final de lluvias; los desoves posiblemente se presentaron en el interior de la laguna arrecifal.

***Ctenogobius* sp2 "Gobio"**  
(Esquema 17d)

Organismos con varios pigmentos entre las bases de los rayos de la aleta anal, así como dos pigmentos sobre la base de la aleta caudal, el primero pequeño y circular y el segundo alargado. Los datos merísticos son similares a *Ctenogobius* sp1 (Maddox, 1992).

Ciclo 1990-1991. Las etapas tempranas de *Ctenogobius* sp2 se distribuyeron de enero a septiembre, con las mayores abundancias en este último mes en la estación cerca de playa

mientras que en la estación ubicada cerca de la cresta, la distribución temporal de las larvas fue de abril octubre, con las más altas densidades durante el mes de agosto.

Ciclo 1992-1993. Especie altamente frecuente en el año y moderadas abundancias, con un pico en diciembre. De acuerdo a un ciclo dial, esta larva se recolectó tanto en el día como en la noche, con mayor abundancia al anochecer. La reproducción de esta especie se presentó todo el año, preferentemente hacia el periodo de nortes; los desoves posiblemente se presentaron en la zona protegida del arrecife.

***Ctenogobius* sp3 "Gobio"**  
(Esquema 17e)

Larvas con los caracteres merísticos iguales a las dos taxones anteriores, con la discrepancia que presenta un sólo pigmento interno, dispuesto en forma perpendicular al cuerpo al final de la base de la aleta anal, y dos pequeños pigmentos sobre la base de la aleta caudal y en la punta del hocico (Maddox, 1992).

Esta especie sólo fue capturada en el ciclo de 1992 a 1993, en noviembre; su captura fue a las 21:00 horas. El desove de la especie se presentó hacia el final del año, posiblemente dentro de la laguna arrecifal.

***Gnatholepis thompsoni* Jordan, 1902 "Gobio de manchas doradas"**  
(Esquema 17f)

Esta especie tiene la particularidad de presentar una franja perpendicular de pigmentos sobre la cabeza (que atraviesa a la altura del ojo) y carece de pigmentos en el resto del cuerpo. Algunas características merísticas que ayudan a su determinación son, Mióm.: 10+16; aletas dorsal: VI, 11-12(12) y anal: 11-12 (Birdsong, *et al.*, 1988; Maddox, 1992).

Ciclo 1990-1991. Esta especie fue más abundante cerca de la playa con una distribución temporal de abril a septiembre. En la estación cerca de la cresta, la distribución se restringió de abril a junio.

Ciclo 1992-1993. En este segundo año de muestreos, las larvas del gobio de manchas doradas se recolectaron de febrero a julio con máximas abundancias en el mes de junio. En el ciclo dial, la especie se capturó sólo en las horas de mayor oscuridad. La reproducción se presentó en casi todo el año, preferentemente durante el periodo de lluvias y en el interior del sistema arrecifal.

***Gobionellus* sp1 "Gobio"**  
(Esquema 17g)

La particularidad de estas larvas es que sólo presenta una línea de grandes pigmentos sobre la base de la aleta anal y en la parte ventral de la cabeza, que parte del inicio de la base de la aleta pélvica hasta la altura de la vejiga natatoria y un pigmento sobre el recto. Otros elementos para su diagnosis son, mióm.: 9+17; aletas dorsal: VI, 13-15; anal: 14-15 y pectoral 16 (Birdsong, *et al.*, 1988; Maddox, 1992; Baldwin y Smith, 2003).

Ciclo 1990-1991. Los pocos ejemplares de *Gobionellus* sp1 sólo ocurrieron en la estación cercana a la cresta arrecifal; este taxón se distribuyó de julio a noviembre en abundancias bajas.

Ciclo 1992-1993. La distribución temporal de estas larvas abarcó del mes de mayo a diciembre; las más altas densidades de organismos de la especie se registraron en

noviembre. En un comportamiento nictemeral, la especie fue capturada por lo general en arrastres nocturnos. La reproducción de la especie posiblemente abarque todo el año, pero los mayores desoves ocurrieron hacia finales del año y en el interior del sistema arrecifal.

**Gobionellus sp2 "Gobio"**  
(Esquema 17h)

Larvas similares a la especie anterior, pero que sólo presentan la pigmentación sobre la base de la aleta anal y con algunas diferencias merísticas: Mióm.: 9+17; aleta dorsal: VI, 14; aleta anal: 15 y aleta pectoral 16 (Birdsong, *et al.*, 1988; Maddox, 1992).

Ciclo 1990-1991. Se presentaron bajas abundancias en ambas estaciones de trabajo. Cerca de la playa sólo se registró en el mes de abril; en la estación de cresta fue registrada en abril y septiembre.

Ciclo 1992-1993. Al igual que en el ciclo de muestreos anterior, se registraron bajas abundancias en octubre y noviembre. Las capturas de las larvas de esta especie fueron posibles al amanecer y al anochecer.

**Gobiosoma sp1 "Gobio"**  
(Esquema 17i)

Esta especie en sus etapas tempranas, presenta una pigmentación sobre la base de la aleta anal y un cúmulo de pigmentos a la mitad de la base de la aleta caudal. Otros datos adicionales que permiten su determinación son, mióm.: 11+16-17; aleta dorsal: VII-VIII, 11-12; aleta anal: 10-12; aleta pectoral: 17-19 (Birdsong, *et al.*, 1988; Maddox, 1992).

Ciclo 1990-1991. Durante este primer ciclo de recolectas, las larvas de *Gobiosoma sp1* sólo fueron capturadas durante el mes de septiembre en la estación cerca de la cresta arrecifal, y en agosto en la estación de playa; en ambas siempre con bajas abundancias.

Ciclo 1992-1993. Las larvas de este taxón fueron recolectadas de manera abundante solamente en el mes de mayo; su captura se presentó en los arrastres superficiales a las 18:00 horas. Esta especie posiblemente presenta una reproducción restringida al periodo de lluvias, con desoves más intensos a principios del mismo.

**Gobiosoma sp2 "Gobio"**  
(Esquema 18a)

Larvas similares a la especie anterior en cuerpo y elementos merísticos, su diferencia radicó en que presentó dos grandes pigmentos ramificados, uno al inicio y otro al final de la base de la aleta anal (Maddox, 1992).

El único ejemplar de *Gobiosoma sp2*, fue recolectado en el ciclo 1990-1991; la larva se registró en el mes de abril en arrastres por la tarde. El desove de esta especie, posiblemente se restringe al periodo de secas y probablemente haya ocurrido dentro de la laguna arrecifal.

**Lythrypnus sp1 "Gobio"**  
(Esquema 18b)

Estas larvas presentan una línea de pigmentos sobre la base de la aleta anal y cinco pigmentos sobre la base de la segunda aleta dorsal. Los caracteres merísticos de la larva son, mióm.: 9+17; aletas dorsal: VI, 9-10; anal: 9, y pectoral: 15-16 (Birdsong, *et al.*, 1988; Maddox, 1992).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de *Lythrypnus* sp1 sólo se registraron en la estación cercana a la cresta arrecifal; se distribuyó de abril a septiembre, con máximas abundancias en junio.

Ciclo 1992-1993. Las pocas larvas de *Lythrypnus* sp1 se presentaron en dos meses del año: mayo y octubre. El muestreo nictemeral indicó que las larvas de esta especie sólo fueron capturadas hacia la medianoche. La reproducción de este góbido se presentó de abril octubre, con un pico en junio; el desove probablemente se presentó en el interior del arrecife.

***Lythrypnus* sp2 "Gobio"**  
(Esquema 18c)

Los ejemplares de esta especie presentan sólo dos pigmentos; uno hacia el final de la base de la segunda dorsal y el otro sobre el final de la aleta anal (Maddox, 1992).

Ciclo 1990-1991. Durante el mes de mayo, se recolectó un ejemplar de *Lythrypnus* sp2 en la estación de playa. En la estación cerca de la cresta, las larvas de esta especie se distribuyeron temporalmente de mayo a octubre con bajas abundancias.

Ciclo 1992-1993. En este ciclo, la larva de *Lythrypnus* sp2 sólo se registró en mayo y noviembre. La captura de estas larvas fue a las 06:00 y 21:00 horas. La reproducción de *Lythrypnus* sp2, fue preferentemente en dos momentos del año: al final de los periodos de sequía y lluvias; el desove posiblemente se presentó en la zona protegida del arrecife.

***Lythrypnus* sp3 "Gobio"**  
(Esquema 18d)

Organismos similares a las dos especies anteriores, tanto morfológica como merísticamente, con la diferencia de que en esta especie, en la larva se observa una línea de pigmentos sobre la base de la aleta anal y un pigmento alargado al final de la base de la segunda aleta dorsal (Maddox, 1992).

Ciclo 1990-1991. Esta larva presentó una mayor distribución temporal en la estación de playa, abarcando de abril a agosto, mientras que cerca de la cresta sólo fue registrada en marzo; las mayores abundancias se presentaron en el mes de junio.

Ciclo 1992-1993. En este periodo, la larva se ubicó sólo con bajas densidades en mayo y noviembre. La reproducción de *Lythrypnus* sp3 es amplia en el año, el desove preferentemente ocurre de junio a agosto y dentro del sistema arrecifal.

***Priolepis* sp "Gobio rojizo"**  
(Esquema 18e)

Las larvas de esta especie son similares a las larvas del género *Lythrypnus*, sin embargo los elementos pigmentarios permiten diferenciarlo, pues éstas presentan una línea de pigmentos sobre la base de la aleta anal y dos pigmentos al final de la base de la segunda aleta dorsal. Otros rasgos útiles son, mióm.: 9+17; aleta dorsal: VI, 9-10; aleta anal: 8-10 y aleta pectoral: 15-16 (Birdsong, *et al.*, 1988; Maddox, 1992; Baldwin y Smith, 2003).

Ciclo 1990-1991. La abundancia temporal del gobio rojizo fue más alta en la estación ubicada cerca de la cresta arrecifal, en donde la especie se distribuyó temporalmente de junio a septiembre. Las más altas abundancias se registraron en mayo- junio; en la estación de playa sólo fue encontrada con bajas abundancias en abril y agosto.

Ciclo 1992-1993. Las larvas de *Priolepis* sp presentaron una amplia distribución temporal y

sólo estuvieron ausentes al inicio del año. Las mayores abundancias de la especie se localizaron durante el mes de mayo. En un registro nocturnal, las larvas del gobio rojizo fueron abundantemente recolectadas durante y después de la medianoche. Las más altas concentraciones de larvas se localizaron de mayo a julio.

#### 51. Familia Microdesmidae

En el Atlántico tropical oeste, esta familia está constituida de dos géneros y cinco especies de peces gusano (Böhlke y Chaplin, 1993).

##### *Microdesmus floridanus* Longley, 1934 "Pez gusano de mandíbula grande" (Esquema 18f)

Peces costeros asociados a sistemas coralinos, es común encontrarlo cerca de escombros de coral (Böhlke y Chaplin, 1993). En el presente estudio, ésta fue la especie más abundante de la familia.

Huevo esférico. La larva presenta un cuerpo largo y delgado, presenta un intestino delgado que abarca la mitad del cuerpo, punta de la mandíbula inferior proyectada hacia arriba; aletas dorsales continuas. Se observa una línea de pigmentos sobre la base de la aleta anal. Otros elementos que permiten su determinación son mióm: 37+30-31; aletas dorsal: XX-XXI, 60 y anal: 44 (Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Las abundancias de la larva de *M. floridanus*, fueron similares en ambos hábitats de captura, teniendo una distribución temporal en ambas estaciones por lo general, de mayo a septiembre, siempre en bajas abundancias.

Ciclo 1992-1993. En este ciclo de muestreos, se obtuvo una baja abundancia de las larvas del pez gusano de mandíbula grande, cuyos registros fueron de septiembre a diciembre. La captura de las larvas de este pez costero, fue exclusivamente durante la noche. Los desoves posiblemente ocurrieron de mayo a diciembre, con un pico en septiembre en la zona protegida del arrecife.

##### *Microdesmus cf. longipinnis* Weymouth, 1919 "Pez gusano rosado" (Esquema 18g)

Habitante de aguas someras, común dentro de golfos, bahías y en zonas de arrecifes coralinos. (Hoese y Moore, 1998). Las larvas de la especie se ubican cerca de la costa.

Huevo esférico. En etapas mayores de 16 mm de LS, la larva presenta un cuerpo delgado y muy largo, el tracto digestivo abarca cerca de la mitad del cuerpo. Se observa una línea de pigmentos alargados sobre la base de la aleta anal y fuertes pigmentos sobre la zona dorsal, ventral y línea media lateral en el pedúnculo caudal. Datos merísticos adicionales que permiten su determinación son, mióm: 37+30-31; aletas dorsal: XX-XXI, 50 y anal: 44 (Hoese y Moore, 1998; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Sólo fueron recolectadas dos larvas del pez gusano rosado, durante junio. La reproducción de *M. cf. longipinnis* se presentó a principios del periodo de lluvias y posiblemente en la laguna arrecifal. No se capturó en el segundo periodo.

#### 52. Familia Ephippidae

Esta familia presenta una distribución circuntropical, con pocos miembros hacia aguas templadas, en el Atlántico oeste está presente con un género y una sola especie (Fischer, 1978; Johnson, 1978).

***Chaetodipterus faber*** Broussonet, 1782 "Chabela" o "Isabela"  
(Esquema 18h)

Estos peces tienden a congregarse en cardúmenes pequeños; se les encuentra en aguas someras durante la temporada cálida, y en aguas más profundas en las temporadas frías. A menudo se les puede observar alrededor de pilares, objetos hundidos y cúmulos rocosos, o bien, en los pastos marinos (Fischer, 1978; Johnson, 1978). Es probable que el desove ocurra lejos de la costa durante la primavera y el verano (Johnson, 1978).

Los huevos son flotantes, con un diámetro ligeramente mayor a 1 mm; el vitelo presenta un sólo glóbulo de grasa. La larva eclosiona cerca de los 2.5 mm de LS; presenta un cuerpo corpulento con la parte anterior muy profunda, un intestino corto y voluminoso. La flexión del urostilo ocurre después de los 4 mm de LS. Presenta una cresta supraoccipital; en etapas tempranas se observan delgadas espinas preoperculares, las cuales tienden a ampliarse en su base; las espinas y rayos de las aletas se completan después de los 4.5 mm de LS. Al inicio de la etapa larval se observan pequeños pigmentos sobre el tracto digestivo y posteriormente aparecen nuevos sobre la parte lateral de cuerpo (Johnson, 1978, Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Durante este ciclo, el único ejemplar capturado de la chabela, fue en octubre cerca de playa.

Ciclo 1992-1993. La distribución temporal de las larvas de *C. faber*, se restringió a los meses de junio y julio con abundancias similares. Un registro dial de la especie indicó que las mayores densidades se registraron antes de la medianoche en la laguna arrecifal. La reproducción de la especie posiblemente se restringe de junio a octubre con los desoves efectuándose sobre la zona marina.

### 53. Familia Acanthuridae

Familia de peces arrecifales; se encuentra representada por unas 4 especies: *Acanthurus bahianus*, *chirurgus*, *coerulus* y *randalli* en el Atlántico tropical oeste (Fischer, 1978). En el presente estudio, *A. coerulus* fue la especie más abundante de la familia.

***Acanthurus coerulus*** Bloch y Schneider, 1801 "Pez cirujano" o "Navajón Azul"  
(Esquema 18i)

El "Navajón azul" se encuentra asociado a arrecifes coralinos y en áreas donde se localizan camas de macrófitos sobre fondos arenosos, como en las lagunas arrecifales (Fischer, 1978). Los desoves probablemente se den dentro de la laguna arrecifal, en sitios donde las corrientes permiten la dispersión de huevos y larvas al medio pelágico.

En larvas mayores de 6 mm de LS, presenta un cuerpo corto, muy profundo y fuertemente deprimido lateralmente y en forma de rombo. Presenta diversas crestas: una supraoccipital, en el hocico, sobre la mandíbula inferior y opérculo. Las espinas y rayos se completan en tallas mayores de 6.3 mm de LS. Aleta pectoral muy desarrollada. La segunda espina de la primera aleta dorsal muy desarrollada, así como la primera espina de la aleta pélvica y anal. Desde etapas pequeñas se observan diversos pigmentos sobre el ojo, base de la aleta pectoral y caudal. Otros caracteres útiles son, mióm. tot.: 22-23; aletas dorsal IX, 26-28; anal III, 25; pectoral: 17 y pélvica I, 3 (Miller y Jorgenson, 1973; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. El único prejuvenil del pez cirujano se encontró asociado a las camas de pastos y blanquizales de arena ubicados cerca de la playa. Su captura se presentó en

febrero. La reproducción posiblemente esté restringida a principios del año con desoves ocurriendo en la laguna arrecifal.

***Acanthurus* sp "Pez cirujano"**  
(Esquema 19a)

Larva similar morfológica y merísticamente a *A. coeruleus*, sin embargo, el organismo capturado careció de pigmentos en el cuerpo.

Ciclo 1990-1991. Este prejuvenil se capturó en la estación cercana a la cresta arrecifal, durante el mes de febrero. Los desoves se presentaron en la zona protegida del arrecife en los primeros meses del año.

**54. Familia Sphyraenidae**

En el Atlántico oeste está representada por cinco especies y una de éstas es común en la fauna tropical y subtropical (Fischer, 1978; Martin y Drewry, 1978).

***Sphyraena barracuda* (Walbaum, 1792 "Barracuda" o "Picuda")**  
(Esquema 19b)

Los adultos son comunes en arrecifes coralinos, habitando fondos planos con vegetación, arenosos y en margen con manglar, pero a menudo son de hábitos pelágicos. Los adultos más grandes, por lo general son solitarios alrededor de plataformas, muelles y arrecifes. Ocasionalmente pueden formar grandes cardúmenes; estas agrupaciones pueden estar relacionadas con el desove (Hoese y Moore, 1998; Fischer, 1978; Martin y Drewry, 1978). La literatura indica que los desoves ocurren cerca del talud continental entre abril y octubre; los huevos y larvas son comunes tanto cerca como lejos de la costa (Martin y Drewry, 1978).

Los huevos maduros no fertilizados, son esféricos con un diámetro de 0.7-0.8 mm. Las larvas mayores de 5.5 mm de LS, presentan un cuerpo largo y moderadamente profundo. El intestino es grueso y ocupa un 60% de LS. La cabeza es grande y termina en punta. Las aletas terminan de formarse después de los 8.6 mm de LS, en estas etapas el hueso de la maxila se encuentra a la altura del ojo (carácter que permite separarla de *S. picudilla*). Desde etapas tempranas, presenta una línea de pigmentos sobre la parte dorsal y ventral del cuerpo, siendo visible sobre la línea media lateral después de los 8.6 mm, posteriormente, la pigmentación se incrementa sobre la zona ventrolateral. Otros caracteres diagnósticos de la especie son, Mióm 12+12; aletas dorsal: V-I, 7-10(9); anal: I-II, 7-9; pectoral: 11-12 y pélvica: I, 5 (Miller y Jorgenson, 1973; Fischer, 1978; Martin y Drewry, 1978; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Las etapas tempranas de la barracuda fueron más abundantes y frecuentes cerca de la cresta; en esta estación, las larvas se distribuyeron temporalmente de mayo a septiembre mientras que cerca de la playa, los ejemplares de la barracuda se registraron de junio a septiembre, en ambas estaciones de muestreo las más altas abundancias ocurrieron en junio.

Ciclo 1992-1993. Para este ciclo de muestreos, las larvas de *S. barracuda* se localizaron de octubre a mayo con similar abundancia. A través de un estudio nictemeral, las larvas de la barracuda fueron capturadas tanto en el día como en la noche, especialmente al amanecer. La reproducción de las barracudas posiblemente ocurre en el lado externo del arrecife, por lo general en casi todo el año pero con mayor intensidad al inicio del periodo de lluvias.

***Sphyraena picudilla* Poey, 1860 "Picudilla"**  
(Esquema 19c)

Habitante de aguas costeras, a profundidades de entre 10 y 65 m, forma grandes cardúmenes; se encuentran sobre todo tipo de sustrato, aunque son más abundantes sobre fondos fangosos (Fischer, 1978). Los desoves probablemente ocurren lejos de la costa.

Huevo esférico con diámetro de 1.22-1.24 mm; vitelo ligeramente segmentado, con un sólo glóbulo de grasa y un reducido espacio perivitelino. La larva eclosiona cerca de los 2.6 mm de LS y presenta un cuerpo morfológica y pigmentariamente similar a *S. barracuda*, pero en tallas un poco mayores. En tallas mayores de 8 mm de LS, se observa que el espacio que existe entre la maxila y el ojo es mayor que en *S. barracuda*. Otros caracteres útiles en la determinación son aletas dorsal: VI-I, 8-9; anal: I-II, 8-9; pectoral: 11-12 y pélvica: I, 5 (Miller y Jorgenson, 1973; Fischer, 1978; Fahay, 1983). No se capturaron larvas en el primer ciclo de muestreos.

Ciclo 1992-1993. Las larvas de *S. picudilla* se registraron de octubre a enero, capturándose durante el amanecer. La reproducción de la especie, posiblemente esté restringida hacia finales del año y los desoves en la zona externa del arrecife.

**55. Familia Gempylidae**

En el Atlántico oeste, la familia Gempylidae está representada por nueve géneros y unas 10 especies (Fischer, 1978; Richards, 1989).

***Gempylus serpens* Cuvier, 1829 "Pez culebra"**  
(Esquema 19d)

Habitante pelágico del medio oceánico, llegando a encontrarse hasta 200 m de profundidad o más; frecuentemente se encuentra en la superficie durante la noche (Fischer, 1978). Probablemente los desoves de la especie ocurran sobre el talud continental de invierno a primavera, en donde las corrientes oceánicas se encargan de dispersar sus huevos y larvas (Fahay, 1983).

No hay datos del huevo. La larva presenta un cuerpo corto y una cabeza profunda; la flexión del urostilo ocurre entre los 7-8 mm de LS; desde etapas tempranas presenta espinas dorsales muy desarrolladas, las espinas y radios se completan después de lo 6.5 mm de LS. Las espinas en las aletas pélvicas están muy desarrolladas y aserradas; hocico con maxilas muy desarrolladas y fuerte dentición. En etapas mayores de 8.3 mm de LS, el opérculo presenta cuatro espinas, las primeras dos muy desarrolladas. Presenta una pigmentación en la membrana de las dos primeras espinas dorsales y una serie de pigmentos sobre la línea media dorsal, ventral y lateral, así como pigmentos sobre el ojo y punta de las mandíbulas. Otros datos merísticos importantes son, mióm: 49-53; aletas dorsal: XXX-XXXII, I-II. 10-12; anal: II, I, 9-13; pectoral: 12-14 y pélvica: I, 4 (Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984; Richards, 1989)

Los ejemplares del pez culebra fueron determinados durante el ciclo de muestreos 1992-1993. La captura se presentó en los meses de noviembre y diciembre: una por la mañana y otra a la medianoche. Sus desoves son oceánicos y pudieron haber ocurrido hacia finales del año. Las corrientes marinas posiblemente transportaron las larvas al interior del arrecife.

**56. Familia Scombridae**

Peces altamente migratorios en el medio oceánico. Ocho géneros y 15 especies de escómbridos habitan las aguas del Atlántico tropical (Fischer, 1978; Fritzsche, 1978).

***Auxis cf. thazard*** Lacépede, 1800 "Bonito" o "Melva"  
(Esquema 19e)

Cosmopolitas, los adultos de hábitos pelágicos que ocasionalmente se les localiza cerca de la costa, son altamente migratorios con tendencia a formar cardúmenes, a menudo mezclados con otros túnidos de menor tamaño (Fischer, 1978; Fritzsche, 1978). Los desoves ocurren sobre el talud continental de marzo a abril, por lo general donde la producción secundaria es alta; las corrientes oceánicas se encargan de dispersar los huevos y larvas sobre el medio pelágico (Fritzsche, 1978; Olvera-Limas, *et al.*, 1988a, b).

Huevo esférico, con un diámetro 0.8 -1.1 mm; el vitelo es homogéneo y tiene un sólo glóbulo de aceite (0.2-0.3 mm) o hasta cinco, si éstos son de diámetro muy pequeño; espacio perivitelino muy estrecho. La larva eclosiona en tallas de 2.5 mm; la flexión del urostilo ocurre entre los 4.5-6 mm de LS; las aletas terminan de completarse en tallas de 8.7 mm de LS. En tallas mayores de 7 mm de LS, se observan pocas espinas dorsales, así como también, pequeñas espinas preoperculares y grandes espinas operculares. Las mandíbulas superior e inferior están muy desarrolladas y son de la misma longitud. Presenta pigmentos sobre la sínfisis cleitral, sobre la zona dorsal y parte final de la línea media lateral; se observa un cúmulo de pigmentos sobre la cabeza, que no se extienden hacia la parte frontal del ojo. Algunos datos merísticos que apoyan la determinación son, mióm.: 20+19; aletas dorsal: X-XII, 10-12; anal: 11-14; pectoral: 23-25 y pélvica: I, 5 (Juárez, 1976; Fritzsche, 1978; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984; Nishikawa y Rimmer, 1987; Richards, 1989).

Ciclo 1990-1991. Durante este primer ciclo de muestreos, sólo una larva de *A. cf. thazard*, fue registrada en la estación cercana a la playa; esto se presentó durante el mes de septiembre. En la estación cercana a la cresta arrecifal, la especie se encontró en cinco de los 12 meses del año muestreados; siempre en bajas abundancias.

Ciclo 1992-1993. El único ejemplar del bonito fue registrado en el mes de junio, en capturas nocturnas (03:00 h). Los desoves del bonito posiblemente ocurrieron en áreas oceánicas adyacentes al arrecife. La reproducción de la especie se realiza posiblemente en gran parte del año, preferentemente hacia el periodo de lluvias.

***Katsuwonus pelamis*** Linnaeus, 1758 "Barrilete"  
(Esquema 19f)

Peces cosmopolitas de aguas tropicales y subtropicales, los adultos forman grandes cardúmenes y parecen ser más frecuentes alrededor de las islas, generalmente arriba de la termoclina; comúnmente asociados a cardúmenes de *Thunnus atlanticus* (Fischer, 1978; Fritzsche, 1978). Los desoves se presentan sobre los márgenes continentales durante el verano (Fritzsche, 1978; Olvera-Limas *et al.*, 1988a).

Huevo esférico con un diámetro de 0.9-1 mm; con un sólo glóbulo de aceite (0.2 mm); la larva eclosiona entre los 2.4-3 mm de LS; presenta un cuerpo corto y profundo; la cabeza es muy grande, así como las mandíbulas superior e inferior; dentición desarrollada. La flexión del urostilo ocurre cerca de los 5.5 mm de LS. En tallas mayores de 5.3 mm de LS se observan pequeñas espinas preoperculares, postemporales y grandes operculares. Las espinas y rayos de las aletas se completan después de los 7.1 mm de LS. Presenta un cúmulo de pigmentos sobre la cabeza por arriba del ojo, un pigmento al final de la base de la aleta anal, carece de pigmentos sobre la sínfisis cleitral. Otros rasgos merísticos importantes son, mióm.: 20+21; aletas dorsal: XV-XVI, 10-16; anal: 14-18; pectoral: 26-27 y pélvica: I, 5 (Juárez, 1976; Fritzsche, 1978; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984; Nishikawa y Rimmer, 1987; Richards, 1989).

Larvas de peces oceánicos que fueron recolectadas sólo durante el ciclo de 1992-1993. Las larvas se encontraron sólo en el mes de marzo; su captura fue en el transcurso de la noche. Los desoves posiblemente fueron netamente oceánicos, cerca de la costa. La presencia de sus larvas en el interior del arrecife, posiblemente se deba al transporte de las mismas por las corrientes marinas costeras.

***Thunnus atlanticus* Lesson, 1830 "Atún de aleta negra"**  
(Esquema 19g)

Los adultos forman grandes cardúmenes, cerca de la costa o en aguas relativamente someras; prefieren aguas frías y profundidades menores de 180 m (Fischer, 1978; Fritzsche, 1978). Los desoves ocurren lejos de la costa, probablemente en corrientes oceánicas de junio a septiembre (Fritzsche, 1978; Olvera-Limas *et al.*, 1988a).

No hay información del huevo. La larva es similar a las especies anteriores de escómbridos, sin embargo, esta larva sólo presenta un cúmulo de pigmentos sobre la cabeza y carece de los mismos en el resto del cuerpo. Otros elementos para su diagnosis son, mióm.: 19+20; aletas dorsal: XIII-XV (XIV), 13-17; anal: I-III, 10-12; pectoral: 30-37 y pélvica: I, 5 (Richards y Potthoff, 1974; Juárez, 1976; Fritzsche, 1978; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984; Richards, 1989)

Ciclo 1990-1991. Las larvas de este túnido, se distribuyeron temporalmente de abril a octubre en baja abundancia, exclusivamente cerca de la cresta arrecifal.

Ciclo 1992-1993. La baja abundancia de larvas del atún de aleta negra, fue general para todo el año, registrándose sólo su presencia en el mes de marzo. El registro dial de las abundancias de la especie, indicó que su captura se presentó al amanecer y al anochecer.

La reproducción del *T. atlanticus*, fue en el área oceánica, posiblemente en gran parte del año; pero preferentemente a principios del periodo de lluvias.

### 57. Familia Xiphiidae

Peces grandes comunes en aguas cálidas alrededor del mundo, en el Atlántico oeste existen cuatro géneros y cinco especies de peces vela o marlines (Fischer, 1978; Nakamura, 1985).

***Istiophorus platypterus* Shaww y Nodder, 1792 "Pez Vela"**  
(Esquema 19h)

Habitante de aguas tropicales y subtropicales, oceánico. Realizan grandes migraciones y desplazamientos cortos, los cuales están más basados sobre las condiciones ambientales locales (Fischer, 1978; Fritzsche, 1978; Nakamura, 1985). El desove de esta especie posiblemente se localiza cerca de la costa en lugares donde las plataformas son estrechas, así como asociados a grandes corrientes oceánicas, estas mismas corrientes se encargan de dispersar los huevos y larvas (Fritzsche, 1978).

No hay datos sobre el huevo. La larva eclosiona aproximadamente a los 3.4 mm de LS; desde estas tallas, la larva se caracteriza por presentar un cuerpo corto y robusto; la cabeza presenta dos fuertes espinas postemporales aserradas, así como una gran espina opercular igualmente aserrada. Se observa una cresta supraocular aserrada que se une a la espina postemporal. El hocico, el cual termina en punta y presenta una desarrollada dentición, se alarga a medida que la larva aumenta de talla. La flexión del urostilo ocurre cerca de los 5 mm de LS. Las espinas y rayos de las aletas se completan después de los 8 mm de LS.

Desde etapas tempranas se presentan algunos pigmentos sobre la cabeza, zona dorsal (detrás de la cabeza) y algunos tenues sobre las zonas laterales del cuerpo; estos pigmentos se incrementan a medida que la larva crece. Datos adicionales en su determinación: mióm: 12+12; aletas dorsal: 37-49; anal: 8-16; pectoral: 17-21 y pélvica: 1, 2 (Fritzsche, 1978; Fahay, 1983; Nishikawa y Rimmer, 1987; Richards, 1989).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de pez vela fueron poco frecuentes y más abundantes cerca de la cresta arrecifal. En este mismo sitio las larvas se distribuyeron de abril a agosto mientras que cerca de la playa las larvas sólo fueron registradas de julio a agosto.

Ciclo 1992-1993. En el transcurso de este ciclo de capturas, las larvas del pez vela sólo fueron registradas en el mes de diciembre. La reproducción de los peces vela está restringida a un corto periodo del año; ésta se presentó de abril a agosto y los desoves fueron cercanos a la costa.

### 58. Familia Nomeidae

Peces oceánicos que en el Atlántico tropical oeste, están representados por tres géneros y seis especies (Fischer, 1978).

#### *Nomeus gronovii* (Gmlein, 1788) "Pez fragata" (Esquema 19i)

Habitante del medio oceánico, común en aguas someras cerca de la costa y ocasionalmente cerca de bahías. Esta especie se ha visto asociada con *Physalia* (Fragata portuguesa) y ha sido observada ocasionalmente alimentándose de los pólipos (Hoese y Moore, 1998).

No hay información sobre el huevo. La larva presenta un cuerpo corto y moderadamente profundo; el intestino es corto y voluminoso; la flexión del urostilo ocurre cerca de los 4 mm de LS. En tallas mayores de 5 mm, presenta delgadas y pequeñas espinas preoperculares. Aletas pélvicas muy desarrolladas. Las aletas están completas en tallas mayores de los 7.6 mm de LS. En etapas tempranas, presenta pocos pigmentos sobre la línea media ventral y sobre la línea media lateral a la mitad de la base de la aleta anal; en tallas mayores de 7mm se observa una franja de pigmentos que rodea al cuerpo a la altura de la aleta pectoral; cúmulo de pigmentos sobre la cabeza, tracto digestivo y pedúnculo caudal, así como sobre la membrana de la aletas dorsal y pélvica. Otros rasgos característicos son, mióm: 40-41; aletas dorsal: IX-XII, 24-28; anal: I-II, 21-29 y pectoral: 20-23 (Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Larvas de peces oceánicos poco abundantes y no muy frecuentes dentro de la laguna arrecifal. La única larva capturada cerca de la playa fue en el mes de septiembre, mientras que en la estación cercana a la cresta fue registrada en abril.

Ciclo 1992-1993. Al igual que el ciclo anterior, el único ejemplar capturado fue durante el mes de junio al atardecer. La reproducción del pez fragata posiblemente se presentó en la zona oceánica y durante todo el año; la presencia de sus larvas dentro del arrecife puede deberse al acarreamiento de las mismas por las corrientes marinas.

#### *Psenes cyanophrys* Valenciennes, 1833 "Pez fragata moteado" (Esquema 20a)

Pez oceánico comúnmente observado cerca de la costa (Hoese y Moore, 1998).

Las larvas de esta especie presentan una morfología similar a la anterior especie, con la diferencia que *P. cyanophrys* exhibe una densa pigmentación en todo el cuerpo, desde tallas mayores de 9 mm de LS. Otros elementos merísticos que ayudan a la determinación son, mióm: 31; aletas dorsal: IX-XI, 23-28; anal: III, 23-28 y pectoral: 17-20 (Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984)

Ciclo 1990-1991. Sólo fue capturada una larva de del pez fragata moteado, durante el mes de junio en la zona de la cresta coralina.

Ciclo 1992-1993. En noviembre fue cuando se capturó la única larva de *P. cyanophrys* durante las recolectas nocturnas (21:00 h). La reproducción de la especie es en áreas oceánicas y posiblemente ocurrieron en gran parte del año. La presencia de esta especie en el arrecife puede ser explicada por las corrientes costeras que acarrear larvas de peces oceánicos a áreas cercanas al arrecife.

***Psenes maculatus*** Lutken, 1880 "Pez fragata plateado"  
(Esquema 20b)

Peces oceánicos de los mares subtropicales y tropicales del Atlántico oeste (Moser *et al.*, 1984).

Larva que presenta un cuerpo similar a *N. gronovii*, sin embargo, el patrón de pigmentación es distinto. Las larvas mayores de 3.8 mm de LS, presentan pigmentos sobre la línea media ventral, así como en una pequeña porción sobre la línea media lateral a la altura del tronco caudal. En etapas mayores de 7.6 mm de LS, se observan pigmentos sobre la línea media dorsal, lateral y ventral, así como un cúmulo sobre la cabeza, tracto digestivo, base de la aleta caudal y en la membrana de las aletas dorsal y pectoral. Otros elementos merísticos importantes son, mióm: 34-35; aletas dorsal: IX-XI, I, 22-24; anal: III, 21-23 y pectoral: 20-22 (Fahay, 1983)

Ciclo 1990-1991. Esta larva fue más abundante cerca de la cresta coralina. En la estación de playa, las larvas del pez fragata plateado fueron recolectadas en los meses de agosto y septiembre. Por su parte, cerca de la cresta se distribuyó temporalmente de diciembre a julio, por lo general, con bajas abundancias en ambos sitios.

Ciclo 1992-1993. En este ciclo de muestreos, las larvas de *P. maculatus*, fueron capturadas de manera alternada en los diferentes meses del año. Gracias a las capturas nictemerales, las larvas fueron registradas tanto de día como de noche, en bajas abundancias. La reproducción de este pez, posiblemente fue durante todo el año y los desoves ocurrieron en la zona pelágica.

***Psenes pellucidus*** Lutken, 1880 "Pez fragata de aleta azul"  
(Esquema 20c)

Especie mesopelágica, ocasionalmente vista en aguas sobre la plataforma continental (Hoese y Moore, 1998).

Las larvas de *P. pellucidus*, son morfológicamente semejantes a las especies anteriores de noméidos y similar pigmentariamente a *P. maculatus*; no obstante, la diferencia estriba en su mayor número de miómeros (40-42). Otros elementos merísticos son, aletas dorsal: IX-XII, I-II, 27-32; anal: III, 26-31 y pectoral: 18-20 (Fahay, 1983).

El único ejemplar recolectado perteneciente a *P. pellucidus*, fue durante el ciclo 1992-1993

en el mes de octubre en capturas diurnas (09:00 h). Al igual que las otras especies de noméidos, la reproducción y desove de la especie se presentó en la zona oceánica.

#### 59. Familia Tetragonuridae

Peces casi cosmopolitas; en el Atlántico tropical se presenta un género y una especie (Martin y Drewry, 1978).

##### *Tetragonurus atlanticus* Lowe, 1839 "Ojón de cola cuadrada" (Esquema 20d)

Es probable que los organismos adultos de esta especie sean batipelágicos, moviéndose hacia la costa para desovar; ocasionalmente pueden asociarse con salpas y objetos flotantes. El desove ocurre generalmente en la superficie y cerca de la costa, de invierno a primavera. Los huevos y larvas son pelágicos (Martin y Drewry, 1978).

Huevos esféricos, con un diámetro aproximado de 1.10 mm; el espacio perivitelino es moderado con una sola gotita de grasa (0.2 mm), el corión no presenta ornamentaciones y es de color amarillo oro con manchas de color rosa. La larva eclosiona a una talla aproximada de 3 mm de LS y presenta un cuerpo largo y delgado; el intestino abarca un 50-60% de la LS. La flexión del urostilo ocurre entre los 5-8 mm de LS. En tallas mayores de 6 mm de LS, se observan pequeñas y delgadas espinas preoperculares. Las espinas y rayos se completan después de los 7.6 mm de LS. En etapas tempranas, la larva presenta una línea de pigmentos a todo lo largo de la línea ventral y un pigmento alargado dorsalmente en el tronco caudal. En etapas mayores de 7.6 mm, se observa una línea de pigmentos que atraviesa la cabeza a la altura del ojo y se continúa sobre la línea media ventral; posteriormente, en tallas mayores de 8 mm la pigmentación se hace más densa en todo el cuerpo. (Martin y Drewry, 1978; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984)

Ciclo 1990-1991. Especie que presentó etapas tempranas en mayor abundancia en la estación cercana a la playa; estas larvas se distribuyeron de noviembre a abril y las mayores abundancia ocurrieron durante el mes de diciembre. A su vez, en la estación cercana a la cresta, se presentó de noviembre a enero, y ocasionalmente en septiembre.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo, las larvas de *T. atlanticus*, ocurrieron de diciembre a junio; las mayores concentraciones en febrero. En un ciclo de capturas nictemerales, las larvas se registraron tanto de día como de noche, con mayores abundancias después de la medianoche. La reproducción del ojón de aleta cuadrada, posiblemente sea de septiembre a junio, preferentemente a principios del año y en áreas oceánicas.

#### 60. Familia Stromateidae

Organismos oceánicos de mares templados hasta tropicales. En el Atlántico oeste sólo ocurre un género y dos especies reconocidas (Fischer, 1978)

##### *Peprilus alepidotus* (Linnaeus, 1766) "Palometa pámpano" (Esquema 20e)

Peces pelágicos, formando grandes cardúmenes en áreas con una amplia plataforma continental y alta residencia de aguas someras; habitan sobre fondos fangosos, arenosos y ocasionalmente sobre fondos de coral (Fischer, 1978; Martin y Drewry, 1978). Los desoves son generalmente lejos de la costa y durante la primavera (Martin y Drewry, 1978). Las corrientes marinas son las responsables de la dispersión de los huevos y larvas sobre el medio pelágico.

Huevo esférico con un diámetro aproximado de 1 mm. La larva eclosiona cerca de los 2.3 mm de LS; presenta un cuerpo corto, profundo y un tracto digestivo corto y voluminoso. La flexión del urostilo ocurre después de los 4 mm de LS. Las espinas y rayos de las aletas se completan después de los 7 mm de LS. Los otolitos son visibles desde las etapas tempranas. Pigmentación dispersa sobre las zonas laterales del cuerpo y una serie de pigmentos sobre la zona dorsal. Otros caracteres importantes en la determinación son, mióm: 13+16-18; aletas dorsal: II-IV (III), 38-49; anal: II-III, 35-45 y pectoral: 18-24 (Lippson y Moran, 1974; Ahlstrom *et al.*, 1976; Martin y Drewry, 1978; Fahay, 1983).

Durante el ciclo de recolectas de 1992 a 1993, la larva de *P. alepidopus*, fue registrada durante el mes de diciembre; la única larva de la especie se capturó a las 21:00 horas. La reproducción de este estromatéido posiblemente fue hacia los últimos meses del año en la zona oceánica.

#### 61. Familia Bothidae

Peces bénticos de aguas neríticas, en el Atlántico tropical oeste ocurren alrededor de 14 géneros y 48 especies de lenguados (Fischer, 1978; Flores-Coto *et al.*, 1991). En el presente trabajo se identificaron 2 géneros y 4 especies, siendo *Bothus ocellatus* y *Citharichthys spilopterus*, las especies más abundantes de los lenguados de ojo izquierdo.

#### *Bothus ocellatus* Agassiz, 1831 "Lenguado ocelado" (Esquema 20f)

Estos lenguados habitan las aguas someras transparentes, localizándose sobre la arena a lo largo de las costas arenosas, en canales, o bien, en bahías fangosas o arenosas (Fischer, 1978; Martin y Drewry, 1978). El desove ocurre cerca de la costa, alrededor de todo el año, con un posible pico en julio; los huevos son llevados mar adentro por las corrientes (Martin y Drewry, 1978; Fahay, 1983).

No hay información de los huevos. Larva con cuerpo corto, delgado y deprimido lateralmente; el intestino es delgado, visiblemente enrollado hacia la parte final. La flexión ocurre entre los 6-7 mm de LS y la transformación después de los 16 mm de LS; los ojos migran durante la transformación. En etapas mayores, la larva presenta un cuerpo en forma de disco y el intestino es ligeramente evaginado. Desde etapas tempranas, el primer rayo de la aleta dorsal es alargado y bifurcado hasta tallas de 13 mm. En tallas de 4 mm se observan dos pigmentos, uno a cada lado del urostilo; para etapas mayores de 5 mm sólo se observa un solo pigmento ventral. Otros datos merísticos importantes son, mióm: 11+26; aletas dorsal: 76-91; anal: 58-68 (Yevseyenko, 1976; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de *B. ocellatus*, fueron ligeramente más abundantes cerca de la playa. Tanto en la estación de playa como cerca de la cresta arrecifal, los ejemplares del lenguado ocelado se distribuyeron de abril a septiembre, con abundancias similares en cada mes.

Ciclo 1992-1993. La distribución temporal de las larvas de *B. ocellatus* abarcó prácticamente todo el año; las mayores abundancias se registraron en el mes de julio. A través del estudio nictemeral, las larvas se capturaron en todo el ciclo, pero preferentemente antes y después de la medianoche. La reproducción de la especie abarca casi todo el año, con los desoves más intensos a principios del periodo de lluvias; éstos posiblemente también se presentaron en el lado externo del arrecife.

***Bothus lunatus* Linnaeus, 1758 "Lenguado pavorreal"**  
(Esquema 20g)

Especie de aguas someras hasta los 65 m de profundidad, principalmente asociada a fondos arenosos y frecuente en áreas con pedacera de coral y pastos marinos de lagunas arrecifales (Fischer, 1978). Posiblemente los desoves de esta especie se presenten cerca de la costa.

No hay datos del huevo. Esta larva es similar morfológica y pigmentariamente a *B. ocellatus*, sin embargo, para una determinación positiva se recurre a los datos merísticos de miómeros y conteos de rayos en las aletas. Datos complementarios para la determinación son, mióm: 10+30; aletas dorsal: 91-99 y anal: 71-76 (Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. En la estación de playa, sólo fue recolectada una larva del lenguado pavorreal durante el mes de abril, mientras que en el segundo sitio de estudio, las larvas se registraron de abril a septiembre, siempre en bajas abundancias.

Ciclo 1992-1993. Las etapas tempranas de *B. lunatus* fueron recolectadas de julio a septiembre. Sus capturas se efectuaron entre las 21:00 y 24:00 hr; es posible que los desoves de esta especie ocurrieron lejos del arrecife, por lo general al final del periodo de sequía y principios de lluvias.

***Citharichthys arctifrons* Goode, 1880 "Lenguado del golfo"**  
(Esquema 20h)

Los adultos de esta especie prefieren zonas de 22 a 37 metros de profundidad (Martin y Drewry, 1978). Los desoves pueden ocurrir esporádicamente a través del año, por lo general de verano a otoño (Martin y Drewry, 1978; Fahay, 1983).

Los huevos no fertilizados y desnudos, son casi transparentes, de esféricos a ligeramente ovalados con superficie lisa; aparentemente no presentan glóbulos de grasa; los huevos tienen aproximadamente 0.7-0.8 mm de diámetro. El cuerpo de la larva es corto, delgado y ligeramente deprimido lateralmente; la cabeza es moderadamente profunda. La flexión del urostilo ocurre entre los 5-9 mm de LS y la transformación entre los 13-15 mm de LS. En tallas mayores de 5.5 mm de LS, se observa que los primeros tres rayos dorsales están alargados y cubiertos con una membrana y que conservan hasta tallas de 12 mm de LS. No presentan espinas preoperculares. Desde etapas tempranas se observan tres largos pigmentos sobre la línea media dorsal, lateral y ventral a la altura del tronco caudal, así como algunos pigmentos sobre la bóveda de la cavidad peritoneal y parte baja del tracto digestivo. En etapas mayores de 13 mm de LS se observan patrones regulares de pigmentos alternos a lo largo del cuerpo. Otros rasgos importantes son mióm: 34-35; aletas dorsal: 75-87; anal: 58-71 y pectoral 9-11 (Richardson y Joseph, 1973; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Las larvas de *C. arctifrons*, sólo pudieron ser recolectadas durante el ciclo de 1992-1993, con bajas abundancias de marzo a agosto. En un análisis dial, la larva fue comúnmente capturada durante las horas de oscuridad. La reproducción del lenguado del golfo se presentó al final del periodo de secas y principios de lluvias y los desoves posiblemente se presentaron en áreas cerca de la costa.

***Citharichthys spilopterus* Gunther, 1862 "Lenguado de bahía"**  
(Esquema 20i)

Peces muy comunes en aguas poco profundas, asociados al fango y más frecuentemente entre el mangle; aparentemente, prefieren aguas con altas salinidades, de hasta

aproximadamente 37 ppm (Hoese y Moore, 1998; Martin y Drewry, 1978). Esta especie probablemente desova en aguas profundas durante el invierno y principios de la primavera (Tucker, 1982).

En tallas de 3.3 mm de LS, la larva presenta un cuerpo corto, profundo y deprimido lateralmente; el intestino es corto, voluminoso y evaginado. Conforme la larva crece, el cuerpo paulatinamente adquiere una forma ovalada. La flexión del urostilo ocurre entre los 7-8 mm de LS y la transformación entre los 9-11 mm de LS. Desde etapas pequeñas, los dos primeros rayos de la aleta dorsal están alargados. Presenta pequeñas espinas preoperculares. En tallas mayores de 3 mm, se observan dos pigmentos separados sobre la vejiga natatoria y que conserva como característica hasta tallas de 8 mm de LS. Otros datos de diagnóstico son, mióm: 10+23-25; aletas dorsal: 74-84; anal: 56-63 y pectoral 9-10 (Tucker, 1982).

Ciclo 1990-1991. Especie que fue registrada solamente cerca de la cresta arrecifal; sus larvas se distribuyeron en septiembre y octubre con bajas abundancias.

Ciclo 1992-1993. Durante este ciclo de muestreo, las larvas del lenguado de bahía fueron registradas de julio a septiembre con bajas abundancias. Su captura se realizó en casi todo un ciclo nictemeral, aunque con abundancias ligeramente mayores durante el atardecer. La reproducción de la especie se presentó de julio a octubre; los desoves probablemente ocurrieron fuera de la laguna arrecifal.

## 62. Familia Achiridae

Familia de peces planos de aguas tropicales y templadas; en el Atlántico oeste está representada por tres géneros y unas 5 especies (Chapleau, 1993; Nelson 1994).

### *Achirus lineatus* Linnaeus, 1758 "Pez sol" o "San Pedro" (Esquema 21a)

Peces costeros, comunes en aguas someras de golfos y bahías, especialmente durante el verano (Hoese y Moore, 1998). Los desoves de esta especie posiblemente se presenten cerca de la costa y durante el verano.

Huevo esférico, con un diámetro entre 0.71-0.76 mm, el corion es liso y delgado, presenta múltiples glóbulos de grasa con un diámetro de 0.02-0.09 mm y un espacio perivitelino moderado. La larva eclosiona cerca de los 2 mm de LS; la larva tiene un cuerpo corto, moderadamente profundo y comprimido; la cabeza presenta una forma triangular y los ojos no están pigmentados. La flexión del urostilo ocurre entre los 3-3.5 mm de LS, la migración del ojo comienza después de los 3.5 mm y a esta misma talla se observan pequeñas espinas laterodorsales y lateroventrales. Los rayos de las aletas se completan después de los 3.7 mm de LS. En etapas mayores de 2.5 mm de LS, se observa que el segundo rayo de la aleta dorsal está elongado y permanece hasta tallas de 3.6 mm. La larva no presenta pigmentación al eclosionar y en tallas mayores de 3 mm, presenta múltiples pigmentos distribuidos en todo el cuerpo y sobre el rayo alargado (Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Los pocos ejemplares de *A. lineatus*, fueron registrados en el mes de septiembre en capturas al atardecer, exclusivamente en la estación cerca de la playa.

Ciclo 1992-1993. La larva del pez sol se recolectó en tres meses: mayo, noviembre y diciembre, siempre en bajas abundancias. A través de un registro dial, la larva fue capturada

en mayor abundancia en el día. La reproducción de la especie posiblemente se extienda de mayo a diciembre, con un inicio de desove en agosto; esto puede haber ocurrido en áreas cercanas al arrecife.

***Trinectes cf. maculatus* Bloch y Schneider, 1801 "Pez sol de cuello arqueado"**  
(Esquema 21b)

Esta especie se presenta en aguas poco profundas, sobre el fango o arena; se les encuentra en bahías y estuarios. Los organismos sexualmente maduros no se adentran hacia aguas dulces. El desove tiene lugar principalmente en los estuarios (mayo a septiembre), aunque los huevos pueden ser transportados hasta poco más de 11 Km mar adentro. Los huevos se localizan cerca de la superficie a salinidades altas, y en el fondo a salinidades más bajas (Martin y Drewry, 1978; Fahay, 1983).

Huevo ligeramente ovalado, flotante en el medio oceánico, y demersal en el medio estuarino, con un diámetro 0.6-1.2 mm; corion liso de color verdoso, con múltiples glóbulos de grasa (<0.06 mm) y un estrecho espacio perivitelino. La larva eclosiona entre 1.7-1.9 mm de LS y presenta un cuerpo corto, delgado y comprimido lateralmente; la cabeza tiene forma triangular. La flexión del urostilo se presenta en tallas cercanas a los 3.8 mm. Los rayos de las aletas se completan en tallas mayores de 5 mm de LS. El ojo izquierdo migra después de los 4.5 mm de LS. La larva al eclosionar está densamente pigmentada y así permanece durante todo el desarrollo larvario (Lippson y Moran, 1974; Martin y Drewry, 1978; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Durante este ciclo de recolectas ictioplanctónicas, la única larva capturada fue durante el mes de agosto en la estación ubicada cerca de la cresta arrecifal.

Ciclo 1992-1993. Especie que presentó baja abundancia y fue recolectada de julio a septiembre; su captura se presentó tanto al amanecer como al anochecer. La reproducción de *T. maculatus* se restringió de julio a septiembre; los desoves posiblemente se presentaron cerca o en el interior de la laguna arrecifal.

### 63. Familia Cynoglossidae

Peces conocidos como lenguados, en el Atlántico tropical oeste están presentes con un sólo género y 15 especies (Fischer, 1978).

***Symphurus plagiusa* Linnaeus, 1766 "Lenguado"**  
(Esquema 21c)

Los adultos son demersales y habitan en los estuarios, bahías y canales, sobre fondos arenosos y fangosos, o sobre la vegetación poco densa; es probable que sus movimientos no sean extensivos. (Fischer, 1978; Martin y Drewry, 1978). El desove posiblemente ocurra en el mar durante el verano, pero es más significativo en los grandes estuarios (Martin y Drewry, 1978).

Huevo ovárico, esférico, con un diámetro aproximada de 0.5 mm; con seis a diez gotita de grasa. La larva eclosiona cerca de los 1.3 mm de LS y presenta un cuerpo corto, delgado y comprimido; el intestino se encuentra visiblemente enrollado en etapas mayores de 3.6 mm con el intestino hacia fuera. La flexión del urostilo ocurre entre los 6-8.5 mm de LS y la transformación cerca de los 10 mm. Los rayos de las aletas se completan a tallas mayores de 6.2 mm. En tallas mayores de 3.6 mm de LS, los primeros rayos de la aleta dorsal son alargados y bifurcados, también se observan pigmentos largos en intervalos sobre la línea

media dorsal, lateral y ventral. La aleta pectoral y la pélvica derecha están ausentes durante la transformación (Martin y Drewry, 1978; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Las larvas de *S. plagiosa* se restringieron a la zona de playa, su captura se presentó durante junio.

Ciclo 1992-1993. Al igual que en el ciclo anterior, las larvas del lenguado se recolectaron sólo en un mes: noviembre. Estas capturas ocurrieron por lo general después del anochecer. La especie probablemente se reproduzca en dos momentos del año, el primero en junio y el segundo en noviembre; los desoves posiblemente se presentaron en la zona externa del arrecife.

#### 64. Familia Monacanthidae

Durante muchos años, los monacántidos formaron parte de la familia Balistidae, actualmente son reconocidos como familia independiente (Nelson, 1994). En el Atlántico tropical oeste, esta familia está representada por tres géneros y unas 11 especies de peces (Fischer, 1978)

##### *Cantherhines* cf. *pullus* Ranzani, 1842 "Pez lija de manchas anaranjadas" o "Lija pintada" (Esquema 21d)

El adulto es habitante de aguas someras, alrededor de arrecifes y montículos de coral, hasta los 50 m de profundidad. Los jóvenes son pelágicos y frecuentemente son el alimento de peces como tunas y pez vela (Berry y Voegelé, 1961; Fischer, 1978). Los desoves probablemente ocurrieron alrededor del año cerca de los sistemas coralinos.

No hay información sobre el huevo. La larva presenta un cuerpo corto y cabeza muy profunda, intestino corto y voluminoso. Las aletas se desarrollan tempranamente y se completan antes de los 8 mm de LS. Desde etapas tempranas, la larva se caracteriza por presentar una fuerte espina dorsal aserrada y una gruesa espina pélvica igualmente aserrada; además, presenta diversos pigmentos sobre el cuerpo y cabeza. La diagnosis de la especie se basó en mióm: 19; aletas dorsal: II, 33-37; anal: 29-32; pélvica: I y pectoral 12-14 (13) (Berry y Voegelé, 1961; Miller y Jorgenson, 1973; Moser *et al.*, 1984).

Sólo fue recolectada una larva del pez lija de manchas anaranjadas, en todo el ciclo de muestreos de 1990 a 1991; la larva fue capturada durante el mes de abril. La reproducción *C. cf. pullus* está restringida al periodo de sequía y el desove posiblemente se presentó fuera del arrecife.

##### *Monacanthus hispidus* Linnaeus, 1766 "Pez Lija de cabeza plana" (Esquema 21e)

El adulto es pelágico y común en aguas cerca de la costa, en fondos conchosos y arenosos, asociado a plantas y escombros flotantes; también se ha observado frecuentemente en sitios de arrecifes coralinos (Berry y Voegelé, 1961; Hoese y Moore, 1998; Martin y Drewry, 1978). Posiblemente los desoves ocurren en el mar y alrededor del año; sus huevos y larvas son pelágicos (Martin y Drewry, 1978; Fahay, 1983).

El huevo no fertilizado, es esférico y presenta un diámetro cercano a los 0.7 mm, es muy adhesivo, presenta un pequeño grupo de gotas de grasa sobre un lado del vitelo, que presenta un color verde pálido. La larva en tallas mayores de 5.5 mm presenta un cuerpo corto, profundo y ligeramente comprimido lateralmente. Las aletas dorsal y anal están casi completas a los 8 mm de LS; la primera espina dorsal es larga, fuerte y aserrada, por lo

general unida al cuerpo con una membrana; la única espina pélvica es gruesa y aserrada. En etapas mayores de 6.5 mm de LS, presenta una serie pigmentos (3) en forma de cúmulos alternados sobre la línea media dorsal, lateral y ventral, así como sobre el ojo y hocico. Otros datos merísticos para la diagnosis son, mióm: 19; aletas dorsal: II, 29-35; anal: 30-35; pélvica: I y pectoral 12-14 (Berry y Voegelé, 1961; Miller y Jorgenson, 1973; Wang y Kernehan, 1979; Fahay, 1983; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Las etapas tempranas de *M. hispidus* fueron capturadas en ambos hábitats estudiados, pero con mayor abundancia cerca de la cresta. Particularmente, en el hábitat de playa, las larvas de esta especie fueron recolectadas alternadamente a lo largo del año, con bajas abundancias mientras que en el hábitat cercano a la cresta arrecifal, la distribución de las larvas se registró de abril a septiembre, con las más altas abundancias en el mes de junio.

Ciclo 1992-1993. A lo largo de este ciclo de muestreos, la larva del pez lija de cabeza plana, se distribuyó temporalmente prácticamente en todo el año; las mayores abundancias de la especie se observaron en el mes de agosto. En un comportamiento dial, la larva fue recolectada con abundancias semejantes tanto en el día como en la noche. *M. hispidus* presentó una reproducción continua en todo el año, con los desoves más intensos de junio a septiembre, asimismo, los desoves posiblemente ocurrieron en sitios alejados del arrecife.

***Monacanthus setifer*** Bennett, 1830 "Pez lija enano"  
(Esquema 21f)

Los adultos se encuentran asociados a pastos marinos y sobre fondos arenosos o lodosos en aguas someras cercanas de la costa y arrecifes coralinos; los jóvenes pelágicos están asociados a algas flotantes (Randall, 1983; Fischer, 1978; Martin y Drewry, 1978).

Las larvas de esta especie son morfológicamente semejantes a la especie anterior, sin embargo, presenta una dispersa y tenue pigmentación sobre el cuerpo y cabeza. Los elementos utilizados para su determinación son, mióm: 19; aletas dorsal: II, 27-30; anal: 26-30; pélvica: I y pectoral 11-13 (Berry y Voegelé, 1961; Miller y Jorgenson, 1973; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Esta especie registró baja abundancia de larvas a lo largo del año; se distribuyó alternadamente cerca de la playa, mientras que en la estación ubicada cerca de la cresta, sólo fue posible capturar un ejemplar del pez lija enano, el cual fue encontrado en los muestreos de abril. La presencia de larvas en casi todos los meses del año, sugiere que la especie se reprodujo casi todo el año, preferentemente de junio a julio. El desove de *M. setifer*, posiblemente se presentó en áreas cercanas al arrecife. No se capturaron larvas durante el siguiente ciclo.

***Monacanthus* sp** "Pez lija"  
(Esquema 21g)

Los ejemplares de este taxón son semejantes a la especie anterior, pero carecen de pigmentación sobre el cuerpo y sólo se observan pequeños pigmentos sobre la cabeza.

Ciclo 1990-1991. Las larvas de esta especie fueron escasas y estuvieron asociadas a las praderas de pastos cercanas a la playa. Su captura se presentó durante las recolectas de abril y agosto.

Ciclo 1992-1993. En este año de muestreos, la larva de *Monacanthus* sp fue recolectada de septiembre a noviembre, y las máximas abundancias de la especie se registraron en el mes de septiembre. Durante una serie de muestreos a través del día y la noche, la larva mostró abundancias semejantes entre las diferentes horas de captura. La especie se reproduce de abril a noviembre, pero los desoves más intensos se presentaron de julio a septiembre.

#### 65. Familia Ostraciidae

Los peces cofre están representados por tres géneros y cinco especies en el Atlántico tropical oeste (Fischer, 1978).

##### *Lactophrys* cf. *trigonus* Linnaeus, 1766 "Pez torito" (Esquema 21h)

Los adultos son residentes de pastos marinos en aguas someras que no exceden de los 37 m de profundidad (Fischer, 1978; Martin y Drewry, 1978). Los desoves de la especie, probablemente ocurren en el mar; los huevos son pelágicos (Moser *et al.*, 1984).

El huevo es ligeramente ovoide, con un diámetro entre 1.6-1.9 mm y uno o más glóbulos de aceite, el corion por lo general es ornamentado. La larva al eclosionar tiene una forma globosa, la cual se va acentuando a medida que se incrementa la talla. El cuerpo y la cabeza están ligeramente pigmentados. Los rayos de las aletas dorsal, anal, pectoral y caudal se completan tempranamente (3 mm), y se localizan cercanamente en el último tercio del cuerpo. Otros caracteres merísticos para su diagnosis son, mióm: 15+3; aletas dorsal: 9-10; anal: 9-10 y pectoral 11-13(12) (Martin y Drewry, 1978).

Ciclo 1990-1991. Las larvas del pez torito, sólo fueron recolectadas con baja abundancia cerca de la cresta arrecifal; su captura fue en los meses de abril y septiembre.

Ciclo 1992-1993. La baja abundancia de esta especie también fue evidente en este ciclo de muestreos zooplanctónicos. Las larvas fueron encontradas en los arrastres efectuados en el mes de noviembre. La mayor abundancia de larvas en un ciclo dial, se observó en el transcurso de los muestreos de la tarde. La reproducción del pez torito posiblemente se presentó en dos momentos del año; el primero, a mediados del periodo de secas y el segundo, a finales del periodo de lluvias; los desoves posiblemente se presentaron fuera del arrecife.

#### 66. Familia Tetraodontidae

En el Atlántico tropical oeste, la familia de los "botetes" está representada por tres géneros y 16 especies (Fischer, 1978).

##### *Canthigaster rostrata* Bloch, 1782 "Pez fumador de nariz afilada" (Esquema 21i)

Común en los arrecifes cercanos a la costa, con desplazamientos hacia otros hábitats tales como praderas de pastos marinos (Randall, 1983; Miller y Jorgenson, 1973; Hoese y Moore, 1998).

Larvas mayores de 7 mm, presentan un cuerpo semigloboso, los rayos de las aletas están completos; la parte ventral del cuerpo está completamente cubierta por pequeñas barbas. Se observa una densa pigmentación en todo el cuerpo y cabeza. Otros caracteres merísticos para su diagnosis son, mióm: 8+9; aletas dorsal: 10; anal: 9 y pectoral 16-18 (Randall, 1983; Hoese y Moore, 1998).

Los cinco ejemplares de *C. rostrata*, se recolectaron durante el ciclo 1992-1993, su captura se presentó en el mes de noviembre en el transcurso de los muestreos de la tarde; la especie se reproduce a finales del año y los desoves posiblemente se presentaron no lejos del sistema arrecifal.

***Spherooides maculatus*** Bloch y Scheider, 1801 "Tambor norteño" o "Botete"  
(Esquema 22a)

Los adultos habitan las costas arenosas, sobre la arena, limo y fango en los sistemas estuarinos, bahías y en mar abierto (Fischer, 1978). El desove se da en aguas poco profundas cercanas a la costa o en aguas estuarinas; los huevos son demersales (Lippson y Moran, 1974; Martín y Drewry, 1978).

Huevo esférico, cubierto con una membrana transparente y adhesiva, diámetro de 0.8-0.9 mm. El vitelo es segmentado con numerosos y pequeños glóbulos de aceite. La larva eclosiona cerca de los 2.4 mm de LS; presenta un cuerpo corto y delgado, el intestino abarca cerca del 50% de la LS y es ovalado; hacia tallas mayores de 5 mm el cuerpo se torna globoso. Las aletas se completan en tallas mayores de 6.5 mm de LS. En toda la zona ventral se observan pequeñas barbas. Desde etapas tempranas posee una densa pigmentación y que se acentúa sobre la parte media del cuerpo, cabeza e intestino. Otros caracteres merísticos para su diagnóstico son, mióm: 8+11; aletas dorsal: 8; anal: 7 y pectoral: 15-16 (Miller y Jorgenson, 1973; Martín y Drewry, 1978; Wang y Kernehan, 1979).

Ciclo 1990-1991. Especie que presentó abundancias similares tanto cerca de la cresta como de la playa. En este último sitio, tuvo una distribución temporal de abril a septiembre. Cerca de la cresta se registró de abril a junio con la mayor abundancia en el mes de abril.

Ciclo 1992-1993. Las larvas del tambor norteño, ocurrieron en cinco de los 12 meses, con sus más altas abundancias en mayo; en un comportamiento nictemeral, las mayores abundancias de larvas fueron durante los muestreos diurnos. *S. maculatus* presentó una reproducción casi continua, con un pico en el mes de mayo; el desove de la especie posiblemente ocurre cerca del arrecife.

***Spherooides spengleri*** Bloch, 1785 "Tambor de collarete"  
(Esquema 22b)

Esta especie a menudo se le encuentra en aguas tropicales someras y claras de la costa, sobre arena, pastos marinos o sobre algas, abundante alrededor de zonas de coral o en canales de marea (Fischer, 1978; Martín y Drewry, 1978). El huevo es demersal y posiblemente el desove ocurre en aguas someras cerca de la costa.

Las larvas mayores de 6 mm de LS, poseen rasgos morfológicos semejantes a la especie anterior, sin embargo, las características merísticas son el elemento importante para su diagnóstico, mióm: 8+9-10; aletas dorsal: 8; anal: 7 y pectoral 13-14 (Miller y Jorgenson, 1973; Martín y Drewry, 1978).

Ciclo 1990-1991. Estas larvas fueron poco abundantes en ambos sitios de estudio. Cerca de la playa fueron recolectadas en los meses enero, mayo y septiembre; cerca de la cresta se registraron de septiembre a noviembre.

Ciclo 1992-1993. Un año después, la distribución del tambor de collarete se presentó en cuatro de los 12 meses del año. La captura de esta especie se presentó en los muestreos

efectuados después de la medianoche hasta la mañana, presentándose en casi todo el año, lo que sugiere una reproducción extensa, con mayor intensidad hacia finales del periodo de lluvias en sitios no lejanos del arrecife.

#### 67. Familia Diodontidae

Peces tropicales de las aguas del Atlántico tropical oeste, está representada por dos géneros y seis especies (Fischer, 1978).

#### *Chilomycterus* cf. *schoepfi* "Pez erizo rayado" (Esquema 22c)

Los adultos son a menudo encontrados sobre camas de pastos marinos; suelen moverse a zonas poco profundas durante los meses más fríos y también son comunes en bahías (Fischer, 1978; Hoese y Moore, 1998; Martin y Drewry, 1978). Los estudios realizados sugieren que el desove ocurre lejos de la costa durante la primavera. Los huevos son pelágicos y no adhesivos (Martin y Drewry, 1978; Moser *et al.*, 1984).

Huevo esférico y transparente, con un diámetro promedio de 1.8 mm. La larva al eclosionar presenta un cuerpo globoso, con el ano salido y suele estar pigmentada sobre la cabeza; esta forma se conserva en tallas mayores con un incremento en la densidad pigmentaria sobre el cuerpo, especialmente en su porción dorsal. Desde etapas tempranas, la aleta pectoral está desarrollada y para tallas mayores de 4.5 mm de LS, los rayos de las aletas dorsal y anal están completos; otros datos para su determinación son, mióm: 18-20; aletas dorsal: 10-12; anal: 9-11 (Miller y Jorgenson, 1973; Martin y Drewry, 1978; Moser *et al.*, 1984).

Ciclo 1990-1991. Durante este ciclo de recolectas, sólo fue posible la captura de dos larvas del pez erizo rayado en la estación cercana a la cresta, durante los muestreos del mes de junio. La reproducción de *C. cf. schoepfi*, estuvo restringida al periodo de lluvias y el desove posiblemente se presentó fuera del sistema coralino.

Del total de larvas de peces recolectadas, 660 no pudieron ser determinadas durante el ciclo 1990-1991, por encontrarse muy deterioradas o en etapas de recién eclosión. Las mayores abundancias de estas larvas fueron en la estación cercana a la cresta coralina, mientras que durante el ciclo 1992-1993, 247 larvas no fueron identificadas por ser larvas recién eclosionadas y correspondieron por lo general en ambos ciclos, al periodo de sequía y principios de lluvias (Anexo 3). Por otro lado, entre un 9 y 11% del total del ictioplancton, presentó indicios de parasitismo y aproximadamente en un 4% del material se observó alguna malformación fenotípica, destacándose la desviación de la columna como la malformación más frecuente. Para mayores detalles en el desarrollo larval, es necesario consultar los trabajos citados para cada especie.

#### 1.5.5. Estructura Comunitaria

**1.5.5.1. Dominancia de larvas de peces.** De acuerdo al índice de valor de importancia (> 4% IVI), la dominancia de las especies dentro de la comunidad arrecifal de Puerto Morelos se limitó a pocas especies (4 o 5) variando los taxa entre periodos y ciclos. Dentro de éstas destacan algunas especies de clupéidos, góbidos, gerréidos, escáridos, hemúlidos, quenópsidos y blénidos.

Ciclo 1990-1991. Durante este periodo de muestreo, en la estación de **playa** las especies

que dominaron en términos de frecuencia y abundancia (> 4% IVI) fueron: *Eucinostomus* sp3, *Ctenogobius* sp1, *Eucinostomus gula*, *Eucinostomus argenteus* y *Jenkinsia lamprotaenia*. Asimismo, *Jenkinsia lamprotaenia* y *Ctenogobius* sp1 fueron las especies dominantes en la cresta arrecifal. A su vez, se observó un cambio en el valor de dominancia de las especies, de acuerdo al periodo del año en ambos hábitats (Tabla 3).

Ciclo 1992-1993. En el transcurso de este estudio mensual y nocturnal, las especies que presentaron una dominancia mayor de 4% del IVI fueron: *Jenkinsia lamprotaenia* y *Ctenogobius* sp1, que invariablemente fueron importantes mensual y dialmente, con mínima contribución de otras especies (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de dominancia (% IVI) de las principales especies por hábitat, periodo, dial y ciclo. Puerto Morelos, Quintana Roo.

Hábitat / ciclo	Playa		Cresta		90-91 Total	92-93				
	Secas	Lluvias	Sequía	Lluvias		Día	Noche	Sequía	Lluvias	Total
<i>Jenkinsia lamprotaenia</i>	3.08	4.83	2.77	17.98	11.22	12.52	16.38	12.42	18.13	15.1
<i>Ctenogobius</i> sp	6.64	5.39	4.02	4.44	4.63	6.64	7.62	5.96	8.72	7.26
<i>Eucinostomus argenteus</i>	1.24	6.06	0.42	2.81	3.43	5.29	1.98	1.83	3.71	2.72
<i>Scarus</i> sp1	2.5	2	0.42	2.91	2.23	1.89	4.24	4.36	2.78	3.63
<i>Haemulon</i> sp1	1.4	1.71	4.87	2.68	2.44	2.47	3.16	2.23	3.83	2.98
<i>Eucinostomus</i> sp3	2.08	6.93	0.92	1.59	3.16	3.86	1.28	2.16	1.02	1.62
<i>Acanthemblemaria</i> sp1	9.92	1.86	12.73	1.83	2.95	2.38	2.14	2.56	1.31	1.97
<i>Syngnathus floridae</i>	2.64	3.93	2.97	2.52	2.8	2.38	2.06	2.27	2.01	2.15
<i>Enneanectes</i> sp2	5.91	1.48	4.87	0.86	2.01	3.55	2.6	3.61	1.77	2.75
<i>Eucinostomus gula</i>	1.68	6.37		1.15	2.69	3.13	1.19	1.72	0.84	1.31
<i>Haemulon aurolineatum</i>	7.71	1.85	1.92	0.2	1.59	1.58	1.5	1.81	0.86	1.37
<i>Batygobius</i> sp1	0.62	3.42	1.35	1.57	1.99	1.78	1.67	0.91	2.57	1.69
<i>Gobiesox strumosus</i>	2.02		8.02	0.82	1.32	1.47	0.94	0.83	0.42	0.64
<i>Ophioblennius</i> sp	2.46		5.76		0.76	1.16	1.1	1.05	0.38	0.73
<i>Harengula jaguana</i>		1.22		1.16	0.93	2.99	2.18	2.5	2.26	2.39

**1.5.5.2. Riqueza (S).** El área lagunar arrecifal frente a Puerto Morelos se caracterizó por presentar una alta riqueza íctica (191 especies), no obstante, esta riqueza varió entre hábitats (Playa: 114 y Cresta: 139) y ciclos de recolectas (Tabla 4).

Ciclo 1990-1991. El número de especies totales presentes dentro de la laguna arrecifal, en este periodo estudiado, fue de 160. Sin embargo, esta riqueza osciló mensualmente de 33 a 99, con dos momentos de mayor cantidad de especies en el año: el primero y más alto durante abril, y el segundo en septiembre. La riqueza tuvo una ligera variación en el número

de taxa en los dos hábitats (Fig. 12a). Asimismo, la mayor riqueza se observó durante la fase de luna nueva (Fig. 12b).

Ciclo 1992-1993. La riqueza mensual en este ciclo varió de 26 a 103 taxa, con un total de 154 especies; noviembre fue el mes en donde se registró el mayor número de especies (Fig. 13a). En el análisis dial, las mayores riquezas se registraron por lo general, durante las horas con menor iluminación (Fig. 13b).

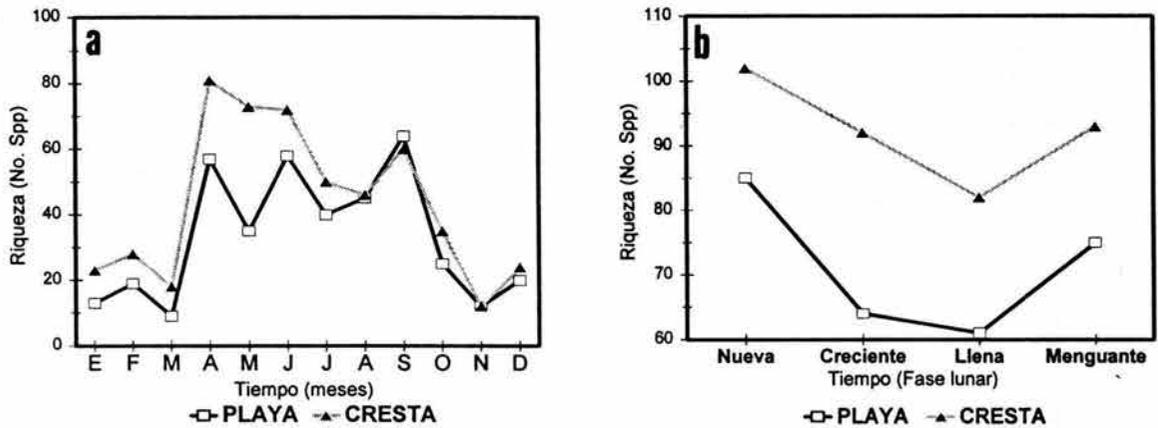


Fig. 12. Variación temporal de la riqueza ictioplanctónica por a) hábitat y b) fase lunar. Puerto Morelos, Q. Roo (Ciclo 1990-1991).

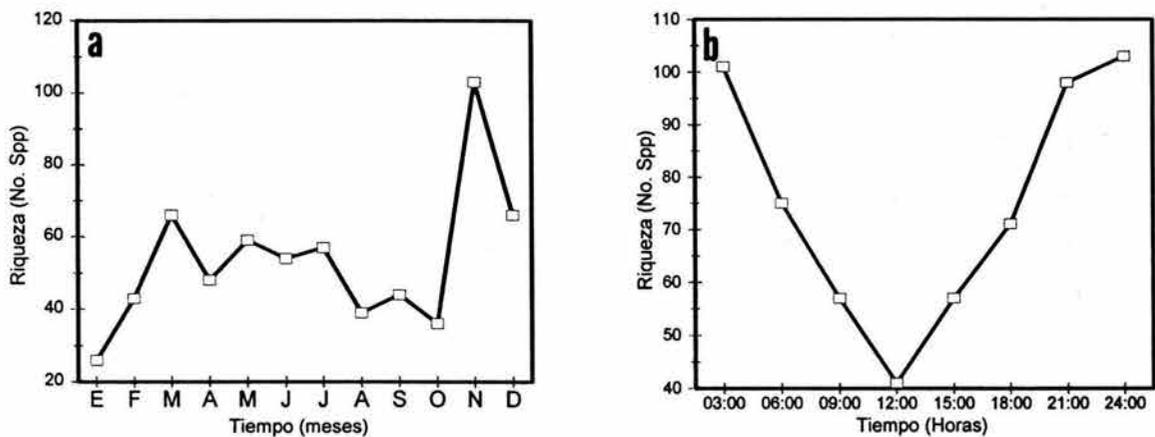


Fig. 13. Variación temporal de la riqueza ictioplanctónica por a) mes y b) nictemeral. Puerto Morelos, Q. Roo (Ciclo 1992-1993).

**1.5.5.3. Diversidad ( $H'$ ).** El ictioplancton en la laguna arrecifal fue altamente diverso al presentar de 4.7 a 5.0 bits/ind por año. De un total de 21,327 larvas recolectadas, el 95.8 % pudo ser identificado en ambos ciclos de estudios; el restante 4.2% son larvas recién eclosionadas o en mal estado.

Ciclo 1990-1991. La diversidad ictioplanctónica fluctuó de 3.5 a 5.0 bits/ind, presentándose una mayor diversidad durante el mes de mayo en la estación cercana a la cresta, y en

septiembre en la estación de playa. La diversidad entre hábitats denotó importantes variaciones (playa: 4.01 cresta: 4.77 bits/ind), particularmente en el mes de marzo (Fig. 14a), así como durante las fases lunares (Fig 14b).

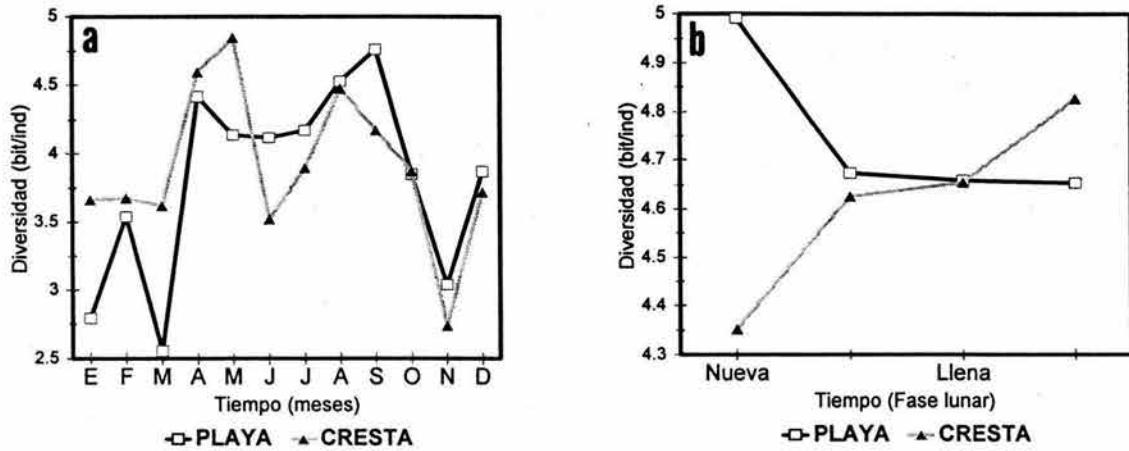


Fig. 14. Variación temporal de la diversidad ictioplanctónica por a) hábitat y b) fase lunar. Puerto Morelos, Q. Roo (Ciclo 1990-1991).

Ciclo 1992-1993. Al analizar este ciclo, se observó que el mes de mayo fue el momento en que se presentó la menor diversidad, y es hasta noviembre cuando se registró el mayor número de especies (Fig. 15a). En el ciclo dial, fue durante el amanecer (06:00 h) cuando se presentó la mayor diversidad (Fig.15b).

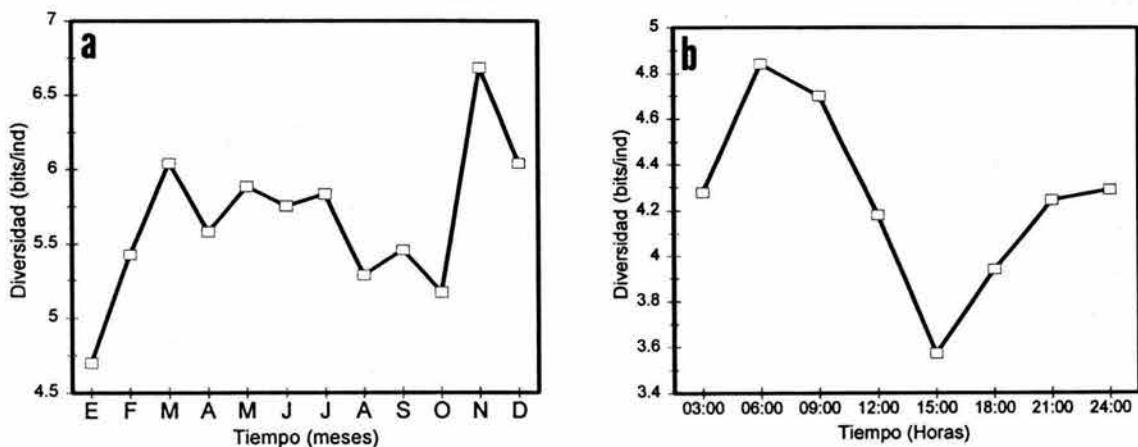


Fig. 15. Variación temporal de la diversidad ictioplanctónica por a) mes y b) nictemeral. Puerto Morelos, Q. Roo (Ciclo 1992-1993).

**1.5.5.4. Equidad ( $J'$ ).** La comunidad de larvas de peces de la laguna arrecifal de Puerto Morelos, estuvo dominada por pocas especies durante los dos ciclos (0.67 y 0.69, respectivamente), es decir, sólo de 4 a 8 especies presentaron densidades relativamente altas en los periodos estudiados (Tabla 4).

Ciclo 1990-1991. El grado de repartición de la dominancia relativa entre especies de la comunidad ictioplanctónica, fue relativamente homogénea en el sitio de playa y fluctuó de 0.63 a 0.88, siendo los dos últimos meses del año donde se registraron los mayores valores de equidad. Por otro lado, el grado de distribución de la dominancia cerca de la cresta arrecifal fue más variable que la comunidad de la playa, registrando incluso un menor valor en junio (Fig. 16a). Durante las fases lunares, la equidad en ambos hábitats tendió a incrementarse hacia la fase menguante, pero más claramente en la cresta (Fig. 16b).

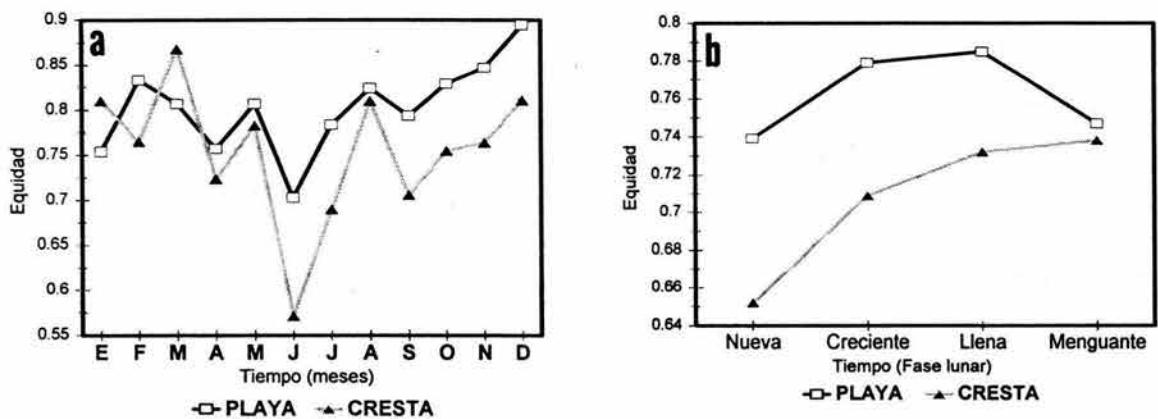


Fig. 16. Variación temporal de la equidad ictioplanctónica por a) mes y b) fase lunar. Puerto Morelos, Q. Roo (Ciclo 1990-1991).

Ciclo 1992-1993. Este descriptor de la comunidad indicó que el mayor valor de equidad se registró en el mes de octubre, y el menor en mayo de 1993 (Fig. 17a), mientras que en el análisis día-noche, el mayor valor se presentó en el transcurso de la mañana a la tarde (Fig. 17b).

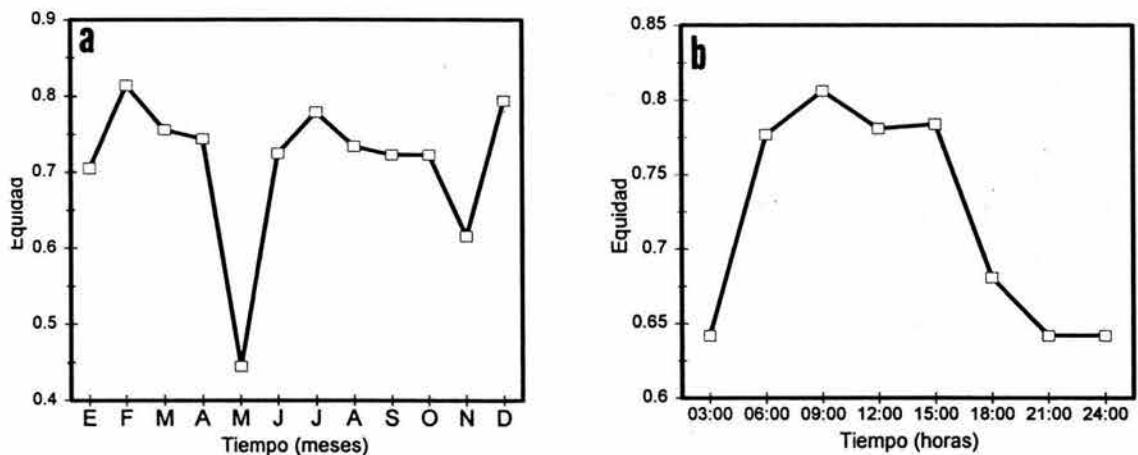


Fig. 17. Variación temporal de la equidad ictioplanctónica por a) mes y b) nictemeral. Puerto Morelos, Q. Roo (Ciclo 1992-1993).

Tabla 4. Valores de los principales descriptores comunitarios durante los ciclos estudiados, en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos.

Hábitat / Ciclo	Cresta		Playa		90-91 Total	Dial				92-93 Total
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias		Día	Noche	Sequía	Lluvias	
Riqueza (No. Spp)	52	103	60	130	160	108	137	134	101	154
Diversidad (bits/ind)	4.73	4.78	4.4	4.47	5.08	4.72	4.3	4.79	3.9	4.8
Equidad	0.89	0.71	0.74	0.63	0.69	0.69	0.6	0.67	0.5	0.6

#### 1.5.5.5. Similitud entre comunidades.

Similitud entre Hábitats. Durante el ciclo de septiembre de 1990 a septiembre de 1991, el estudio de la composición ictioplanctónica entre hábitats en el sistema arrecifal, indicó que el hábitat en donde predominan blanquiales y praderas de pastos marinos (playa) se presentaron 114 taxa de los cuales 21 son exclusivos de esta área, mientras que en la estación de cresta se registraron un total de 139 taxa y 47 fueron exclusivos; 92 taxa fueron compartidos por ambos hábitats. Una comparación de la similitud de los taxa entre hábitats y periodos (Índices de Sorensen y Fager & McGowan), mostró cierta semejanza (Tabla 5 y 6).

Asimismo, cuando se tomó en cuenta la densidad de cada una de las especies de ambos conjuntos, se obtuvo un valor de Morisita ( $C\lambda$ ) de 0.530 y Kimoto ( $C\pi$ ) de 0.540. Una prueba de significancia paramétrica aplicada a las abundancias mensuales de las especies de larvas de peces entre las áreas, indicó que existe una diferencia significativa a  $P < 0.05$  entre los hábitats de playa y cresta.

Tabla 5. Valores del coeficiente de similitud de Sorensen (%) entre sitios, periodos, dial y ciclos de recolecta. Puerto Morelos, Quintana Roo.

Periodo / Ciclo	Playa	Sequía	Lluvias	1990-1991	Día
Cresta	73				
Sequía		65.3			
Lluvias			71.5		
1992-1993				77.9	
Noche					70.3

Tabla 6. Valores del coeficiente de similitud de Fager y McGowan, entre sitios, periodos, dial y ciclos de recolecta. Puerto Morelos, Quintana Roo.

Variable	Playa	Sequía	Lluvias	1990-1991	Día
Cresta	0.858				
Sequía		0.804			
Lluvias			0.853		
1992-1993				0.876	
Noche					0.854

Similitud entre Ciclos. La composición ictioplanctónica entre los ciclos de muestreo mostraron que en el ciclo 1990-1991, se registraron 160 taxa de los cuales 38 fueron exclusivos de este periodo, en tanto que en el ciclo de recolecta de 1992-1993, se identificaron 154 taxa de los cuales sólo 32 se presentaron durante este muestreo y 121 taxa fueron compartidos. Los índices de similitud de Sorensen y Fager & McGowan, registraron valores similares entre ciclos y periodos (Tabla 5 y 6); cuando se tomó en cuenta la abundancia de cada especie, como lo requiere el índice de Morisita, se obtuvo un valor de  $C\lambda = 0.913$ , mientras que el índice de Kimoto arrojó un valor similar,  $C\pi = 0.912$ .

Asimismo, una prueba de significancia estadística, aplicada a la variación de las abundancias mensuales de las especies entre muestreos, indicó una diferencia significativa a  $P < 0.05$  entre la abundancia larval de los ciclos estudiados.

#### 1.5.5.6. Estacionalidad de la abundancia de larvas y desove del adulto

Ciclo 1990-1991. De acuerdo con las mayores abundancias de las larvas de peces por hábitat, periodo y sitio de desove, el 59.3 % de las especies presentó sus mayores abundancias en el sitio de mayor complejidad física (cresta), y el 28.1% estuvieron asociadas a la estación de menor complejidad (playa); el resto presentó abundancias similares entre los sitios. Asimismo, un 57.0% de las especies presentó un pico de mayor abundancia en el periodo de lluvias, un 37.4% en sequía y el 5.6% mantuvo una abundancia similar durante todo el año (Anexo 3, Tabla 7).

Ciclo 1992-1993. De los 154 taxa registrados en este ciclo, el 74.7% presentó las mayores abundancias en condiciones de oscuridad y el 11.0% durante el día; en el 14.3% restante, la concentración de organismos fue similar durante el ciclo dial (Anexo 3).

Finalmente y de acuerdo a los antecedentes del sitio de desove de las especies, así como a las máximas abundancias promedio de las larvas en ambos ciclos de estudio, el 46.5% de los taxa desovó en la zona costera, el 31.4% en áreas arrecifales, el 17.8% posiblemente cerca del talud continental y el 4.3% fueron desovantes oceánicos.

Tabla 7. Número de taxa por periodo y posibles áreas de desove de peces arrecifales

recolectados en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Q. Roo. Cont.: desove continuo,  
Similar: Intensidad de desove semejante.

Var.	Dial			Hábitat			Periodo			Desove			
	Día	Noche	Cont	Playa	Cresta	Similar	Sequia	Lluvias	Continuo	Arrecife	Costero	Talud	Oceánico
Taxa	17	115	22	45	95	20	60	109	22	60	89	34	8

De acuerdo a los antecedentes del hábitat y sitio de desove del adulto y a los máximos valores de densidad larvaria de cada uno de los taxa, se conformaron cuatro grupos de familias de peces desovantes:

*Desovantes del arrecife:* Muraenidae, Holocentridae, Scorpaenidae, Chaetodontidae, Pomacanthidae, Kyphosidae, Labridae, Scaridae, Tripterygiidae, Dactyloscopidae, Labrisomidae, Chaenopsidae, Blenniidae, Gobiidae y Acanthuridae.

*Desovantes de plataforma media:* Ophichthidae, Engraulidae, Clupeidae, Synodontidae, Ophididae, Antenaridae, Mugilidae, Atherinidae, Belonidae, Exocoetidae, Hemiramphidae, Syngnathidae, Centropomidae, Serranidae, Priacanthidae, Apogonidae, Pomatomidae, Gerreidae, Haemulidae, Sparidae, Sciaenidae, Pomacentridae, Uranoscopidae, Gobiosocidae, Callionymidae, Microdesmidae, Ephiphidae, Stromateidae, Bothidae, Achiridae, Cynoglossidae, Monacanthidae, Ostracidae, Tetraodontidae y Diodontidae.

*Desovantes del talud continental:* Elopidae, Megalopidae, Carangidae, Lutjanidae, Sphyraenidae, Gemphilidae, Scombridae, Xiphiidae y Tetragonuridae.

*Desovantes oceánicos:* Albulidae, Gonostomatidae, Myctophidae y Nomeidae.

## I. 6. DISCUSIÓN

I.6.1. *Problemas en la identificación taxonómica.* El registro de una gran variedad de formas de larvas de peces en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, es un claro reflejo de la alta diversidad íctica que se encuentra en los arrecifes del Caribe mexicano; de los 191 taxa registrados, sólo al 28.2% no fue posible asignarle la especie. De manera similar, Vásquez-Yeomans *et al.* (1998), han señalado un 24.1% de larvas de peces no identificadas en el Arrecife Mahahual, ubicado al sur del estado de Quintana Roo.

Al respecto, sabemos que la taxonomía de las larvas de peces es un serio problema en los ambientes arrecifales, pese a que los trabajos de Leis y Rennis (1983), Moser *et al.* (1984) y Leis y Trnsky (1989), han promovido la taxonomía en estas etapas. Los autores antes mencionados, señalan tres posibles razones del por que las etapas pelágicas de los peces arrecifales son difíciles de determinar: 1. Las larvas de peces al eclosionar no se encuentran totalmente desarrolladas y muchas de sus estructuras aparecen o preceden a una función (p.e. espinas y radios de las aletas). 2. Los huevos son pequeños y de los cuales eclosionan larvas pequeñas y 3. La larva de pez posee facciones morfológicas que son presumiblemente adaptaciones a la existencia pelágica y varían de especie a especie y de manera latitudinal (p.e. barbillones quimiorreceptores, radios elongados, pliegues natatorios, variabilidad en el número de vertebras, etc.).

Otros factores que contribuyen a la ausencia de información, son la escasez de ejemplares en las capturas y a que muchos trabajos están enfocados a recolectar larvas de especies con importancia comercial, así como a la falta de muestreos zooplanctónicos adecuados en las aguas arrecifales (Leis, 1991b).

Un elemento importante y raramente registrado en los estudios de peces adultos, es la presencia de las especies crípticas, en este sentido, los estudios de larvas de peces permiten analizar mejor la composición de una comunidad en determinada región. Al respecto, diversos taxa de góbidos, labrisómidos, quenópsidos y tripterígidos recolectados en el presente estudio, pueden considerarse como organismos crípticos del ambiente arrecifal: *Coryphopterus*, *Ctenogobius*, *Bathygobius*, *Gobionellus*, *Priolepis*, *Gillellus*, *Acanthemblemaria*, *Stathmonotus* y *Enneanectes*. Este tipo de taxa son registrados ocasionalmente dentro de la lista de especies de peces en sistemas arrecifales del Caribe mexicano (Schmitter-Soto *et al.*, 2000; Ramírez-Ávila, 2001).

Otras familias importantes de peces crípticos capturados dentro del Caribe mexicano son los dactiloscópicos y blénidos (Greenfield y Johnson, 1990; Vásquez-Yeomans *et al.* 1998, 2003). Sin embargo, la etapa pelágica de otros peces típicos del arrecife como: *Inermiidae*, *Aulostomidae*, *Malacanthidae*, *Mullidae*, *Fistularidae* y *Opistognatidae* no fueron identificadas por carecer de desarrollos ontogénicos en la literatura. Esta última familia de peces, cuyos machos suelen incubar los huevos en la cavidad bucal (Martin y Drewry, 1978).

Dentro de las familias con más problemas para determinar sus especies en zonas arrecifales en el Atlántico tropical oeste, están *Chaenopsidae*, *Gobiidae*, *Blennidae*, *Tripterygiidae*, *Labrisomidae*, entre otras; esta dificultad es debida a las escasas descripciones larvales en la literatura y a la elevada riqueza específica en estos ambientes, como lo han señalado Richards (1985, 1992), Cavalluzzi (1992) y Maddox (1992)(Tabla 8).

Tabla 8. Principales familias de peces con representantes arrecifales en el oeste del Atlántico central, con énfasis en las especies arrecifales que cuentan con descripciones larvales (según Richards, 1992).

Estadio Familia	Adulto		Larva
	Total	Arrecifal	Arrecifal
Blennidae	17	10	2
Chaenopsidae	34	34	0
Dactyloscopidae	11	11	2
Gerreidae	13	5	1
Gobiidae	116	50	2
Haemulidae	23	16	3
Holocentridae	11	11	1
Inermiidae	2	2	0
Labridae	19	19	2
Labrisomidae	41	41	1
Malacanthidae	8	8	1
Mullidae	4	2	2
Opistognathidae	22	21	1
Scaridae	14	13	1
Tripterygiidae	5	5	1

1.6.2. *Composición.* Una revisión de la literatura reciente de Tunnell *et al.* (1993), Schmitter-Soto (1995) y Schmitter-Soto *et al.* (2000), indicaron que la fauna de acantopterigios asociados a los sistemas costeros del Caribe mexicano, está compuesta por más de 577 especies. En el presente estudio, se han identificado las fases larvales de 191, es decir, sólo se conocen las larvas del 33% de la fauna íctica (62.8% pertenecen al orden perciforme). Esta carencia de información ha sido señalada en diferentes regiones tropicales del mundo, en especial para los perciformes asociados a los sistemas arrecifales (Richards, 1985 y 1992). Ante esto, es evidente que se necesita un mayor énfasis en los trabajos para solucionar los problemas de identificación de las etapas tempranas de la fauna íctica local, sobre todo si tomamos en cuenta la importancia potencial de estos estadios en los estudios de pesquerías, sistemática y ecología (Moser y Ahlstrom, 1970; Ahlstrom y Moser, 1976; Lasker, 1981; Dunn, 1983).

En general, la composición ictioplanctónica en ambos hábitats estudiados frente a Puerto Morelos, indicó que estuvo constituida por 51.8% de especies costeras, 36.2% arrecifales y 12.0% oceánicas; esta predominancia de las especies costeras dentro de las zonas protegidas del arrecife, también ha sido registrada en otros sistemas arrecifales (Choat *et al.*,

1993; Leis, 1991b y 1994). Particularmente, se observó una mayor presencia de larvas de familias con especies costeras en el hábitat de playa (Clupeidae, Gobiidae, Gerreidae, Haemulidae, Syngnathidae), mientras que hubo una importante presencia de larvas de peces de especies oceánicas en la estación cercana a la cresta arrecifal (Myctophidae, Gonostomatidae, Scombridae, Gempylidae, Nomeidae, etc.). Esto sugiere un importante intercambio de fauna con la zona oceánica en este sitio. Al respecto, los trabajos realizados en las zonas cercanas del lado expuesto del arrecife, han señalado que las especies oceánicas llegan a constituir un 40% de las larvas capturadas y a medida que se extienden los puntos de recolecta lejos de la costa, su contribución en densidad es mayor (Kingsford, 1988; Kingsford y Choat, 1989; Kobayashi, 1989; Leis, 1994; Ramírez-Ávila, 2001).

En forma similar a otros trabajos en sitios arrecifales, la composición de las larvas de peces registradas en la laguna frente a Puerto Morelos, sugiere que el medio arrecifal es un sitio importante para el desarrollo de las etapas tempranas de muchas especies costeras, situación que también ha sido sugerida por Kingsford y Choat (1989). Asimismo, la variación en su composición entre hábitats, ha denotado la influencia de los distintos grados de complejidad observados en el sustrato de la laguna arrecifal (Powles y Burgess, 1978), de la asociación con el alimento potencial (McFarland y Kotchian, 1982), y de la cercanía con la zona oceánica (Kobayashi, 1989); aspectos que se abordarán de manera particular más adelante.

*1.6.3. Variación temporal de la abundancia.* La actividad reproductora de los peces costeros tropicales se extiende considerablemente a gran parte del año, así también en ciertas épocas, un gran número de especies y de individuos se reúne para reproducirse (Johanes, 1978). Estos periodos son referidos como picos de desove colectivos, reflejándose en la comunidad planctónica por una alta abundancia de huevos y de larvas de peces. En la zona lagunar frente a Puerto Morelos, posiblemente estos desoves colectivos más intensos se presentaron a principios del periodo de lluvias, con un segundo pico de menor intensidad hacia finales del mismo (Fig. 8); cabe señalar que 109 taxa presentaron su máxima abundancia durante este periodo, 60 en sequía y 22 posiblemente mantuvieron su actividad reproductora todo el año (Tabla 6). Estos patrones reproductivos de los peces son frecuentes en los sistemas costeros tropicales del mundo, como lo han señalado Munro *et al.* (1973) y Johanes (1978).

Con respecto al párrafo anterior, sabemos que la temporalidad de los desoves en las zonas tropicales está influenciada por diversos factores como la temperatura del agua, la productividad secundaria zooplanctónica (alimento potencial para las larvas), la precipitación pluvial, la velocidad y la prevalencia de las corrientes y en este caso, la cercanía del arrecife al medio oceánico (Munro *et al.* 1973, Johanes, 1978).

En el presente estudio, las mayores abundancias de huevos y larvas de peces y por ende los desoves más intensos, estuvieron asociados a las máximas temperaturas superficiales del agua y de la precipitación pluvial. Esta relación también ha sido observada durante los picos de desove colectivo de los peces arrecifales en el sur de la gran Barrera Arrecifal en Australia (Johanes, 1978), y se sabe que la temperatura es el factor que desencadena el mecanismo de la reproducción (Wootton, 1990). Otra relación es la mayor abundancia de larvas en preflexión (78.7%), que se presentó durante el periodo de lluvias. Al respecto, algunos autores como Johanes (1978) y Houde y Lovdal (1984), han mencionado que las eclosiones de las larvas coinciden con los momentos de mayor abundancia planctónica. Asimismo, Cushing (1972) ha señalado que la disponibilidad de alimento para las larvas es un factor importante que gobierna a futuro las abundancias de los peces marinos. Debido a

que el alimento planctónico es relativamente escaso en las áreas abiertas de los mares tropicales, situación que prevalece en el mar Caribe, es razonable entonces suponer que el alimento es especialmente crítico para la supervivencia de las larvas planctónicas de los peces. Sin embargo, no se ha demostrado totalmente la relación entre la abundancia de las larvas de peces oceánicas y la productividad secundaria zooplanctónica (Watson y Leis, 1974; Houde y Chitty, 1976).

En este sentido, también sabemos que las áreas costeras se caracterizan por su alta productividad primaria y secundaria (Longhurst y Pauly, 1987), que favorece la supervivencia larval debido a la existencia de una gran cantidad de alimento en la columna de agua, comparada con las áreas oceánicas en donde predominan aguas oligotróficas. Esta idea esta respaldada por las altas concentraciones de larvas de peces oceánicas en áreas cercanas a los arrecifes coralinos (Leis y Miller, 1976; Leis, 1981, 1991a, 1993; Ramírez-Avila 2001). Es así que la significancia adaptativa de las larvas pelágicas de peces arrecifales está relacionada con la disponibilidad del alimento y la dispersión de la descendencia (Doherty *et al.*, 1985). Este último evento está estrechamente relacionado con los movimientos de las masas de agua tanto dentro como fuera del arrecife. Esto es, las corrientes internas en la intrincada red de canales que dan al exterior, permiten a los productos del desove el transporte hacia las zonas pelágicas, de tal manera que las corrientes costeras acarrear los huevos y larvas de peces marinos a los sistemas litorales y que se detallará mejor en el capítulo 3.

1.6.4. *Influencia de las características del hábitat arrecifal.* Las características físicas y biológicas del bentos dentro de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, proporcionan dos medios enteramente distintos para las comunidades planctónicas (corales-algas y pastos marinos-blanquiales de arena). Estas diferencias estructurales del sustrato se ven reflejadas en la composición y abundancia de las larvas de peces en cada hábitat estudiado. En este sentido, la literatura revisada indica que la heterogeneidad del sustrato puede ser un indicador de la disponibilidad de refugios en un sitio contra la depredación (Begon *et al.* 1999). Particularmente, la complejidad física de los corales en la estación de cresta arrecifal proporciona notoriamente un mayor número de refugios (p. e. cavidades de coral de diferente tamaño), a diferencia de las áreas de pastos marinos donde es menor. Asimismo, la fragmentación del ambiente, junto con un comportamiento gregario (la mayoría de las larvas de peces tienden a conformar cardúmenes uni o multi-específicos), puede conducir a la coexistencia de especies (Menge *et al.*, 1985; Begon *et al.* 1999), además cabe esperar que un ambiente con una mayor heterogeneidad espacial contenga más especies, precisamente porque proporciona un mayor número y variedad de refugios (Begon *et al.* 1999), además de una gama de alimento más amplia que permite sostener una mayor cantidad de individuos, lo que permitiría explicar los valores más altos de abundancia y riqueza de larvas de peces registrados en el hábitat de la cresta arrecifal (12.9 org/m<sup>3</sup>, 139 taxa, 4.77 bits/ind) con respecto al hábitat de playa (7.7org/m<sup>3</sup>, 114 taxa, 4.01 bits/ind).

Acorde con el párrafo anterior, en donde la mayor abundancia y diversidad ictioplanctónica estuvieron asociadas al hábitat de mayor complejidad (cresta), de la misma manera, la mayor abundancia de larvas en preflexión (34.3%) se presentó en este mismo sitio. Al respecto, el conocimiento tradicional indica que las zonas con vegetación sumergida son sitios de crianza, alimentación y refugio para las larvas de muchos organismos, la complejidad del refugio evita que las larvas de peces poco activas sean presa fácil de planctívoros (Reid, 1954; Adams, 1976; Weinstein, 1979). En oposición al conocimiento anterior de que las etapas más jóvenes de los peces (preflexión), utilizan las zonas de vegetación sumergida como áreas de refugio y crianza, se sugiere que son más bien

empleadas por larvas en postflexión de gerréidos, hemúlidos, góbidos, clupéidos, singnátidos, quenópsidos y tripterígonos. Estas larvas y juveniles presentan un mayor desarrollo en su sistema sensorial y capacidad natatoria, que les permite evadir a muchos depredadores que circundan la vegetación sumergida (Fukuhara, 1987; Olney y Boehlert, 1988; Heck y Weinstein, 1989). Este hecho, ha sido demostrado experimentalmente por Lascara (1981), al encontrar que los peces grandes son menos capaces de depredar sobre los juveniles al incrementarse la densidad de los pastos marinos. Resultados similares fueron obtenidos por Savino y Stein (1982), quienes atribuyeron ambos efectos a un incremento en la barrera visual hacia los depredadores y a un cambio en el comportamiento de las presas; las larvas en preflexión son menos capaces de evadir a los predadores.

Además, la complejidad de los macizos de coral y macroalgas, posiblemente ofrece un mejor refugio temporal a las larvas más jóvenes de los grupos de peces antes mencionados y a otros peces costeros. Al respecto, Kobayashi (1989), registró que las larvas más jóvenes de góbidos y de algunas otras especies de peces son capaces de resistir un fuerte oleaje, incluso el de soportar el hábitat en que se desenvuelven los adultos; este mismo autor observó que las larvas de góbidos necesitan de señales visuales que emite el arrecife (reflejos luminosos) para permanecer cerca del mismo. Adicionalmente, la cercanía de los macizos de la cresta arrecifal con el talud continental, permite un activo intercambio de la comunidad meroplanctónica, en donde las larvas de peces mejor representadas, son las especies costeras con una importante presencia de larvas de peces oceánicos (Kingsford, 1988, Leis, 1981 y 1994).

Un elemento adicional en el medio acuático superficial que puede incrementar su complejidad, es la presencia de objetos flotantes; muchas larvas de peces han sido relacionadas con estos objetos. Particularmente, sobre las aguas de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, se observó regularmente la presencia de vegetación flotante (estructuras de flotación de *Sargasum* y folias de *Thalassia testudinum* y *Syringodium*), aunque no en grandes masas; es probable que tengan alguna influencia temporal en la presencia de cierto tipo de larvas. Al respecto, Druce y Kingsford (1995), han encontrado altas densidades de larvas de peces asociados a algas flotantes cerca de los arrecifes, entre ellos pomacéntricos, mullidos, mugílicos, carángidos y blénidos.

**1.6.5. Variación nictemeral y lunar.** Las larvas de peces son sensibles a diferentes grados de luz; este comportamiento se reflejó en la variación temporal de la abundancia de las larvas a corto y mediano plazo, en donde las máximas abundancias en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos se registraron en el transcurso de la noche (Fig. 10b), y durante la luna nueva (Fig 9b). Los patrones de variación de la abundancia de larvas dentro de los hábitats estudiados, sugieren una gran producción de huevos y larvas de peces cerca de la cresta coralina durante la noche. Particularmente, las altas abundancias de huevos en la columna de agua durante la luna llena o nueva posiblemente se deban a que muchos peces de los arrecifes coralinos suelen desovar al anochecer (Helfman, 1986) y días antes de la luna llena o nueva, o en ambos (Johanes, 1978). Esta actividad reproductiva del adulto al inicio de la noche, permite una mayor reducción en la depredación sobre los huevos, debido a los bajos niveles de luz y a que en este momento existe un número reducido de peces que se alimentan del zooplancton (Wootton, 1990). Asimismo, las altas abundancias en la estación de cresta arrecifal sugieren que esta zona es propicia para el desove y en donde existen canales con flujos más intensos que permiten a los huevos y larvas de peces arrecifales una mayor dispersión hacia la zona oceánica donde la depredación es menor (Watson, 1974; Johanes, 1978; Doherty *et al.*, 1985; Dufour *et al.* 1995; Boehlert, 1996). Por otra parte, los peces que ponen sus huevos en la zona intermareal (p.e. hábitat de playa), tienen tiempos

de desove más relacionados al ciclo lunar debido a la relación entre éste y el ciclo mareal, como lo ha señalado Wootton (1990). En este sentido, por ejemplo, las altas abundancias del "plateado del Atlántico" *Menidia menidia* (Atherinidae) registradas en la laguna arrecifal y durante el día (Anexo 3), sugieren que esta especie desovó en la zona más alta de la zona intermareal y depositó sus huevos sobre la vegetación sumergida; de acuerdo con Milddaugh (1981), estos desoves ocurren sólo durante el día y coinciden con la marea más alta, días antes de la luna nueva y luna llena.

Además, sabemos que las variaciones diarias y lunares de la abundancia de las larvas de peces están influenciadas negativamente por la luz y, es posible que los fenómenos como la colonización y asentamiento de las larvas en las zonas protegidas de los arrecifes, ocurrieron sólo durante la noche y preferentemente sin luz de la luna (luna nueva), como ha sido señalado por Watson (1974), Johanes (1978), Dufour (1991) y Dufour y Galzin (1992). Mientras, las altas abundancias de huevos en luna llena cerca de la estación de playa y en luna nueva en la cresta arrecifal, evidencia los momentos y sitios en que se presentó la reproducción por parte de los adultos permanentes (góbidos, quenópsidos, dactiloscópidos, blénidos, singnátidos, labrisómidos, escáridos, lábridos, tripterígidos, pomacántidos etc.) y aquellos residentes temporales (gerréidos, hemúlidos, pomacéntridos, lutjánidos, engráulidos, clupéidos, espáridos, mugilidos etc.).

Por otro lado, la variación de la abundancia de larvas de peces en el registro dial (Fig. 10b), presupone movimientos verticales. Al respecto, se ha observado que muchos grupos del meroplancton (incluyendo a las larvas de peces), responden sincrónicamente al comportamiento migratorio vertical del holoplancton, como respuestas a los cambios en la intensidad de la luz (diarias y/o lunares), ya que estos organismos constituyen un alimento potencial para larvas de crustáceos y peces (Parsons *et al.*, 1990). Estas migraciones del zooplancton, también han sido atribuidas a una conservación de la energía por reducción del metabolismo en el organismo para evitar la depredación, y/o a mecanismos de reproducción (Porter y Porter, 1977; Ferraris, 1982; Parsons *et al.*, 1990; McEdwards, 1995).

En general, la sensibilidad de las larvas de peces recolectadas en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, es considerada como fotonegativa (se mueven hacia la obscuridad), con una graduación variable (Fig. 9b y 10b). Esto puede deberse también a que en la laguna no existen condiciones físicas estáticas en la columna de agua, por lo que hay un movimiento continuo de las larvas de peces (vertical y horizontal), para mantener o alcanzar un nivel óptimo de iluminación y de alimento que les permita ser más eficientes. Leis (1991a), ha planteado que en noches sin luna hay una pérdida de orientación debido a la carencia de señales visuales, dando lugar a un transporte lejos de los arrecifes. Stobutzky y Bellwood (1997, 1998), sugieren que en noche sin luz, las larvas de peces utilizan el sonido como señal para orientarse hacia los arrecifes, siendo que el sonido se propaga sobre grandes distancias y es altamente direccional.

Los mayores niveles de sonido en los arrecifes se dan en verano durante las noches de luna nueva (McCauley, 1995 citado en Stobutzky y Bellwood, 1998). El sonido no sólo provee una señal para la orientación de las larvas hacia el arrecife, sino también les permite distinguir entre tipos de arrecifes y hábitats dentro de un arrecife. En resumen, la variación en las abundancias de larvas de peces responde a requerimientos del hábitat (refugio, alimento), a la sensibilidad fototáctica, a la orientación, para evitar la depredación etc., mientras que las variaciones de abundancia de los huevos registrados sobre la variabilidad lumínica, son debidas al comportamiento de muchos de los peces adultos para desovar en momentos de menor riesgo para su progenie (obscuridad).

1.6.6. *Estructura comunitaria.* La dominancia ictioplanctónica, en general estuvo limitada a pocas especies (2 o 5), destacando las larvas jóvenes de *Jenkinsia lamprotaenia* y un hemúlido cerca de la cresta y a tres especies de gerréidos en la zona de playa. Asimismo, el góbido *Ctenogobius* sp1 y el quenópsido *Acanthemblemaria* sp1 fueron importantes en ambos sitios (Tabla 3). Estos taxa en estado adulto, por lo general residen todo el año dentro de la laguna o lo dejan por breves periodos de tiempo; asimismo, algunos son importantes en términos económicos (Gerreidae, Haemulidae) y ecológicos (Clupeidae, Gobiidae, Chaenopsidae) al estar unidos a la comunidad y por su relación como controladores de los recursos (holoplancton como alimento), al funcionar sus larvas como consumidores primarios del zooplancton en el arrecife (Heck y Weinstein, 1989). El general, el grado de repartición de la dominancia sugiere que en ambos hábitats, los recursos son aprovechados más equitativamente entre las especies durante el periodo de sequía, mientras que en los meses más lluviosos sólo algunas especies (Tabla 3) hacen un mejor uso de los recursos y en este momento, son las más abundantes del año.

Weinstein (1979) y Heck y Weinstein (1989), han registrado que las larvas y juveniles de gerréidos, lutjánidos, escorpénidos y hemúlidos, se alimentan esencialmente de pequeños crustáceos decápodos y otros taxa asociados a la vegetación sumergida. Suárez-Morales y Gasca-Serrano (1990), han señalado que la fauna activa zooplanctónica asociada a las praderas de *T. testudinum* en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, está dominada durante la noche por anfípodos gamáridos, megalopas y zoeas de decápodos, y en el día por copépodos, sifonóforos, anfípodos hipéridos y quetognatos, lo cual podría en primer lugar, explicar la dominancia de estas familias de peces, cerca de la playa mientras que individuos muy jóvenes de las familias como clupléidos, góbidos, quenópsidos, tripterígidios, escáridos y dactiloscópodos podrían estarse alimentando esencialmente de los "enjambres" de copépodos y mísidos, así como de otros grupos como larváceos, larvas de camarones y micromedusas que merodean los macizos de coral y macroalgas (Emery, 1968).

Por otro lado, el cambio estacional en la dominancia larval (Tabla 3), puede ser un indicativo de la estacionalidad en la actividad reproductiva de las especies. Aun cuando esta actividad es extensa durante el año, es posible identificar periodos de intenso desove y su temporal contribución relativa de cada una de las especies a la comunidad ictioplanctónica en la laguna arrecifal (Tabla 6, Anexo 3).

*Diversidad.* La laguna arrecifal frente a Puerto Morelos exhibió una alta diversidad de larvas de peces (191 taxa y 4.9 bits/ind), cuya variabilidad se reflejó entre hábitats y temporalmente (Fig.14a, Tabla 4). En general, las diferencias registradas entre hábitats (menor diversidad en la estación de playa y mayor en cresta) y épocas estudiadas (menor en sequía y mayor en lluvias), pueden deberse a diversos factores estructurales y ambientales de los sitios de estudio. Por un lado se sabe que la diversidad en una comunidad es el resultado de los procesos físicos y biológicos que ocurren en un ecosistema y puede ser vista a diferentes escalas temporales y espaciales (Mac Arthur, 1972).

En este sentido, uno de los factores físicos más importantes es la heterogeneidad espacial (hábitats que presenta el medio arrecifal), factor que ha demostrado su influencia en la comunidad íctica al denotar un incremento en la riqueza de las especies con el aumento en las características y complejidad del hábitat (Gorman y Karr, 1978). Al respecto, Woodin (1978) también, ha señalado que la diversidad de especies está fuertemente influenciada por la heterogeneidad del medio, debido a que éstos son más estables que los ambientes homogéneos y en ellos se ha demostrado que la coexistencia y persistencia de presas y competidores depende de los refugios en el espacio, tiempo y/o comportamiento. Sih (1997),

por su parte, ha validado experimentalmente el uso de los refugios para larvas ante los ataques de peces depredadores y las fluctuaciones del alimento disponible. Adicionalmente, la cercanía del arrecife al talud continental (plataforma de 6 Km), permitió un mayor intercambio de faunas a través de las corrientes, en donde la contribución de especies oceánicas es más evidente cerca de la cresta arrecifal (Kobayashi, 1989; Leis, 1994), situación que posiblemente favoreció una mayor diversidad en la estación de cresta en Puerto Morelos (Fig. 14a).

La literatura menciona que temporalmente un factor biológico que influye sobre la diversidad larvaria es la productividad primaria y secundaria planctónica de la zona. De acuerdo con Krebs (1994), los hábitats productivos pueden soportar más individuos; según este autor, una modificación común del factor productividad, es la idea de la división temporal, cuyo sustento es que la estación de productividad más larga, permite que las especies dividan al ambiente (periodos), permitiendo la coexistencia de más especies. De modo, que parece que al haber una mayor productividad significa una mayor gama de recursos, por lo que cabe esperar entonces un incremento en la riqueza de especies, como lo indican Begon *et al.* (1999) y Condit (1997). Lo anterior, podría explicar primariamente la mayor diversidad de larvas registrada en lluvias, periodo que también presenta una alta abundancia de copépodos (Fig. 41).

En concordancia a lo anterior, Cushing (1972) y Johanes (1978), han señalado que los momentos reproductivos de las especies de peces con los desoves colectivos, se encuentran asociados con la mayor productividad planctónica local, por lo que la heterogeneidad espacial y temporal de las zonas y/o regiones de estudio influyen sobre la variedad de especies, pero también habrá que tomar en cuenta otros factores biológicos tales como la competencia, la depredación, la dinámica poblacional y la selección del hábitat, los cuales juegan un papel determinante en la estructura de la comunidad y por tanto, de la diversidad local (Begon *et al.* 1999).

*Variación intra e inter anual de los desoves.* El registro continuo de huevos y larvas de peces en la laguna arrecifal (Figs. 8 y 10), indicó una prolongada actividad reproductiva de los adultos durante el año, con un intenso desove por lo general, hacia los meses más cálidos y lluviosos, así como cuando existen altas densidades de copépodos (Fig. 41); todo esto combinado con una baja variabilidad estacional del medio (Houde y Lovdal, 1984). Por un lado, las variaciones intra anuales en la intensidad del desove, están dadas por procesos de corto plazo (cambios estacionales en los procesos hidrológicos, productividad primaria y secundaria planctónica, etc.), y pueden o no afectar las variaciones inter anuales. Estas últimas variaciones en la intensidad en el desove, están más relacionadas con los procesos pelágicos de mayor escala (variación de las corrientes costeras y oceánicas, cambios en las temperaturas superficiales del agua, etc.), como lo han señalado Robertson *et al.* (1988) para algunos peces arrecifales en el Caribe.

En este sentido, el momento reproductivo de los peces y la intensidad de los desoves entre ciclos de estudio, se vieron desfasados por un cambio en el ambiente pelágico, como se presento a finales de 1992 y principios de 1993; reflejándose al registrar un pico de abundancia de huevos y larvas hacia finales de este año con respecto al ciclo 1990-1991 (Fig.17a y b). Estos cambios interanuales posiblemente son consecuencia de las alteraciones registradas en el clima global de la tierra y que han sido documentadas por el Centro de Análisis Climático (CAC por sus siglas en inglés) de los E.U.A, durante 1993. Las anomalías climáticas fueron observadas sobre la precipitación pluvial y temperaturas atmosférica y de la superficie marina; de este último factor se registró un valor de 0.5°C

mayor del promedio para la región del Caribe, irregularidades que abarcaron desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Sudamérica; cambios indirectos asociados al fenómeno de "El Niño/Oscilación del Sur" (CAC, 1994).

El desove de las especies permanentes del sistema coralino como ya ha sido mencionado, posiblemente se presentó por lo general durante la noche y cerca del arrecife; lo primero, como una estrategia para evitar una mayor depredación de huevos por otros peces y el segundo, como un mecanismo para su dispersión lejos del arrecife (Doherty *et al.*, 1985), pues en este sitio es posible que las corrientes cercanas a la cresta sean más intensas y desemboquen fuera del arrecife, permitiendo un rápido transporte de las larvas a mar abierto.

Por otro lado, la alta heterogeneidad del área arrecifal permite proveer de refugio a los huevos que no fueron transportados por las corrientes, esto es, los desoves cercanos a los corales por parte de las especies costeras, permite a los huevos y larvas vitelinas ser transportadas por las corrientes a la zona protegida del arrecife en donde encontrarán mejores condiciones para continuar y completar su desarrollo ontogénico.

*1.6.7. Transporte y migración ontogénica.* El conocimiento tradicional indica que los sistemas coralinos son el hábitat de muchas especies de peces (Leis, 1991b, 1994); desde el punto de vista ictioplanctónico, la fauna registrada en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, está compuesta en su mayor parte por taxa del ámbito costero (51.8%), con una importante contribución de especies del medio arrecifal (36.2 %) y una notable presencia de fauna oceánica (12.0 %); cabe señalar que la mayor densidad de larvas estuvo dada por los organismos del ámbito arrecifal, al constituir cerca del 64% de las larvas recolectadas en la laguna arrecifal.

En este sentido, el mantenimiento de las poblaciones de peces arrecifales depende de la colonización y reclutamiento de sus larvas. El significado adaptativo de estos eventos en los primeros estadios de los peces, no está claramente entendido, pero es una consecuencia del estadio y sus problemas de retorno al arrecife (Doherty, 1981, Doherty *et al.*, 1985; Robertson *et al.*, 1988). Se ha asumido así, que el retorno es un proceso pasivo en el que las corrientes oceánicas transportan a las larvas que se encuentran a la deriva. Sin embargo, se ha sugerido que el patrón distribucional de las larvas de peces (espacial y temporal), no es enteramente un proceso pasivo o de difusión, por el contrario, éstas juegan un papel activo como lo ha señalado Leis (1986a; 1991b).

Por otro lado, los datos disponibles hasta mediados de los ochenta, indicaban que las distribuciones de larvas de peces arrecifales mostraban bajas densidades, y en muchos casos con técnicas inadecuadas de recolecta (Leis, 1991b). Además, se admitía que las larvas de algunos peces no eran capaces de mantener una distribución cercana a los hábitats de los adultos. No obstante, Marliave (1986), ha descubierto altas concentraciones de larvas de peces intermareales adyacentes a los hábitats de los adultos, mientras que Leis (1982), ha proporcionado evidencia de que ciertas especies mantienen una distribución cercana a la plataforma.

De manera similar, Powles *et al.* (1984), han notado que las larvas de dos peces planos (Bothidae) son más abundantes dentro de los 500 m de la costa, por lo que estos hallazgos sugieren que las pequeñas larvas pelágicas no necesariamente se dispersan pasivamente. A todo esto se agregan las características físicas del arrecife y aquellos procesos costeros que influyen sobre los mismos (Weinstein, 1979; Williams *et al.*, 1984, 1988).

Particularmente en el área de estudio, la plataforma continental después de la barrera arrecifal es muy estrecha (4.5 km), permitiendo al cuerpo arrecifal una fuerte interacción con la zona oceánica, debido especialmente a mecanismos como la migración y transporte de organismos. Esto último se da fundamentalmente por la acción de corrientes oceánicas y giros cercanos al arrecife, permitiendo un intercambio variable de materiales y biotas, entre las que destacan la flora y fauna microscópica, como lo han señalado Kobayashi (1989), McEdward (1995) y Boehlert (1996), en otros sistemas coralinos.

Con respecto a todo lo anterior, el conocimiento actual indica que la entrada del meroplancton a los sistemas costeros, es primordialmente por los sitios de comunicación de la laguna con el mar (bocas) y muy probablemente también el ingreso de estos organismos al interior del arrecife sea a través de las interrupciones de la cresta arrecifal (quebrados) y por medio de los resquicios entre los corales de la cresta arrecifal (Fig. 18).

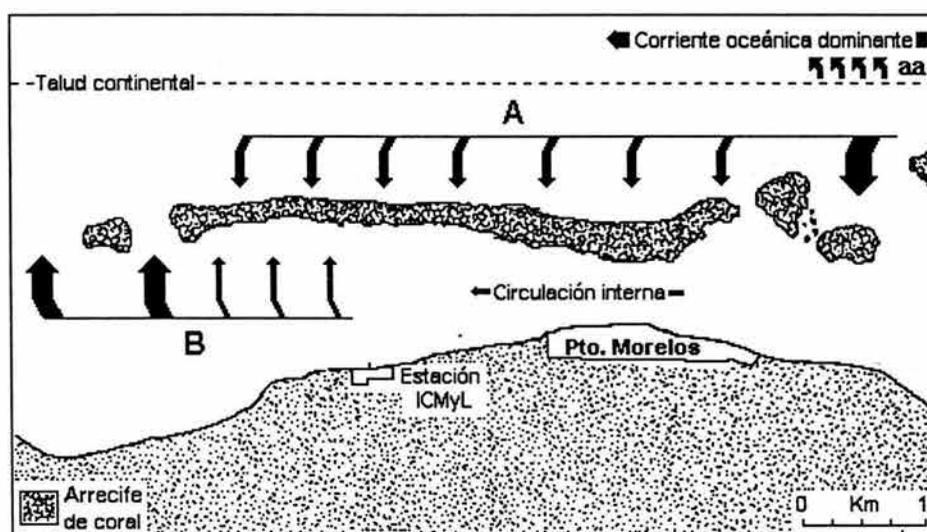


Fig. 18. Representación esquemática del posible transporte de las larvas de peces del océano a la zona protegida del arrecife frente a Puerto Morelos, Quintana Roo. A: Ingreso y B: dispersión al medio oceánico.

No obstante, estos mecanismos de migración y/o transporte en los arrecifes, posiblemente se vean incrementados durante la marea muerta y en luna llena, momento en que la zona de la cresta registra bajo oleaje y una mayor columna de agua sobre la misma (Fig. 19). Asimismo, la luminosidad de la luna podría proveer de condiciones suficientes para la orientación de las larvas a sitios óptimos y mantenerse cerca del arrecife, como lo ha sugerido Kobayashi (1989).

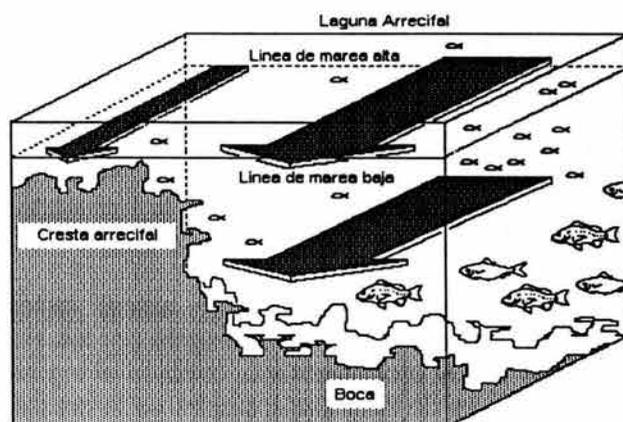


Fig. 19. Mecanismo de ingreso de larvas y juveniles de peces por la cresta arrecifal, frente a Puerto Morelos, Quintana Roo.

Aun cuando se desconoce la densidad de larvas de peces que entran a las zonas protegidas del arrecife, es probable que sea considerable, tanto por el ingreso por la boca como por los espacios entre corales; esto fue evidente al registrar un 51.8% de taxa de origen costero y un 12.0% oceánico, aportando entre ambos cerca del 32% de la densidad de larvas dentro de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Es probable que la interacción no se limite a la entrada de organismos, sino también la salida de los mismos, con ayuda de las corrientes internas que desembocan fuera del arrecife permitiendo la dispersión de los primeros estadios sobre el medio oceánico (Doherty *et al.*, 1985). Esta dispersión al exterior podría realizarse a través de las interrupciones del arrecife en donde los flujos son más fuertes y al igual que el ingreso de larvas es probable que los organismos más grandes (larvas en postflexión o juveniles) utilicen los resquicios entre los corales para salir (Fig. 20). Es común observar cardúmenes de larvas y juveniles que exploran activamente la zona de barlovento del arrecife de Puerto Morelos.

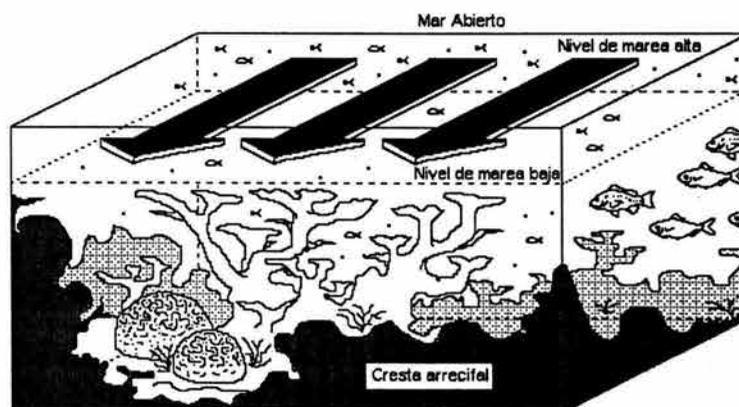


Fig. 20. Mecanismo de dispersión de larvas de peces por la boca y cresta coralina frente a Puerto Morelos, Quintana Roo.

Por otro lado, la migración es el resultado de la necesidad de un organismo para ocupar un hábitat diferente en las distintas etapas de desarrollo (Parsons *et al.*, 1990). Así, la presencia de diferentes etapas del desarrollo de distintas especies dentro del arrecife frente a Puerto

Morelos, sugiere una compleja migración ontogénica (Fig. 21). Por un lado, las especies permanentes (escáridos, lábridos, tripterígidos, quenópsidos, góbidos, dactiloscópidos, labrisómidos, etc.) pasan casi enteramente su vida dentro de la zona protegida, mientras que las etapas tempranas de las especies costeras (engráulidos, clupéidos, gerréidos, hemúlidos, mugílidos, aterínidos, espáridos, etc.) ocupan temporalmente estos sitios, posiblemente como área de crianza o refugio contra depredadores, como se ha señalado en párrafos anteriores. Asimismo, la presencia de larvas de peces netamente oceánicos (mictófididos, gonostomátidos, escómbridos, istiofóridos entre otros) es incidental dentro del sistema arrecifal, pues son transportados por las fuertes corrientes costeras o mareas al interior, por lo que su tiempo de residencia es mínimo.

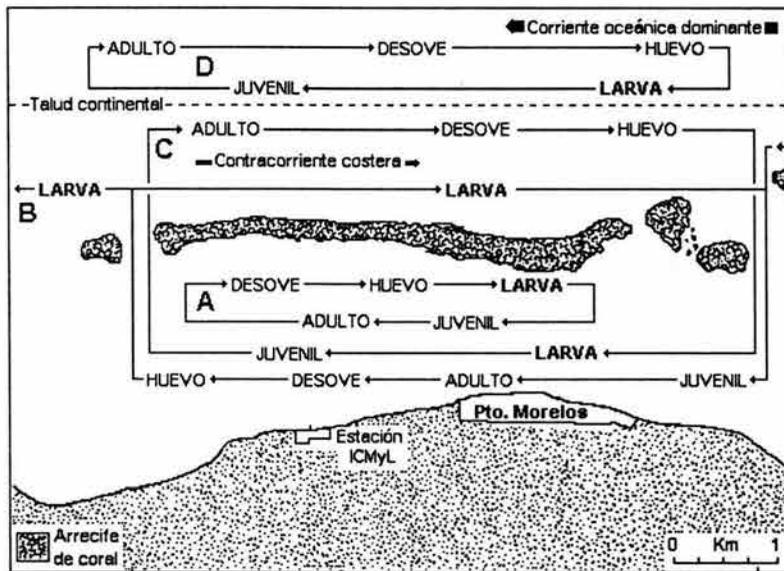


Fig. 21. Representación esquemática de los ciclos ontogénicos de la comunidad íctica frente al arrecife Puerto Morelos, Quintana Roo: A: Arrecifales permanentes, B: Arrecifales temporales, C: Costeros y D: oceánicos.

Finalmente, una cuestión importante fue la similitud de los hábitats estudiados en términos de la riqueza específica y densidad ictioplanctónica. La estación de playa presentó 114 taxa (21 exclusivos y 93 compartidos), mientras que la cresta, 139 taxa (47 exclusivos y 92 compartidos). De acuerdo con los índices cualitativos (Sorensen y Fager & MacGowan), ambos hábitats mostraron cierta semejanza a diferencia de los índices cuantitativos (Morisita y Kimoto), donde se registraron diferencias importantes entre hábitats. Es probable que las semejanzas de la fauna encontrada puedan ser debidas en primera instancia, a la cercanía de ambas estaciones de recolecta (600 m), en donde la circulación interna juega un papel importante en el acarreo de larvas en preflexión, asimismo, el papel activo de las larvas en postflexión, permite un mejor y mayor desplazamiento horizontal o vertical, como lo ha señalado Leis (1991b). No obstante, las diferencias registradas estuvieron dadas por una mayor densidad de larvas en la estación de la cresta y menor en la de playa, diferencia que fue corroborada al encontrar diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre las abundancias de los hábitats. Como se ha mencionado con anterioridad, la alta heterogeneidad física de la cresta proporciona un mayor número de refugios y gama de alimentos, que a su vez, permite sostener una gran cantidad de larvas a diferencia de la menor complejidad física en playa, que posiblemente representa un menor número de refugios y recursos, no permitiendo sostener un gran número de larvas de peces.

## CAPÍTULO II

### **AGRUPACIONES DE LAS LARVAS DE PECES EN EL MEDIO ARRECIFAL: DINÁMICA ESPACIAL Y TEMPORAL**

Este capítulo intenta responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo y qué especies de larvas de peces integran las agrupaciones en los hábitats de la playa y cresta arrecifal y de qué manera influye el hábitat de los adultos sobre ella?
2. ¿Cuál es la dinámica estacional y día/noche de las agrupaciones de larvas de peces en función del comportamiento de los desoves?



---

## II.1. INTRODUCCIÓN

---

### Las agrupaciones de larvas: una historia reciente.

El conocimiento de la sistemática, fisiología, requerimientos energéticos, patrones de distribución y ecología de las larvas de peces, se ha incrementado mediante estudios de campo y de laboratorio en décadas pasadas. Estos adelantos a menudo han sido presentados en Simposia a partir de 1963 (Lasker, 1965), los cuales se han continuado periódicamente hasta años recientes (Richards *et al.*, 1993; Leis *et al.*, 1997). A la par con estos estudios, en las últimas dos décadas se han abordado los problemas de las interacciones entre especies en sus comunidades. La literatura sobre este tema no es frecuente, sin embargo, las relaciones interespecíficas se han abordado en diversos ambientes, así como los procesos físicos que las pueden estar determinando (Moser y Smith, 1993a, b).

Un elemento reciente e importante para estudiar las comunidades ictioplanctónicas, es la relación entre especies y cómo estas interacciones responden al crecimiento, mortalidad, variación metabólica interna, duración del estadio, comportamiento y estacionalidad de los desoves de los adultos, productividad y heterogeneidad del medio, así como su relación con el ambiente hidrológico.

La información recabada sobre el ictioplancton y su relación con los datos biológicos e hidrológicos acumulados en estudios anteriores, han provisto una base en la dirección de algunas cuestiones fundamentales sobre las agrupaciones de larvas de peces tales como: ¿cómo y qué especies de larvas de peces integran las agrupaciones?, ¿presentan las agrupaciones una dinámica estacional?, ¿influye el comportamiento larval sobre las agrupaciones?, ¿cómo están delimitadas y relacionadas las distribuciones de las larvas por la hidrografía?, ¿en qué momento ocurre la limitación: en las etapas ontogénicas tempranas, durante el estadio adulto, o en ambos?, si ocurre este último, ¿cuáles son las contribuciones de los estadios de larvas y los adultos?, ¿las agrupaciones de larvas de peces son consecuencia primaria de la distribución de los adultos o son un fenómeno evolutivo distinto?, ¿hay una adaptación común o complementaria entre taxa integrantes de una agrupación?, ¿qué podemos decir acerca de la estructura horizontal y vertical en una escala fina de las agrupaciones y cuál es la relación de esta estructura con los factores físicos, químicos y biológicos?, ¿cuál es el papel que juega esto último en la formación y mantenimiento de las agrupaciones de larvas de peces?.

Un problema dentro de las relaciones entre especies, es la manera en que se delimitan a los organismos a estudiar; en este sentido, la imprecisión en el lenguaje ecológico ha conducido a la sinonimia de importantes términos como: comunidad (communities en inglés), gremio (guilds), agrupación (assemblages) y conjunto (ensambles), generando usos distintos (Fauth *et al.*, 1996). Aun cuando no es la finalidad definir cada término, es necesario clarificar el uso de "agrupación" en el presente trabajo, y que fue definido como un grupo de especies relacionadas temporalmente, que interaccionan directamente dentro de una comunidad en una localidad determinada.

Este tipo de preguntas, aclaraciones y muchas más, han interesado a los biólogos pesqueros y/o ecólogos marinos y sólo recientemente algunas de estas cuestiones han comenzado a responderse, sin embargo, la tarea no ha sido fácil y requiere de mayores esfuerzos. Por esto, el presente capítulo y el siguiente, pretenden responder a algunas de ellas.

---

## II.2. ANTECEDENTES

---

Los trabajos que examinan los patrones de interacción entre larvas de peces, son escasos en la literatura; el conocimiento de estos patrones esencialmente se ha originado al estudiar las complejas relaciones espacio-temporales de los organismos y se ha demostrado que éstas se presentan en muchos grupos marinos, por ejemplo en el bentos (Stephenson *et al.*, 1976) en el plancton (Fager y McGowan, 1963; Thornington, 1971) y peces (Musick, 1976; Stephenson y Dredge, 1976).

Los trabajos previos indican que los patrones de distribución y abundancia de las larvas de peces, pueden estar afectados estacionalmente así como por la duración de su vida planctónica, por lo que el estudio de la interacción entre especies, permite comprender que procesos afectan la supervivencia y el subsecuente reclutamiento (Richardson *et al.*, 1980; Doyle *et al.*, 1993; Richards, *et al.*, 1993). Los estudios actuales de ictioplancton en donde se examinan las relaciones entre especies, tienen una nueva valoración de las potenciales interacciones entre especies y el medio (Richardson *et al.*, 1980).

En este sentido, el estudio de la agrupación en las etapas tempranas de los peces ha sido abordado de diversas maneras relacionándolos con diferentes factores del ambiente; uno de estos estudios en particular, es el de Houde y Zastrow (1993), quienes estimaron el tiempo de crecimiento, mortalidad, cambios metabólicos, duración del estadio, crecimiento y eficiencia de asimilación de las asociaciones de larvas de peces marinas y de agua dulce, resumiendo la información por ecosistema y categoría taxonómica.

Por su parte, Boehlert y Mundy (1993), proporcionan evidencias de que las agrupaciones del ictioplancton superficial difieren de los del fondo alrededor de montañas marinas, a pesar de la presencia de mecanismos físicos que retienen a las larvas en estos sitios. Mencionan además, que sus agrupaciones son contrastantes con la agrupación descrito cerca de la costa, nerítico y oceánico de alrededor de las islas, y proponen algunos mecanismos que mantienen estas reuniones en las islas como son: presencia de capas límite, dinámica frontal en pequeñas escalas de algunos parámetros hidrológicos, corrientes de marea, giros producidos por la topografía; aspectos que promueven investigaciones futuras.

Algunos de estos factores son abordados por Leis (1993), quien al investigar las agrupaciones de larvas de peces de los arrecifes del Indo-Pacífico, registró un importante hallazgo consistente en que la estructura de las larvas de peces asociadas con el coral, son distintas espacialmente y varían tanto vertical como horizontalmente. Esto es, los patrones verticales son el resultado del comportamiento de las larvas y la desintegración de la estructura larvaria durante la noche, mientras que los patrones horizontales dependen del hábitat y la topografía, con mayor variación en su dimensión a medida que se aleja uno de la costa. Este autor, menciona que se observó un decremento en la abundancia en larvas de especies costeras a medida que se aleja uno del arrecife, observándose también una marcada variación entre la composición de las especies. La importancia del comportamiento de la larva (evitar la depredación) es determinante en la composición específica de las agrupaciones y de la estructura de larvas de peces. Asimismo, es un factor que cambia con el hábitat, particularmente en las cercanías del arrecife y puede dar como resultado un claro cambio evidente en las asociaciones.

En este mismo sentido, Kingsford (1993) ha enfatizado la importancia del comportamiento de las larvas en preflexión y postflexión, así como de las características del ambiente en que

estas se desenvuelven, en la determinación de los patrones de agrupación de las larvas y sugiere que la escala de estructuras tanto biótica (fitoplancton, zooplancton gelatinoso, peces) como abiótica (corrientes, giros etc) en el medio pelágico, es mayor en el océano que en otros ambientes costeros, y que la supervivencia de larvas y juveniles de peces de una amplia serie de taxa muchas veces dependen de las asociaciones con estas estructuras. El efecto de estas estructuras puede acentuarse además por su acumulación en las fronteras hidrológicas.

Por otro lado, el endemismo en ciertas regiones está acompañado de una notable especialización; esto hace que sus poblaciones sean altamente vulnerables cuando son sometidas a explotación y degradación del hábitat. En algunas regiones, muchas especies han sido sometidas a dramáticos decrementos en el pasado reciente, como es el caso de la Antártida como lo señalado Loeb *et al.* (1993), en donde la fauna íctica costera de estos sitios, está dominada por larvas de peces demersales o bento-pelágicas, que se caracterizan por tener un huevo grande y eclosionar con estructuras morfológicamente ventajosas, así como una fase de pre-colonización pelágica extensa. Asimismo, estos hábitats presentan fuertes corrientes y giros, una compleja topografía y altos ciclos de producción estacional que están claramente ligados con los distintos y secuenciales desoves de los componentes ictiofaunísticos. Los estudios en estos sitios indican una fina y alta integración de un sistema reflectivo de una historia evolutiva única y un complejo y demandante ambiente.

En el área del Caribe mexicano, el trabajo de Vásquez-Yeomans *et al.* (1998), ha permitido caracterizar inicialmente las agrupaciones de larvas de peces en un arrecife de barrera en Mahahual Quintana Roo, México. Estos autores denotan la presencia de dos grupos de larvas y su relación con las condiciones hidrológicas cercanas al arrecife y que a su vez, está determinando la composición y la abundancia de los grupos de larvas en el arrecife.

La composición taxonómica es la base para entender las agrupaciones larvales, pero también está claro que la distribución de los adultos y la estacionalidad del desove, así como la dinámica hidrológica, son factores que influyen en las agrupaciones. Está también claro que estos factores no son los únicos que influyen en la mayoría de las agrupaciones de larvas de peces, ya que en muchas de éstas, incluye a taxa que están geográfica y temporalmente separados de los desoves de los adultos. Es así que el presente capítulo pretende describir las posibles agrupaciones entre especies en dos hábitats: coral/macroalgas (cresta arrecifal) y pastos/blanquizales de arena (playa). A través de sus interacciones se pretende cubrir el siguiente objetivo.

---

### II.3. OBJETIVO

---

*Identificar las agrupaciones de larvas de peces en los ambientes de coral-macroalgas y de pastos marinos-blanquizales, así como sus variaciones a diferentes escalas de tiempo (estacional y día/noche) y establecer la influencia de las características del hábitat, hidrológicas y bióticas en ellas.*

## II.4. MÉTODOS

**Análisis de datos ictioplanctónicos.** La medición de la agrupación es puramente estadística y está íntimamente relacionada con los métodos de clasificación (agrupamiento) y de ordenación de las comunidades que parten de una evaluación de los grados de similitud entre todos los posibles pares de especies de la comunidad. Los métodos de clasificación y en especial, los de aglomeración, son útiles para simplificar conjuntos de datos (especies), mientras que los de ordenamiento se aplican para análisis de conjuntos de datos pequeños y homogéneos donde es de interés interpretar en detalle las relaciones entre entidades (Boesch, 1977; Crisci y López-Armengol, 1983). Por tal motivo, para el presente estudio se utilizaron técnicas multidimensionales de clasificación (agrupación) y ordenación para detectar diferencias temporales y de comportamiento entre los meses y/o especies.

**Análisis de agrupación.** El análisis de agrupación permite comparar simultáneamente la afinidad entre descriptores (meses o especies) en cuanto a la composición específica. Esto hace posible la formación de grupos de descriptores, de manera que éstos son más semejantes en composición que aquellos de un grupo separado. Este análisis se realizó con el fin de identificar grupos de meses y/o especies con composición y abundancia similares en cada uno de los hábitats y momento nictemeral.

El método de agrupación fue el jerárquico aglomerativo; el cual toma todos los datos de la matriz de abundancia y fusiona progresivamente los descriptores (meses y/o especies) en pequeños grupos y éstos en grupos mayores. El algoritmo de unión fue la unión flexible entre descriptores (Lance y Williams, 1967); este procedimiento opera sobre la matriz de todos los posibles pares de distancias entre unidades de muestreo y se calculó considerando un valor de  $\alpha=1$   $\alpha=2=0.625$  y  $\beta=-0.25$ . Los resultados del análisis de agrupación se representaron en dendrogramas que muestran la afinidad entre descriptores (meses y/o especies recolectadas). En el eje de las ordenadas están representados los descriptores (meses y/o especies) y en el eje de las abscisas, el porcentaje en el cual dos descriptores o grupos se consideran fusionados.

Previo al análisis de agrupación, los datos de las matrices de abundancia numérica, fueron transformados, para ponderar la contribución de las especies más abundantes a la similitud entre meses y horas. El criterio de transformación fue de acuerdo a Williams *et al.*, (1973) y Richardson *et al.*, (1980), de la siguiente manera:

$$X_{ij} = \text{Log}(X + 1)$$

donde: X = es el valor estandarizado de la abundancia de cada especie.

**Agrupación Temporal: estacional (meses) y nictemeral (horas).** Para la agrupación entre meses de cada hábitat (playa y cresta) y momento nictemeral (horas), en términos de la abundancia de los taxa, se analizó utilizando el Índice de Bray y Curtis (IBC), el cual se basa en la abundancia de las larvas en cada estación (mes y/o horas) y da peso a la abundancia de los taxa. Este índice se define con la siguiente expresión matemática (Bray y Curtis, 1957):

$$D_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^z [X_{ij} + X_{ik}]}{\sum_{i=1}^n X_{ij+X_{ik}}}$$

donde:  $D_{jk}$  = similitud entre estaciones  $j$  y  $k$ ;  $X_{ij}$  = número de individuos de la especie  $i$  en la estación  $j$ ;  $X_{ik}$  = número de individuos de la especie  $i$  en la estación  $k$ . Por lo que la máxima similitud es cero y la mínima es uno.

**Agrupación entre Especies.** En la agrupación de la abundancia de las especies, fue aplicado el Índice Métrico de Canberra (IMC) a los agrupamientos de meses y determinar la relación de las especies en dichos agrupamientos. El IMC da poco peso a los taxa más abundantes. Este índice es descrito por la siguiente ecuación matemática (Lance y Williams, 1967):

$$D_{j,k} = \sum_{i=1}^z \left[ \frac{|X_{ij} - X_{ik}|}{(X_{ij} + X_{ik})} \right]$$

donde:  $D_{jk}$  = similitud entre especies  $j$  y  $k$ ;  $X_{ij}$  = número de individuos de la especie  $i$  en la estación  $j$ ;  $X_{ik}$  = número de individuos de la especie  $i$  en la estación  $k$ .

Para la determinación de las especies dominantes de cada grupo de especies, se empleó el Índice de Valor de Importancia (IVI) anteriormente descrito en el apartado de métodos en el Capítulo 1.

**Análisis de Ordenación.** Para la validación de los dendrogramas, en lo que respecta a la estructura de afinidades contenidas en las matrices, se utilizó la técnica de ordenación por Análisis de Componentes Principales (ACP). Esta técnica estadística transforma linealmente un grupo de variables en un grupo más pequeño de variables no correlacionadas y que representan la mayor parte de la información del grupo original; de esta manera, el análisis reduce la dimensionalidad de los datos originales a un conjunto de dimensiones o ejes de ordenación y pondera la importancia de cada dimensión (Ludwing y Reynolds, 1988).

En el ACP, cada mes y/o hora puede considerarse como un punto en el espacio multidimensional, de manera que los meses y/o horas similares son representadas por puntos localizados cerca uno de otro sobre un gradiente que describe cada uno de estos grupos, permitiendo una reducción del problema y por ende una simplificación en su interpretación (Pielou, 1984).

El ACP se realizó con la matriz de abundancias mensuales de las larvas en cada hábitat, a fin de resumir en pocas variables y revelar la existencia de patrones de asociación sobre un gradiente temporal (Crisci y López-Armengol, 1983; Herrera-Moreno, 1993) e identificar los taxa característicos de las asociaciones presentes en cada hábitat, y momento nictemeral. Los datos para el ACP fueron normalizados de acuerdo con Fisher, utilizando Z-scores (Zar, 1984), para minimizar la dominancia de algunos taxa como *Jenkinsia lamprotaenia*, *Ctenogobous* sp, *Eucinostomus argenteus* y *Scarus* sp1.

$$Z = \frac{z - \zeta_0}{\sigma^2}$$

$$z = 0.5 \ln \left( \frac{1+r}{1-r} \right)$$

donde:  $z$  = transformación de  $r$ ;  $\zeta_0$  = es la transformación del coeficiente,  $\rho_0$ ;  $\sigma^2$  = error estándar de  $z$ , y

$$\sigma^2 = \sqrt{\frac{1}{N-3}}$$

Este análisis permitió reforzar algunas de las agrupaciones de meses y horas encontradas a través del Índice de Similitud.

Por último, previo a los análisis de clasificación (IBC, IMC) y ordenación (ACP), fue necesario reducir el número de especies raras de las matrices; para ello fueron excluidos los taxa menores a 0.8 L. Asimismo, fueron aplicadas pruebas de significancia a las abundancias de cada grupo o subgrupos.

Las pruebas de significancia fueron efectuadas con el paquete STATISTICA (StatSoft, Inc.1993), mientras que las técnicas de clasificación, ordenación y el Índice de Valor de Importancia, se realizaron con el paquete estadístico ANACOM (De la Cruz-Agüero, 1993).

## II.5. RESULTADOS

Las diferencias físicas de los hábitats estudiados, así como el comportamiento nictemeral de las larvas, presuponen diferencias en la estructura y relaciones en la comunidad ictioplanctónica asociada. Estas relaciones serán descritas primero por hábitat y posteriormente de manera temporal (estacional y día/noche).

### II.5.1. Análisis de clasificación y ordenación de la comunidad ictioplanctónica arrecifal.

**II.5.1.1 Agrupaciones de larvas de peces por hábitat.** Para caracterizar las relaciones entre especies se elaboraron dendrogramas de afinidad, para esto se eliminaron aquellas especies que registraron abundancias menores de 0.09%; reduciéndose en el agrupamiento de Playa de 113 a 68 especies, mientras que el hábitat de Cresta se redujo de 138 a 80 especies. Asimismo, los análisis se efectuaron con base en las abundancias transformadas a logaritmos de cada especie, a través del Índice Métrico de Canberra, utilizando la técnica de unión flexible.

**Agrupación de larvas de peces en el hábitat de Playa.** Para este hábitat, las afinidades entre las abundancias mensuales de las especies formaron dos grandes agrupamientos a un nivel de 35% de similitud (1 y 2) y tres subgrupos (1a, 1b y 2a)(Fig. 22). El grupo 1, estuvo conformado por especies con altas abundancias preferentemente durante el periodo de lluvias y el grupo 2, por presentar mayores abundancias en el periodo de sequía (Fig. 22). Asimismo, el subgrupo 1a, estuvo integrado por un 83.3% de especies que en su fase adulta, desovan por lo general en zonas costeras y 16.7% por especies arrecifales. El subgrupo 1b, se encontró integrado por 35.7% de especies que desovaron lejos del arrecife, 57.2% por desovantes dentro del sistema arrecifal y 7.1% oceánicos. El subgrupo 2a, estuvo formado por 62.5% de especies que desovaron sobre la costa, 33.3% desovantes dentro del arrecife y 4.2% de especies en que la reproducción se presentó sobre los márgenes de la plataforma continental. En general, en el grupo 1 las especies dominantes (>10% IVI) fueron: *Holocentrus* sp1, *H. jaguana*, *G. thompsoni*, *S. springeri*, *H. cf. novacula*, *B. ocellatus*, *A. beryllina*, *Lytrypnus* sp3, *T. atlanticus* y *G. uranoidea*. En el grupo dos lo fueron: *Eucinostomus* sp3, *Ctenogobius* sp1, *E. gula*, *E. argenteus*, *J. lamprotaenia*, *S. floridae*, *Acantemblemaria* sp1, *H. aurolineatum*, *Bathygobius* sp1, *Scarus* sp2, *Enneanectes* sp2, *A. hepsetus*, *Sparisoma* sp1 y *Scarus* sp1 (Tabla 9).

**Agrupación de larvas de peces en el hábitat de Cresta.** El dendrograma conformó 2 agrupamientos de especies (3 y 4), así como 4 subgrupos (3a, 3b, 4a y 4b). El grupo 3, se caracterizó por contener especies con altas abundancias durante el periodo de lluvias y el grupo 4, con especies con sus más altas abundancias durante el periodo de sequía (Fig. 23). El grupo 3 estuvo integrado por 59% de especies costeras, 31.2% arrecifales y 9.8% oceánicas. De igual manera, el grupo 4 integró a un 52.6% de especies con afinidad costera y 47.4% arrecifal. El subgrupo 3a se conformó con un 53.9% de especies costeras, 30.8% arrecifales y 15.3% oceánicas, a su vez, el subgrupo 3b se caracterizó por contener un 62.9% de especies costeras, 31.4% arrecifales y 5.7% oceánicas. El subgrupo 4a se integró con un 55.5% de organismos costeros y 44.5% arrecifales y finalmente, el subgrupo 4b se constituyó de la mitad de especies costeras y arrecifales. En general, en el grupo 3 las especies dominantes (> 10% IVI) fueron: *Scarus* sp1 y *E. argenteus*, mientras que el grupo 4 los fueron: *J. lamprotaenia*, *Ctenogobius* sp1, *Acantemblemaria* sp1, *Haemulon* sp1 y *S. floridae* (Tabla 10).

Tabla 9. Taxa dominantes en cada subgrupo de larvas de peces arrecifales, asociadas al hábitat de Playa (El valor entre paréntesis es el porcentaje del IVI).

GRUPO 1		GRUPO 2
Subgrupo 1 <sup>a</sup>	Subgrupo 1b	Subgrupo 2a
<i>H. jaguana</i> (13.6)	<i>Holocentrus</i> sp1 (36.9)	<i>Eucinostomus</i> sp3 (17.5)
<i>G. thompsoni</i> (13.0)	<i>T. atlanticus</i> (24.3)	<i>Ctenogobius</i> sp1 (16.4)
<i>S. springeri</i> (11.3)	<i>G. uranoidea</i> (22.6)	<i>E. gula</i> (15.8)
<i>H. cf. novacula</i> (10.8)	<i>S. hemphilli</i> (12.6)	<i>E. argenteus</i> (15.1)
	<i>G. strumosus</i> (14.4)	<i>J. lamprotaenia</i> (13.4)
	<i>Labrisomus</i> sp1 (13.7)	<i>S. floridae</i> (11.3)
	<i>H. plumieri</i> (13.2)	<i>Acanthemblemaria</i> sp1 (10.1)

Tabla 10. Taxa dominantes en cada subgrupo de larvas de peces arrecifales, asociadas al hábitat de Cresta arrecifal (El valor entre paréntesis es el porcentaje del IVI).

GRUPO 3		GRUPO 4	
Subgrupo 3 <sup>a</sup>	Subgrupo 3b	Subgrupo 4a	Subgrupo 4b
<i>Enneanectes</i> sp1 (16.0)	<i>Scarus</i> sp1 (14.8)	<i>J. lamprotaenia</i> (64.4)	<i>Enneanectes</i> sp2 (44.6)
<i>H. aurolinetum</i> (12.7)	<i>E. argenteus</i> (14.2)	<i>Ctenogobius</i> sp1 (25.1)	<i>Ophioblennius</i> sp (30.0)
<i>I. albicans</i> (12.5)	<i>O. oglinum</i> (11.9)	<i>Acanthemblemaria</i> (15.5)	<i>Haemulon</i> sp3 (25.3)
<i>Lytrypnus</i> sp1 (10.6)	<i>A. hepsetus</i> (11.6)	<i>Haemulon</i> sp1 (19.1)	<i>L. nuchipinnis</i> (25.0)
<i>Diplectrum</i> sp1 (10.5)	<i>Scarus</i> sp2 (10.2)	<i>S. floridae</i> (16.8)	<i>Tomicodon</i> sp (15.0)
		<i>O. saurus</i> (14.2)	<i>L. nicholsi</i> (13.5)
		<i>G. strumosus</i> (14.1)	<i>S. hemphilli</i> (13.2)
		<i>G. uranoidea</i> (12.6)	<i>P. maculatus</i> (12.8)
		<i>Bathygobius</i> sp1 (12.2)	<i>G. jacksoni</i> (12.1)

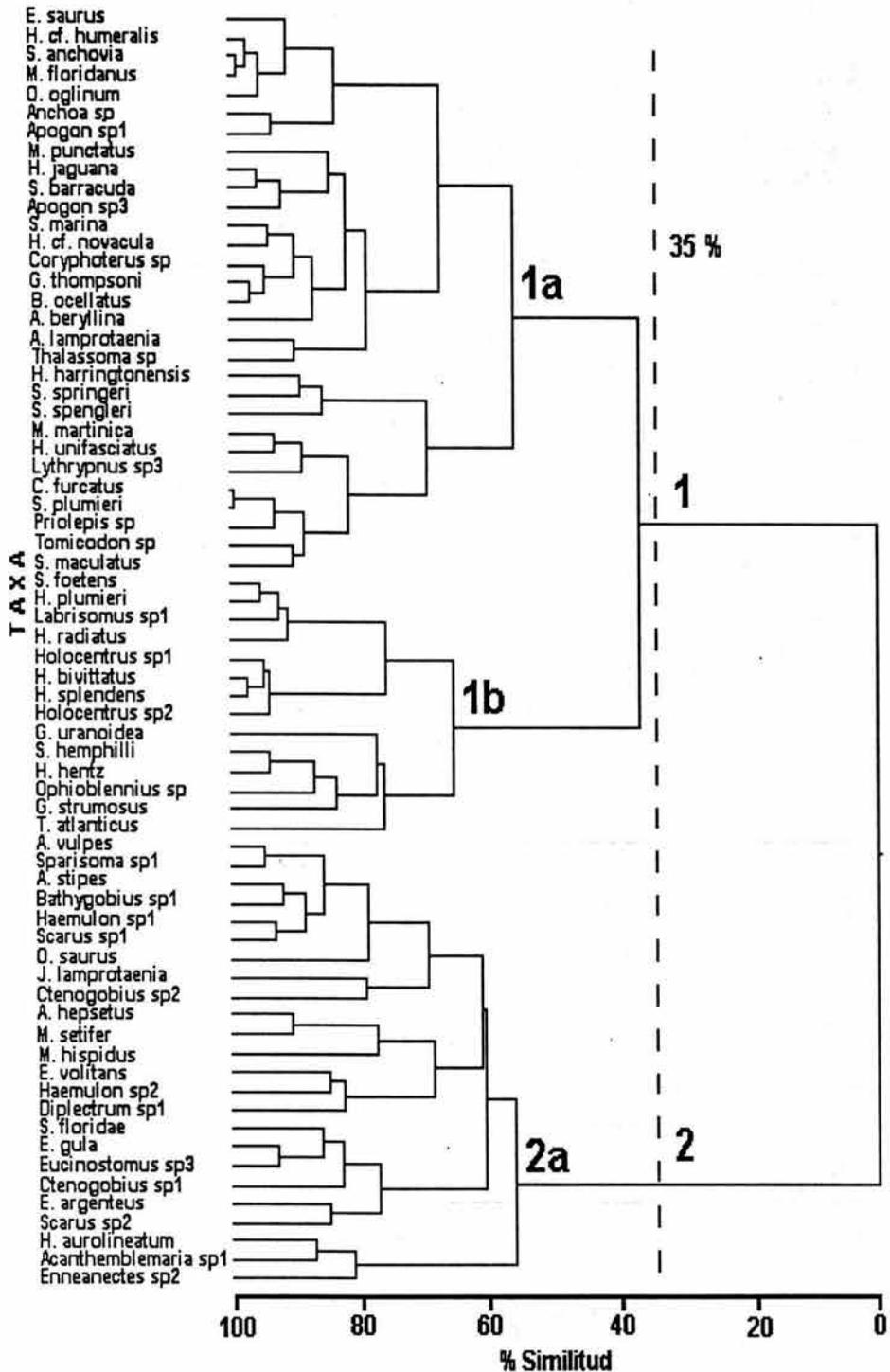


Fig. 22. Dendrograma de afinidad entre 68 especies, asociadas al hábitat de Playa en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Las abundancias mensuales se transformaron a log 10, antes de comparar las especies a través del IMC.

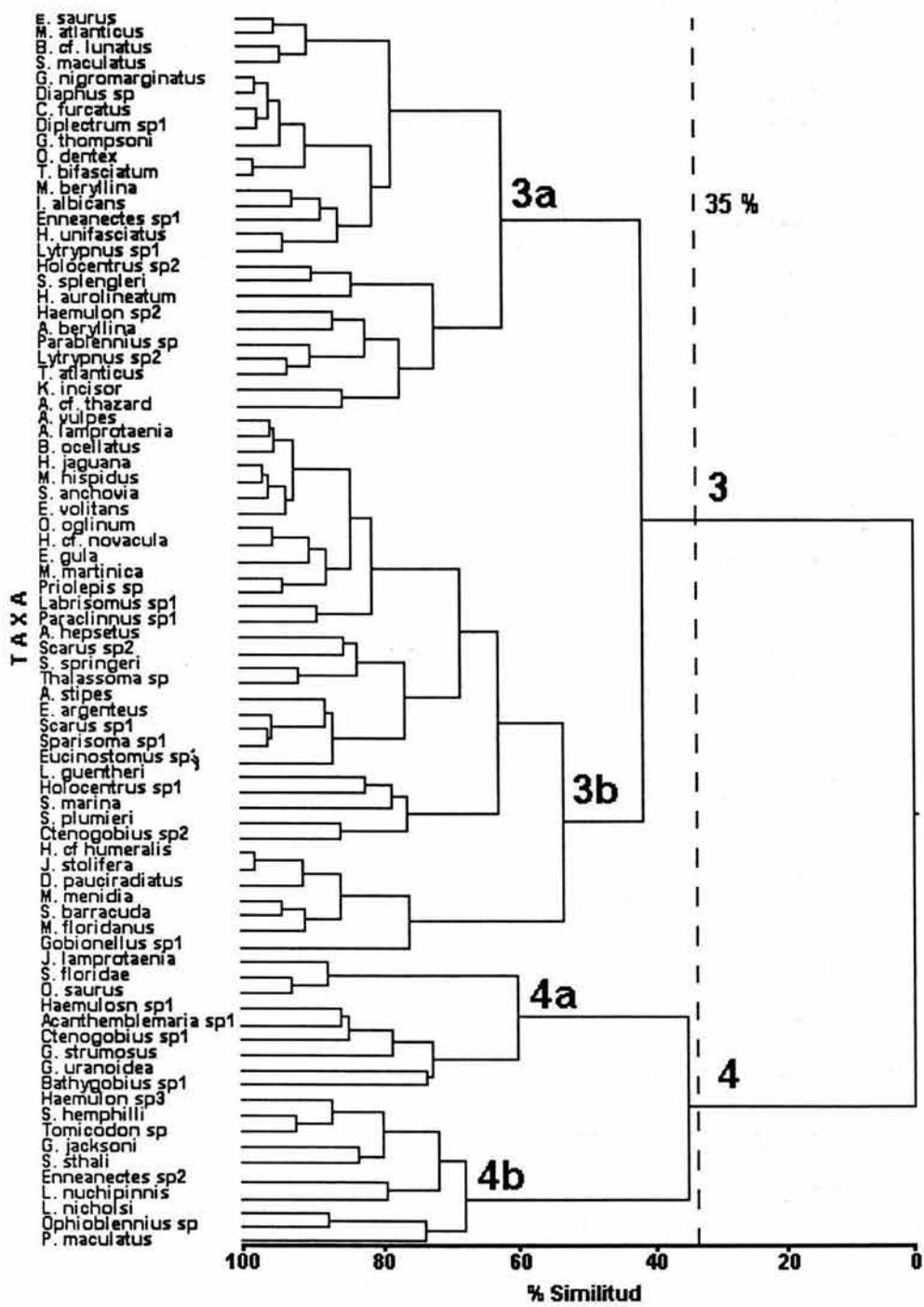


Fig. 23. Dendrograma de afinidad entre 80 especies, asociadas al hábitat de Cresta en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Las abundancias mensuales se transformaron a log 10, antes de comparar las especies a través del IMC.

**II.5.1.2. Variación estacional en las agrupaciones de las larvas de peces.** Los dendrogramas que muestran las afinidades entre las abundancias mensuales de las especies para ambos hábitats (Playa y Cresta), mediante la medida de similitud de Bray - Curtis por selección flexible, indicaron la formación de dos grandes agrupamientos a un nivel de 28 % en ambos hábitats: el Grupo de Sequía y el Grupo de Lluvias (Fig. 24).

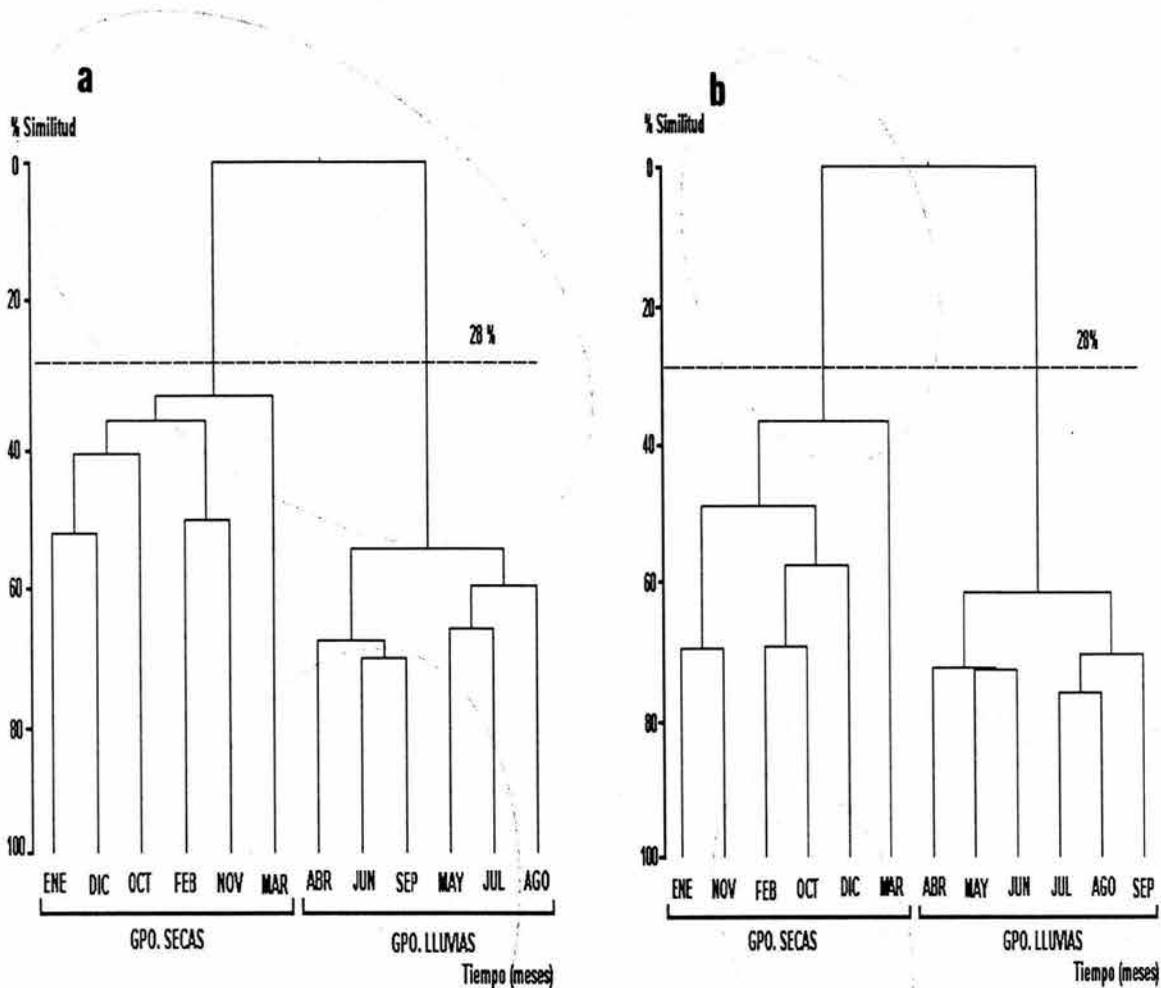


Fig. 24. Dendrograma de afinidad entre meses con base en las abundancias de las especies registradas en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Las abundancias se transformaron a log 10, antes de comparar los meses a través del Índice de Bray-Curtis: a) hábitat de playa, b) hábitat de cresta coralinal.

El ordenamiento de estos resultados temporalmente, por medio de ACP, mostró un mismo patrón de agrupamiento mensual obtenido en los dendrogramas, lo que denotó que la estructura de la comunidad ictioplanctónica del periodo de lluvias es diferente a la del periodo de sequía en cada hábitat (Fig. 25).

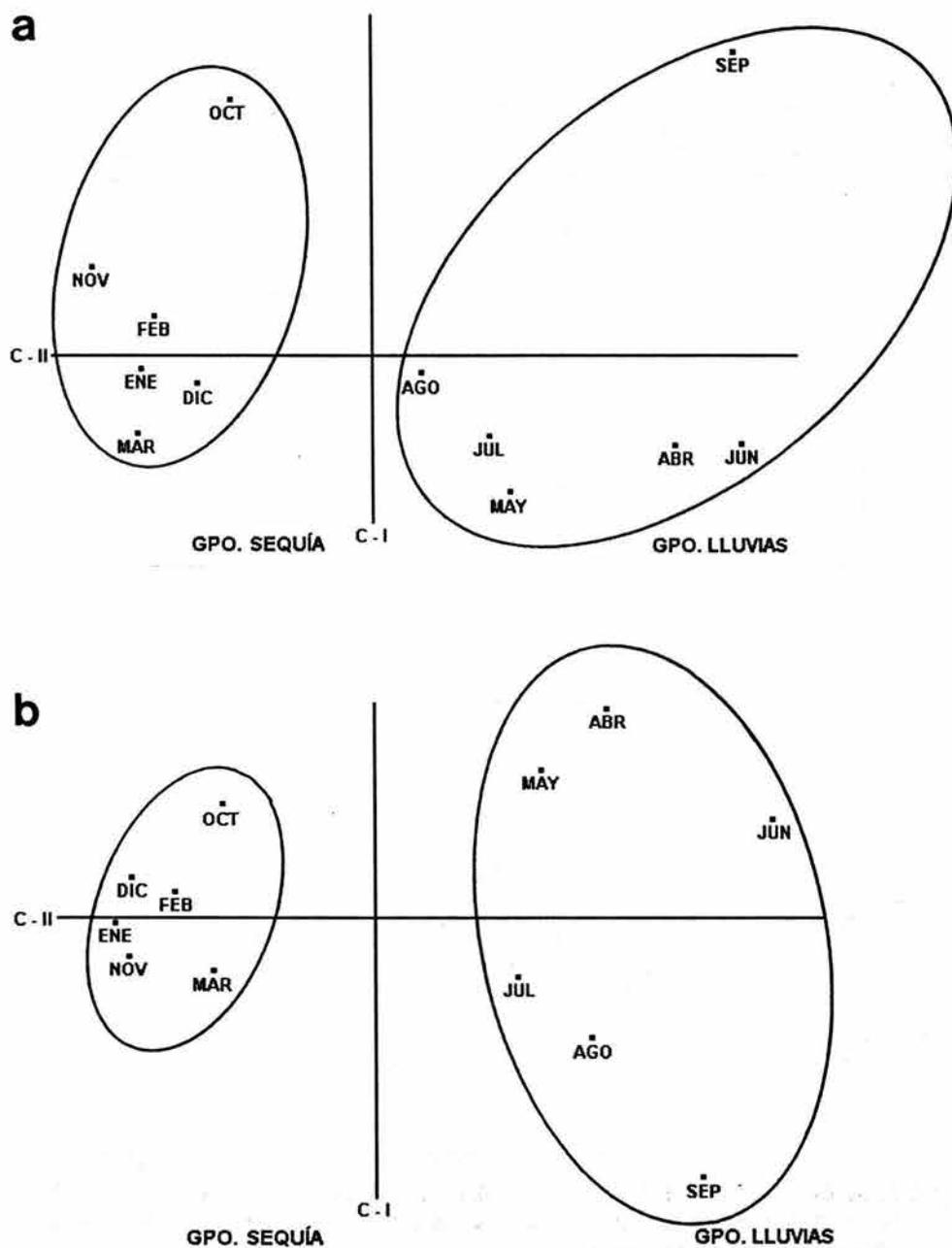


Fig. 25. Ordenación de las recolectas mensuales con base en las abundancias de las especies en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Las abundancias fueron transformadas a log<sub>10</sub> por medio ACP: a) hábitat de Playa y b) hábitat de Cresta.

De los resultados obtenidos en ambos hábitats, se observa que la composición y abundancia de las especies es muy homogénea entre meses agrupados. Por otra parte, la composición de especies difiere temporalmente entre agrupamientos y corresponden a los periodos climáticos de la región: lluvias y sequía. Los agrupamientos del estudio nictemeral son similares al tiempo de horas diurnas y nocturnas.

**Agrupación estacional de larvas de peces en el hábitat de Playa.** Para el análisis inverso, se eliminaron aquellas especies que registraron abundancias menores de 0.09%; reduciéndose en el agrupamiento de secas de 52 a 29 especies, mientras que el grupo de lluvias se redujo de 103 a 65 especies. Asimismo, los análisis se efectuaron con base en las abundancias transformadas a logaritmos de cada especie, a través del Índice Métrico de Canberra.

**Agrupación de Sequía.** El análisis de asociación en el hábitat de playa, resultó en la formación de dos grandes grupos (A y B) y 4 subgrupos de especies (A1, A2, B1 y B2). El grupo A, estuvo caracterizado por especies que se presentaron con altas abundancias preferentemente durante el periodo de lluvias y el grupo B, por presentar menores abundancias en el periodo de lluvias (Fig. 26). El subgrupo A1, está integrado por 75% de especies que desovaron en áreas costeras y 25% por especies que desovaron dentro del arrecife, mientras que el subgrupo A2 se encuentra integrado por 66.6% de especies que desovaron lejos del arrecife y 33.3% por desovantes dentro del sistema arrecifal. El subgrupo B1, está formado por 53.8% de especies que desovaron sobre la costa, 38.4 % desovantes dentro del arrecife y 7.6% de especies en que la reproducción se presentó sobre los márgenes de la plataforma continental. El subgrupo B2, la compartieron un 66.6% de especies en que la reproducción se presentó en la zona interna del arrecife y 33.3% de desovantes del área costera.

En el grupo A, las especies dominantes (>5% IVI) fueron: *Scarus* sp2, *Holocentrus* sp1, *M. hispidus*, *Scarus* sp1, *A. hepsetus*, *M. setifer*, *Haemulon* sp1 y *O. saurus*, y en el grupo B lo fueron: *Acanthemblemaria* sp1, *H. aurolineatum*, *Ctenogobius* sp1, *Enneanectes* sp2, *T. atlanticus*, *G. uranoidea* y *J. lamprotaenia* (Tabla 11).

Tabla 11. Especies dominantes en cada subgrupo de larvas de peces arrecifales, asociadas al hábitat de Playa durante el periodo de sequía (El valor entre paréntesis es el porcentaje del IVI).

GRUPO A		GRUPO B	
Subgrupo A1	Subgrupo A2	Subgrupo B1	Subgrupo B2
<i>Scarus</i> sp2 (35.8)	<i>Holocentrus</i> sp1 (26.5)	<i>T. atlanticus</i> (14.4)	<i>Acanthemblemaria</i> sp1 (26.6)
<i>M. hispidus</i> (31.6)	<i>O. saurus</i> (19.8)	<i>J. lamprotaenia</i> (11.7)	<i>H. aurolineatum</i> (21.4)
<i>A. hepsetus</i> (16.9)	<i>Scarus</i> sp1 (19.6)	<i>S. floridae</i> (10.0)	<i>Ctenogobius</i> sp1 (18.4)
<i>M. setifer</i> (15.5)	<i>Haemulon</i> sp1 (12.6)	<i>Ophioblennius</i> sp (9.3)	<i>Enneanectes</i> sp2 (16.1)
	<i>Holocentrus</i> sp2 (10.6)	<i>A. beryllina</i> (8.3)	<i>G. uranoidea</i> (10.2)
	<i>H. bivittatus</i> (10.6)	<i>Eucinostomus</i> sp3 (7.9)	<i>Haemulon</i> sp2 (7.1)

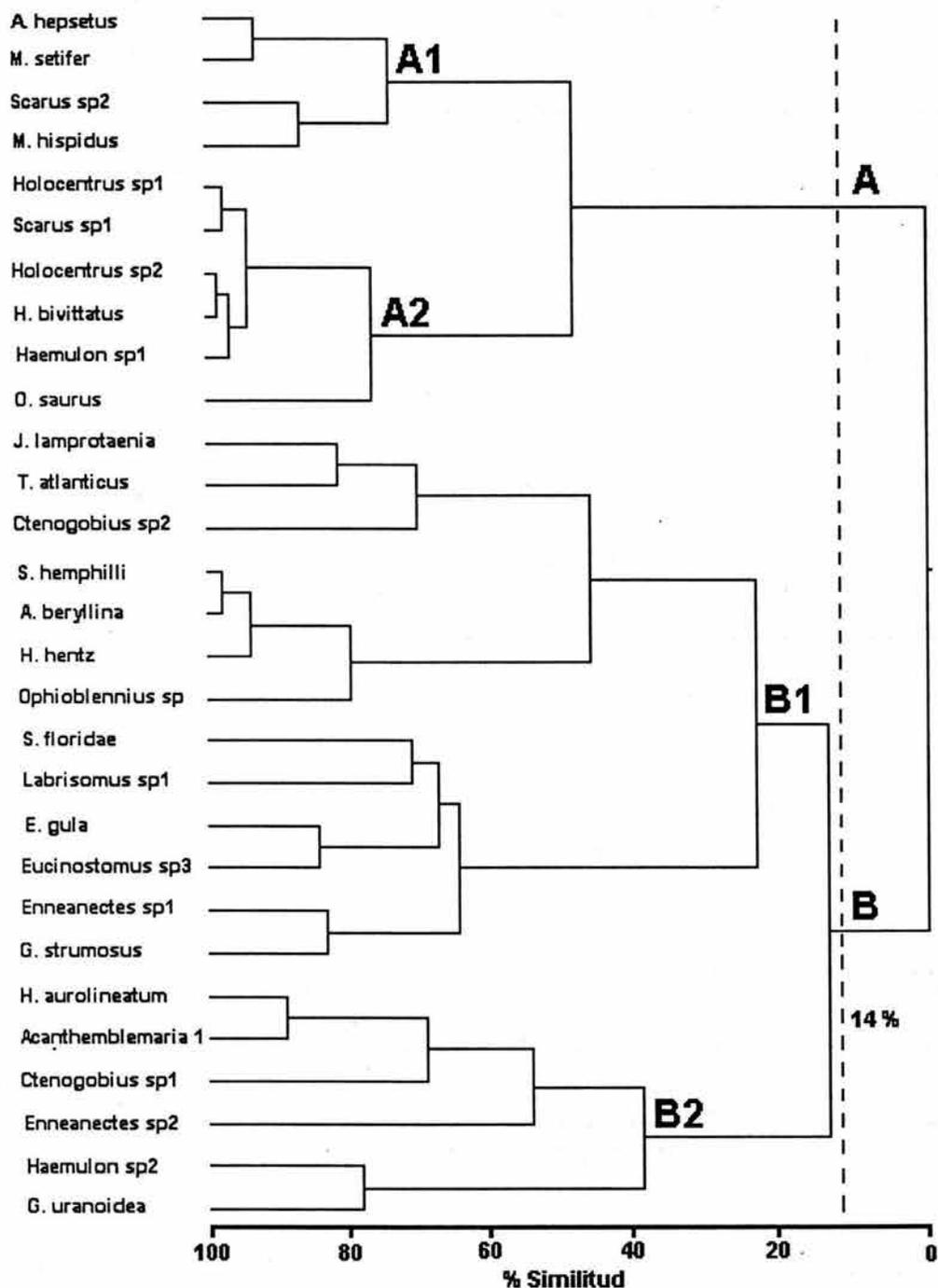


Fig. 26. Dendrograma de afinidad entre 29 especies asociadas al hábitat de Playa durante el periodo de sequía en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Las abundancias se transformaron a log 10 antes de comparar los meses a través del IMC.

**Agrupación de Lluvias.** Las interacciones entre especies fueron más complejas en esta agrupación; de ésta se observó la formación de dos grupos (C y D) y 4 subgrupos (C1,C2,D1y D2).

El grupo C, estuvo integrado por especies que registraron dos picos de abundancia en el año (ocasionalmente uno), mientras que el grupo D, se caracterizó por tener especies que tuvieron un intenso desove a lo largo del año (ocasionalmente dos). En ambos grupos de especies, los desoves ocurrieron por lo general durante la época de lluvias y (Fig. 27). El subgrupo C1 está formado por un 68% de especies cuyo desove se presentó sobre la zona costera, mientras que en un 22.7% el desove se presentó en la zona protegida del arrecife y un 9% sobre el talud continental. Del mismo modo, el subgrupo C2 comprendió un 50% de desovantes en el arrecife, un 43.7% de desovantes costeros y un 6.2% de especies cuya reproducción ocurre exclusivamente en la zona oceánica. Por otra parte, el subgrupo D1, se caracterizó por estar integrado por un 50% de especies cuyo desove posiblemente se presentó dentro del arrecife, un 43.7% de desovantes costeros y un 6.2% de especies cuya reproducción se presentó sobre el margen continental. A su vez el subgrupo D2, comprendió un 72.7% de especies con desove costero, 18.1% con desove arrecifal y 9% con reproducción sobre el talud continental.

En el grupo C, las especies dominantes (>5% IVI) fueron: *Eucinostomus* sp3, *E. gula*, *E. argenteus*, *Ctenogobius* sp1 y *J. lamprotaenia*, y en el grupo D: *Acanthemblemaria* sp1, *Haemulon* sp2, *S. springeri* y *E. volitans*, fueron las dominantes (Tabla 12).

Tabla 12. Especies dominantes en cada subgrupo de larvas de peces arrecifales, asociadas al hábitat de Playa durante el periodo de lluvias (El valor entre paréntesis es el porcentaje del IVI).

GRUPO C		GRUPO D	
Subgrupo C1	Subgrupo C2	Subgrupo D1	Subgrupo D2
<i>A. hepsetus</i> (14.6)	<i>Eucinostomus</i> sp3 (11.1)	<i>Holocentrus</i> sp1 (14.4)	<i>Acanthemblemaria</i> sp1 (20.8)
<i>H. jaguana</i> (6.8)	<i>E. gula</i> (10.4)	<i>H. plumieri</i> (9.5)	<i>Haemulon</i> sp2 (16.6)
<i>G. thompsonii</i> (6.7)	<i>E. argenteus</i> (9.9)	<i>M. punctatus</i> (9.2)	<i>S. springeri</i> (11.3)
<i>H. novacula</i> (5.9)	<i>Ctenogobius</i> sp1 (9.1)	<i>H. hispidus</i> (8.3)	<i>E. volitans</i> (10.6)
<i>O. saurus</i> (5.7)	<i>J. lamprotaenia</i> (8.3)	<i>Priolepis</i> sp (7.6)	<i>Diplectrum</i> sp1 (7.8)
<i>Ctenogobius</i> sp2 (5.2)	<i>S. floridae</i> (7.1)	<i>S. plumieri</i> (7.5)	<i>S. maculatus</i> (6.6)
<i>B. ocellatus</i> (5.0)	<i>Bathygobius</i> sp1 (6.4)	<i>C. furcatus</i> (7.5)	<i>H. harringtonensis</i> (6.6)
	<i>Sparisoma</i> sp1 (5.6)	<i>K. incisor</i> (6.4)	

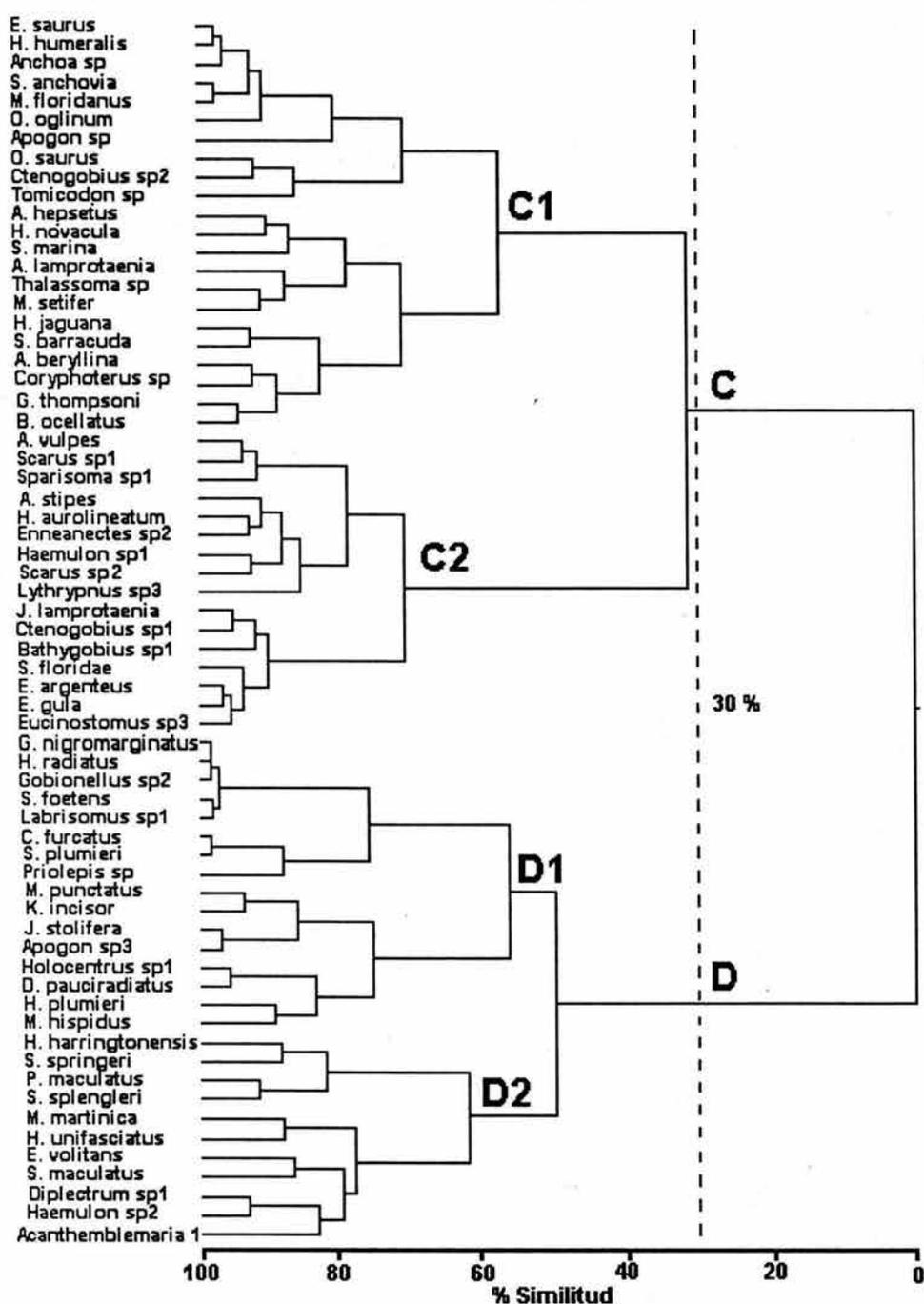


Fig. 27. Dendrograma de afinidad entre 65 especies asociadas al hábitat de playa durante el periodo de lluvias, en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Las abundancias se transformaron a log 10, antes de comparar los meses a través del IMC.

**Agrupación estacional de larvas de peces en el hábitat de Cresta.** En el análisis inverso, se eliminaron aquellas especies que registraron abundancias menores de 0.09%; reduciéndose en el agrupamiento de sequía de 60 a 32 especies, mientras que el grupo de lluvias se redujo de 130 a 89 especies. Todos los análisis se efectuaron con base en las abundancias transformadas a logaritmos de cada especie, a través del Índice Métrico de Canberra.

**Agrupación de Sequía.** Las asociaciones de especies cercanas a la cresta arrecifal, resultaron en la formación de dos grupos (E y F) y cuatro subgrupos (E1, E2, F1 y F2). El grupo E, estuvo integrado por aquellas especies que presentaron considerables abundancias tanto en el periodo de lluvias como en el de sequía. A su vez el grupo F, estuvo caracterizado por larvas que registraron altas densidades en el periodo de sequía (Fig. 28). El subgrupo E1 está formado por un 52.9% de especies en que el desove se presentó sobre la zona costera, un 35.2% fueron desovantes del interior del arrecife y en un 11.7% la reproducción se presentó en la zona oceánica. A su vez, el subgrupo E2 comprendió un 66.7% de desovantes en la zona costera y 33.3% de especies en que la reproducción se presentó exclusivamente dentro de la laguna arrecifal. Por otra parte, el subgrupo F1 se caracterizó por comprender a un 57.1% de especies cuyo desove posiblemente se presentó en el interior del arrecife y un 42.9% de desovantes costeros. El subgrupo F2, estuvo integrado en un 100% de especies en que comúnmente la reproducción se presenta en la zona protegida del sistema arrecifal.

Es importante mencionar que en el grupo E, las especies dominantes (>5% IVI) fueron: *Enneanectes* sp2, *L. nuchipinnis*, *S. floridae*, *J. lamprotaenia*, *Haemulon* sp3 y *O. saurus* y en el grupo F especies como: *Acanthemblemaria* sp1, *G. strumosus*, *Ophioblennius* sp, *Haemulon* sp1, *G. uranoidea*, *Ctenogobius* sp1 y *L. nicholsi* fueron las dominantes (Tabla 13).

Tabla 13. Especies dominantes en los cuatro subgrupos de larvas de peces arrecifales asociadas al hábitat de Cresta durante el periodo de sequía (El valor entre paréntesis es el porcentaje del IVI).

GRUPO E		GRUPO F	
Subgrupo E1	Subgrupo E2	Subgrupo F1	Subgrupo F2
<i>Haemulon</i> sp3 (11.5)	<i>Enneanectes</i> sp2 (27.3)	<i>Acanthemblemaria</i> sp1 (26.2)	<i>Bathygobius</i> sp1 (58.6)
<i>Ctenogobius</i> sp2 (9.8)	<i>L. nuchipinnis</i> (17.8)	<i>G. strumosus</i> (17.4)	
<i>H. aurolineatum</i> (9.3)	<i>S. floridae</i> (16.6)	<i>Ophioblennius</i> sp (14.1)	
<i>G. jacksoni</i> (7.7)	<i>J. lamprotaenia</i> (15.5)	<i>Haemulon</i> sp1 (11.9)	
<i>S. sthali</i> (7.5)	<i>O. saurus</i> (11.7)	<i>Ctenogobius</i> sp1 (11.2)	
<i>P. maculatus</i> (7.1)	<i>Tomocodon</i> sp (11.0)	<i>G. uranoidea</i> (11.1)	
		<i>L. nicholsi</i> (8.1)	

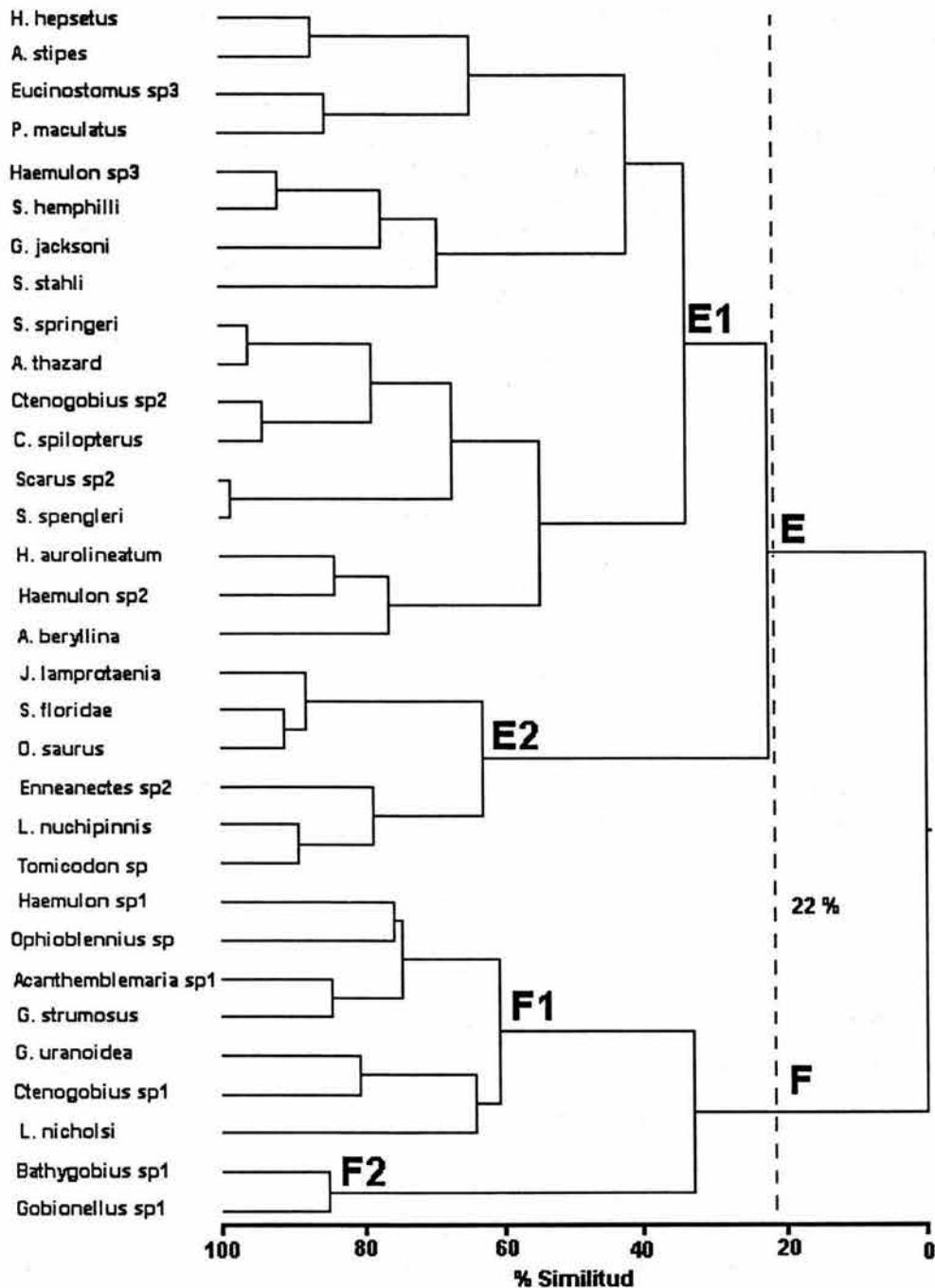


Fig. 28. Dendrograma de afinidad entre 32 especies asociadas al hábitat de la Cresta durante el periodo de sequía, en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Las abundancias se transformaron a log 10, antes de comparar los meses a través del IMC.

**Agrupación de Lluvias.** Los grupos denotaron una mayor complejidad y riqueza cercanos a la cresta arrecifal; estos grupos fueron G y H, con cuatro subgrupos (G1, G2, H1 y H2). Ambos grupos están caracterizados por tener especies que presentaron sus máximas abundancias durante el periodo de lluvias y ocasionalmente una segunda y menos intensa en el periodo de sequía. Asimismo, en los grupos formados se registra la presencia de especies que provienen de desoves exclusivamente en la zona oceánica o cerca del talud continental (Fig. 29). El subgrupo G1, está integrado por un 45.8% de especies cuyos desoves se registraron en la zona costera, 29.2% en el área arrecifal, 12.5 % sobre el talud y 12.5 % en zonas netamente oceánicas. Mientras, las especies integrantes del subgrupo G2, pertenecen un 47.8% a desovantes arrecifales, un 39.2% a desovantes costeras y un 13% a oceánicas. El subgrupo H1, está caracterizado por un 42.8% de organismos en que la reproducción se presentó en la zona costera, 42.8% de desovantes arrecifales y 4.8% de especies en donde el desove se presentó al borde del talud continental. A su vez, el subgrupo H2 estuvo integrado por un 62% de especies que desovaron en áreas costeras y por un 38 % de organismos en donde la reproducción se presentó en el interior del arrecife.

Las especies dominantes (> 5% IVI) del grupo G fueron: *Girellus uranoidea*, *Labrisomus* sp1, y *Holocentrus* sp1, mientras que especies como *J. lamprotaenia* y *Ctenogobius* sp1 lo fueron en el grupo H (Tabla 14).

Tabla 14. Especies dominantes en los cuatro subgrupos de larvas de peces arrecifales asociadas al hábitat de Cresta durante el periodo de lluvias (El valor entre paréntesis es el porcentaje del IVI).

GRUPO G		GRUPO H	
Subgrupo G1	Subgrupo G2	Subgrupo H1	Subgrupo H2
<i>Labrisomus</i> sp1 (14.5)	<i>G. uranoidea</i> (17.1)	<i>Priolepis</i> sp (8.7)	<i>J. lamprotaenia</i> (23.5)
<i>Holocentrus</i> sp1 (14.0)	<i>Haemulon</i> sp3 (7.7)	<i>M. martinica</i> (7.6)	<i>Ctenogobius</i> sp1 (6.9)
<i>D. pauciradiatus</i> (6.2)	<i>Diplectrum</i> sp1 (7.2)	<i>E. gula</i> (7.5)	<i>Scarus</i> sp1 (5.0)
<i>S. marina</i> (6.0)	<i>C. furcatus</i> (5.7)	<i>A. stipes</i> (7.0)	
<i>L. guentheri</i> (5.1)	<i>Diaphus</i> sp (5.5)	<i>Ctenogobius</i> sp2 (6.6)	
<i>J. stolifera</i> (5.0)		<i>A. vulpes</i> (5.6)	
		<i>Enneanectes</i> sp2 (5.3)	

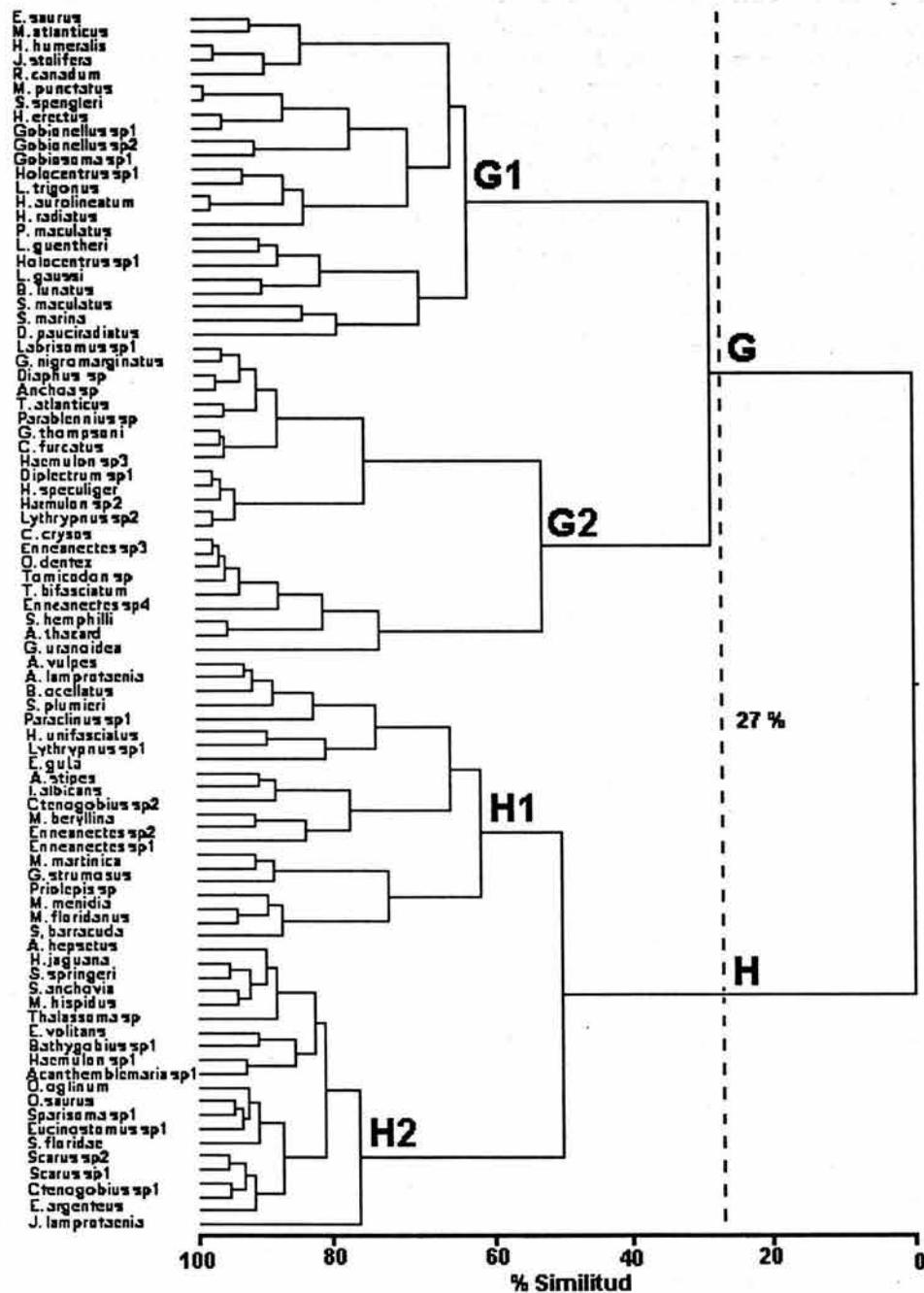


Fig. 29. Dendrograma de afinidad entre 89 especies asociadas al hábitat de la Cresta durante el periodo de lluvias, en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Las abundancias se transformaron a log 10, antes de comparar los meses a través del IMC.

**II.5.1.3. Variación nictemeral de las agrupaciones de larvas de peces.** Los dendrogramas resultantes muestran las afinidades de las abundancias entre intervalos de tiempo de las especies para el estudio nictemeral, mediante la medida de similitud de Bray-Curtis por selección flexible, el cual formó dos grandes agrupamientos a un nivel de 37% de similitud: el **Grupo Diurno** y el **Grupo Nocturno** (Fig. 30a). Asimismo, el ordenamiento de estos resultados diales por medio de ACP, mostró un mismo patrón de agrupamiento temporal obtenido en los dendrogramas, lo que denota que la estructura de comunidad ictioplanctónica diurna es diferente a la nocturna (Fig. 30b).

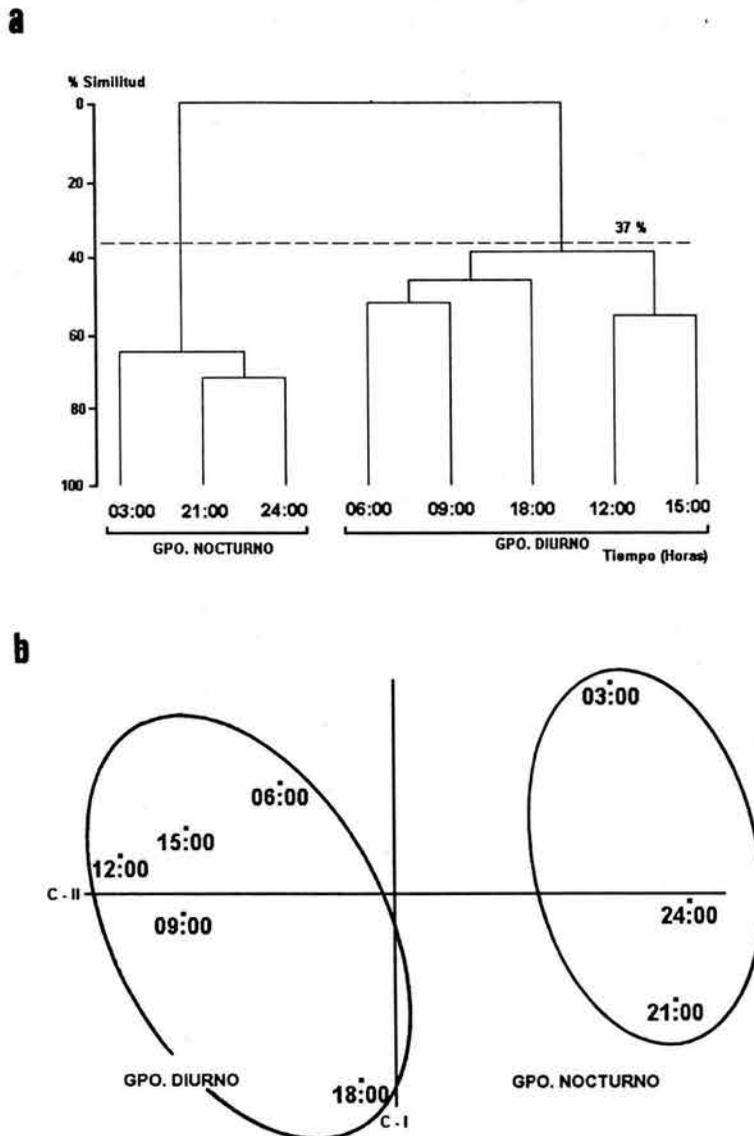


Fig. 30. Dendrograma de afinidad y gráfica de ordenamiento con base en las abundancias de las especies registradas nictemeralmente en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Las abundancias se transformaron a log 10, antes de comparar los meses a través del Índice de Bray-Curtis: a) Grupo diurno y b) Grupo nocturno.

Para el análisis inverso, se eliminaron aquellas especies que registraron abundancias menores de 0.09%, reduciéndose el agrupamiento diurno de 108 a 59 especies, y el grupo nocturno se redujo de 137 a 62 especies. Los análisis se efectuaron con base en las abundancias transformadas a logaritmos de cada especie, a través del Índice Métrico de Canberra.

**Agrupación de especies con un comportamiento diurno.** El análisis de agrupación del grupo diurno resultó en la formación de dos grandes grupos: I y J (Fig. 31). El grupo I, asocia especies que generalmente presentaron abundancias similares tanto en la mañana, mediodía y tarde, con dos desoves intensos en el año y ocasionalmente uno; asimismo, está constituido por un 70.4% de especies, en cuyos adultos la reproducción se presentó en la zona costera, un 25.9% de desovantes arrecifales y un 3.7% de desovantes netamente oceánicos. El grupo J, en donde sus mayores abundancias diurnas se encontraron por lo general, durante la mañana y en la tarde, con un solo desove intenso en el año y ocasionalmente dos, así, este grupo está integrado por un 46.9% de especies en donde el desove se presentó en la costa, 43.4% de desovantes en la zona interna del arrecife y un 9.3% de desovantes sobre el talud continental y/u oceánicos.

Las especies dominantes (> 5% IVI) durante el día fueron: *J. lamprotaenia*, *Ctenogobius* sp1 y *Bathygobius* sp1 (Tabla 15).

Tabla 15. Especies dominantes en los dos grupos de larvas de peces arrecifales, asociadas a la laguna arrecifal en un comportamiento diurno (El valor entre paréntesis es el porcentaje del IVI).

Grupo I	Grupo J
<i>J. lamprotaenia</i> (14.9)	<i>Bathygobius</i> sp1 (9.3)
<i>Ctenogobius</i> sp1 (8.2)	<i>Haemulon</i> sp2 (6.6)
<i>E. argenteus</i> (6.7)	<i>Holocentrus</i> sp1 (4.9)
<i>Eucinostomus</i> sp3 (5.1)	

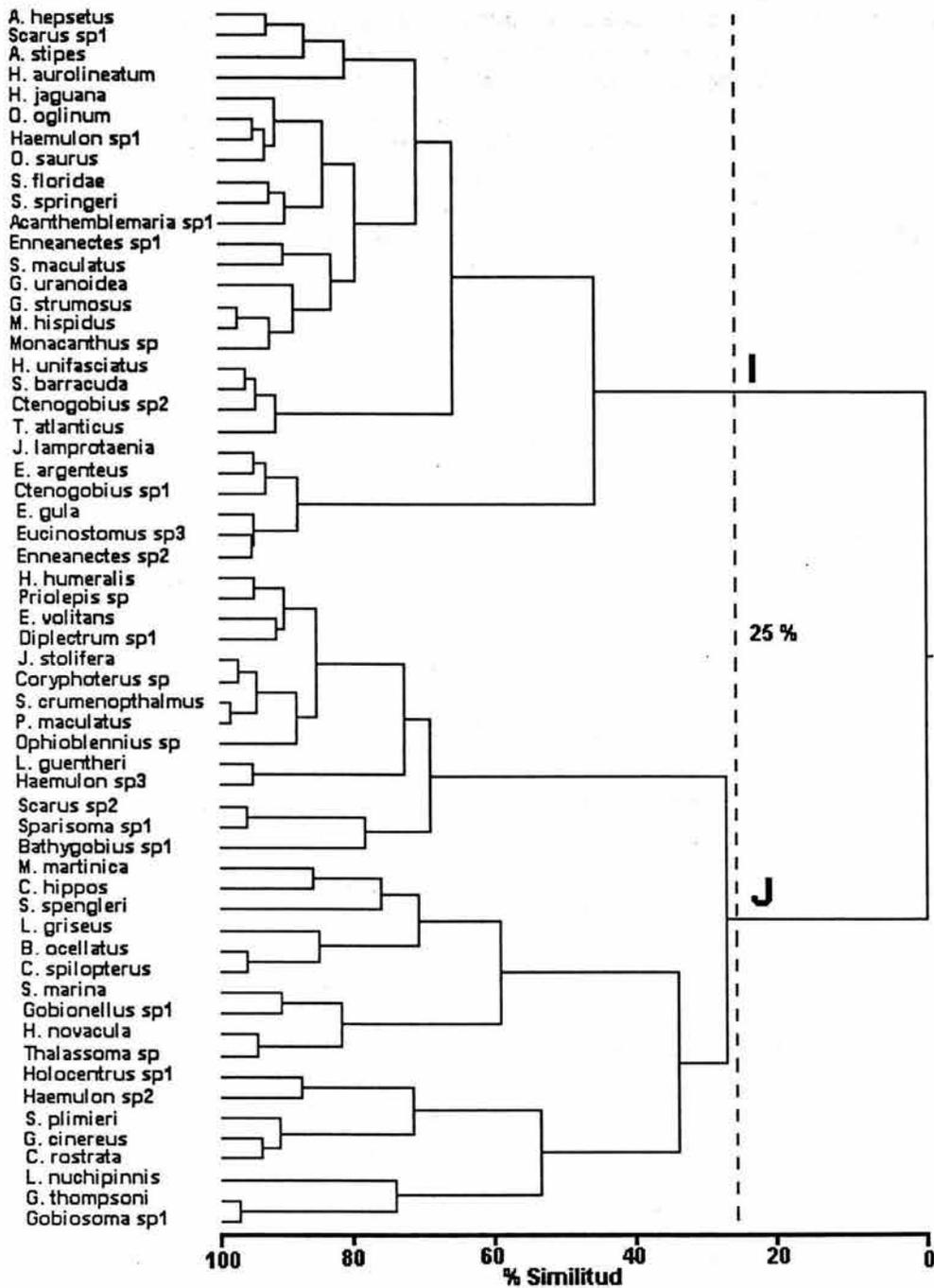


Fig. 31. Dendrograma de afinidad entre 59 especies presentes durante el día en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Las abundancias se transformaron a log 10, antes de comparar los meses a través del IMC.

**Agrupación de especies con un comportamiento nocturno.** Los grupos de especies denotaron una mayor complejidad y riqueza durante la noche. Los grupos fueron K y L (Fig. 32). El grupo de especies K, está caracterizado por reunir especies que presentaron sus mayores abundancias por lo general al atardecer o cerca de la medianoche; estas especies presentaron un sólo desove en el año y/u ocasionalmente dos; asimismo, el grupo está integrado por 46.7% de taxa que en estado adulto son desovantes costeros, 43.3% arrecifales y 10% exclusivamente en la zona oceánica. El grupo L, estuvo conformado por especies que presentaron sus máximas densidades a la medianoche (12:00 h) o alrededor de ésta; las especies presentaron dos desoves en el año y/u ocasionalmente uno, siendo el primero en el año, el más intenso. A su vez, el grupo está constituido por 53.1% de especies en que el desove se presentó en la zona costera, por un 43.8% donde el desove fue en la zona arrecifal y en un 3.1% la reproducción se presentó en el océano.

Las especies dominantes (> 5% IVI) durante la noche fueron: *J. lamprotaenia*, *Labrisomus* sp1 y *S. anchovia* (Tabla 16).

Tabla 16. Especies dominantes en los dos grupos de larvas de peces arrecifales asociadas a la laguna arrecifal en un comportamiento nocturno (El valor entre paréntesis es el porcentaje del IVI).

Grupo K	Grupo L
<i>Labrisomus</i> sp1 (9.6)	<i>J. lamprotaenia</i> (18.2)
<i>S. anchovia</i> (9.3)	<i>Crenogobius</i> sp1 (8.8)
<i>Ophioblennius</i> sp (5.6)	<i>Scarus</i> sp1 (5.2)

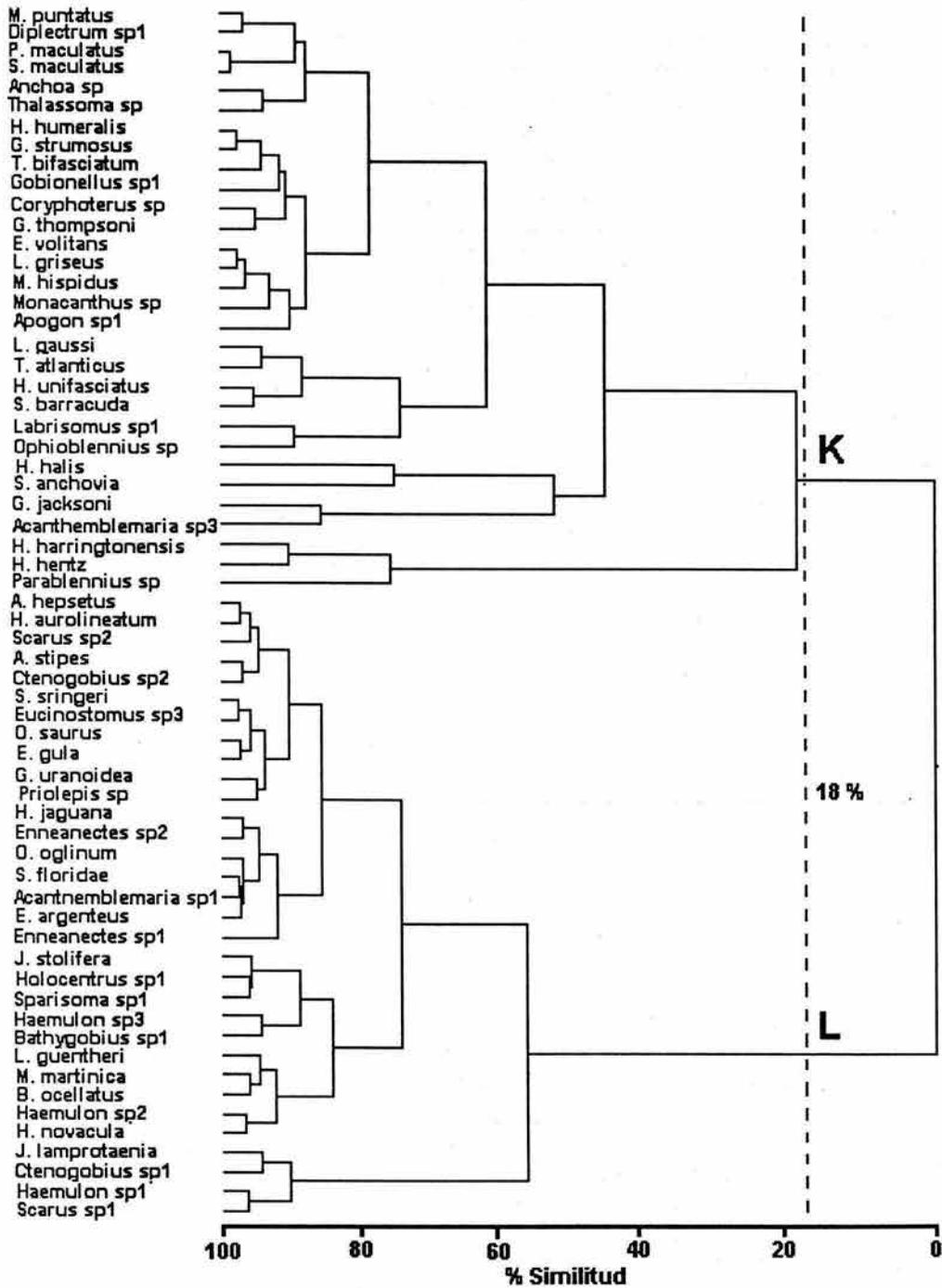


Fig. 32. Dendrograma de afinidad entre 62 especies, presentes durante la noche, en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. Las abundancias se transformaron a log 10, antes de comparar los meses a través del IMC.

## II.6. DISCUSIÓN

De acuerdo con el capítulo anterior, las especies que integran la comunidad por hábitats y temporal en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, están caracterizadas por una gran diversidad de larvas de peces (191 taxa), de tamaños (larvas en preflexión y postflexión), de origen en el adulto (arrecifal, costero y/o oceánico), de morfología, de pigmentación y duración del estadio larvario. Una suposición razonable, es que estas características reflejan: a) una gran diversidad de adaptaciones para la supervivencia en el medio planctónico y b) sobre una escala más grande, una exitosa y amplia gama de estrategias de historias de vida. Estas dos características, podrían ser factores primarios en la adaptación y supervivencia de las larvas de peces. En este sentido, la variabilidad del medio arrecifal, el comportamiento y la temporalidad de los desoves por parte de los adultos y la duración del estadio pelágico, podrían ser factores importantes en la integración de las agrupaciones de larvas de peces en las zonas arrecifales (Moser y Smith, 1993a, b).

*II.6.1. Agrupación de larvas de peces.* La complejidad de los sistemas coralinos, tiene implicaciones importantes en la biología de las larvas de peces, tal como lo ha señalado Leis (1991b). En este sentido, la variedad estructural que se observó en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, proporciona hábitats con distinta complejidad física (cresta y playa), los cuales albergan una gran cantidad y diversidad de larvas de peces cuyo origen procede en su mayoría de fauna adulta costera (51.8%), arrecifal (36.2%) y oceánica (12.0%), teniendo esta última una mayor presencia cerca de la cresta. Pero también la estructura y morfología de los arrecifes por sí mismos, influyen en la dinámica de los flujos de aguas internas y en las áreas vecinas, las cuales también son importantes en la distribución de las larvas pelágicas de los organismos arrecifales (Hamner y Wolansky, 1989). Es difícil pensar en la influencia de un sólo factor que contribuya a determinar los patrones de abundancia de las larvas, por lo que la participación múltiple de factores bióticos y abióticos, posiblemente podría explicar mejor la conformación de las agrupaciones ictioplanctónicas que se discutirán a continuación.

*II.6.2. Influencia del hábitat de los adultos.* Los resultados indicaron que la conformación de las agrupaciones por hábitat, estuvieron integrados en su mayor parte por larvas de peces, cuyos adultos son de origen costero y que puede variar desde 50 hasta un 80%. En estas mismas agrupaciones estuvo presente un importante número de larvas de peces arrecifales (30 a 50%). En este sentido, para muchos peces arrecifales, el ambiente coralino representa un medio propicio para sus huevos y larvas. Asimismo, sabemos que los peces arrecifales son relativamente sedentarios (Sale, 1980), lo cual significa que el medio arrecifal permite la retención de larvas y pueden ser sitios propicios para la dispersión de otras, lo que podría explicar primariamente la importante presencia de estas larvas en las agrupaciones. No obstante, esto es contrastante para muchas especies de peces no arrecifales de ambientes costeros, los cuales tienen que emprender migraciones de gran escala para desovar cerca de la costa o a lo largo de la plataforma continental, tales como algunos siánidos y carángidos (Powles, 1981 y Oliver *et al.*, 1989). Estas migraciones de peces demersales y pelágicos para desovar, podrían estarse presentando en la zona costera del Caribe mexicano, lo que presupondría una mayor contribución de larvas, primero dentro de la laguna arrecifal y segundo, en la integración de las agrupaciones de larvas de playa y cresta. Al respecto, es muy clara la mayor participación de los taxa costeros tanto en los grupos 1, 2, 3 y 4 como en los subgrupos conformados (Tablas 9 y 10). Cabe señalar la presencia de un mayor número de taxa oceánicos (familias Istiophoridae, Nomeidae), en las agrupaciones de larvas en el hábitat de cresta (subgrupo 3a). Pero también la alta presencia

de larvas de peces arrecifales dentro de las agrupaciones, se debe a que muchas de las especies de los arrecifes de coral, tienen hábitats que ocupan sólo algunas decenas de metros cuadrados dentro de los cuales viven y desovan; todo esto incluye a especies que tienen huevos demersales tales como algunos pomacéntridos y góbidos, así como especies que presentan huevos pelágicos, como quenópsidos, dactiloscópidos, tripterígididos, holocéntridos, etc. Por otro lado, también están presentes especies más móviles, con una capacidad de desplazamiento de cientos de metros para desovar e incluye principalmente especies con huevos y larvas pelágicas como escáridos, lábridos, serránidos, gobiosócidos, gerréidos y singnátidos. Todas ellas confinadas a un sitio o a un complejo de arrecifes (Leis, 1993).

De acuerdo con los resultados y acorde con lo anterior, las agrupaciones de larvas de peces en el sitio de playa, estuvieron integradas por una alta participación de peces de origen arrecifal que en el estado adulto son activos como los holocéntridos, labrisómidos y lábridos (subgrupo 1a y 1b), algunas especies con poca movilidad como góbidos, dactiloscópidos, quenópsidos y tripterígididos, así como de una alta captura de larvas de peces costeros como gerréidos, clupéidos, hemúlidos, gobiosócidos, singnátidos y engráulidos (subgrupo 2a); la presencia de estas familias sugiere que las agrupaciones de larvas de peces estuvieron integradas por una gran parte de peces costeros y arrecifales (Tabla 9). Asimismo, el ensamblaje en el sitio de la cresta, estuvo conformado por una mayor abundancia y riqueza de peces costeros como: clupéidos, hemúlidos, gerréidos, singnátidos, aterínidos, engráulidos, carángidos, gobiosócidos y peces oceánicos como istiofóridos, mictófididos, escómbridos y noméidos (subgrupo 4a). También fue registrada la presencia de larvas de peces arrecifales poco móviles como góbidos, quenópsidos, tripterígididos, labrisómidos y blénidos (subgrupo 3a), además de larvas de peces arrecifales más móviles como: escáridos, lábridos y holocéntridos. La agrupación cerca de la cresta arrecifal, estuvo conformada por la presencia de un mayor número de peces costeros, y en menor proporción, de faunas arrecifal y oceánica (Tabla 10).

Además, sabemos que las familias de peces antes mencionadas en el párrafo anterior, presentan momentos y comportamientos reproductivos distintos; no obstante, estos organismos suelen sincronizarse para desovar (Munro *et al.*, 1973; Johanes, 1978). El análisis de los picos de mayor abundancia de larvas, indicó que en la mayoría de los taxa de los grupos 1 y 3, la mayor concentración de larvas se presentó en el periodo de lluvias; de la misma manera, la mayoría de los taxa de los grupos 2 y 4, el pico se presentó en sequía. Al respecto, Leis (1991b) ha indicado que la mayoría de las familias de peces arrecifales presentan desoves de huevos pelágicos (escáridos, lábridos, serránidos, holocéntridos), pero que también un número considerable de peces tienen otras modalidades de desove (p.e. algunos góbidos, blénidos, labrisómidos y dactiloscópicos los huevos son retenidos en nidadas y son protegidos por los adultos). Esta variabilidad en el comportamiento del adulto en el desove conduce a importantes diferencias, no sólo en la temporalidad de mismo, sino también en la localización de la larva y su viabilidad después de la eclosión. En este sentido, la variabilidad en la estrategia reproductiva de los taxa que integraron las agrupaciones por hábitat y temporalmente en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, permitió agrupar en su mayoría, taxa con momentos reproductivos similares tanto del ámbito costero como arrecifal.

Una consideración importante, es que las agrupaciones por hábitats estuvieron integradas por larvas en preflexión y postflexión, pero desafortunadamente no fue posible estimar un porcentaje de estos estadios en cada agrupación, lo que presupone que pueden ser importantes en la integración de los grupos de larvas, tal como lo ha mencionado Leis

(1993). Esta importancia puede ser debida a que un gran número de embriones de huevos demersales son retenidos en el arrecife hasta que eclosionan. Esto impone desde el comienzo, una diferencia entre los propágulos de los dos grupos reproductivos (demersal y pelágicos), como lo ha señalado Leis (1993). Al respecto, se sabe que los huevos demersales son mayores en diámetro, tienen tiempos de incubación más largos y dan origen a larvas más grandes y mejor desarrolladas que los huevos pelágicos (Thresher, 1984). Por lo que cabe esperar que las larvas recién eclosionadas de los huevos no pelágicos podrían ser más capaces de poder seleccionar un ambiente que aquellos embriones provenientes de huevos pelágicos, debido a que presentan un mayor desarrollo en sus sistemas sensorial y locomotor (Leis, 1993), características que posiblemente influyeron en los momentos de la integración de las agrupaciones en los sitios de estudio.

Por otro lado, el comportamiento del desove de los peces costeros en áreas arrecifales es aún poco entendido, a pesar de que la mayoría desovan huevos pelágicos (Munro *et al.*, 1973). Muchos peces costeros aparentemente migran al borde de la plataforma para desovar, sin embargo, los desoves que se efectuaron en fondos planos y/o de hábitos pelágicos como carángidos, hemúlidos y lutjánidos, son generalmente poco conocidos y el desove se asume que tiene lugar dentro del hábitat del adulto. La presencia de sus larvas cerca de la costa puede ser por el acarreo de éstas por las corrientes marinas (Leis, 1993). Como se ha señalado con anterioridad en las agrupaciones por hábitats, se presentan algunas especies de estos peces en los subgrupos 1b, 3a, 4a y 4b.

En cuanto a los peces netamente oceánicos, particularmente los mesopelágicos (mictófidos, gonostomátidos), se asume que presentan huevos pelágicos y los desoves se presentaron dentro de ese ambiente (Leis, 1993; Flores-Coto y Ordóñez-López, 1991). Asimismo, hay evidencia de que algunas especies epipelágicas (noméidos, tetragonúridos, escómbridos y xífidos), pueden desovar en aguas oceánicas muy cerca del talud continental y los arrecifes (Leis *et al.*, 1987; Ramírez-Estévez y Ornelas-Roa, 1991). Lo que podría explicar en primera instancia, la presencia de algunos de estos peces en las agrupaciones, particularmente en la cresta en los subgrupos 3a y 4b.

De acuerdo a lo anterior, se presupone un aumento en la abundancia de las larvas del ámbito oceánico a medida que uno se aleja de la playa; asimismo, cerca de los arrecifes se ha observado un decremento en las abundancias de las larvas provenientes de huevos no pelágicos, al aumentar la distancia con la costa, como lo han señalado Ramírez-Ávila (2001), para el arrecife de Puerto Morelos, y Leis y Miller (1976), para otro arrecife en Hawaii. Similar a lo descrito anteriormente, las abundancias dentro de la laguna arrecifal, indicaron una tendencia a aumentar las larvas de peces oceánicos cerca de la cresta arrecifal y a disminuir cerca de la playa, mientras que las larvas de peces costeros aumentaron cerca de la playa y disminuyeron hacia la cresta arrecifal.

En este orden de ideas, Leis y Miller (1976), han mencionado que los miembros de cada grupo reproductivo tienen patrones de distribución, los cuales varían entre taxa. Al respecto, Clarke (1991), ha indicado que las diferencias distribucionales entre los dos grupos reproductivos cerca del arrecife y lejos de la costa, se debe a diferencias entre las técnicas de captura, incluyendo diferentes volúmenes de agua filtrada utilizadas para estimar las abundancias. Asimismo, la inapropiada técnica para recolectar organismos pequeños y especies poco abundantes de las larvas de huevos no pelágicos, es un parámetro a considerar. No obstante, las abundancias registradas en los dos sitios dentro de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, son comparables debido a que siempre se utilizó la misma técnica y los volúmenes de agua filtrados son equiparables.

**II.6.3. Influencia del comportamiento del adulto en el desove y de la larva.** De acuerdo con los resultados, las agrupaciones tanto por hábitat como temporales, estuvieron integrados por grupos de organismos más homogéneos (Fig. 28 y 29), y en su mayoría, por taxa del ámbito costero y arrecifal. En este sentido, el grupo reproductivo (demersal y/o pelágico), la localización y distribución de los desoves en una amplia variedad de ambientes (arrecifal, costero y/o oceánico) y de especies, pueden ser factores importantes en la integración de los grupos de interacción, como lo han señalado Leis y Miller (1976), Thresher (1984), Clarke (1991) y Leis (1993).

Al igual que las agrupaciones de larvas de peces anteriores (por hábitats y estacionales), las agrupaciones de larvas tanto de día como de noche, estuvieron conformados por una mayor presencia de larvas de peces del ámbito costero (46-70%), de larvas arrecifales (25-43%) y en menor grado, de las oceánicas (3-10%). De la misma manera, los taxa que integraron la agrupación diurna presentaron sus máximas abundancias en el transcurso del día (mañana, mediodía y tarde), a diferencia de los taxa del grupo nocturno, donde la mayor abundancia de los taxa fue al atardecer y hacia la medianoche. Lo anterior, presupone la importancia del comportamiento del adulto con respecto al momento del desove y a la sensibilidad fototáctica de los organismos, tanto para las larvas recién eclosionadas como para las más maduras; desafortunadamente, poco se conoce sobre el grado de sensibilidad a la luz de las larvas de peces marinos a pesar de su clara sensibilidad a diferentes intensidades y longitudes de onda (Maldonado-Monroy, 1990).

Continuando con este orden de ideas, se sabe que otro factor que influye en la presencia de las especies dentro de las agrupaciones, es el momento en que se presentó el desove; al respecto, sabemos que muchas especies de peces suelen desovar al anochecer (Johanes, 1978), sin embargo, la actividad reproductiva y la intensidad del desove, también están influenciados por la intensidad lumínica como por la periodicidad lunar (Johanes, 1978; Thresher, 1984). De acuerdo con el capítulo anterior, las mayores abundancias de huevos y larvas ocurrieron en luna nueva, es probable que los desoves en momentos de menor luminosidad reduzcan la depredación de huevos y larvas por zooplanctófagos (Wootton, 1990). Así que estos factores podrían en un momento dado, determinar el comportamiento del adulto para desovar y por tanto, la presencia de huevos y larvas recién eclosionadas de diversas especies en la columna de agua en el arrecife. La literatura revisada señala que muchos organismos eclosionan de huevos demersales sólo durante la noche, mientras que un considerable número de especies desova particularmente en los bordes del arrecife y otros exclusivamente durante el día, o en sincronía con la marea (Johanes, 1978; Thresher, 1984). El valor adaptativo de este tipo de comportamiento, la variación en él y como influye directamente sobre los grupos de organismos, está aun sujeto a debate (Shapiro *et al*, 1988), sin embargo, es clara su influencia sobre la riqueza de especies presentes, ya sea como huevo recién desovado o larva recién eclosionada (Leis, 1993).

Al examinar el porcentaje de similitud en que se integraron las agrupaciones de larvas, éstos fueron distintos entre el día (25%) y la noche (18%), lo que presupone una mayor estabilidad de los grupos con una menor diversidad de organismos en la agrupación diurna, y menor estabilidad en los grupos a mayor diversidad de taxa en el nocturno. En este sentido, la riqueza específica aportada por clupéidos, góbidos y gerréidos fue baja durante el día, y en contraste, la riqueza que aportaron los clupéidos, góbidos, escáridos, hemúlidos, quenópsidos, singnátidos y tripterígidos a los grupos de larvas, fue mayor durante la noche. Aún cuando todos los muestreos ictioplanctónicos fueron superficiales, es clara la influencia de las migraciones de larvas (en especial las nocturnas) sobre la estructura comunitaria y ésta a su vez sobre la composición de larvas que integran las agrupaciones. Al respecto,

Leis (1993) ha señalado que las agrupaciones de larvas de peces son más marcadas en sus abundancias de los gradientes verticales que en los horizontales. Asimismo, análisis preliminares en las lagunas arrecifales de la Polinesia francesa, indican que los altos valores obtenidos con el índice de similitud fueron encontrados entre muestras del día, a una misma profundidad y en hábitats parecidos. Esto sugiere que en aguas arrecifales, la estructura vertical está más afectada por factores temporales a corto plazo (migración de larvas), que la estructura horizontal (afectada por factores a largo plazo como las características permanentes del hábitat).

Asimismo, la conjunción de grupos a una mayor similitud y una menor diversidad de larvas de peces, denotan que la comunidad ictioplanctónica está altamente estructurada durante el día en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, lo cual se debe a la conducta de la larva en el mantenimiento de una profundidad o intervalo de profundidades preferidas por las especies (Leis, 1991b). Tal estructura también ha sido identificada en distintas escalas de profundidad que van desde los 10 cm hasta los 30 m (Watson, 1974, Watson y Leis, 1974, Leis, 1991b). Mientras que durante la noche, parte de esta estructura en la laguna arrecifal se modifica y se hace más compleja, aparentemente debido a una mayor diversidad de organismos, preferencia nocturna (fotonegativa) y por la migración de las larvas de peces a zonas más superficiales.

Cabe señalar que durante el día, las larvas de peces posiblemente se encuentran a una mayor profundidad y/o asociadas con el sustrato (pastos marinos o corales), esto genera una clara migración corta (4 m) que pudo observarse al inicio y al finalizar el día en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos (Fig. 10). También ha sido registrada una migración similar (8 - 20 m), en la zona protegida de los arrecifes Lizard y Carter en la Gran Barrera Arrecifal, como lo ha mencionado Leis (1986a, 1991b). Además, este mismo autor indicó que en un intervalo de profundidad semejante (10 a 20 m) sobre la plataforma continental, no se detectó la estructura vertical ni en el día o en la noche (Leis, 1986a, 1991b).

De acuerdo con la información del capítulo anterior, la variación nictemeral de la abundancia y la diversidad de larvas en el presente estudio (ciclo 1992-1993), evidencian un movimiento vertical de los organismos (Fig. 10b), por lo que las agrupaciones de larvas dentro de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos cambian sobre una base diaria, probablemente debido al comportamiento de las larvas. Aún cuando no se realizó un registro hidrológico vertical en los sitios de estudio, Merino-Ibarra y Otero-Dávalos (1991), mencionan que la laguna mantiene una cierta homogeneidad espacial con ligeras variaciones temporales (estacional y dialmente). Lo anterior supone que la columna de agua no influye sobre un patrón vertical de abundancia de larvas. Cabe añadir que Leis (1991a) en su estudio de distribución vertical de larvas en el arrecife Carter, no encontró una estratificación de los factores hidrológicos en la columna de agua. Adicionalmente, este mismo autor ha mencionado que es probable que existan al menos, tres agrupaciones de larvas de peces verticalmente estratificadas en la columna de agua relativamente somera (30 m): superficial (< 0.5 m), media ( $\approx 10$  m) y profunda (> 10 m), cada una dominada por diferentes larvas de peces y en donde por lo general, existe un traslape entre agrupaciones. Además, lo somero de la laguna frente a Puerto Morelos (< 4 m), sugiere que sólo se presenta un solo tipo de agrupación neustónica; sin embargo, es probable que exista un ensamblaje epibéntico (asociado a la vegetación sumergida) aunque poco conocido, como lo han sugerido Leis (1986b) y Leis *et al.* (1989). Asimismo, durante la noche estas agrupaciones de larvas de peces relativamente distintas, posiblemente se unen debido a los movimientos verticales de cada especie. Lo que sucede en aguas de la plataforma continental o en aguas oceánicas aún no se conoce.

*II.6.4. Influencia de las características del hábitat arrecifal.* En general, las agrupaciones de larvas por hábitats registraron pocos grupos (playa: 1 y 2, cresta; 3 y 4) y subgrupos (7 en ambos), casi en su totalidad integrados por un alto porcentaje de taxa de origen costero, seguido de organismos arrecifales. Lo anterior presupone una cierta estabilidad en la conformación de las agrupaciones, no obstante, todos los grupos están integrados por diversos taxa en mayor o menor importancia. En este sentido, la relativa estabilidad temporal de algunos parámetros de la columna de agua en las regiones tropicales (Longhurst y Pauly, 1987), permite suponer que las lagunas de muchos arrecifes de coral, podrían presentar hábitats similares, lo que supondría la conformación de las agrupaciones con un número de grupos de larvas similares. Particularmente las agrupaciones de playa y cresta, presentan dos grupos cada uno con 3 y 4 subgrupos respectivamente.

Lo anterior también ha sido registrado por Leis (1993), con datos obtenidos en diferentes arrecifes de la Polinesia francesa, en donde las lagunas de atolón, presentaron agrupaciones con pocos grupos de larvas de peces muy similares (los sitios estuvieron separados por cientos de kilómetros). Sin embargo, dentro de una laguna arrecifal también es posible observar diferencias importantes y éstas estuvieron dadas por la variedad de taxa que integraron las agrupaciones. Así que la agrupación de playa estuvo conformado principalmente por taxa de las familias Clupeidae, Gobiidae, Singnathidae, Labridae, Holocentridae, Tetragnuridae, Dactiloscopidae, Labrisomidae, Tripterigiidae, Blennidae y Haemulidae, mientras que el ensamblaje de cresta por taxa de las familias Tripterigiidae, Scaridae, Istiophoridae, Serranidae, Haemulidae, Gobiidae, Engraulidae, Clupeidae Carangidae, Bleniidae, Gobiosocidae, Nomeidae y Dactiloscopidae.

Como se ha mencionado en el capítulo anterior, la presencia de dos hábitats enteramente distintos en el área de estudio (playa y cresta), sugiere que las discrepancias en cada sitio son debidas a que presentan una estructura física diferente, un número y tipo diferente de refugios, así como una variada gama de recursos. Debido a estas particularidades, fue posible registrar cambios en la estructura de la comunidad de larvas por hábitat, así como en los integrantes de cada ensamblaje de larvas de peces, aún cuando ambos hábitats, sólo estén separados por pocos cientos de metros (800). Desafortunadamente, no existe información de la variación estructural de la comunidad de larvas de peces que reflejen cambios en los integrantes de las agrupaciones en escalas pequeñas dentro de las zonas protegidas de los arrecifes, y la literatura disponible sólo menciona los cambios observados entre las agrupaciones de larvas de peces en diversas zonas como: laguna arrecifal, cerca del arrecife, plataforma continental y/u oceánica. En ellos se ha enfatizado la importancia de la complejidad de la topografía submarina y la forma de las islas. De igual manera, es clara la importancia del tamaño de la "isla" a la cual se le ha denominado como "efecto masa de la isla", como lo han propuesto Dandonneau y Charpy (1985). Algunos de estos cambios en las agrupaciones de larvas de peces ocurren aún en pequeñas distancias cerca de los arrecifes de coral. En Hawaii, Leis (1978), encontró que el cambio más grande en la composición ictioplanctónica, estuvo entre los 0.2 y 0.5 Km de las costa, en un transecto de 3 Km en dirección hacia el mar abierto.

En una escala similar al mencionado anteriormente, se han encontrado grandes diferencias en las agrupaciones de larvas de peces entre los sitios de sotavento y barlovento en los arrecifes de la Isla Lizard (Leis y Goldman, 1987); estos autores mencionaron que la agrupación larval del sotavento, por momentos tuvo semejanzas con las agrupaciones de plataforma continental y en ocasiones no tuvo semejanzas con otras asociaciones de barlovento. En resumen, al igual que en el estudio anterior, las agrupaciones de larvas de peces de playa y cresta frente a Puerto Morelos, tuvieron cierta semejanza, sin embargo, de

acuerdo a la dominancia larvaria en cada hábitat, puede decirse que fueron diferentes en su abundancia y composición de especies.

*II.6.5. Influencia de la dinámica del medio hidrológico.* En el capítulo siguiente se analizará con más detalle la influencia del medio abiótico y biótico sobre los organismos, no obstante, es importante tener una primera impresión de la relación del ambiente y los grupos de larvas.

Como ya se menciono, las diferencias estructurales de los hábitats estudiados se reflejan en cambios estructurales de la comunidad ictioplanctónica, pero también se registran variaciones en los taxa que integran las agrupaciones en cada hábitat estudiado. Estos cambios registrados pueden ser debidos a la circulación y turbulencia de las masas de agua dentro de la laguna arrecifal, la cual fue menos favorable cerca de la cresta que hacia la línea de playa, en donde el movimiento de las masas de agua cerca de la playa fue más lento y tranquilo, mientras que en la cresta se observó un mayor oleaje y agitación de las aguas. Estos procesos físicos también han sido señalados como responsables de la variabilidad en las agrupaciones de larvas de peces dentro del arrecife en la Isla Lizard, al permitir el transporte de los organismos de un sitio a otro (Leis, 1986a; Leis y Goldman, 1987). Además, la baja profundidad en la zona protegida frente a Puerto Morelos (3 m en promedio), no permite una clara estratificación vertical de las abundancias de los organismos, y que probablemente sí se presente en sitios de mayor profundidad.

En este sentido, Ramírez-Ávila (2001), en los mismos sitios de estudio, ha registrado una mayor velocidad de corriente cerca de la cresta ( $9.1 \text{ cms}^{-1}$ ) y menor en playa ( $6.7 \text{ cms}^{-1}$ ). Un sitio de mayor velocidad supone una menor estabilidad de la columna de agua y por tanto, en las agrupaciones de larvas (2 grupos y 4 subgrupos); por otro lado, la presencia de pastos marinos cerca de la playa generaría una zona léntica dando oportunidad a una mayor estabilidad a la columna de agua somera y una mejor integración de organismos (2 grupos y 3 subgrupos). Además, la cercanía del medio oceánico al arrecife, y la presencia de corrientes costeras favorables, permitirían el intercambio de fauna meroplanctónica entre estas zonas adyacentes.

De acuerdo a lo anterior, la relación de las agrupaciones de larvas de peces con las variaciones del medio, evidencia la influencia de estos procesos hidrológicos sobre los estadios pelágicos y varía de acuerdo a la escala que se trate, como lo han mencionado Richards *et al.* (1993). Hacia las zonas costeras y límites de la zona oceánica, la dinámica de los giros, frentes y otras características propias de las masas de agua, juegan papeles importantes en la ordenación de las agrupaciones de larvas y en la regulación de las poblaciones de peces cercanas parentalmente (Govoni, 1993; Olivar y Shelton, 1993). Al respecto, se ha sugerido que para entender los patrones dentro de las agrupaciones y sus fronteras, nuestro esfuerzo requerirá de análisis a una escala más fina, en donde la recolecta de larvas de peces deberá ser en tres dimensiones (horizontal, vertical y temporal), junto con los elementos principales de su medio biótico y abiótico.

El conocimiento actual indica una fuerte interacción entre las características frontales y las poblaciones de larvas de peces costeros. Los sistemas frontales, especialmente aquellos que incluyen corrientes oceánicas, están caracterizados por una elevada productividad y por una serie de características dinámicas como la advección y la translocación de los estadios larvarios en sitios de contacto entre fronteras (Cowen *et al.*, 1993; Olivar y Shelton, 1993). El papel de tales procesos en la generación de agrupaciones, pudiera ser tan importante como su papel en el mantenimiento de las fronteras de una agrupación (Cowen *et al.*, 1993; Govoni, 1993; Moser y Smith, 1993b). En este sentido, frente a la estrecha plataforma de

Puerto Morelos (< 5 km), Merino-Ibarra (1986), ha mencionado la existencia de giros que se forman entre la línea de costa y el límite de la corriente de Yucatán, ese proceso físico podría tener un rol importante sobre la dinámica hidrológica entre el arrecife y el océano y éste a su vez en los integrantes que conforman las agrupaciones de larvas; como se ha señalado anteriormente, se tiene la presencia de larvas de peces oceánicos dentro de la laguna arrecifal.

A una escala menor, factores físicos como las corrientes de marea y particularmente las corrientes costeras, pueden influir sobre las lagunas arrecifales, especialmente si el arrecife se localiza sobre una plataforma estrecha y por tanto, cercano al medio oceánico; estos factores son importantes en la constitución de las agrupaciones. Al respecto, las agrupaciones dentro de la laguna arrecifal (playa y cresta) reflejaron la presencia de fauna meroplactónica costera y oceánica, esta última con mayor abundancia y riqueza en la cresta. La presencia de esta fauna posiblemente se debió al transporte de los organismos por corrientes costeras; Merino-Ibarra y Otero-Dávalos (1991) y Ramírez-Ávila (2001), han señalado que la dirección de la corriente tanto dentro como fuera del arrecife, presenta una dirección sur-suroeste y norte-noroeste o sea, en dirección paralela a la costa. Las evidencias de este acarreamiento podrían ser la presencia de taxa de peces costeros como clupéidos, hemúlidos, gerréidos, singnátidos y engráulidos, así como la presencia de larvas de peces oceánicos como istiofóridos, noméidos, tetragonúridos, mictófidios y gonostomátidos. Sin embargo, quizá los factores bióticos como la duración del estadio, el crecimiento y eficiencia de asimilación, el comportamiento, la estacionalidad del desove, la productividad y la heterogeneidad del hábitat, conformen los elementos que pueden explicar mejor la integración de las agrupaciones de larvas de peces en las lagunas arrecifales y zonas adyacentes (Leis y Miller, 1976; Thresher, 1984; Clarke, 1991; Houde y Zastrow, 1993; Kingsford, 1993; Leis, 1993).

Finalmente, la base para entender las agrupaciones de larvas de peces en sistemas arrecifales, es la determinación correcta de la composición taxonómica de sus integrantes locales. Adicionalmente, las distribuciones de los adultos y la estacionalidad del desove de los mismos, pueden ser algunos de los principales factores que determinan estas agrupaciones. No obstante, es claro que éstos no son los únicos factores causales, ya que muchas agrupaciones incluyen a larvas de especies, en donde los adultos desovantes están separados geográfica o temporalmente (fauna costera, oceánica, desovantes de sequía o lluvias). Es así, que la base para las asociaciones de larvas de peces es heterogénea, sin embargo, lo es también la distribución espacial entre los miembros de la agrupación. Por lo que la apreciación de los patrones horizontal y vertical en una escala fina dentro de las agrupaciones, ha aumentado considerablemente con la existencia actual de colectores múltiples discretos; sin embargo, este campo está comenzando y es claro que se necesita mucho énfasis para continuar este tipo de trabajos si se quiere entender la dinámica de las agrupaciones.

Una cuestión final sobre las agrupaciones en general, es si las larvas de peces tienen una función adaptativa intrínseca, como lo han sugerido Frank y Leggett (1983). En este sentido, ¿son las agrupaciones de larvas de peces (cada una derivada de líneas filogenéticas altamente diversas y de hábitats de adultos), algo más que el resultado de una evolución convergente de las estrategias en la historia de vida de los organismos?. La posible detección de una función adaptativa intrínseca en las agrupaciones es aún difícil de estimar y por lo tanto, un poco desalentador, dado nuestro escaso entendimiento sobre la estructura y procesos en las comunidades pelágicas (Frank y Leggett, 1983). A este respecto, justamente están iniciándose los estudios enfocados al análisis de comunidades integradas por

poblaciones con alto número de especies de peces. Estos estudios están dirigidos a entender la estructura de las comunidades del plancton y las agrupaciones de larvas de peces, como un subconjunto de éstas.

Asimismo, Doyle *et al.* (1993), han resaltado lo afirmado por McGowan y Miller (1980), en donde se ha enfatizado la relativa rareza (abundancia) de las larvas de peces comparadas con otros zooplanctéres (copépodos, ostrácodos, micromedusas, etc). Estos autores sugieren acertadamente que es necesario enfocar los estudios de las agrupaciones al zooplancton en su totalidad, para entender completamente los patrones espaciales de las comunidades con una amplia gama de especies y extenderlo al estudio de las larvas de peces. De lo anterior, se deduce que es necesario continuar los análisis de abundancia en los estadios ontogénicos posteriores de las especies que completan una agrupación de larvas de peces.

De manera análoga, el impacto por forrajeo de los juveniles y adultos planctívoros sobre la biomasa de los principales grupos de larvas de peces (especies costeras, pelágicas, oceánicas y/o mesopelágicas), y la estructura de especies de las poblaciones holoplanctónicas, es más grande que las que pueden ser inferidas a través de los índices numéricos por parte de los principales grupos de crustáceos sobre las larvas de peces.

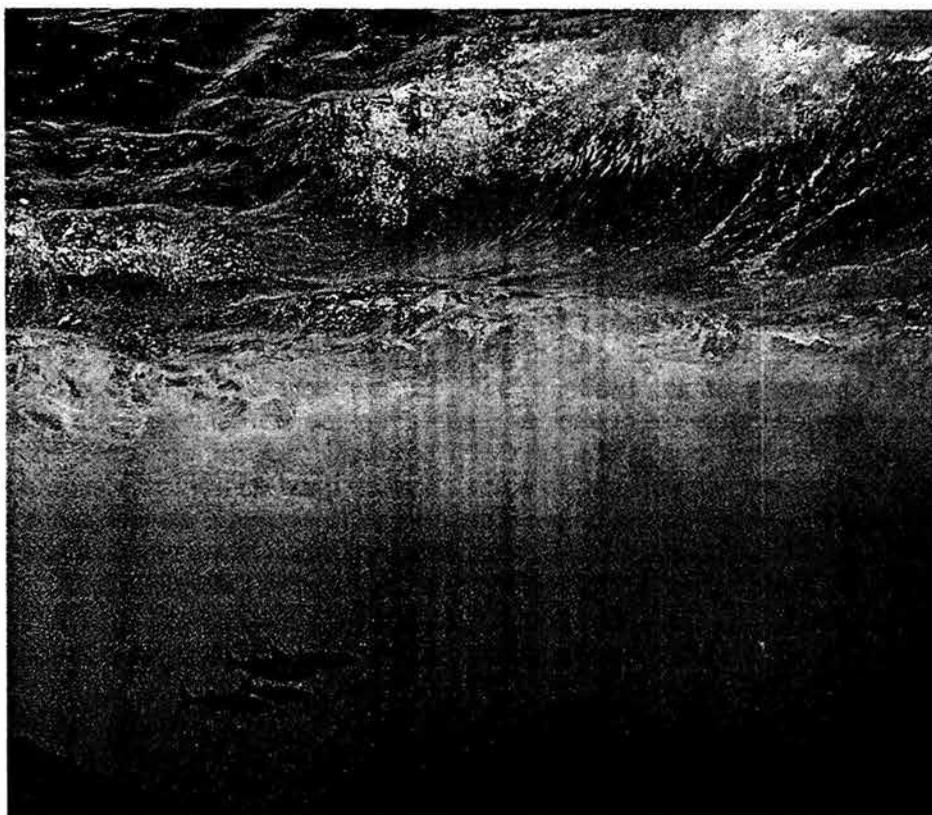
La cuestión es que la regulación de las poblaciones se presenta en todas las escalas y en los diferentes estadios ontogénicos, por lo que es difícil determinarla y no es posible tener una idea exacta de la dinámica de las agrupaciones de las larvas de peces, sobre todo si no avanzamos más en el entendimiento de los sistemas costeros, particularmente en los arrecifes de coral y de los cuales las larvas son un componente importante. En este contexto, las agrupaciones de larvas de peces podrían ser vías de acceso oportunas para comprender mejor la dinámica de las comunidades y a las cuales las larvas de peces contribuyen de manera substancial.

## CAPÍTULO III

### ICTIOPLANCTON ARRECIFAL: RELACIÓN CON EL MEDIO FÍSICO, QUÍMICO Y BIOLÓGICO

Este capítulo intenta responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la dinámica temporal de las características ambientales de los hábitats de playa y cresta arrecifal?
2. ¿Cuál es la relación existente entre las características ambientales y las larvas de peces?



---

### III.1. INTRODUCCIÓN

---

Los factores físicos y químicos que gobiernan los patrones de abundancia y distribución del ictioplancton varían según la escala en que se enfoque un estudio. Los factores físicos como las corrientes marinas de convergencia o divergencia y la formación de giros actúan a gran escala (>1000 Km), factores como las surgencias, los frentes costeros, marejadas y olas internas lo hacen a una escala media (1-1000 Km). A una escala menor de un kilómetro, la turbulencia, los flujos internos de marea, la estructura vertical de los factores químicos y las capas de frontera de las masas de agua juegan un papel importante en la integración de la comunidad planctónica (Grahame, 1987; Mann y Lazier, 1991; McEdward, 1995).

La laguna arrecifal frente a Puerto Morelos se ubica en una escala intermedia entre el nivel menor y medio. Esta laguna arrecifal es un ecosistema complejo tanto fisicoquímico como biológico que implica una intrincada relación orgánica, marcada por un gradiente biótico de la playa a la cresta arrecifal, con una alta heterogeneidad espacial béntica. Parte de esta complejidad topográfica se ve reflejada en su patrón de corrientes y en las faunas que conforman este ecosistema. Sin embargo, otros factores como la salinidad y temperatura (Sameoto, 1984; Miskiewicz, 1989), el comportamiento de las larvas (Houde y Zastrow, 1993), la depredación sobre el meroplancton (Blaxter y Fuiman, 1989) y la alimentación de éste (Houde, 1989; Watson y Davis, 1989), también influyen sobre la distribución vertical y horizontal de las diferentes larvas de peces. Debido al creciente interés de identificar los factores físicos y químicos que regulan las variaciones de la abundancia del meroplancton es importante tener en claro cuál es el avance en el conocimiento del ambiente hidrológico en las diferentes escalas en el medio arrecifal y océano adyacente.

---

### III.2. ANTECEDENTES

---

La mayoría de la literatura disponible que examina la abundancia, la distribución y las agrupaciones de las larvas de peces y su medio hidrológico, también ha estado enfocada a identificar procesos costeros y/u oceanográficos (Cowen *et al.*, 1993; Govoni, 1993; Kingsford, 1993; Moser y Smith, 1993a, 1993b). En el medio costero es común denotar la combinación de fuertes corrientes oceánicas y afloramientos de masa de agua costera y que por lo general también se asocia con una alta productividad, dando como consecuencia zonas oceanográficamente complejas. En estos sitios se unen diferentes y extensas faunas de peces a la limitrofe masa de agua, como sucede en la corriente de Benguela al este de África como lo han señalado Olivar y Shelton (1993). Además, un elemento adicional es que en esta región, es de alta productividad de pesca de especies residentes las cuáles son dominantes; estos autores mencionan que las variaciones del régimen del afloramiento de masas de agua afectan grandemente la composición y abundancia de los componentes de las agrupaciones de larvas de peces.

En el Atlántico, los estudios de la composición y la dinámica de las asociaciones de larvas de peces están abordados en intervalos de escala variable en tiempo y espacio. Particularmente, Richards *et al.* (1989; 1993), han señalado que los estudios de las agrupaciones de larvas a una fina escala, pueden ser enfocados sobre las corrientes marinas, como el realizado por ellos en la corriente del Lazo (Loop) y que es el elemento oceanográfico dominante en el Golfo de México. Estos mismos autores mencionan que las

agrupaciones registradas son notablemente diversas y reflejan la extensa fauna costera del océano tropical y que la incorporación de elementos mesopelágicos a las agrupaciones incrementa la diversidad de larvas de peces dentro de la corriente. Asimismo, los análisis del ictioplancton de distintas agrupaciones en el océano y sobre el lado de la plataforma continental denotan la importancia de los frentes hidrológicos en la delimitación de las agrupaciones y aunque la distinción frontal de las agrupaciones no es aparente, y que las larvas de ciertas familias de peces estuvieron muy asociadas con los frentes (usualmente del lado oceánico). Estos autores concluyen que las zonas de mezcla frontales, junto con la dinámica de la corriente del Lazo pueden ser importantes en la distribución y supervivencia de los componentes larvales.

Otro efecto similar de los frentes sobre las agrupaciones de larvas de peces, es la influencia de las plumas de descarga como las del río Mississippi y del frente originado por la corriente del Golfo (Gulf Stream) en el Atlántico oeste y su relación hidrográfica, como lo describe Govoni (1993). Este autor considera que las agrupaciones de larvas de peces son el resultado de diversos mecanismos físicos que dan como resultado un flujo de larvas que se entrecruza por la presencia de los frentes como en el caso de la influencia de aguas de descarga, mientras que en aguas de la corriente del Golfo, algunas larvas de peces (clupéidos y siánidos) se unen estrechamente en estas regiones frontales, debido a que las larvas son concentradas en estas regiones por convergencia directa frontal y posiblemente por migración y comportamiento selectivo del desove de los adultos; esto último debido posiblemente a la elevada productividad planctónica asociada con la dinámica frontal (afloramientos, rompimientos), que puede estar proporcionando un medio trófico apropiado para las larvas de peces. Los espacios entre los frentes y la plataforma continental contribuyen a la complejidad en ambos sistemas frontales.

Adicionalmente, el desplazamiento de las larvas de peces de los sitios de eclosión, requiere de un flujo a través de los límites de las fronteras. Este traslado de organismos puede deberse a los procesos dinámicos costeros (giros, formación de meandros) que en conjunto con los patrones de comportamiento de los organismos, pueden involucrar una separación de larvas y desplazarse a otro frente; aunque esto es evidente, pueden estar involucrados otros mecanismos igualmente relevantes.

Quizá un ejemplo importante de translocación de larvas de peces, como consecuencia de la combinación de procesos dinámicos como los giros (Eddies) asociados con la pendiente de la plataforma continental y de intrusiones de masas de agua relacionadas con la pycnoclina, que han sido investigados por Cowen *et al.* (1993). Estos autores consideran que el comportamiento de los organismos juega un papel importante en el movimiento de las larvas de peces sobre la plataforma, ya que algunas larvas migran hacia abajo y cruzan la zona de intrusión en la plataforma y otras migran más activamente hacia la costa, por lo general aquellas que se encuentran en un avanzado estado larvario. Estos eventos señalados influyen en la conformación de las agrupaciones de larvas de peces en ambos sitios de las fronteras.

No sólo los factores hidrodinámicos y etológicos influyen en la estructura y agrupaciones larvales. El efecto temporal a largo plazo sobre la comunidad ictioplanctónica, también es un mecanismo importante, como lo han demostrado Doyle *et al.* (1993). Estos autores comparan los cambios del ictioplancton entre ciclos en diferentes océanos, mencionando que para el Atlántico oeste, las características físicas de la plataforma y el océano junto con la dinámica hidrográfica son el resultado de la interacción entre ciclos abióticos y bióticos (temperatura, producción planctónica y desove de organismos) y de los complejos sistemas

de recirculación oceánica. Mientras que en la costa oeste de los Estados Unidos, las grandes corrientes (California) están más relacionadas con los ciclos de los afloramientos de masas de agua, sin embargo, en estos sitios es posible que los desoves de los peces en áreas de la plataforma y talud continental estén más correlacionados con los cambios en el transporte de Ekman, que con los ciclos de producción planctónica.

Al respecto, Moser y Smith (1993b), han descrito las agrupaciones de larvas de peces en la corriente de California y denotan cómo las distribuciones verticales y horizontales de los taxa que los integran, cambian al cruzar las fronteras de la corriente, encontrando tres grandes agrupaciones con base en los análisis de abundancia de las larvas, en donde cada asociación está relacionada con las distintas masas de agua de la región. Estos autores sugieren que la distribución vertical de los organismos está muy relacionada con las condiciones tróficas y el comportamiento alimentario de las larvas, factores que juegan un importante papel en la evolución de las agrupaciones de peces. Esta situación también ha sido observada por McGowen (1993) en su estudio de las agrupaciones de larvas cercanas a la costa del sur de California, las cuáles están relacionadas con la estacionalidad hidrográfica. Es así que la distribución cruzada de la plataforma y los reclutamientos de las poblaciones de larvas de peces costeros son dependientes de los giros locales (giros del sur de California) como ya ha sido mencionado por otros autores (Cowen *et al.*, 1993; Govoni, 1993).

En los sistemas costeros y en especial las lagunas arrecifales presentan una topografía e hidrología compleja, debido en parte a la estructura de los corales que proveen de una intrincada circulación. Sin embargo, en los arrecifes de barrera por lo general también tienen influencia sobre los flujos de agua provenientes del océano adyacente, que a su vez influye sobre los patrones de abundancia y distribución de las fases pelágicas de los organismos del arrecife. Los estudios que relacionan las características físicas con el ictioplancton arrecifal son escasos, destacando el trabajo de Leis (1993), quien indicó que la estructura de la comunidad ictioplanctónica varía con el hábitat y la topografía del arrecife. Menciona también que el patrón vertical es el resultado del comportamiento larval hacia la luz, con pausas durante la noche y que el decremento de las especies costeras a medida que se aleja uno del arrecife, es una consecuencia de la influencia del medio oceánico.

Considerando la información precedente y la dinámica hidrológica de la zona protegida del arrecife para las larvas de peces, el objetivo particular en el presente capítulo es:

### III.3. OBJETIVO

---

*Determinar la dinámica temporal de los principales parámetros del ambiente (climáticos, hidrológicos y biológicos), y su relación con las variaciones de la abundancia ictioplanctónica en los hábitats de playa y cresta de la laguna arrecifal, frente a Puerto Morelos, Quintana Roo.*

### III.4. MÉTODOS

---

**Análisis de Datos.** La información climática analizada en el presente estudio, fue obtenida a partir de los datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) de Chetumal,

Quintana Roo; estos datos provienen de la ciudad de Cancún, estación meteorológica más cercana a Puerto Morelos y que abarcó los periodos de enero de 1990 a diciembre de 1993 (CNA, 1993) y de enero de 1994 a abril de 1998 (CNA, 1998). A partir de esta información se elaboraron los climogramas para los ciclos estudiados: 1990-1991 y 1992 y 1993.

Para la elaboración de los gráficos para las series de tiempo de temperatura atmosférica y precipitación pluvial, se utilizó la misma información recabada, extendiendo el registro mensual durante 8 años (1990-1998). En ambos gráficos, la temperatura y precipitación normal fueron estimadas a partir de los valores promedio mensual propuestos por García (1988), para la misma estación meteorológica. Todo lo anterior se realizó con la finalidad de detectar anomalías en estos parámetros y poder asociarlos a las variaciones interanuales de las abundancias de huevos y larvas de peces recolectadas en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. En cuanto a la información de los principales parámetros hidrológicos en cada hábitat, como se menciona en los métodos generales fueron estimados *in situ*. Para la comparación mensual promedio de una misma variable climática entre años distintos, se efectuó un análisis de varianza de una vía (ANOVA), con un límite de confianza del 95% (Zar, 1984). De la misma manera, se aplicó un ANOVA para conocer si existieron diferencias significativas de una misma variable hidrológica entre sitios (playa y cresta), o entre ciclos estudiados (1990-1991 y 1992-1993).

Finalmente, para establecer el intervalo de marea y su variación en los ciclos analizados, se tomó la información proporcionada en las tablas sobre la predicción de mareas correspondiente a Isla Cozumel, Q. Roo, estación más cercana a Puerto Morelos (Instituto de Geofísica-UNAM, 1990 y 1991).

En cuanto a la parte biótica del medio, ésta estuvo representada por la abundancia general de los copépodos y cuya información fue proporcionada por Álvarez-Cadena *et al.* (1998). Los datos de estos microcrustáceos provienen de las estimaciones efectuadas a las mismas muestras obtenidas para el ictioplancton en los mismos sitios durante el ciclo de 1990-1991.

Posteriormente, a los parámetros climáticos y/o hidrológicos se les aplicó el método de clasificación jerárquico (Índice de disimilitud), a través de una estrategia aglomerativa de los datos climáticos e hidrológicos mensuales promedio, con el fin de identificar la existencia de agrupaciones de meses con afinidades climáticas y/o hidrológicas. Un método de jerarquización comúnmente empleado para detectar los grupos de meses es el Índice de Disimilitud (Djk), el cual considera las proporciones de los parámetros del ambiente entre meses.

Índice de disimilitud de Bray y Curtis (Cliford y Stephenson, 1975). Este índice se utilizó por el peso que da a las proporciones de parámetros climáticos y/o hidrológicos entre los meses estudiados y se define con la siguiente expresión matemática:

$$D_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n [X_{ij} + X_{ik}]}{\sum_{i=1}^n X_{ij} + X_{ik}}$$

donde: Djk es el valor de similitud entre meses j y k; Xij son el valor del parámetro i, en el

mes  $j$ ; y  $X_{ik}$  es el valor del parámetro  $i$  en el mes  $k$ . Por lo que la máxima similitud es cero y la mínima, uno. Previo a la aplicación de este índice, los datos fueron transformados de la siguiente manera:

$$X_{ij} = \text{Log}(X + 1)$$

donde:  $X$  = es el valor estandarizado de cada parámetro. Con base en las matrices de similitud obtenidas se construyeron dendrogramas, utilizando el algoritmo de agrupamiento por el método de selección flexible (Lance y Williams, 1967).

Para explorar las posibles relaciones entre los diversos parámetros del ambiente (climáticos, hidrológicos y bióticos) y la variación mensual de los taxa en los hábitats estudiados, se efectuó un análisis de correlación a través del coeficiente de Pearson (Ludwing y Reynolds, 1988). Este coeficiente ( $r$ ), es una medida de la mutua relación entre dos variables (Snedecor y Cochran, 1980), y permite obtener un valor de relación de la densidad de especie de larva de pez y los distintos parámetros del medio. Una correlación positiva implicó que cuando la densidad de una especie se incrementa, hay un correspondiente incremento en la concentración de uno de los parámetros. De igual manera, en una correlación negativa el incremento de uno de los descriptores está acompañado por el decremento del otro. Los valores de  $r$  altamente positivos o negativos se validaron para los grados de libertad de  $N=2$  con un 95% de significancia estadística (Zar, 1984). Esta relación, puede definirse por la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\sum X_1 X_2}{\sqrt{[(\sum X_1^2) (\sum X_2^2)]}}$$

donde:  $X_1$  = Variable 1 y  $X_2$  = Variable 2.

Las pruebas estadísticas de significancia y ANOVAs se efectuaron con el paquete STATISTICA (StatSoft Inc., 1993), mientras que las técnicas de correlación multivariada y clasificación (jerarquización), se realizaron con el paquete estadístico ANACOM (De la Cruz-Agüero, 1993).

### III.5. RESULTADOS

**III.5.1. Características climáticas. Ciclo 1990-1991.** El análisis mensual de los datos meteorológicos promedio, indicaron que la temperatura atmosférica reflejó un comportamiento estacional, donde los meses más cálidos fueron de mayo a agosto, y los más fríos de diciembre a marzo; durante este ciclo, la temperatura atmosférica anual promedio fue de 27.1 °C, mientras que la precipitación fue relativamente irregular a lo largo del ciclo de estudio. El periodo de lluvias fue de agosto a octubre, sin embargo, durante enero y mayo de 1991 se registraron altas precipitaciones, incluso comparables con la época de mayor precipitación. La precipitación anual fue de 1200.2 mm y el cociente de precipitación-temperatura fue de 44.3 (Fig. 33).

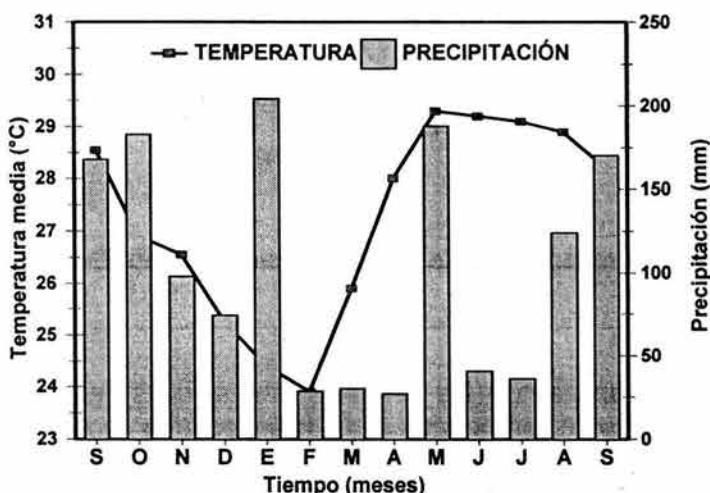


Fig. 33. Climograma para Puerto Morelos, Quintana Roo (Ciclo: 1990-1991).

Ciclo 1992-1993. La temperatura atmosférica en Puerto Morelos, al igual que en el ciclo anterior, presentó un comportamiento estacional, en donde la época de mayor calor ocurrió de junio a septiembre, y la temperatura más fría se registró a finales de 1992 y principios de 1993. La temperatura promedio anual fue de 26.8 °C. La precipitación fue más irregular que el ciclo anterior, con momentos intermitentes de mayor precipitación a lo largo del año. Cabe destacar dos intensos momentos de lluvia: uno en octubre de 1992 y otro enero de 1993. La precipitación anual fue de 1650.4 mm y un cociente de precipitación-temperatura de 61.6 (Fig. 34).

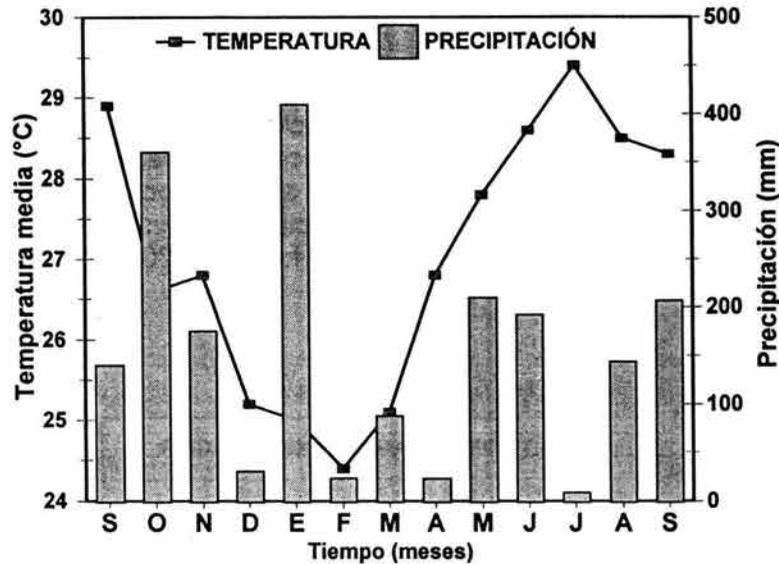


Fig. 34. Climograma para Puerto Morelos, Quintana Roo (Ciclo: 1992-1993).

Un análisis de varianza aplicado a las variables atmosféricas, indicó que no existió una diferencia significativa entre las temperaturas atmosféricas de ambos ciclos ( $P < 0.05$ ), pero sí entre las precipitaciones. También, la comparación de las precipitaciones de ambos ciclos y el modelo atmosférico de García (1988), indicó una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), indicándonos que los ciclos estudiados presentaron un período de lluvias irregular.

La aplicación de un método jerárquico a través de una estrategia aglomerativa a los datos de la temperatura del aire y la precipitación mensual promedio registrado en Puerto Morelos, mostró para ambos ciclos dos agrupaciones de meses con afinidades climáticas (Fig. 35a y b). En ambos ciclos, el primer grupo por lo general, va de agosto a enero, período en que se registraron altas precipitaciones y temperaturas, destacando en esta agrupación, el mes de enero de 1991 como el momento de máxima precipitación. Además, durante estos meses fue común la presencia de eventos meteorológicos como las tormentas tropicales, ciclones y vientos fríos provenientes del norte, que abatieron por algunos momentos las temperaturas atmosféricas en los dos ciclos estudiados.

La segunda agrupación abarcó de febrero a julio, estos meses se caracterizaron por presentar relativas bajas temperaturas en el aire y menores precipitaciones (Fig. 35a).

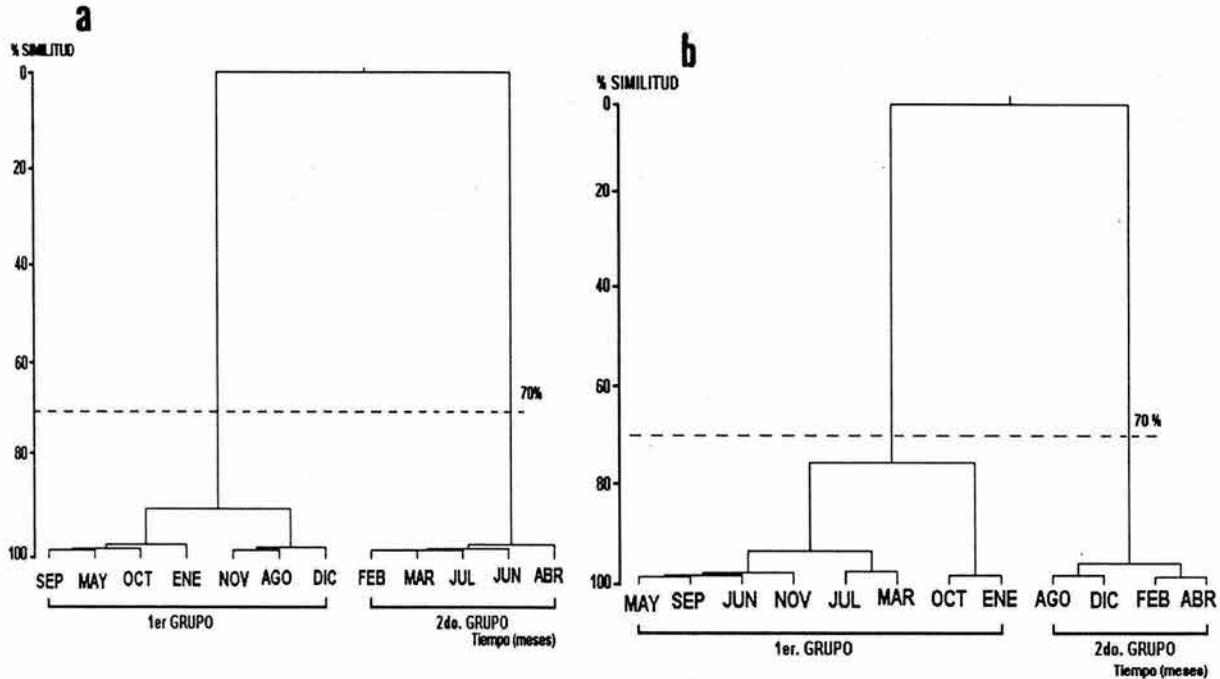


Fig. 35. Dendrograma de afinidad entre meses, con base en las variables climáticas a través del Índice de Bray y Curtis. Los factores del ambiente se transformaron a logaritmos base 10. a. Ciclo 1990-1991 y b. Ciclo 1992-1993.

Las diferencias estacionales entre ciclos fueron evidentes, lo que sugiere que el ambiente atmosférico fue distinto para ambos ciclos; esto quedó confirmado al aplicar un ANOVA entre promedios estacionales y registrar diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la precipitación. También, al comparar los promedios de temperatura mensual y precipitación anual de ambos ciclos estudiados y el modelo de García (1988), se sugiere que la temporada de sequía es cada vez más prolongada y la de lluvias es más corta pero más intensa.

**III.5.1.1. Series de tiempo.** La serie de tiempo para la temperatura atmosférica de 1990 a 1998 (Fig. 36), indicó un patrón anual similar, con pequeñas variaciones durante los meses más fríos (noviembre a marzo) a principios de 1992; sin embargo, para años posteriores la temperatura registró un ligero descenso durante los meses en que se presentan los vientos del norte (1994 a 96), y un notorio incremento de esta variable a mediados de 1997, año en que se registró nuevamente la oscilación del sur.

Mientras tanto, la precipitación mostró una gran variabilidad temporal, destacando el incremento de las lluvias a principios de 1991, así como a mediados de 1993, 1995 y 1998 (Fig. 37). Particularmente durante 1992-1993 y 1997-1998, ocurrieron los fenómenos conocidos como El Niño/Oscilación del sur y que posiblemente afectaron de manera indirecta la región de Caribe.

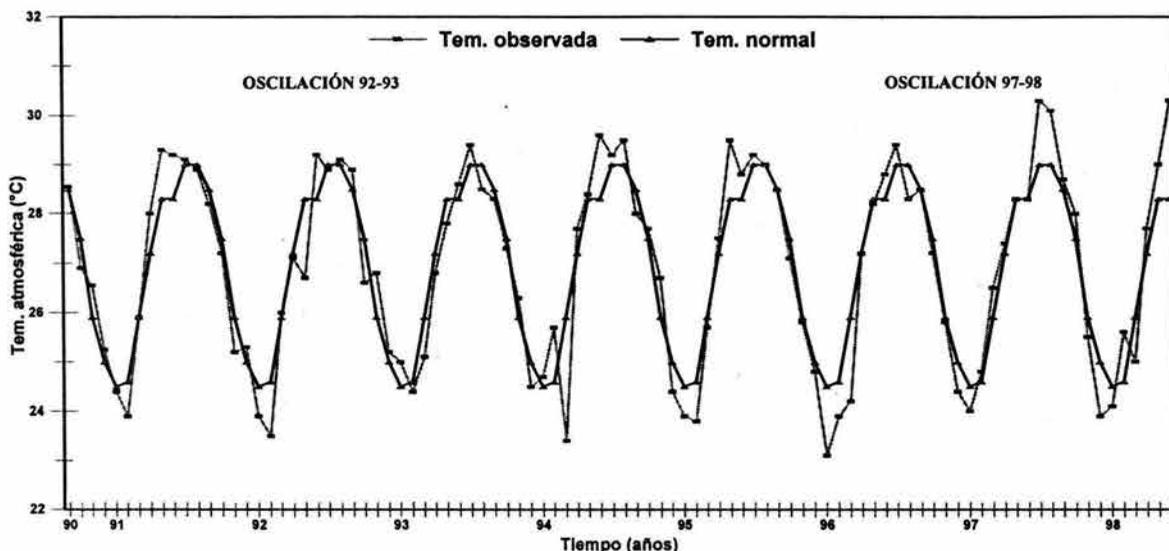


Fig. 36. Variación media de la temperatura atmosférica mensual en la estación más cercana a Puerto Morelos, Quintana Roo de 1990 a 1998.

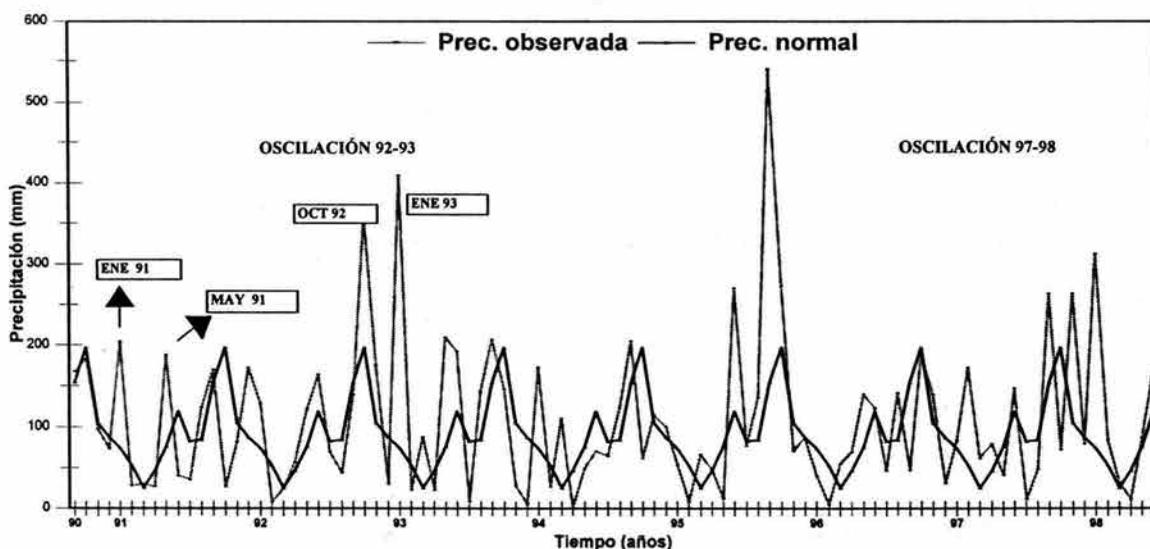


Fig. 37. Variación media de la precipitación mensual en la estación más cercana a Puerto Morelos, Quintana Roo de 1990 a 1998

### III.5.2. Características hidrológicas.

Ciclo 1990-1991. La temperatura superficial del agua durante este ciclo, registró una variación estacional, con un valor máximo en agosto y valores mínimos en enero y febrero. En ambas estaciones de muestreo, la temperatura mostró un comportamiento semejante, y

por lo general, la estación ubicada cerca de la playa presentó los mayores valores de temperatura y sólo en los meses de octubre y noviembre, la temperatura de la estación de playa estuvo por debajo (Fig. 38a). La temperatura media anual fue de  $28.7 \pm 0.4$  °C en la estación de playa y de  $28.4 \pm 0.3$  °C en la estación ubicada cerca de la cresta. La salinidad, medida en unidades potenciales de sal (ups), registró oscilaciones semejantes en ambos sitios a través del presente ciclo. Por lo general, la laguna arrecifal mantuvo una mayor salinidad de julio a noviembre, después de estos meses se observó un primer abatimiento de la salinidad (diciembre y enero), y posteriormente hacia inicios del mes de junio se presentó un nuevo descenso (Fig. 38b). El promedio anual de la salinidad en ambos sitios fue de  $35.92 \pm 0.07$  ups.

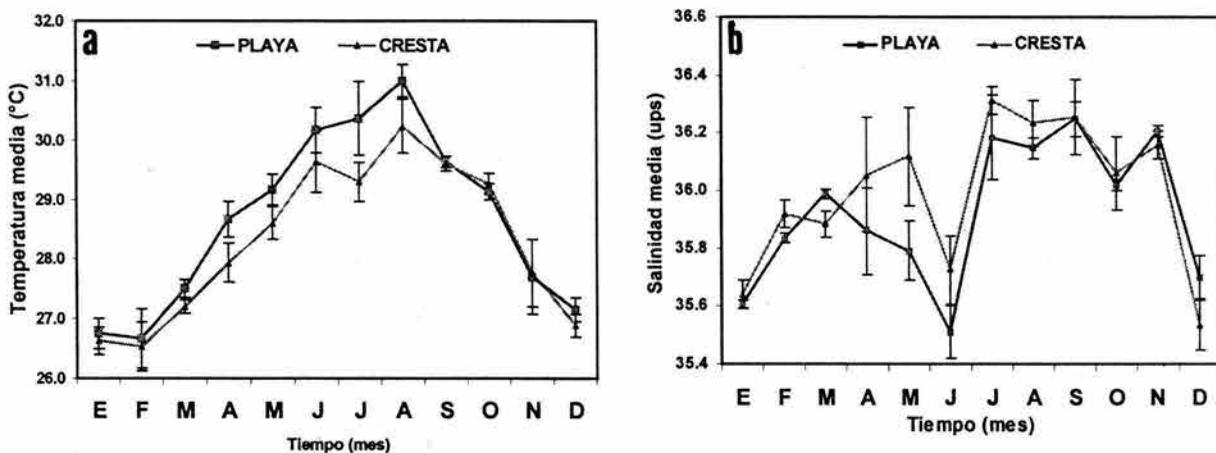


Fig. 38. Variación temporal de la temperatura (a) y salinidad (b) superficiales ( $\pm 1eem$ ) por sitio frente a Puerto Morelos, Quintana Roo (Ciclo: 1990-1991).

Ciclo 1992-1993. La temperatura promedio superficial del agua al igual que en el período previo, mostró una variación estacional semejante ( $27.6$  a  $28.3$  °C), en donde los meses más cálidos fueron julio y agosto, mientras que enero fue el mes con el mínimo valor de temperatura superficial del agua, con un promedio de  $27.9 \pm 0.3$  °C. Asimismo, un registro de este parámetro a través del día y la noche, indicó que a las 15:00 horas fue el momento de mayor temperatura superficial y las menores en el transcurso de la medianoche al amanecer (Fig. 39).

La salinidad superficial del agua fue homogénea en el ciclo que comprendió de mayo de 1992 a abril de 1993, esta variable fluctuó de  $35.85$  a  $35.91$  ups, con la menor salinidad en octubre y las mayores en los meses de marzo y abril, con una salinidad promedio anual de  $35.87 \pm 0.06$  ups. Aún cuando los valores de salinidad son similares en un análisis nictemeral, éste mostró que entre las 12:00 y 15:00 horas se registraron las mayores salinidades, mientras que en el transcurso de la noche no hubo variaciones significativas (Fig. 39).

Al aplicar un ANOVA de una vía a las variables hidrológicas similares pero de distinto hábitat, éstas no mostraron diferencias significativas a una  $P < 0.05$ .

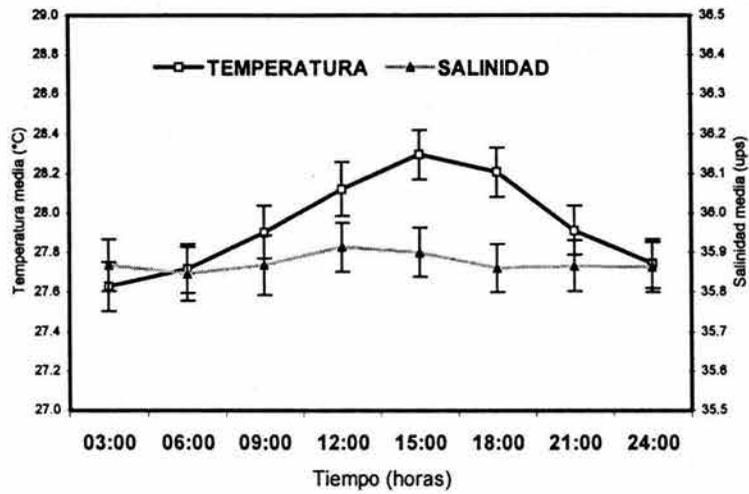


Fig. 39. Variación nictemeral de la temperatura y salinidad superficial ( $\pm 1$  eem) frente a Puerto Morelos, Quintana Roo (Ciclo: 1992-1993)

La aplicación de un análisis de aglomeración entre meses, basado en la similitud de los valores transformados ( $\log_{10}$ ) de temperatura y salinidad superficial del agua en el ciclo 1990-1991, permitió determinar dos agrupamientos de meses con semejanzas hidrológicas. La primera agrupación de meses abarcó de noviembre a marzo, y la segunda de abril a octubre (Fig. 40). En el caso de la primera agrupación, este conjunto de meses se caracterizó por una menor temperatura superficial del agua y salinidad baja ( $27.0^{\circ}\text{C}$  y  $35.87$  ups), mientras que la segunda agrupación, presentó por lo general, una mayor temperatura del agua de mar y una relativa alta salinidad ( $29.5^{\circ}\text{C}$  y  $35.91$  ups).

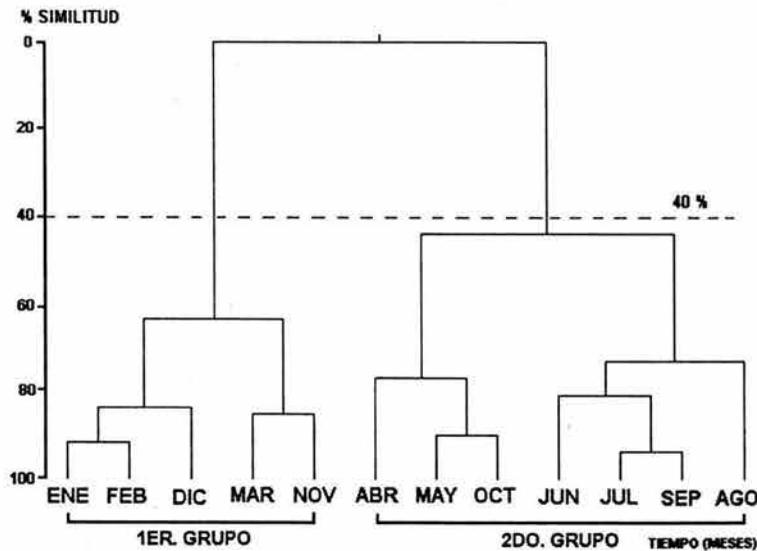


Fig. 40. Dendrograma de afinidad entre meses, con base en las variables hidrológicas promedio (ciclo, 1990-1991) a través del Índice de Bray y Curtis. Los factores del medio hidrológico se transformaron a logaritmos de base diez.

Finalmente, al comparar una misma variable hidrológica pero de distintos ciclos de estudio, esta mostró un comportamiento similar en la temperatura del agua (Fig. 41a) y diferencias temporales en la temperatura superficial (Fig. 41a). La salinidad durante el ciclo 1990-1991, denotó un paulatino incremento durante el año, con un fuerte decremento a principios del periodo de lluvias. Mientras que durante el ciclo 1992-1993, esta misma variable mostró una notable disminución a partir del mes de mayo, extendiéndose estas bajas salinidades hasta noviembre (Fig. 41b). Estas discrepancias en temporalidad de la salinidad fueron confirmadas al aplicar una prueba de ANOVA de una vía y obtener diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los ciclos estudiados.

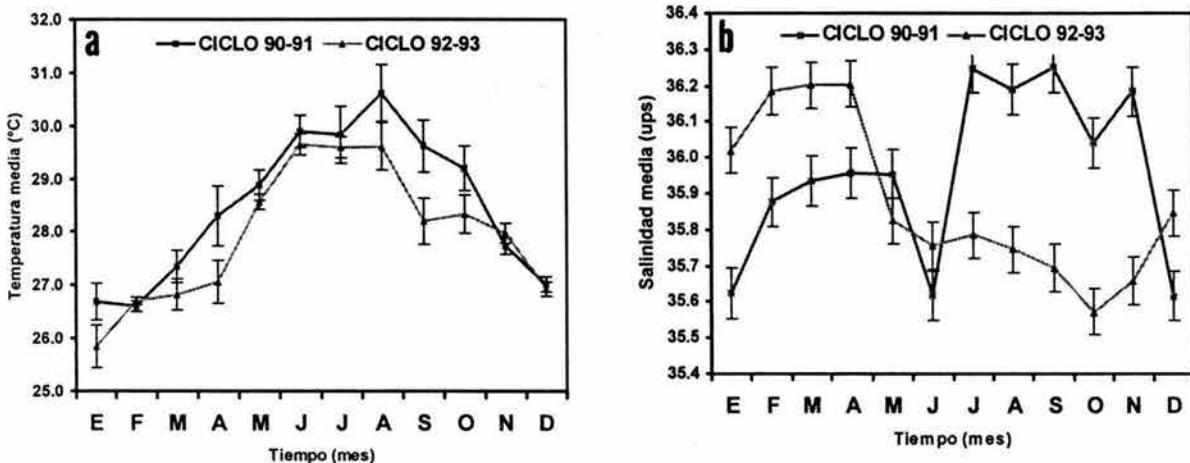


Fig. 41. Variación temporal de la temperatura (a) y salinidad (b) superficiales ( $\pm 1\text{eem}$ ), en los ciclos estudiados frente a Puerto Morelos, Quintana Roo.

### III.5.3. Características en el nivel de marea

De acuerdo con los datos sobre el nivel de marea para el ciclo 1990-1991, el nivel de pleamar media fue de 0.070 m y el nivel de bajamar media de -0.090 m con máximo de 0.236 en lluvias y un mínimo de -0.204 m en secas, es decir la marea varió en un intervalo promedio de 0.160 m. Mientras, para el ciclo 1992-1993, el nivel de pleamar media fue de 0.088m y el nivel de bajamar media fue de -0.093, con un máximo de 0.342 en lluvias y un mínimo de -0.334 m en sequía, con un intervalo promedio de variación de 0.181m. Variaciones correspondientes a una marea tipo mixta semidiurna como la que se presenta en la región del Caribe mexicano.

**III.5.4. Variación y abundancia del zooplancton (Copepoda).** De manera general, la comunidad zooplanctónica dentro de la laguna arrecifal, estuvo constituida por grupos enteramente distintos de las áreas adyacentes a los sistemas coralinos. En el área lagunar está integrada por alrededor de unos 13 grupos holoplanctónicos y 7 grupos meroplanctónicos, destacando en el primer grupo a los copépodos, anfípodos y misidáceos por su abundancia, mientras que en el segundo, a larvas de camarones, cangrejos, huevos y larvas de peces. De acuerdo con Álvarez-Cadena *et al.* (1998), los copépodos llegaron a constituir entre un 30 a 50% de la fauna zooplanctónica del arrecife y posiblemente junto con las larvas de peces son los grupos más diversos, llegando a presentar estos crustáceos alrededor de 55 especies de copépodos y más de 191 especies de larvas de peces.

densidad de los mismos cerca de la cresta arrecifal en comparación con el sitio de playa. Temporalmente, las abundancias de los copépodos mostraron dos momentos de mayor concentración, más claramente en la estación de playa: la primera hacia el periodo de sequía y una segunda con mayor abundancia a mediados de la época de lluvias (Fig. 42); sin embargo, no se observó una diferencia significativa a  $p < 0.05$  entre ambos sitios.

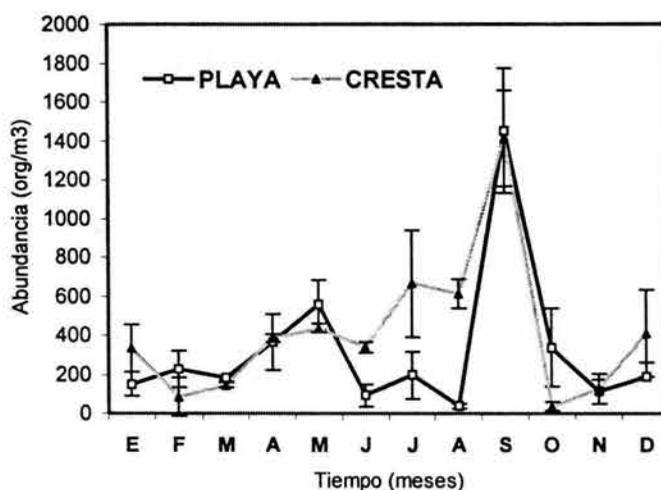


Fig. 42. Variación temporal de los copépodos ( $\pm 1\text{eem}$ ) en dos sitios de la laguna arrecifal, frente a Puerto Morelos, Quintana Roo de acuerdo con Álvarez-Cadena *et al.* (1998).

La población de copépodos en los dos sitios estuvo dominada por *Acartia spinata* llegando a constituir más del 70% de estos microcrustáceos en la laguna arrecifal; otras especies importantes fueron *Calanopia americana*, *Farrula gracilis* y *Temora turbinata*. Esta abundancia no varió significativamente entre el sitio de playa con el de cresta (73 y 62 % respectivamente), sin embargo, la contribución de las especies más importantes variaron estacionalmente en ambos sitios.

En el sitio de playa durante el periodo de sequía, las especies dominantes fueron: *A. spinata*, *Calanopia americana*, *Clausocalanus furcatus* y *F. gracilis*, y, mientras que en la época de lluvias lo fueron: *A. spinata*, *F. gracilis* y *Temora turbinata*.

Para el sitio de cresta, durante el período estival las especies *A. spinata*, *C. furcatus*, *F. gracilis*, *Calanus vulgaris*, *T. turbinata* y *Nannocalanus minor*, fueron los copépodos dominantes y en los meses más lluviosos especies como: *A. spinata*, *C. americana*, *F. gracilis*, *C. furcatus* y *T. turbinata* fueron los más abundantes.

**III.5.4. Relación entre la densidad de larvas y los factores bióticos y abióticos.** A través de una correlación simple, fue posible evaluar las posibles relaciones entre variables del medio, permitiendo estimar primariamente la relación temporal de la abundancia de larvas de peces y algunos factores del medio como temperatura atmosférica, precipitación, temperatura superficial, salinidad y abundancia de copépodos (Fig. 43). En general, los coeficientes de correlación indicaron una relación altamente significativa entre la densidad y las temperaturas atmosférica y del agua superficial ( $> 0.7$ ), así como un cierto grado de correlación significativa con la densidad de copépodos ( $p > 0.05$ ). Asimismo, los mayores valores de correlación de las especies costeras y arrecifales se observaron por lo general en el sitio de cresta, mientras que las especies oceánicas no mostraron una correlación

el sitio de cresta, mientras que las especies oceánicas no mostraron una correlación importante con algún parámetro del medio (Tabla 17). Particularmente, la relación entre la densidad de larvas de peces y el medio arrecifal varió de especie a especie (Anexo 5).

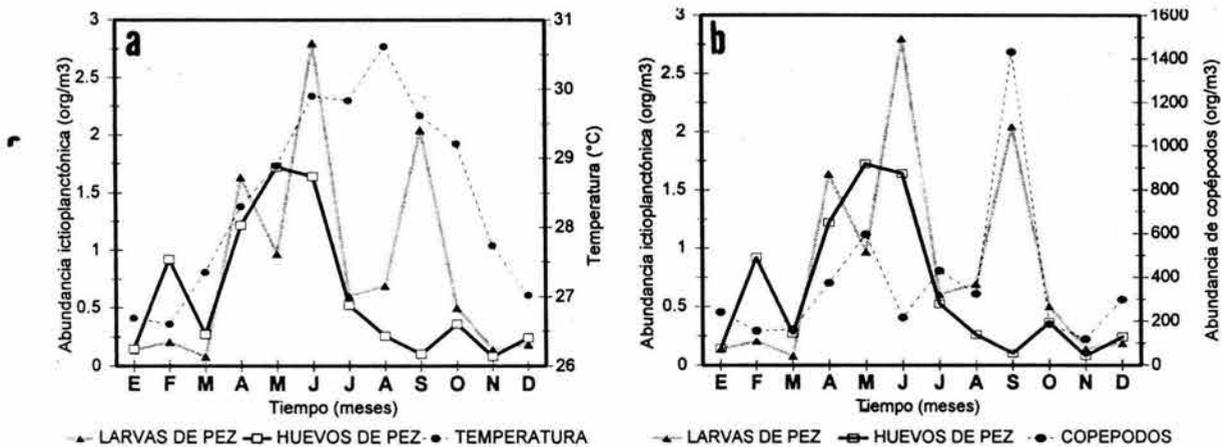


Fig. 43. Relación temporal de la abundancia media de huevos y larvas de peces durante el ciclo: 1990-1991, con a) temperatura superficial y b) la abundancia media de copépodos.

Tabla 17. Coeficientes de correlación entre la densidad larval y las principales variables del medio en cada hábitat. Las variables fueron transformadas a log base diez. *T. atm.*, Temperatura atmosférica; *Prec.*, Precipitación; *T. agua.*, Temperatura del agua; *Sal.*, Salinidad; *Copep.*, Copépodos.

Hábitat	Playa					Cresta					
	Larvas / Variable	T. atm.	Prec.	T. agua.	Sal.	Copep.	T. atm.	Prec.	T. agua.	Sal.	Copep.
Costeras		<b>0.777**</b>	-0.025	<b>0.703**</b>	0.024	0.295	<b>0.811**</b>	-0.026	<b>0.760**</b>	0.354	<b>0.539*</b>
Arrecifales		<b>0.671**</b>	0.146	<b>0.660**</b>	0.164	0.367	<b>0.663**</b>	0.080	<b>0.701**</b>	0.322	<b>0.503*</b>
Oceánicas		-0.044	-0.487	0.144	-0.165	0.038	0.453	-0.298	0.333	-0.072	0.355
General		<b>0.750**</b>	0.049	<b>0.702**</b>	0.060	0.336	<b>0.760**</b>	0.032	<b>0.734**</b>	0.310	0.483

\*\* Altamente significativo P<0.01  
 \* Significativo P<0.05

### III.6. DISCUSIÓN

*III.6.1. Dinámica del medio físico y químico.* En general, los valores promedio anuales de la temperatura y salinidad superficiales fueron relativamente altos con pequeños intervalos de variación ( $28.5 \pm 0.3$  °C y  $35.9 \pm 0.07$  ups). Esta pequeña variación resalta un marcado carácter oceánico de la laguna, la cual probablemente está influenciada por las aguas oceánicas adyacentes con una inapreciable influencia continental. Asimismo, estos valores estuvieron ligeramente por arriba de los registrados por Merino-Ibarra y Otero Dávalos (1991). Al respecto, las aguas cercanas a los arrecifes de coral en el mar Caribe se caracterizan por sus altas salinidades y temperaturas y son usualmente consideradas de baja fertilidad y oligotróficas (Longhurst y Pauly, 1987). Aun cuando para este trabajo no se estimó un valor de productividad planctónica, Ramírez-Ávila (2001), encuentra una mayor productividad planctónica dentro de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos ( $3.1$  mg/L de clorofila y  $9.4$  mg/m<sup>3</sup> de biomasa húmeda) que fuera ( $0.5$  mg/L y  $8.7$  mg/m<sup>3</sup>). Sin embargo, estos valores estuvieron por debajo de lo estimado para el mismo periodo en un sistema costero cercano al área de estudio, este sistema está ubicado al noreste de la Península de Yucatán en donde se alcanzaron valores promedio de  $6.7$  mg/L y  $29.5$  mg/m<sup>3</sup> (Herrera-Silveira *et al.*, 1998; Ordóñez-López, 1998). Lo anterior nos permite tener una idea de la relativa baja productividad planctónica de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos.

Otro dato importante que registró Ramírez-Ávila (2001), es el decremento de la temperatura superficial hacia la parte frontal del arrecife en el periodo de lluvias. Al respecto, Merino-Ibarra (1992) ha mencionado que durante el otoño (octubre), la superficie isotérmica de  $22.5$ °C que cubre la parte oriental de la península, se ha retirado hacia el borde noreste de la plataforma y se encuentra a profundidades mayores de  $40$  m. No obstante, esta superficie isotérmica forma pequeños domos y valles a lo largo del borde nororiental de la plataforma continental, sugiriendo un comportamiento meándrico de la corriente de Yucatán, asimismo, uno de estos domos fue localizado al norte de Tulum; además, este comportamiento concuerda con los momentos en que la corriente de Yucatán presenta las menores velocidades (Pica-Granados y Pineda-López, 1991; Merino-Ibarra 1992). También, la conformación de estos domos sobre el margen del talud, eventualmente podría llegar a la superficie permitiendo un transporte de materiales de mayores profundidades a la superficie.

Hasta recientemente, las surgencias fueron consideradas inusuales cerca de los arrecifes coralinos, pero ahora es obvio que una variedad de mecanismos propicie la entrada de nutrientes y material orgánico hacia los sistemas coralinos (Thompson y Golding, 1981; Wolanski y Pickard, 1983; Thompson y Wolanski, 1984; Airey, 1986; Nof y Middleton, 1989). Esto proporciona no sólo nutrientes, sino también el transporte vertical y lateral de etapas pelágicas de peces de aguas profundas (mictófidios, gonostomátidos, escómbridos, etc.), a aguas someras cerca de los arrecifes, o aún hacia el interior de las lagunas arrecifales, como aparentemente estaría sucediendo hacia la zona protegida del arrecife Puerto Morelos; esto también significaría que el transporte vertical es un factor importante de la oceanografía arrecifal (Leis, 1993).

Por otro lado, el movimiento del agua dentro de las lagunas arrecifales es extremadamente complejo, desafortunadamente hay poca información para el sistema coralino frente a Puerto Morelos. Esta información indica que la corriente interna tiene una dirección sur-suroeste paralela a la línea de costa con una velocidad de  $10$  cms<sup>-1</sup>, sin embargo, pueden llegar a alcanzar valores superiores a los  $50$  cm/s principalmente en las bocas (Merino-Ibarra y Otero Dávalos, 1991; Ruiz-Rentería *et al.*, 1998). De manera similar, Ramírez-Ávila (2001) registró

valores de  $7 \text{ cms}^{-1}$  en la estación de cresta y valores mayores en la zona oceánica adyacente al arrecife ( $15.2 \text{ cms}^{-1}$ ). Al respecto, Frith (1983), Frith *et al.* (1986) y Leis (1986b), han señalado que las corrientes tanto del lado de barlovento como de sotavento del arrecife frecuentemente difieren.

Además, los resultados del nivel de marea en ambos ciclos de estudio indicaron que el intervalo de marea es similar y que el nivel del agua se desplaza en un pequeño intervalo vertical (0.160 - 0.181 m). No obstante, este intervalo puede acrecentarse si se presenta una sincronía con otros factores del ambiente. Al respecto, el conocimiento actual indica que los cambios locales del nivel del mar están íntimamente asociados con las condiciones meteorológicas (Weihaupt, 1984). Así que el desarrollo de vientos a partir de diferenciales de temperatura atmosférica y la persistencia de un viento prevaleciente en una dirección constante, tiene el efecto de amontonar al agua superficial sobre sí misma, generando la elevación en el nivel del mar. Es decir, que la persistencia de estos vientos tiende a sostener al movimiento de las aguas; cabe señalar en este momento, que existe una predominancia de vientos alisios con dirección del este, de febrero a julio en Puerto Morelos (Merino-Ibarra, 1992). Además, los cambios locales del mar también están relacionados con los cambios en la presión atmosférica (mayor presión, menor nivel del mar y viceversa). Un cambio en el nivel del mar también puede suceder al variar el volumen de agua por la temperatura y salinidad (mayor temperatura mayor expansión en el volumen de agua y viceversa) (*Op cit*). Por tanto, la sincronía de dos o más factores generaría un mayor o menor nivel de marea, lo que permite explicar los valores máximos y mínimos registrados en la pleamar y bajar en la estación más cercana a Puerto Morelos.

La poca información existente y la morfología del sistema arrecifal, presuponen que la circulación generada en el interior de la laguna durante la marea alta podría generar pequeños giros en la zona de barlovento, mientras que durante la marea baja los flujos de agua que salen del arrecife también podrían promover la formación de giros superficiales en la zona de sotavento adyacente a la boca (Fig. 44); ambos giros probablemente tendrían la capacidad de retener etapas pelágicas de peces. Las altas abundancias de larvas cerca de la cresta coralina, comparadas con la zona de playa, parecen confirmar la presencia de un mecanismo que permite la concentración de estas etapas pelágicas (además del hábitat). Adicionalmente, la presencia de vegetación sumergida (pastos marinos) cerca de la playa genera zonas lénticas en comparación con la cercanía del arrecife, donde la intrincada red de macizos de coral y macroalgas conduce a una alta dinámica y promueve una compleja circulación y líneas de estelas.

Como ya se ha señalado con anterioridad, la combinación y/o la sincronía de dos o más factores meteorológicos generaría un mayor o menor nivel de marea, incrementando la velocidad en los flujos, particularmente en las interrupciones del arrecife (bocas), por un efecto de embudo; lo anterior podría quedar demostrado como lo señalan Merino-Ibarra y Otero-Dávalos (1991), que en estos sitios la velocidad de la corriente alcanza valores superiores a los  $50 \text{ cms}^{-1}$ .

Ahora bien, la presencia de especies oceánicas en el interior del arrecife (escómbridos, istiofóridos, noméidos y gemfílicos), indica un mecanismo de transporte de la zona oceánica al arrecife y como ya ha sido señalado por Merino-Ibarra (1986), en donde la circulación dominante es hacia el norte y tiene una fuerte interacción con la topografía, generando que los objetos y organismos superficiales deriven hacia la costa, mientras que la presencia de especies mesopelágicas (mictófidos y gonostomátidos), podría sugerir una acción mecánica de arrastre por el afloramiento de aguas más profundas sobre el talud continental.

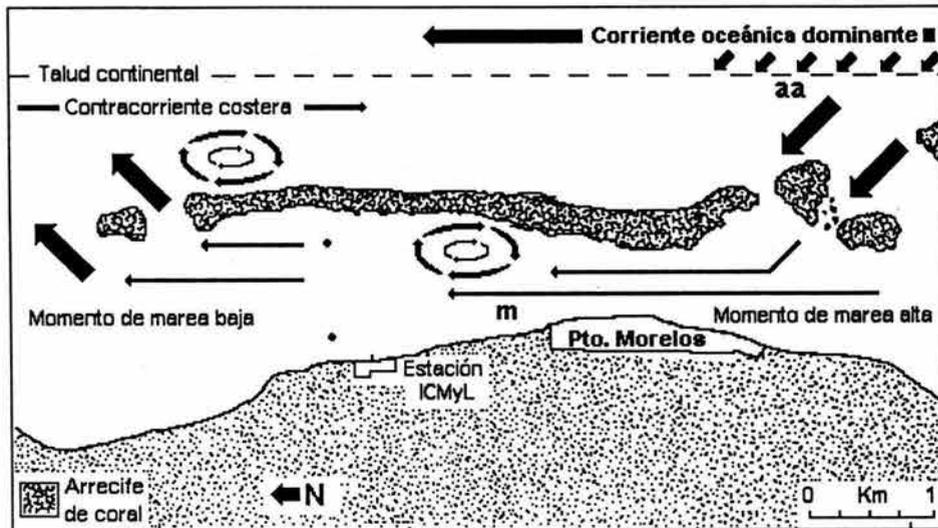


Fig. 44. Diagrama horizontal hipotético de la circulación en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos. aa. Afloramiento de agua marina. m. Manantial de agua dulce.

En este orden de ideas, sabemos que los arrecifes oceánicos están sujetos a la circulación oceánica general, la cual puede estar modificada por giros a mesoescala, así como mareas, olas y viento (Lobel y Robinson, 1986), mientras que los arrecifes ubicados sobre las plataformas continentales (barrera u borde), que constituyen la mayoría de los arrecifes coralinos, están sujetos a corrientes generadas por muchos mecanismos diferentes como son viento, olas de la plataforma, fuerzas geostroficas y flujos de mareas (Wolanski y Pickard, 1983; Nof y Middleton, 1989). Aún dentro de las lagunas arrecifales relativamente protegidas, la circulación es compleja y las corrientes a menudo son inesperadas (Atkinson *et al.*, 1981; Frith *et al.*, 1986). Además, la interacción de las corrientes generadas por estos mecanismos con la topografía del arrecife mismo, conduce a formar muchas estelas complejas, pequeños giros, frentes y corrientes de chorro dentro del mismo (Lobel y Robinson, 1986; Wolansky y Hammer, 1988). Lo anterior presupone un importante rol sobre los patrones de abundancia del meroplancton aún en cortas distancias y se trate de un sistema costero relativamente grande.

Pero los efectos del movimiento de las aguas no sólo son en el sentido horizontal, también lo son en el vertical (Watson, 1974). Como ya se ha señalado en el capítulo anterior, las características someras de la laguna frente a Puerto Morelos, sugieren que es poco probable que se presente una estratificación vertical en la abundancia de larvas debido a la influencia que tienen los flujos de marea y la zona oceánica sobre la laguna; por lo que los flujos de salida generados por la marea baja durante las fases de luna menguante o creciente, pueden en un momento dado, generar giros verticales en la zona de sotavento, mientras que los flujos de ingreso durante la marea alta (en luna llena o nueva), provocarían el mismo efecto en la zona de barlovento (Fig. 45). Estos movimientos podrían proporcionar momentos para la agregación de larvas de peces en ambos lados del arrecife. De manera similar, Wolansky *et al.* (1986) y Boehlert y Mundy (1993), han descrito estos tipos de circulación y su relación con la fauna móvil tanto horizontal como verticalmente en la zona de la Gran Barrera Arrecifal en Australia, para aquellas islas en la zona oceánica.

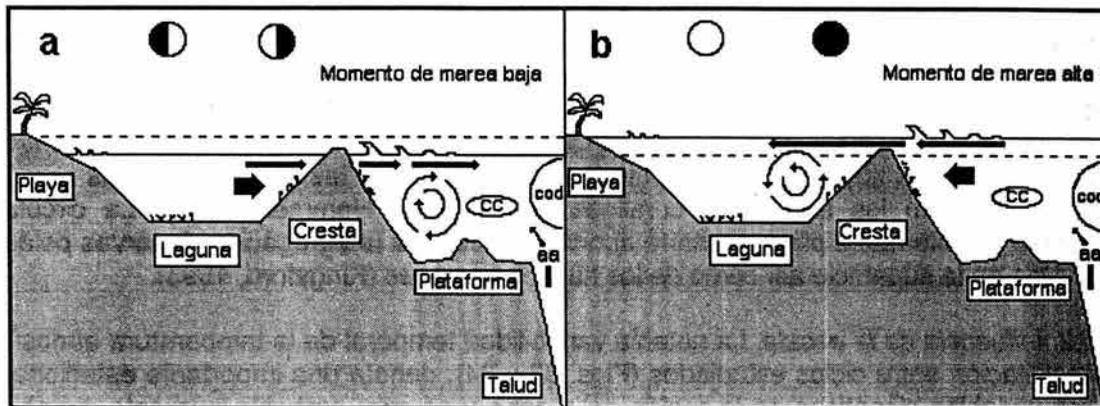


Fig. 45. Diagrama hipotético de la circulación vertical frente a Puerto Morelos, durante a) marea baja y b) marea alta. cc. Contracorriente costera, cod. Corriente oceánica dominante con dirección al norte, aa. Afloramiento de agua, ➔ Dirección del flujo de marea.

Complementando todo lo anterior, Pickard *et al.* (1977), han sugerido que la estructura hidrográfica vertical en el lado de sotavento varía sustancialmente entre localidades y tiempos; además, estos autores han indicado que la capa de mezcla es muy profunda (más de 100 m) dentro de los giros centrales del Pacífico, pero es frecuentemente menor a 30 m alcanzando raramente los 100 m en el mar de Coral. No obstante, en la laguna de la Gran Barrera de Arrecifes, la profundidad varía de somera (30 a 40 m), a raramente profunda y estratificada (excepto durante los periodos de vientos débiles durante el verano) y en la Isla Lizard en Australia las áreas profundas (100 m) son frecuentemente estratificadas.

En este sentido, sabemos que las corrientes provocadas por las mareas interactúan con la topografía para producir movimientos netos de agua sobre un ciclo mareal. Así la suposición de que los movimientos de agua inducidos marealmente terminan después de 12 horas, es con frecuencia inválida (Leis, 1993). Estudios recientes han mostrado que en una variedad de escalas, la circulación cerca de los arrecifes es tal, que la retención de partículas pasivas cerca y/o sobre el arrecife es posible por "algunas semanas", como lo ha mencionado Black *et al.* (1990). Al respecto, las larvas de peces no son pasivas, sino que pueden controlar su posición vertical y tienen la capacidad de nadar horizontalmente. Por lo tanto, las larvas pueden probablemente interactuar con la compleja circulación tridimensional cerca o en la zona protegida de los arrecifes para producir trayectorias muy diferentes de aquellas de las partículas pasivas y pueden permanecer dentro, cerca o salir de la vecindad de los arrecifes. Así dentro o cerca del arrecife, las larvas de peces sólo necesitan moverse distancias relativamente cortas, ya sea vertical y horizontalmente, y utilizar los movimientos de agua verticales débiles para cambiar su trayectoria. Así que las larvas podrían ser capaces de evitar corrientes superficiales fuertes al desplazarse a capas muy cercanas al fondo en donde los flujos son más débiles, como lo ha citado Black *et al.* (1990).

Finalmente, nada de lo arriba mencionado considera la situación de la influencia de masas de agua continental y que en la zona de estudio se presentan como manantiales, aunque estrictamente éstos no se detectaron en los sitios de estudio, sí existen en las zonas adyacentes. Es probable que la presencia de agua dulce sobre la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, no sea considerable y presente una variabilidad estacional y cuyo frente de

influencia sea local, no obstante su presencia agrega otro factor a la dinámica hidrológica ya descrita. Al respecto Rougerie (1985), ha señalado que el agua dulce proveniente de ríos o afloramientos de aguas continentales (manantiales), pueden tener una mayor influencia sobre la circulación interna de los sistemas costeros y formar masas de agua y frentes distintos. Además, los frentes que se encuentran entre las aguas lagunares y oceánicas, entre aguas costeras de baja salinidad y agua completamente salina, así como entre las aguas cálidas que fluyen fuera del arrecife en marea baja y las aguas más frías cercanas, son comunes en los ambientes coralinos (Wolansky y Hammer, 1988). La circulación generada posiblemente proporcionaría oportunidades para la agregación de larvas pelágicas que viven en la superficie así como de los huevos de peces (Kingsford, 1993).

*III.6.2. Influencia de la escala.* La notable variabilidad temporal de la temperatura atmosférica y precipitación entre ciclos estudiados (Figs. 33 y 34), denota una importante estacionalidad de las variables climáticas en la región del Caribe y es muy probable que esta variabilidad también se refleje en el medio hidrológico superficial. En este sentido, la alta temperatura y salinidad registradas, así como una similar variación temporal de ambos en los sitios de estudio, sugieren un ambiente homogéneo con un marcado carácter oceánico en la laguna arrecifal. No obstante, las diferencias temporales entre una misma variable de distinto año indican una discrepancia entre ciclos estudiados (Fig. 41). Estas diferencias tanto climáticas como hidrológicas también se registraron en la abundancia temporal de huevos y larvas de peces, como se ha mencionado en el primer capítulo (Fig. 17). Todo lo anterior presupone una influencia diferencial de las condiciones del medio sobre la comunidad ictioplanctónica a diferentes escalas de tiempo.

El conocimiento reciente nos indica que las condiciones y los organismos cambian en los ambientes marinos en un amplio intervalo de escalas, que pueden ir desde minutos a cientos de años (Cushing, 1978). Aún en los ambientes más constantes como fondos marinos, zonas tropicales, etc., hay "pulsos" de materia aportados por los ciclos estacionales de producción (Valiela, 1984). Esto es porque la reproducción estacional es de manera distinta entre organismos que integran el medio marino, por lo que la magnitud de la producción biológica también varía de un periodo a otro y en consecuencia, la fauna está expuesta a variaciones entre años así como de mes a mes o a menor plazo. Asimismo, los cambios en la escala relativa de tiempo, necesitan ser expresada en relación al ciclo de vida de los organismos; en este sentido, los organismos generalmente responden a los cambios ambientales que son de más corto tiempo, al usar mecanismos conductuales (como la inactividad, encubrimiento) o fisiológicos (tolerancia, estados latentes, letargo). Una de las respuestas a los cambios a corto plazo, es la migración vertical diaria de los organismos a través de la columna de agua (aunque es sólo uno de los muchos fenómenos de esta naturaleza).

Los cambios a largo plazo en condiciones en escala de tiempo de meses, años o más largos, son también importantes y sugieren cambios significativos en las comunidades de organismos marinos; los ciclos estacionales son un tipo de este cambio. Otros cambios menos obvios, son las variaciones en la dirección y duración del viento, la temperatura y salinidad superficiales del agua y que son también comunes en el medio oceánico. Es difícil concretar como estos cambios afectan a las comunidades marinas, pero los hay pronunciados en las abundancias de muchas especies que están relacionadas a gran escala, como las variaciones a largo plazo así como en el clima e hidrografía (Valiela, 1984). En este sentido, el comportamiento homogéneo temporal de las principales variables hidrológicas en los sitios de playa y cresta en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, parece no afectar de manera importante las variaciones de la abundancia de la comunidad

ictioplanctónica y sí permite determinar la influencia de las características físicas del hábitat sobre la estructura y composición de las larvas de peces. Al respecto, la relación de las larvas con las características del medio, indican una importante relación con la temperatura atmosférica y del agua (Tabla 17). Estas relaciones de las larvas de peces con las características de los sitios sugiere que la temperatura juega un papel importante sobre la abundancia temporal de los organismos y estuvo dada principalmente por una mayor concentración de huevos y larvas durante los meses más cálidos y lluviosos del año. La literatura nos señala que la temperatura es uno de los factores que desencadena el mecanismo de la reproducción en los peces (Wootton, 1990).

Continuando en este orden de ideas, las diferencias significativas registradas entre la abundancia de huevos y larvas de peces en los ciclos estudiados, no pueden ser explicadas en función de las variaciones del medio hidrológico a corto y mediano plazo, sobre todo si la relación entre las larvas y otras variables son bajas o incluso negativas (Tabla 17).

Se ha mencionado en líneas arriba, que los cambios en la abundancia de las comunidades planctónicas marinas someras están relacionados a gran escala (series de tiempo), y dichas variaciones pueden ser registradas en variables directas (hidrológicas) o indirectas (climáticas) (Colijn, 1998). En este sentido, los registros de la temperatura atmosférica y precipitación comparados con la variación media de estos mismos en la zona, podrían indicarnos anomalías en el largo plazo y asociarlas con las variaciones en la abundancia de organismos.

El registro continuo de los cambios espacio-temporales de la temperatura atmosférica y precipitación a largo plazo (series de tiempo) es una tarea sin fin y su evaluación año con año en el sistema climático permite detectar anomalías climáticas estacionales y su variabilidad por décadas, como lo ha señalado el Centro de Análisis Climático de los Estados Unidos de Norteamérica (CAC, 1993). El anterior centro indicó que el clima global durante 1993 fue dominado por condiciones cálidas en un periodo largo (El Niño/Southern-Oscillation: ENSO) principalmente en el Pacífico Ecuatorial Este. Durante 1993, las condiciones del ENSO estuvieron asociadas con anomalías en la temperatura superficial y patrones de lluvia principalmente sobre las zonas tropical y subtropical, y con diversos patrones climáticos persistentes y anómalos en latitudes extra tropicales de ambos hemisferios (CAC, 1993). Las evidencias preliminares en la región del Atlántico medio, sugieren que el episodio cálido fue un factor que contribuyó a elevar en 0.5°C, la temperatura superficial del agua, así como precipitaciones arriba de lo normal hacia la zona del Caribe (CAC, 1993). Particularmente hacia la zona de Cancún y zonas adyacentes, la temperatura atmosférica no registró variaciones significativas durante 1993 (Fig. 36), mientras que la precipitación denotó un incremento importante para ese mismo año (Fig. 37); este incremento de la precipitación posiblemente determinó la disminución de la salinidad registrada de julio a noviembre de 1993 (Fig. 41b).

Por otra parte, el incremento en 0.5°C de la temperatura superficial del mar, posiblemente afectó el momento reproductivo de los peces; al respecto, Wootton (1990) y Sale (1980), han destacado que los peces tropicales tienen la capacidad de responder a pequeños cambios en la temperatura del agua. En este sentido, las altas abundancias de huevos y larvas registradas durante el ciclo 92-93 comparadas con el ciclo 90-91, pueden estar asociadas a modificaciones en los procesos metabólicos y estímulos en los adultos (Laevastu, 1993), que a su vez repercutieron en un cambio en el momento reproductivo de las especies (especialmente aquellas costeras), por el incremento en la temperatura superficial del agua, mientras que la baja salinidad en este mismo año puede deberse a una mayor intensidad en

las lluvias. Ambas anomalías están asociadas a efectos indirectos del ENSO. Más recientemente, algunos cambios en los recursos pesqueros en diferentes latitudes también han sido asociados a la reciente variabilidad climática global (Laevastu, 1993).

Finalmente, la utilización del registro de variables climáticas e hidrológicas locales a largo plazo con alta resolución temporal, permite separar la variabilidad hecha por el hombre de la variabilidad originada por fuentes naturales (Hickel, 1998).

*III.6.3. Influencia del alimento potencial.* Los valores significativos registrados entre la variación temporal de las larvas peces y la abundancia de los copépodos (Tabla 17), sugieren una relación del tipo depredador-presa. Esta relación está fundada en la concordancia temporal de las mayores concentraciones de larvas de peces y los copépodos (Fig. 43b). Al respecto, Cushing (1972) ha señalado que la disponibilidad de alimento para las larvas de peces es un factor importante que gobierna las abundancias de los peces marinos. Esto podría ser contradictorio en aguas del Caribe si suponemos que sus aguas son consideradas oligotróficas, por lo que la disponibilidad del alimento en estos sitios puede ser un factor crítico para la supervivencia de los estadios tempranos de peces arrecifales y de aquellas larvas de peces costeros que se encuentran en las cercanías del arrecife. Recientes estimaciones del zooplancton en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, indicaron una importante dominancia de copépodos tanto en la columna de agua (30-50%) como asociados a las praderas de *Thalassia testudinum* (Álvarez-Cadena *et al.*, 1998; Suárez Morales y Gasca-Serrano, 1990).

La literatura revisada sobre la alimentación en larvas de peces costeros tropicales, indicó que las dietas primarias pueden estar constituidas por una gran variedad de taxa del microzooplancton (preferentemente de copépodos y nauplios de otros grupos holoplanctónicos), y que en la dieta se presenta un traslape; esto por la alta especialización alimenticia en muchas especies y a la variabilidad temporal de los organismos que integran el microzooplancton tropical (Houde y Lovdal, 1984; Schmitt, 1986). Lo anterior podría explicar la importante relación registrada en este estudio entre las larvas de peces y estos microcrustáceos ( $r=0.53$ ), así como de las importantes relaciones que Ramírez-Ávila (2001) encontró entre las larvas y otros zooplancteres como foraminíferos, zoeas de decápodos y larvas de gastrópodos durante el periodo de lluvias en los mismos sitios de estudio.

En este mismo sentido, Schmitt (1986) ha documentado los cambios en la dieta de las larvas de aterínidos y la disponibilidad temporal del alimento, mientras que Houde y Schekter (1981), han señalado las diferentes habilidades de las larvas de peces a medida que se incrementan los niveles de alimento. Estos últimos autores, han mencionado que los perciformes tienen mayores tasas de crecimiento cuando se incrementa el nivel de las presas. Todo esto sugiere que las dietas de las larvas de peces tropicales cambian ontogénicamente y que muchas larvas de peces pueden estarse alimentando durante el día, otras en la noche o en ambos momentos (Liew, 1983).

Hasta el momento, los datos en la literatura no sustentan la idea de que la inanición sea el factor que causa la mayor mortalidad de las larvas de peces arrecifales, aún cuando estas áreas se caracterizan por contener poco alimento en la columna de agua (Doherty *et al.*, 1985). Por el contrario, la alta incidencia de alimentación registrada en los trabajos, sugiere que las larvas de peces encuentran su alimento adecuadamente y la disminución en la densidad de larvas (mortalidad) en el medio arrecifal puede deberse a un incremento en la depredación por parte de los zooplanctófagos (esencialmente juveniles de peces).

Finalmente, no se ha demostrado satisfactoriamente la relación entre las abundancias de larvas de peces y el alimento potencial (Leis, 1978; Watson y Leis, 1974; Houde y Chitty, 1976); no obstante, esto puede explicar primariamente el porqué se obtuvieron algunos coeficientes de correlación bajos (0.3-0.4) entre las densidades de larvas de peces y los copépodos cerca de la playa en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos.

## VII. DISCUSIÓN GENERAL

*La dinámica de la comunidad.* Los estudios que determinan la distribución de la abundancia del ictioplancton nerítico han evidenciado la influencia de factores que actúan a macro o mesoescala como son la dirección, intensidad y temporalidad de las corrientes costeras, la productividad planctónica, los giros ciclónicos, los frentes epicontinentales y regiones oceánicas (Leis y Miller, 1976; Flores-Coto *et al.*, 1988; Kingsford y Choat, 1989; Sameoto 1984; Sanvicente-Añorve *et al.*, 1998 y 2000; Flores-Coto *et al.*, 2000a, 2000b; Ramírez-Mella y García-Sais, 2003). Sin embargo, poco se sabe de los factores que actúan sobre la comunidad ictioplanctónica en aguas arrecifales someras por lo que a una fina escala, la relativa homogeneidad del medio hidrológico arrecifal, la complejidad física y diversidad de los hábitats presentes, la localización del desove y el modo del mismo, el momento del desarrollo ontogénico temprano, el comportamiento de la larva y el adulto y otros factores pueden tener importantes efectos sobre la estructura de la comunidad y en la integración de las agrupaciones de larvas de peces (Leis, 1993). Al respecto, el conocimiento actual nos señala que durante mucho tiempo los ambientes tropicales han sido considerados como suficientemente constantes, pero en realidad, estas condiciones no son del todo ciertas. Los ambientes suelen ser un mosaico de hábitats favorables y desfavorables; estas partes del mosaico a menudo sólo son asequibles temporalmente y suelen aparecer en momentos y lugares impredecibles (Begon *et al.*, 1999).

De manera particular, la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, mostró una relativa homogeneidad en sus principales parámetros hidrológicos, además de las diferentes características físicas en el hábitat en un corto eje perpendicular a la costa (2.5 Km), por un lado en el sitio de la playa se presentó una extensa pradera de pastos marinos con cúmulos de arena, posteriormente una zona de transición de pastos y pequeños corales antes de llegar a los macizos de coral y macroalgas que integran la parte posterior y frontal del arrecife, para desembocar en una estrecha plataforma arenosa. Esta variabilidad en el hábitat presupone cambios en la complejidad estructural de los sitios, menor complejidad en la zona de pastos marinos y blanquiales de arena y mayor en zona de corales y macroalgas. Asimismo, la mayor heterogeneidad y complejidad de la cresta denotaron un incremento en la diversidad larvaria presente; en contraparte, la menor diversidad estuvo en la playa asociada a una menor complejidad proporcionada por los pastos marinos.

Al respecto, el conocimiento marca que en un ambiente estable la mayor complejidad del medio conduce a una alta diversidad (Begon *et al.*, 1999). En este sentido la comunidad de larvas de peces en el sistema arrecifal frente a Puerto Morelos se caracterizó por presentar una alta diversidad de especies sobre la cresta arrecifal y menor hacia la playa. Estos cambios en la diversidad, como se ha señalado en párrafos anteriores, son producto de la heterogeneidad, complejidad, y relativa estabilidad del medio. De la misma manera, sabemos que los sistemas no alcanzan necesariamente un equilibrio y que los competidores superiores no siempre disponen del tiempo necesario para excluir a los competidores inferiores. De hecho, el equilibrio entre especies presentes en un sitio puede ser desplazado repetidamente y con ello fomentarse la coexistencia, simplemente como resultado de los cambios ambientales (Begon *et al.*, 1999). Estos procesos pueden estarse presentando en una comunidad altamente dinámica como es el ictioplancton en un medio arrecifal.

Complementando lo anterior, las diferentes características del sustrato en un corto espacio, la variabilidad en las características físicas y químicas superficiales y la dinámica de la masa de agua del medio (corrientes de marea, giros internos, etc.), favorecen y desfavorecen a las

especies, es decir, el resultado de un equilibrio puede o no tener importancia si el ambiente cambia antes que se alcance dicho equilibrio. Puesto que el ambiente y los equilibrios competitivos cambian, la coexistencia debe ser habitualmente asociada a las diferencias de los nichos que favorecen la exclusión en un medio invariable. Es decir, la naturaleza heterogénea del medio fomenta la coexistencia (por tanto hay mayor diversidad) sin que se produzca una marcada diferenciación de los nichos. Por consiguiente, la competencia interespecífica se produce no de un modo aislado, sino bajo cierta influencia y con las limitaciones de un medio con características variables (hábitat, comportamiento de sus integrantes, etc.).

De acuerdo a lo anterior, Caley y St. John (1996), han señalado que la complejidad del medio arrecifal presupone la presencia de refugios y la disponibilidad de recursos para los organismos, siendo más amplio y variado el número de sitios de protección en una zona de mayor complejidad como lo es la cresta arrecifal. Asimismo, un espectro más amplio de recursos suministra los medios para la existencia de una gama más amplia de especies (Begon *et al.*, 1999), por lo que la diversidad ictioplanctónica en las aguas de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos puede considerarse alta (>190 taxa) pero con una baja abundancia de individuos por especie (media de 5 organismos por especie). Esta situación también ha sido observada en algunos de los arrecifes de la Gran Barrera de Australia (Leis, 1991a; 1993). La similar baja abundancia de larvas recolectadas en áreas de distinta longitud, no se refleja en los volúmenes filtrados estimados. Particularmente en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, los volúmenes de agua filtrada fueron ligeramente más altos (500 m<sup>3</sup>) con respecto al sistema coralino en Australia (450 m<sup>3</sup>). No obstante, se obtiene una razonable cantidad de larvas capturadas, tal como lo han mencionado Leis (1989) y Clarke (1991). Sobre estas circunstancias, los análisis en el nivel de especie podrían ser de bajo poder de unión, sin embargo esto no se presentó.

A todo lo anterior, se integra la presencia de procesos físicos locales como flujos generados por la marea, corrientes costeras y afloramientos que ejercen un efecto mecánico de transporte o acarreamiento del meroplancton hacia la zona del arrecife, permitiendo un importante intercambio de organismos arrecifales con la fauna costera y oceánica, procesos que favorecieron el incremento de la riqueza larvaria en el sitio de la cresta arrecifal. Además, la presencia de fauna epipelágica y mesopelágica (p. e. escómbridos, istiofóridos, noméidos, mictófididos) cerca y dentro de la zona protegida del arrecife, son una evidencia de este tipo de procesos (Wolansky y Pickard, 1983). En este mismo sentido, la circulación interna en la laguna frente a Puerto Morelos, puede no ser tan intrincada, sin embargo, los análisis de la abundancia de las larvas de peces no deben restringirse en una sola dirección. Es posible que la circulación sea tridimensional y que las semejanzas registradas a través de los índices de similitud entre hábitats registren también cambios pequeños en la posición de las larvas, de tal manera que esto pueda permitir a las jóvenes larvas, con un nado relativamente débil, capacitar mejor su propio movimiento y posición en la columna de agua. Al respecto, Kobayashi (1989) ha proporcionado evidencias conductuales que pueden determinar en gran medida la distribución horizontal de las larvas muy cerca de los arrecifes.

Además, los datos de abundancia ictioplanctónica registrados en el presente estudio sugieren que la zona de cresta arrecifal juega un papel importante como zona de desove de las especies arrecifales (p. e. labrisómidos, tripterígidos, blénidos, quenópsidos, gobiosócidos, dactiloscópidos, lábridos, etc.), mientras que las praderas de pastos pueden estar funcionando como área de crianza de larvas más viejas (postflexión) y de juveniles de peces costeros (p.e. gerréidos, hemúlidos, singnátidos, góbidos, clupéidos, engráulidos, etc.). La presencia de abundantes larvas jóvenes (preflexión) cerca de la cresta arrecifal

denota que el área puede ser además una zona de refugio y de alimentación nocturna. Asimismo, las mayores concentraciones de larvas en postflexión cerca de la playa, presuponen que los pastizales no son un área de crianza de jóvenes larvas de peces (preflexión), ya que en estas zonas dentro del arrecife se presenta una mayor depredación por planctívoros, como lo han señalado Olney y Boehlert (1988), y Heck y Weinstein (1989). Así también, las larvas de mayor edad pueden verse beneficiadas debido a una reducción en la presión de la depredación por piscívoros, por la menor visibilidad que representa la vegetación sumergida (Lascara, 1981).

Por último, la constante presencia de huevos y jóvenes larvas de peces dentro de la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, significa una constante actividad reproductora de los adultos en el año, con un pico asociado por lo general a los meses más cálidos y lluviosos. No obstante, las diferencias temporales en la abundancia de larvas y el desfase de picos entre ciclos estudiados, pudieron estar relacionadas con las anomalías térmicas en la superficie del mar y precipitación pluvial durante 1993 en la región del Golfo de México y Mar Caribe; irregularidades asociadas a la oscilación del sur ocurrida durante este año (CAC, 1993).

*La variabilidad de las agrupaciones de larvas.* Los criterios de afinidad entre especies, indicaron la conformación de estrategias similares de sobrevivencia de las larvas de peces y esto se reflejó en la integración de las agrupaciones de larvas, que variaron de acuerdo al hábitat (playa/cresta) y temporalmente (estacional: secas/lluvias y dial: día/noche). Estas agrupaciones de larvas estuvieron basadas en las características del hábitat, en el comportamiento del adulto y su sitio de desove, en el momento del desarrollo ontogénico temprano y en la sensibilidad fototáctica. Asimismo, existió la influencia de otros factores importantes como la dinámica hidrológica local, como lo han sugerido varios autores para otros arrecifes (Williams *et al.*, 1984; Leis, 1993).

La zona de pastos marinos del arrecife frente a Puerto Morelos, se caracterizó por una menor dinámica hidrológica y complejidad del hábitat, lo que permitió una mejor integración de especies en pocos subgrupos (3) proporcionando a éstos una mayor estructura y menor variabilidad. En contraste, la mayor complejidad de la cresta y un medio más dinámico, generó que las larvas se conformaran en más subgrupos (4), confiriendo a la agrupación una menor estructura y mayor variabilidad. De igual manera, la literatura disponible ha señalado la presencia de estos importantes factores tanto a nivel jerárquico de familia y/o especie, cuando las agrupaciones fueron más débiles o ausentes (Young *et al.*, 1986; Leis, 1993).

La agrupación de larvas en playa, estuvieron conformadas por una mayor proporción de larvas de peces costeros y en menor grado de arrecifales. Asimismo, los grupos estuvieron integrados por larvas de mayor tamaño (postflexión). En contraparte, la agrupación de cresta estuvo integrada por una similar abundancia de larvas de taxa costeros y arrecifales, además de la presencia de larvas de peces del medio epipelágico y mesopelágico. La alta abundancia de larvas costeras de mayor edad en playa, presupone que los sitios de desove de estas especies no se efectuó dentro de la laguna del arrecife y que su presencia posiblemente se debió al transporte por flujos costeros locales. Como se ha señalado en capítulos anteriores, muchos peces costeros realizan migraciones al margen de la plataforma continental para desovar (Powles, 1981; Oliver *et al.*, 1989). Estos propágulos continúan su desarrollo durante su derrotero hacia el margen costero, hasta su ingreso al arrecife. Así también, las mayores abundancias de huevos y jóvenes larvas (preflexión) en la cresta arrecifal sugiere que diversas especies arrecifales utilizaron la zona de corales y macroalgas para el desove.

Las anteriores diferencias en la integración de los grupos de larvas, también pueden ser debidas a que los diferentes taxa no presentaron patrones de abundancia similares para constituir las agrupaciones y éstos a su vez ser identificados en patrones. Además, es evidente que los cambios ontogénicos tempranos en los patrones distribucionales fueron distintos para cada taxa, y los análisis de las agrupaciones deberían considerar estos cambios; posiblemente, una manera de analizarlos sería por edad o estado de desarrollo de la larva (preflexión o postflexión), como lo ha señalado Leis (1993). Lo anterior nos puede dar indicios de la cohorte presente, así como de la persistencia temporal de los patrones de abundancia de los taxa y su influencia sobre las agrupaciones. En este sentido, la conformación de grupos de acuerdo al momento ontogénico (agrupaciones de larvas en preflexión y postflexión) y al origen de la larva de acuerdo al hábitat del adulto (arrecifal, costero y/o oceánico), podría revelar finos patrones espaciales y/o temporales no muy evidentes en un análisis general de agrupación, como lo ha mencionado Leis (1993). Además, la agrupación y sus relaciones con las características físico-químicas y topográficas del hábitat podrían ser explicadas mejor si examinamos separadamente a los grupos o subgrupos que los integran, como lo ha sugerido Leis (1993).

De manera similar, la conjunción de los datos en términos de porcentaje de composición (especie o familia), porcentaje de abundancia y la comparación de los datos de los análisis puede ser también muy instructivo. Algunos de los estudios de las agrupaciones del ámbito tropical encontrados en la literatura integran las agrupaciones con larvas identificadas a nivel de familia (Leis, 1993; Richards *et al.*, 1993). Esto es comprensible debido a que la riqueza de la fauna íctica tropical y en particular de los sistemas arrecifales es muy alta y la taxonomía de sus etapas pelágicas es relativamente incipiente (Moser y Smith, 1993a). Sin embargo, el análisis de los conjuntos de datos a nivel de especie no parece contradecir los patrones encontrados en el nivel de familia (Leis, 1993), pero se necesitan más estudios al respecto.

Como se mencionó al inicio de esta discusión, dos características importantes del adulto que influyen en la composición de las agrupaciones de las larvas de peces dentro de las zonas protegidas del arrecife, son la localización del desove y el modo del mismo (Leis, 1993). Entre las especies arrecifales (p. e. quenópsidos, blénidos, labrisómidos, góbidos, triperígidos, escáridos, lábridos), la fuente de todas las fases pelágicas es efectivamente el mismo arrecife y en donde los huevos y larvas de peces pueden recorrer desde unos pocos cientos de metros a quizá unos pocos kilómetros. En contraste, en las larvas de las especies costeras, el sitio de desove ocurre sobre la plataforma o cerca del talud continental (p. e. clupéidos, siaénidos, carángidos, lutjánidos, apogónidos), de donde posiblemente son acarreados por cientos de kilómetros por las corrientes costeras hacia los arrecifes o lagunas costeras. Es probable que pocas especies en el Caribe puedan realizar migraciones de desove a gran escala (algunos serránidos y clupéidos), del mismo modo, la mayoría de las especies oceánicas cuyo origen es en la zona epipelágica o mesopelágica (p. e. escómbridos, mictófididos, gonostomátidos, noméidos), su presencia en los arrecifes es por el transporte a través de la corrientes o por afloramientos costeros.

De acuerdo con el párrafo anterior, la ubicación del desove puede influir en gran medida, sobre todo si las jóvenes larvas comienzan su fase pelágica dentro de la laguna o en aguas más oceánicas y por tanto, este factor juega un papel importante en la composición de las agrupaciones de las larvas (preflexión) en la zona protegida del arrecife. En este sentido, las agrupaciones de larvas de peces más viejas (postflexión) en las lagunas arrecifales constituyen un subconjunto selecto de las agrupaciones de peces arrecifales en preflexión, y

su presencia en las agrupaciones estará determinada por la capacidad de sobrevivencia de cada especie, y de ser retenidas en el arrecife; esta capacidad de retención parcial variará dependiendo de las características del sistema arrecifal (Leis, 1993).

En este orden de ideas las especies no arrecifales, posiblemente tienen una más amplia capacidad de dispersión, pero es menos entendida en comparación con los estadios larvarios de los peces arrecifales. Al respecto, los estudios con este tipo de peces sobre una escala mediana, a través de la plataforma continental, concluyeron que la distribución de los adultos fue el factor más importante en la determinación de la distribución de las larvas y sus agrupaciones y, que las especies oceánicas tienen una fuente más amplia de dispersión de sus fases jóvenes (Young *et al.*, 1986). Adicionalmente al comportamiento y sitio de desove del adulto, el tipo de huevo desovado (demersal o pelágico) tiene una importante influencia sobre la larva que ha eclosionado y cómo de manera activa el organismo tendría la capacidad de desplazarse en dirección al movimiento de las corrientes. Este factor, también es particularmente importante para las especies arrecifales y podría en un momento dado explicar muchas de las discrepancias encontradas en las distribuciones de las agrupaciones de grupos reproductivos (demersal o pelágico) de larvas de peces, como lo ha señalado Leis (1993). Sin embargo, es posible que la variable distribución de los taxa que eclosionaron del mismo tipo de huevo dentro del arrecife, también se refleje en el comportamiento de la larva, la cual tiene un papel importante en la composición de las larvas de peces y sus agrupaciones en cada hábitat. Por ejemplo, la abundancia de las especies oceánicas fue escasa cerca de la playa y aumentó al aproximarse a la cresta arrecifal, mientras que la abundancia de las especies arrecifales fue mayor cerca de la cresta y menor en la playa, y que las especies costeras fueron más abundantes en la playa que en la cresta coralina esto posiblemente como consecuencia de la interacción de un conjunto de procesos físicos fuera y dentro de la laguna arrecifal como se ha señalado más detalladamente en el capítulo tres.

Otro factor que influyó en la conformación de estrategias similares de supervivencia de las larvas de peces y que se reflejó en la integración de las agrupaciones día/noche fue la sensibilidad fototáctica de las larvas y cuyo grado de sensibilidad a la luz estuvo cercanamente relacionado con el temprano desarrollo ontogénico. Por un lado, las jóvenes larvas (preflexión) al carecer de una extensa pigmentación, son más transparentes evitando ser detectadas por los depredadores durante el día, a diferencia de las larvas más desarrolladas (postflexión) que presentaron una mayor pigmentación corporal; larvas que por lo general, se encuentran asociadas a la vegetación sumergida o a la complejidad física del medio somero durante el día. Estos efectos de comportamiento parecieron ser más importantes al integrarse las agrupaciones diurnos y nocturnos y pareciera tener más importancia sobre las larvas en etapas más avanzadas que sobre las larvas más jóvenes. Al respecto, Leis (1993), ha señalado que las de mayor edad tienen una mayor capacidad de modificar sus patrones conductuales.

*La interacción con el medio.* En la literatura revisada sobre las agrupaciones de larvas de peces cerca de los arrecifes no han tratado de correlacionar las agrupaciones con las características físico-químicas del agua y, en aquellos donde fue intentado con un buen número de datos no se encontró correlación alguna (Leis y Miller, 1976; Young *et al.* 1986). Esta aparente ausencia de relación entre los datos físicoquímicos y las agrupaciones no parece ser un caso general, pero se necesitan más estudios a fina escala. En el presente trabajo se encontró una importante relación de la abundancia temporal de larvas de peces con la temperatura atmosférica y superficial del agua y la abundancia de copépodos. Esto sugiere por un lado, la importancia de la escala en que se exploren las relaciones. A fina escala, las interacciones biológicas (disponibilidad de alimentos, depredación, competencia

etc.) influyen más sobre la comunidad larvaria, mientras que los factores físicos y químicos cobran más relevancia a una escala mayor (Mullin, 1993).

Además de lo anterior, otros factores físicos aparte de aquellos tradicionalmente usados para definir las masas de agua, podrían tener una mayor influencia en relación a la distribución de las agrupaciones de larvas de peces (Cowen *et al.*, 1993; Kingsford, 1993; Richards *et al.*, 1993). En este sentido, Milward y Hartwick (1986 citados en Leis, 1993) han demostrado que la turbidez, fue el factor más importante en la determinación de la distribución espacial de las agrupaciones de larvas de peces en algunas lagunas de la Gran Barrera en Australia.

Asimismo, los estudios enfocados a entender la variabilidad en la abundancia del ictioplancton en sistemas coralinos oceánicos (atolones, etc), también han indicado una correlación entre las corrientes marinas cercanas a los arrecifes y la distribución espacial de las agrupaciones (Leis, 1978, 1986a; Leis y Goldman, 1987); factores que podrían estar influyendo sobre la comunidad y agrupaciones de larvas en otros sistemas coralinos tipo "atolón" en el Caribe mexicano como Banco Chinchorro, al sur de Quintana Roo como lo ha señalado Vásquez-Yeomans *et al.* (2003)

En resumen, los factores que influyeron en los cambios de la comunidad y la importancia relativa de cada larva que integra las agrupaciones, variaron entre taxa. A una fina escala, el hábitat, la complejidad de este, el sitio de desove del adulto y el comportamiento de la larva, podrían explicar mejor la estructura y tipo de agrupaciones presentes, más que las características físicas y químicas de la masa de agua. Desafortunadamente, existe poca información disponible sobre la estructura y agrupaciones de larvas de peces en zonas arrecifales, sin embargo, los trabajos realizados en zonas similares apoyan estas ideas (Leis y Goldman, 1987; Young *et al.*, 1986; Leis, 1981 y 1993). La cuestión es que la regulación de la comunidad de larvas de peces en todas las escalas (espacio y tiempo) y en todos los diferentes estadios ontogénicos tempranos, es difícil determinar y no es posible tener una idea exacta de la dinámica de las agrupaciones, sobre todo si no se cuenta con un mayor conocimiento de los sistemas arrecifales. En este contexto, las larvas de peces podrían constituir una buena oportunidad para comprender mejor la dinámica de las comunidades que integran el zooplancton en estas importantes áreas del Caribe mexicano.

## VIII. CONCLUSIONES

**Estructura comunitaria.** A través de este estudio se registró un total de 191 taxa repartidos en 68 familias de larvas de peces actinoptergios. Los taxa más abundantes en el hábitat de playa pertenecieron principalmente a las familias: Labrisomidae, Gerreidae, Gobiidae, Clupeidae, Tripterigidae, Holocentridae, Haemulidae y Syngnathidae, mientras que en el hábitat de cresta, las especies dominantes formaron parte de las familias Clupeidae, Labrisomidae, Gobiosocidae, Gobiidae, Tripterigidae, Blennidae, Haemulidae, Gerreidae y Chaenopsidae.

El patrón estacional de la abundancia de larvas de peces fue similar para ambos hábitats y estuvieron influenciados por la temperatura del agua y la productividad secundaria zooplanctónica (alimento potencial); sin embargo, el hábitat también fue un factor que influyó en las abundancias de los taxa, así como el transporte de larvas hacia el arrecife por su cercanía con el océano.

Los cambios en el patrón lunar y día/noche registrado en huevos y larvas de peces están en función del momento e intensidad del desove por parte de especies arrecifales y/o costeras, así como, por el comportamiento migratorio de las larvas como respuesta a diversos factores: sensibilidad a la luz, momento de alimentación, estrategia para evitar la depredación y conservación de energía.

La baja complejidad física proporcionada por los pastos marinos y blanquizales de arena, provee áreas de crianza, de recursos alimenticios y de reclutamiento para larvas más viejas (postflexión), mientras que la alta complejidad de los corales y las macroalgas, representa sitios temporalmente utilizados por larvas más jóvenes (preflexión), como sitios de refugio contra depredadores.

La dominancia se limitó a pocos taxa (2 a 5), destacando las especies de labrisómidos, hemúlidos y gerréidos cerca de playa y especies de clupéidos, gobiosócidos y labrisómidos en la cresta, mientras que la mayor diversidad estuvo determinada por la complejidad del hábitat y temporalmente, por el momento reproductivo de las especies y la cercanía del arrecife al océano.

De acuerdo a la información cualitativa obtenida a través de los índices de similitud, la riqueza ictioplanctónica presentó cierta semejanza entre hábitats, pero fue totalmente diferente en términos de la abundancia de larvas de peces.

**Agrupación entre especies.** De los 113 taxa registrados en el hábitat de playa, se determinó que el 61.1% fueron de orígenes costeros, 33.6% arrecifales y 5.3% oceánicos, mientras que en la cresta, de los 138 taxa, el 56.6% fueron costeros, 34% arrecifales y 9.4% oceánicos.

El análisis de clasificación (IMC), permitió establecer las posibles interacciones entre las especies de larvas de peces que estuvieron establecidas esencialmente por el origen de los estadios pelágicos, conformándose los grupos de larvas en la playa por un mayor número de taxa del ámbito costero, mientras que los grupos de la cresta se integraron con más especies del ámbito arrecifal; en este sentido, las especies oceánicas permitieron dar mayor fuerza a la agrupación cercana a la cresta.

Las agrupaciones de larvas de peces, mostraron una cierta variabilidad espacial y temporal en su estructura, con la conformación de un menor número de subgrupos en el hábitat de playa (3) y mayor en el de cresta (4). Esta variabilidad en las agrupaciones de larvas estuvo asociada a las características físicas del hábitat, en donde la menor complejidad del hábitat de playa en un ambiente con menor dinámica hidrológica, permitió una mejor integración de los taxa en pocos subgrupos (mayor estructura y menor variabilidad), mientras que los altos niveles de complejidad en la cresta y un medio dinámico no permitieron que la comunidad se conformara en pocos subgrupos (menor estructura y mayor variabilidad). Por otro lado, la mayor estructura de las agrupaciones diurnos y nocturnos, sugiere un grado semejante de sensibilidad fototáctica entre sus integrantes, así como de estrategias similares que les permitan sobrevivir en un medio donde los depredadores son más o menos activos (noche/día).

Los cambios en la conformación de las agrupaciones de larvas por hábitat (playa y cresta) y temporales (estacional y día/noche), estuvieron influenciados por el comportamiento de los adultos al momento del desove, el sitio del desove, el origen de la larva con respecto al hábitat del adulto, el comportamiento de la larva (sensibilidad fototáctica), la complejidad del hábitat y la dinámica del medio hidrológico.

**Relación con el medio.** La correlación multivariada entre la densidad larvaria de los taxa y las principales variables del medio, indicó una relación significativa ( $P < 0.05$ ) con la temperatura del agua, y en menor grado, con la abundancia de copépodos.

Los taxa dominantes actuaron como estabilizadores de la estructura de la comunidad ictioplanctónica, mientras que el grado de complejidad del hábitat determinó la diversidad presente; en este sentido, el sistema es utilizado espacialmente y temporalmente en sincronía con el patrón climático, hidrológico y de productividad secundaria (copépodos), en función de los requerimientos ecológicos de cada especie.

La laguna arrecifal denotó una prolongada actividad reproductora de los adultos, con un pico asociado a los meses más cálidos y lluviosos. No obstante, los patrones de abundancia entre ciclos (90-91 y 92-93), registraron un desfase en sus máximas abundancias, el cual estuvo relacionado con las anomalías climáticas registradas en 1993 y a lo cual, los peces respondieron prolongando el desove.

La estructura y las agrupaciones de larvas de peces dentro del arrecife, no están controlados por una sola variable del medio, sino posiblemente por una combinación tridimensional de los factores físicos, químicos y biológicos, en donde las diferencias observadas en la comunidad ictioplanctónica depende de la escala en que se le analice.

A través de los resultados obtenidos, es clara la función de cada hábitat en la laguna arrecifal, como zona de desove, crianza, alimentación y refugio para las larvas de muchas especies de origen marino. Esta característica le confiere gran importancia en términos pesqueros y ecológicos y de ahí el interés en su protección y conservación. Apoyándose en estos antecedentes, se considera la información aquí presentada como una base para la integración a posteriores análisis, para un mejor manejo y aprovechamiento de los recursos costeros en el Caribe mexicano.

## IX. LITERATURA CITADA

- Adams, S. M. 1976. The ecology of eelgrass, *Zostera marina* (L.), fish communities. I. Structural Analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2: 269-291.
- Aguirre-Buenfil, A. 1988. Estructura espacio-temporal de la malacofauna bentónica del arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis Maestría en Biología Marina. Dpto. Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN, U. Mérida. 73 p.
- Ahlstrom, E. H. 1973. The diverse patterns of metamorphosis in gonostomatid fishes. An aid to classification. Pages 659-674. In: J. H. Blaxter (ed.) *The Early Life History of Fish*. Springer-Verlag, Berlin. 940 p.
- Ahlstrom, E. H. & H. G. Moser. 1976. Eggs and larvae of fishes and the role in systematic investigations and in fisheries. *Rev. Trav. Inst. Peches Marit.* 40: 379-398.
- Ahlstrom, E. H., Butler, J. L. & B. Y. Sumida. 1976. Pelagic stromateoid fishes (Pisces, Perciformes) of the Eastern Pacific: Kinds, distributions, and early life histories and observations on five of these from Northwest Atlantic. *Bull. Mar. Sci.* 26 (3):285-402.
- Airey, D. 1986. The entrainment of nutrients from below the thermocline in the Coral Sea into the Great Barrier Reef Lagoon via Cooks Passage. *Sci. Total Environ.* 49: 147-161.
- Álvarez-Cadena, J. N., Islas-Landeros, M. E. & E. Suárez-Morales. 1996a. A preliminary zooplankton survey in a Mexican Caribbean eutrophic coastal lagoon. *Bull. Mar. Sci.* 58(3): 694-708.
- Álvarez-Cadena, J. N., Suárez-Morales, E. & J. A. McLelland. 1996b. Observations on an isolated populations of *Sagitta hispida* Conant (Chaetognatha) in a tropical lagoon system of Northeast Yucatan (Mexico). *Gulf Res. Rep.* 9(3): 197-204.
- Álvarez-Cadena, J. N., Suárez-Morales, E. & R. Gasca-Serrano. 1998. Copepod assemblages from a reef-related environment in the Mexican Caribbean Sea. *Crustaceana* 71(4): 411-433.
- Álvarez del Villar, J. 1970. *Peces Mexicanos* (Claves). Serie Investigación Pesquera, Estudio No.1. Editado Inst. Nal. Invest. Pesq. de la Secretaria de Industria y Comercio, México. 166p.
- Álvarez-Guillen, H., García-Abad, M. C., Tapia-García, M., Villalobos-Zapata, G. J. & A. Yáñez-Arancibia. 1986. Prospección ictioecológica en la zona de pastos marinos de la laguna arrecifal en Puerto Morelos, Quintana Roo, Verano, 1984. *An. Inst. Cien. Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México* 13(3): 317-336.
- Álvarez-Hernández, J. H. 1986. Prospección ecológica de peces de arrecife de coral de Puerto Morelos, Quintana Roo. *Ava. Cient.*: 16-24.
- Allen, G. R. 1985. Snappers of the World. An Annotated and illustrated Catalogue of Lutjanid Species Known to Date. In: FAO Species Catalogue. Edited by FAO Fisheries, Synopsis No.125 Vol. 6, Rome. 207p.
- Anderson, W. W., Gehringer, J. W. & F. Berry. 1966. Field guide to the Synodontidae (Lizardfishes) of the Western Atlantic Ocean. Edited by Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Bureau of Commercial Fisheries, Washington, U. S. No. 245. 12 p.
- Aprieto, V. L. 1974. Early development of five carangid fishes of the Gulf of Mexico and the south Atlantic coast of the United States. *Fish. Bull.* 72(2): 415-443.
- Arriaga, R. 1985. Estudio preliminar de la macrofauna de invertebrados de las playas arenosas de Quintana Roo y Yucatán (México) y su relación con el sedimento. Tesis Licenciatura, Fac. Ciencias, Univ. Nat. Autón, México. 70 p.
- Atkinson, M., Smith, S. V. & E. D. Stroup. 1981. Circulation in Enewetak Atoll Lagoon. *Limnol. Oceanog.* 26: 1074-1083.
- Ayala-Duval, E. 1980. Contribución al conocimiento del ictioplancton en la región suroccidental del Golfo de México. Tesis Licenciatura, Fac. Ciencias, Univ. Nat. Autón. México. 66 p.

- Back, W. 1985. Hidrogeology of the Yucatan. Pages 99-119. In: Ward, W. C., Weidie, A. E. & W. Back (eds.), *Geology and Hidrogeology of the Yucatan and Quaternary Geology of Northeastern Yucatan Peninsula*. Edited by New Orleans Geol. Soc. New Orleans, 310 p.
- Badcock, J. R. 1982. A new species of the deep-sea fish genus *Cyclothone* Goode and Bean (Stomiatoidei, Gonostomatidae) from the tropical Atlantic. *J. Fish Biol.* 20: 197-211.
- Baldwin, C. C. & D. G. Smith. 2003. Larval gobiidae (Teleostei: Perciformes) of Carrie Bow Cay, Belize, Central America. *Bull. Mar. Sci.* 72(3): 639-674.
- Begon M., Harper, J. & C. Townsend. 1999. *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. 3th. Ed. Blackwell Science, London. 1148 p.
- Berry, F.H. 1959. Young Jack Crevalles (*Caranx* species) off the Southeastern Atlantic coast of the United States. *Fish. Bull.* 59 (152):417-535.
- Berry, F.H. & L. E. Vogele. 1961. Filefishes (Monacanthidae) of the Western North Atlantic. *Fish. Bull. U.S.* 61(181): 61-110
- Birdsong, R. S., Murdy, E. O. & F.L. Pezold. 1988. A study of the vertebral column and median fin osteology in gobioid fishes with comments on gobioid relationships. *Bull. Mar. Sci.* 42(2):174-214.
- Black, K., Gray, S. L. & J. C. Andrews. 1990. Residence times of neutrally-buoyant matter such as larvae, sewage or nutrients on coral reefs. *Coral Reefs*. 9: 105-114.
- Blaxter, J. H. & L. A. Fuiman. 1989. The role of the sensory systems of herring larvae in predator avoidance. *Rapp. P.-V Réun. Cons. Int. Explor. Mer.* 191: 484 p.
- Boehlert, G.W. 1996. Larval dispersal and survival in tropical reef fishes. Pages 34-43. In Polunin : N. V. C. & M. R. Callum (eds.) *Reef Fisheries*. Chapman & Hall, Fish & Fisheries, Series 20, London. 390 p.
- Boehlert, G.W. & B.C. Mundy. 1993. Ichthyoplankton assemblages at seamounts and oceanic islands. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 336-361.
- Boesh, D. F. 1977. Application of numerical classification in ecological investigations of water pollution. *Ecological Res. Ser. U.S.* 115 p.
- Böhlke, J. E. & C.C. Chaplin. 1993. *Fishes of the Bahamas and Adjacent Tropical Waters*. University of Texas Press, Austin U.S. 771 p.
- Bray, J. R. & C. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Mon.* 27: 325-349.
- Brower, J. E. & J. H. Zar. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. W. C. Brown Co. Publishers, Dubuque, Iowa. 194 p.
- Caley, M. J. & J. St John. 1996. Refuge availability structures assemblages of tropical reef fishes. *J. Animal Ecol.* 65: 414-428
- Campbell, M. D. 2001. A Dry Seasonal Analysis of Larval and Juvenile Fish Assemblages of the Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. M.Sc. Thesis, Biology Program, Texas A&M University - Corpus Christi, Texas. 58 p.
- Campos-Hernández, A. & E. Suárez-Morales. 1994. *Copépodos Pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. I. Biología y Sistemática*. Editado por CONACyT y CIQRO, México. 353 p.
- Castro-Aguirre, J. L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Editado por Dir. Gral. Inst. Nac. Pesca, México. Ser. Cient. 19: 1-298.
- Castro-Aguirre, J. L., Espinosa-Pérez, H. & J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna Estuarino-Lagunar y Vicaria de México*. Colec. Tex. Politécnicos. Ser. Bio-tecnológicas-IPN, LIMUSA, México. 711 p.
- Castro-Pérez, J. M., 1997. Estructura de la comunidad de peces asociados al arrecife de Mahahual, Quintana Roo. Tesis Maestría en Biología Marina. Dpto. Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN, U. Mérida. 75p.
- Cavalluzzi, M. R. 1992. Taxonomy of Larval Blennioidei of Belize Central America. Thesis Master of Arts. The Faculty of the School of Marine Science, The College of William and Mary in Virginia, U.S. 265 p.

- Chapleau, F. 1993. Pleuronectiform relationships: a cladistic reassessment. *Bull. Mar. Sci.* 52(1): 516-540.
- Chávez, H. 1966. Peces colectados en el arrecife Triángulos Oeste y en Cayo Arenas, Sonda de Campeche, México. *Acta Zool. Méx.* (1-2):1-12.
- Choat, J. H., Doherty, P. J., Kerrigan, B. A. & J. M. Leis. 1993. A comparison of towed nets, purse seine, and light-aggregation devices for sampling larvae and pelagic juvenile of coral reef fishes. *Fish. Bull.* 91: 195-209.
- Ciechowski, J. A. 1981. Ictioplancton. In: Boltovskoy, D. (ed.) *Atlas del Zooplancton Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino*. Public. Esp. INIDEP, Mar del Plata, Argentina: 829-860.
- Clarke, T. A. 1991. Larvae of nearshore fishes in oceanic waters near Oahu, Hawaii. *NOAA Technical Reports NMFS* 101. 19 p.
- Claro, R. (ed.) 1994. *Ecología de los Peces Marinos de Cuba*. Editado por el Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. 525 p.
- Clifford, H. T. & W.W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, London. 229 p.
- Climate Analysis Center (CAC). 1993. Climate Assessment 1993. Halpert, M. S., Bell, G. D., Kousky, V. E. & C.F. Ropelewski (eds.) Dept. of Commerce NOAA/NWS/NMC, Climate Center, U.S. Printing Office. 111p.
- Climate Analysis Center (CAC). 1994. Climate Assessment 1993. Halpert, M. S., Bell, G. D., Kousky, V. E. & C.F. Ropelewski (eds.) Dept. of Commerce NOAA/NWS/NMC, Climate Center, U.S. Printing Office. 109p.
- Colijn, F. 1998. The temporal variability of plankton and their physico-chemical environment. *ICES J. Mar. Sci.* 55: 557-561.
- Collado, L., Segura-Puertas, L. y M. Merino-Ibarra. 1988. Observaciones sobre dos escifomedusas del género *Cassiopea* en la Laguna de Bojórquez Quintana Roo, México. *Rev. Invest. Mar., Cuba* 9: 21-27.
- Collins, M. R. & B. W. Stender. 1989. Larval striped mullet (*Mugil cephalus*) and white mullet (*Mugil curema*) off the Southeastern United States. *Bull. Mar. Sci.* 45(3): 580-589.
- Comisión Nacional del Agua (CNA), 1993. Datos climáticos de la estación meteorológica de Cancún, Q. Roo. Comisión Nacional del Agua, México. 5 p.
- Comisión Nacional del Agua (CNA), 1998. Datos climáticos de la estación meteorológica de Cancún, Q. Roo. Comisión Nacional del Agua, México. 5 p.
- Condit, R. 1997. Forest turnover, diversity and CO<sub>2</sub>. *Tree*. 12(7): 249-250.
- Conrow, R. & A. Zale, 1985. Early life history stages of fishes of Orange Lake, Florida. An illustrated Identification Manual. Edited by University of Florida, Technical Report 15. 45 p.
- Cowen, R. K., Hare, J. A. & M. P. Fahay. 1993. Beyond hydrography: can physical process explain larval fish assemblages within the middle Atlantic bight?. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 567-587.
- Cox, G. W. 1985. *Laboratory Manual of General Ecology*. 5<sup>th</sup> ed. Brown, Dubuque, Iowa, US. 272p.
- Crisci, J. V. & F. López-Armengol. 1983. *Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica*. Serie Biología, Monografía No. 26. Editado por la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Washington, EUA. 132 p.
- Cushing, D. H. 1972. The production cycle and numbers of marine fish. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 29: 213-232.
- Cushing, D. H. 1978. Biological effects of climatic change. *Rapports et Procés-Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*. 173: 107-116.
- Dandonneu, Y. & L. Charpy. 1985. An empirical approach to the island mass effect in the south tropical Pacific based on sea surface chlorophyll concentrations. *Deep Sea* 32: 707-721.
- Davy, B. 1972. A review of the lanternfish genus *Taaningichthys* (Family Myctophidae) with the description of a new species. *Fish Bull.* 70: 67-78.

- Dawson, C. E. & R. P. Vari. 1982. *Fishes of the Western North Atlantic*. Part Eighth. Syngnathidae. Edited by Sears Foundation for Marine Research. Yale University. New Haven, U.S. 320 p.
- De la Cruz Agüero, G. 1993. ANACOM: Sistema para el ANALISIS de COMUnidades en computadoras personales. In: Resúmenes del V Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. 27 sept. - 1 oct. De 1993. La Paz, B.C.S., México. 65 p.
- Díaz-Ruiz, S. & A. Aguirre-León. 1993. Diversidad e ictiofauna de los arrecifes del sur de Cozumel, Quintana Roo. 817-832. In: Salazar-Vallejo S. y N. González (eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO y CIQRO, México. 865 p.
- Ditty, J. G. 1986. Ichthyoplankton in neritic waters of the northern Gulf of Mexico off Louisiana: composition, relative abundance, and seasonality. *Fish. Bull.* 84(4): 935-946.
- Ditty, J.G. & R.F. Shaw. 1992. Larval development, distribution, and ecology of cobia *Rachicentrum canadum* (Family Rachicentridae) in the north Gulf of Mexico. *Fish. Bull.* 90 (4): 668-677.
- Ditty, J. G. & R. F. Shaw. 1994. Preliminary Guide to the Identification of the Early Life History Stages of Sciaenid Fishes from the Western Central Atlantic. NOAA Tech. Memor. NMFS-SEFSC-349. 118 p.
- Ditty, J. G. & R. F. Shaw. 1995. Seasonal occurrence, distribution and abundance of larval bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Family: Pomatomidae), in the Northern Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 56(2): 592-601.
- Ditty, J. G., Zieske, G. & R. F. Shaw. 1988. Seasonality and depth distribution of larval fishes in the northern Gulf of Mexico above latitude 26°00'N. *Fish. Bull.* 86: 811-823.
- Doherty, P.J. 1981. Coral reef fishes: recruitment-limited assemblages?. Proc. Fourth Intern. Coral Reef Symposium 2: 465-470.
- Doherty, P. J., Williams, D. McB. & P. F. Sale. 1985. The adaptive significance of larval dispersal in coral reefs fishes. *Environ. Biol. Fish.* 12: 81-90.
- Donath-Hernández, E. 1992. *Cumella* (*Cumewingia*) *siankaana* n. sp., from the Caribbean coast of Quintana Roo, Mexico (Cumacea: Nannastacidae). In: Navarro D. y E. Suárez-Morales (eds.). *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Vol. II.:164-165.
- Doyle, M., Morse, W. & A. Kendall. 1993. A comparison of larval fish assemblages in the temperate zone of the northeast Pacific and northwest Atlantic oceans. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 588-644.
- Druce B. E. & M. J. Kingsford. 1995. An experimental investigation on the fishes associated with drifting objects in coastal waters of temperate Australia. *Bull. Mar. Sci.* 57(2): 378-392.
- Dufour, V. S. 1991. Variations d'abondance des larves de poissons en milieu récifal; effet de la lumière sur la colonisation larvaire. *C. R. Acad. Sci. Paris*. t. 313, Série III: 187-194.
- Dufour, V. S. & R. Galzin. 1992. Le recrutement des poissons récifaux sur L'île de Morea, Polynésie Française. Impact sur la dynamique des populations et conséquences sur la gestion des stocks. *Cybium* 16(4): 267-277.
- Dufour, V., Planes, S. & P. J. Doherty. 1995. Les Poissons des Récifs Coralliens. *La Recherche*, 26(277): 640-647.
- Dunn, J. R. 1983. The utility of developmental osteology in taxonomic and systematics studies of teleost larvae: a review. NOAA Technical Report NMFS, Circ. 450.1-19 p.
- Eldred, B. 1968. The larval development and taxonomy of the pygmy moray eel *Anarchias yoshiae* Kanazawa 1952. *Fla. Board Conserv. Mar. Res. Lab. Leaflet*. Ser. 4 (Pt. 1, No. 10). 5 p.
- Eldred, B. 1969. Embriology and development of the blackedge moray *Gymnotorax nigromarginatus* (Girard, 1859). *Fla. Board Conserv. Mar. Res. Lab. Leaflet*. Ser. 4 (Pt. 1, No. 13). 6 p.
- Eldred, B. 1972. Note on larval tarpon, *Megalops atlanticus* (Megalopidae) in the Florida straits. *Fla. Dep. Nat. Resour. Mar. Res. Lab. Leaflet*. Ser. 4 (Pt. 1, No. 22). 4 p.

- Emery, A. R. 1968. Preliminary observations on coral reef plankton. *Limnol. Oceanogr.* 2(13): 293-303.
- Espejel, J. M. 1983. Análisis de la distribución y la abundancia del género *Cyphoma* (Gastropoda: Ovulidae) en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis Licenciatura, Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 67 p.
- Espinosa-Pérez, H. 1993. Riqueza y diversidad de peces. *Ciencias* (7): 77-84.
- Espinosa-Pérez, H., Gaspar-Dillanes, M. T. y P. Fuentes-Mata. 1993. III. Los peces dulceacuicolas mexicanos. In: *Listados Faunísticos de México*. Editado por el Inst. Biología, Univ. Nal. Autón. México. 99 p.
- Espinosa-Pérez, H., P. Fuentes-Mata, M. T. Gaspar-Dillanes & V. Arenas. 1998. Notas acerca de la ictiofauna mexicana. In: Ramamoorthy, T., Bye, R., Lot, A. & J. Fa (eds.). *Diversidad Biológica de México*. Inst. Biología, Univ. Nal. Autón. México. 227-250.
- Fager, E. W. & J. McGowan. 1963. Zooplankton species groups in the North Pacific. *Science* 140: 453-460.
- 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. *J. Northwest Atlantic Fish. Sci.* 4: 432 p.
- Fahay, P. F. & C. L. Obenchain. 1978. Leptocephali of the ophichthid genera *Ahlia*, *Myrophis*, *Ophichthus*, *Pisodonophis*, *Callechelys*, *Letharchus*, and *Apterichtus* on the Atlantic continental shelf of the United States. *Bull. Mar. Sci.* 28(3): 442-486.
- Fajardo-Rivera, M. & M. Rodríguez-Van Lier. 1986. Contribución al conocimiento del ictioplancton en el sur del Golfo de México: Primavera-Verano. Tesis Licenciatura. E.N.E.P.-Iztacala, Univ. Nal. Autón. México. 84 p.
- Fauth, J. E., Bernardo, J., Camara, M., Resetarits, W. J., Van Buskirk, J. & A. A. McCollum. 1996. Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *The American Natur.* 147(2): 282-286.
- Ferraris, J. D. 1982. Surface zooplankton at Carrie Bow Cay, Belize. *Smithsonian Contr. Mar. Sci.* 12: 143-141.
- Fields, H. M. 1962. Pompanos (*Trachinotus* spp.) of south Atlantic coast of the United States. *Fish. Bull.* 62 (207): 189-222.
- Fischer, W. 1978. FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31) Vol. I, II, III, IV. Edited by FAO. Rome.
- Flores-Coto, C. 1985. Estudio comparativo del ictioplancton de las lagunas costeras de Tamiahua, Alvarado y Términos del Golfo de México. Tesis Doctoral en Ciencias del Mar, UACPyP-CCH, ICMYL-Univ. Nal. Autón. México. 147 p.
- Flores-Coto, C. & U. Ordóñez-López. 1991. Larval distribution and abundance of Myctophidae, Gonostomatidae and Sternoptychidae from the Southern Gulf of Mexico. In: Robert D. Hoyt (ed.) *Larval Fish Recruitment and Research in the Americas: Proceedings of the Thirteenth Annual Fish Conference*; 21-26 May 1989, Merida, Mexico. NOAA Technical Report NMFS 95: 55-64.
- Flores-Coto, C. & M. Sánchez-Ramírez. 1989. Larval distribution and abundance of carangid (Pisces), from the southern Gulf of Mexico. *Gulf Res. Rep.* 8(2): 117-128.
- Flores-Coto, C., Abundio-López, F. & F. Zavala-García. 1991. Larval distribution and abundance of Pleuronectiformes from the southern Gulf of Mexico. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*: 1-12 p.
- Flores-Coto, C., Zavala-García, F. & G. Espinosa-Villagrán. 1993. Asociaciones ictioplanctónicas de la Bahía de Campeche, México (Verano, 1987). Editado por la Fac. Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte. Coquimbo, Chile, Serie Ocasional 2: 57-67.
- Flores-Coto, C., Sanvicente-Añorve, L., Pineda-López, R. & M. Rodríguez-VanLier. 1988. Composición, distribución y abundancia ictioplanctónica del sur del Golfo de México. *Universidad y Ciencia.* 5(9): 66-68.
- Flores-Coto, C., Martínez-Gutiérrez, R., González-Félix, M., Sanvicente-Añorve, L. & F. Zavala-García. 2000a. Annual variation of

- ichthyoplankton assemblages in neritic waters of the southern Gulf of Mexico. *Caribb. J. Sci.* 36 (3-4): 233-243.
- Flores-Coto, C., Flores-Hernández, F., Zavala-García, F., Arenas-Fuentes, V., Monreal-Gómez A. & D. Salas de León. 2000b. Oceanic and neritic ichthyoplankton at the edge of the continental shelf in the southern Gulf of Mexico. *Gulf Caribb. Res.* 12: 31-35.
- Frank, K. T. & W. C. Leggett. 1983. Multispecies larval fish associations: accident or adaptation?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 754-762.
- Fraser-Brunner, A. B. 1949. A classification of the fishes of the family Myctophidae. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 118(4): 1019-1106.
- Frith, C. A. 1983. Winward reef circulation, Davis Reef, central Great Barriers Reef. Pages. 435-440. *In: Baker J. T., Carter R. M., Sammarco P. W. & K. P. Stark (eds.). Proceedings of the Inaugural Great Barriers Reefs Conference, Townsville. James Cook University Press, Townsville.*
- Frith, C. A., Leis J. M. & E. B. Goldman. 1986. Currents in the Lizard Island region of the Great Barriers Reefs Lagoon and their relevance to potential movements of larvae. *Coral Reefs* 6: 81-92.
- Fritzsche, R. A. 1978. *Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight: an atlas of egg, larval and juvenile stages. Chaetodontidae through Ophidiidae.* Edited by U.S. Dept. Interior, Fish. Wild. Serv., Biol. Serv. Program, Vol. 5. 340 p.
- Fukuhara, O. 1987. Larval development and behavior in early life stages of black sea bream reared in the laboratory. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 53: 371-380.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Editado por Inst. Geografía, Univ. Nal. Autón. México. 246 p.
- Garduño-Andrade, M. 1989. Distribución de la Ictiofauna asociada a los arrecifes coralinos. *In: Chávez E. (ed.) In: Proceedings of the Workshop Australia -Mexico on Marine Sciences, Mexico: 63-74.*
- Gasca-Flores, D. 1998. Fluctuaciones temporales del zooplancton en dos ambientes marinos de la Isla Cozumel, Q. Roo. Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 43 p.
- Gasca-Serrano, R. 1990. Sifonóforos (Coelenterata) de las Costas de Quintana Roo. *In: Navarro D. y J. Robinson (eds.) Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Cen. Inv. Quintana Roo: 109-126.*
- Gasca-Serrano, R. 1992. Heterópodos de la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. *In: Navarro D. y E. Suárez-Morales (eds.) Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Cen. Inv. Quintana Roo Vol.II.: 123-128.*
- Gasca-Serrano, R. & E. Suárez-Morales. 1992. Pterópodos (Mollusca: Gastropoda; Thecosomata) de la Bahía de la Ascensión, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *In: Navarro D. y E. Suárez-Morales (eds.) Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Cen. Inv. Quintana Roo. 2: 115-120.*
- Gaspar-Dillanes, T. & H. Espinosa-Pérez. 1989. Resultados ictiológicos de los cruceros PROIBE III, IV y V del Caribe mexicano. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Ser. Zool.* 60(2): 247-256.
- General Oceanic, Inc. 1999. General Oceanics digital flowmeter mechanical & electronic operators manual. Edited by General Oceanics Inc. Miami, Florida. 15 p.
- Glynn, P. W. 1973. Ecology of a Caribbean coral reef. The Porites reef-flat biotope: Part II. Plankton community with evidence for depletion. *Mar. Biol.* 22: 1-21
- Gómez-López, P. & G. Green, 1984. Sistemática de las esponjas marinas de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *An. Inst. Cien. Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Mexico* 11(1): 65-90.
- Gordon, A. L. 1967. Circulation of the Caribbean Sea. *J. Geophys. Res.* 72(24): 6207-6223.
- Goreau, T. F. & N. I. Goreau. 1973. The ecology of Jamaican coral reefs. II. Geomorphology, zonation and sedimentary phases. *Bull. Mar. Sci.* 23: 399-464.

- Goreau, T. F., Goreau, N. I. & C. M. Yonge. 1971. Reef Coral: Autotrophs or heterotrophs?. *Biol. Bull.* 141: 247-260.
- Gorman, O. T. & J. R. Karr. 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecol.* 59(3): 507-515.
- Govoni, J. J. 1993. Flux of larval fishes across frontal boundaries: examples from the Mississippi River plume front and western Gulf Stream front in winter. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 538-556.
- Grahame, J. 1987. *Plankton and Fisheries*. Edward Arnold (Publishers) Ltd, London. 140 p.
- Greenfield D.W. & R.K. Johnson. 1990. Community structure of western Caribbean Blennioid fishes. *COPEIA*. 2: 433-448.
- Greenwood, P. H., Weitzman, S. H. & G. S. Myers. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes with a provisional classification of living forms. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 131: 339-456.
- Grey, M. 1964. Family Gonostomatidae. In: Fishes of the Western North Atlantic. *Mem. Sears. Found. Mar. Res.* 1(4): 78-240.
- Guitart, D.L. 1974. *Sinópsis de los Peces Marinos de Cuba*. Tomo 1, Editado por el Inst. Ocean., de la Academia de Ciencias de Cuba. 121 p.
- Gutiérrez-Carbonell, D., García-Saenz, C., Lara-Pérez, M., Padilla-Souza, C., Pizaña-Alonso, J. y R. Macías-Ordóñez. 1994. Caracterización de los Arrecifes Coralinos de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo. *Sian Ka'an. Serie Documentos* 1.: 1-47.
- Hamner, W. N. & E. Wolansky. 1989. Hydrodynamic forcing functions and biological processes on coral reefs: a status review. Pag. 103-113. In: Choat J.H. and 17 others eds. Proceedings of Sixth International Coral Reef Symposium, Vol. I. The Symposium Executive Committee, Townsville, Australia.
- Harding, B. M. 1984. Chaetognatha of the Caribbean Sea and Adjacent Areas. *NOAA Tech. Rep. NMFS* 15. 33 p.
- Hardy, J. D. 1978a. *Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight: an atlas of egg, larval and juvenile stages*. Vol. II Anguillidae through Syngnathidae. Edited by U.S. Fish Wildl. Ser. Biol. Serv. Program FWS/OBS-78/12: 455 p.
- Hardy, J. D. 1978b. *Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight: an atlas of egg, larval and juvenile stages*. Vol.III Aphredoderidae through Rachycentridae. Edited by U.S. Fish Wildl. Ser. Biol. Serv. Program FWS/OBS-78/12: 465 p.
- Harris, R.P., P.H. Wiebe, J. Lenz, H. R. Skjoldal & M. Huntley. 2000. *Zooplankton Methodology Manual*. Academic Press, London. 684 p.
- Heck, K. L. & M. P. Weinstein. 1989. Feeding habitat of juvenile reef fishes associated with panamanian seagrass meadows. *Bull. Mar. Sci.* 45(3): 629-636.
- Helfman, G.S. 1986. Fish behavior by day, night and twilight. In: Pitcher, T. J. (ed.) *The Behavior of Teleost Fishes*. Cromm Helm, London: 366-387.
- Herrera-Moreno, A. 1993. Aplicación de Métodos de Clasificación Numérica en los Estudios Ecológicos. Editado por la Academia de Ciencias Cuba y CICRO, México. 56p.
- Herrera-Silveira, J. 1994. Líneas de Base Ecológicas para el Proyecto "Puerto para Ferry" en el sitio de CALICA, Q. Roo. No publicado. Informe Técnico Final a CALICA. CINVESTAV-IPN, U. Mérida. 70p.
- Herrera-Silveira, J., Ramírez, J. & A. Zaldívar. 1998. Overview and characterization of the hydrology and primary producer communities of selected coastal lagoons of Yucatan, Mexico. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 1: 353-372.
- Hickel, W. 1998. Temporal variability of micro-and nanoplankton in the German Bight in relation to hydrographic structure and nutrient changes. *J. Mar. Sci.* 55: 600-609.
- Hildebrand, S. F. 1943. A review of the American Anchovies (Family Engraulidae). *Bull. The Bingham Oceanographic Collection, Mus. Nat. Hist. Yale University, U.S.* 2 (3): 1-165.
- Hildebrand, H. H., Chávez, E. & A. Compton. 1964. Aporte al conocimiento de los peces del Arrecife Alacranes, Yucatán, México. *Ciencia Méx.* 23(3): 107-134.

- Hoese, H.D & R.H. Moore. 1998. *Fishes of the Gulf of Mexico, Texas, Louisiana and Adjacent Waters*. Texas A&M University Press, U.S. 422 p.
- Houde, E. D. 1989. Comparative growth and energetics of marine fish larvae. *Rapp. P.-V Réun. Cons. Int. Explor. Mer.* 191: 479 p.
- Houde, E. D. & N. Chitty. 1976. Seasonal abundance and distribution of zooplankton, fish eggs, and fish larvae in the Eastern Gulf of Mexico, 1972-74. *NOAA Technical Report NMFS SSRF-701*: 1-18.
- Houde E. D. & P. L. Fore. 1973. Guide to identify of eggs and larvae of some Gulf of Mexico clupeid fishes. *Fla. Mar. Res. Lab. Leaf. Ser.* 4(23): 1-14.
- Houde, E. D. & J. A. Lovdal. 1984. Seasonal occurrence, foods and food preferences of ichthyoplankton in Biscayne Bay, Florida. *Estuarine, Coastal Shelf Sci.* 18: 403-419.
- Houde, E. D. & R.C. Schekter. 1981. Growth rates, rations, and cohort consumption of marine fish larvae in relation to prey concentrations. *Rapp. P.-V. Reun., Cons. Int. Explor. Mer.* 178: 441-453.
- Houde, E. D. & C. E. Zastrow. 1993. Ecosystem- and taxon-specific dynamic and energetics properties of larval fish assemblages. *Bull. Mar.Sci.* 53(2): 290-335
- Houde E., D., Leak J.C., Dowd C.E., Berkeley, S. & W. Richards. 1979. Ichthyoplankton abundance and diversity in the Eastern Gulf of Mexico. Unpublished. Report to U.S. Bur. Land Mgt. Contract No. AA550-CT7-28. 546 p.
- Humann, P. 1992. Reef Fish Identification. Florida, Caribbean, Bahamas. New Word Publications, Inc. Orlando Florida, U.S. 267.
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 1984. Caracterización Ambiental del Ecosistema Arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo. No publicado. Informe Final a CONACyT. Inst. Cien. Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón, México. 53 p.
- Instituto de Geofísica, UNAM. 1990. Tablas de Predicción de Mareas 1991. Puertos del Golfo de México y Mar Caribe. Servicio Mareográfico Nacional. Editado por el Inst. Geofis. Univ. Nal. Autón. México. 191 p.
- Instituto de Geofísica, UNAM. 1991. Tablas de Predicción de Mareas 1992. Puertos del Golfo de México y Mar Caribe. Servicio Mareográfico Nacional. Editado por el Inst. Geofis. Univ. Nal. Autón. México. 189 p.
- Instituto de Geografía, UNAM. 1980. Quintana Roo: Organización Espacial. Editado por el Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Puerto Morelos, México. 90 p.
- Johanes, R.E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Environ. Biol. Fish.* 3: 65-84.
- Johnson, G. D. 1978. *Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight: an atlas of egg, larval and juvenile stages*. Carangidae through Ephippidae. Edited by U.S. Dept. Interior, Fish. Wild. Serv., Biol. Serv. Program, Vol. 4. 314 p.
- Johnson, E. V. & E. Brinton. 1963. Biological species, water masses and currents. *In: The Sea: Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas*. Interscience Publ. Londres. 2: 381-414.
- Johnson, C. S. & R. J. Kernehan. 1988. *Fishes of the Delaware Estuaries*. A guide to the early life histories. The communications. Edited by Division of Ecology Analysts Inc. U.S. 350 p.
- Jones, P. W., Martin, F. D. & J. D. Hardy. 1978. *Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight: an atlas of egg, larval and juvenile stages*. Acipenseridae through Ictaluridae. Edited by U.S. Dept. Interior Fish. Wild. Serv., Biol. Serv. Program, Vol. 1. 366 p.
- Jordán, E. D. 1979. Estructura y composición de arrecifes coralinos en la región noreste de la Península de Yucatán, México. *An. Cen. Cienc. Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Mexico.* 6(1): 69-86.
- Jordán, E. D. 1980. Arrecifes coralinos del noroeste de la Península de Yucatán: estructura comunitaria, un estimador del desarrollo arrecifal. Tesis doctoral en Ciencias del Mar, UACPyP-CCH en el ICMYL, Univ. Nac. Autón. México. 230p.

- Jordán, E. D. 1993. *Atlas de los Arrecifes Coralinos del Caribe Mexicano*. Parte 1 El Sistema Continental. Editado por Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. 110 p.
- Jordán, E. D., Moreno, O. León, H. & M. Merino-Ibarra, 1978. Estructura y diversidad de los corales en la región posterior de arrecifes del Caribe mexicano. In: Resúmenes del VI Congreso Nacional de Oceanografía. Ensenada, BCN, México. 45 p.
- Jordán, E. D., Merino-Ibarra, M., Moreno O. & E. Martín, 1981. Community structure of coral reefs in the Mexican Caribbean. In: Proceedings of the IV international Coral reef Symposium, Manila 2: 303-308.
- Juárez, M. 1976. Distribución de las formas larvianas de algunas especies de la familia Scombridae en aguas del Golfo de México. *Rev. Inv. Inst. Nal Pesca, Cen. Invest. Pesq., Cuba*. 2(1): 33-65.
- Kendall, A. 1979. Morphological Comparisons of North American Sea Bass Larvae (Pisces: Serranidae). *NOAA Technical Report NMFS428*. 50p.
- Kimoto, S. 1967. Some quantitative analysis on the Chrysomelid fauna of the Ryukyu Archipelago. *Esakia*. 6: 27-54.
- Kingsford, M. J. 1988. The early life history of fish in coastal waters of Northern New Zealand: a review. *New Zeal. J. Mar. Fresw. Res.* 22: 463-479.
- Kingsford, M. J. 1993. Biotic and aquabiotic structure in the pelagic environment importance to small fishes. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 393-415.
- Kingsford, M. J. & J. H. Choat. 1989. Marine Biology. Horizontal distribution patterns of presettlement reef fish: are they influenced by the proximity of reefs?. *Mar. Biol.* 101: 285-297.
- Kobayashi, D. R. 1989. Fine-scale distribution of larval fishes: patterns and processes adjacent to coral reefs in Kaneohe Bay, Hawaii. *Mar. Biol.* 100: 285-293.
- Krebs, C. 1994. *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 4th Ed. Harper-Collins, N. York. 569 p.
- Laevastu, T. 1993. *Marine Climate Weather and Fisheries*. The effects of weather and climatic changes and fisheries and ocean resources. John Wiley & Sons, Inc., N. York. U.S. 204 p.
- Lance, G. N. & W. T. Williams. 1967. A general theory for classificatory sorting strategies. 1. Hierarchical Systems. *Comp. Jour.* 9: 373-380.
- Lascara, J. 1981. Fish predatory-prey interactions in areas of eelgrass (*Zostera marina*). M Sc. Thesis, College of William and Mary, Williamsburg, Virginia, U.S. 110 p.
- Lasker, R. (ed.) 1965. Introduction to the Fish Larvae and Systematics. In: Proceeding of the Symposium on Larval Fish Biology. Calif. Coop. Oceanic Fish. Inv. Rep. 10: 1-10 p.
- Lasker, R. (ed.) 1981. *Marine Fish Larvae. Morphology, Ecology and Relation to Fisheries*. Publisher Washington Sea Grant Program, University Washington Press. Seattle, U.S. 131 p.
- Leis, J. M. 1978. Distributional ecology of ichthyoplankton and invertebrate macrozooplankton in the vicinity of a Hawaii coastal power station. Ph D. Thesis, University of Hawaii, Honolulu. U.S. 317 p.
- Leis, J. M. 1981. Distribution of fish larvae around Lizard Island. Great Barrier Reef: Coral reef lagoon as refuge?. *Proc. Fourth Intern. Coral Reef Sym.* 2: 471-477.
- Leis, J. M. 1982. Nearshore distributional gradient of larval fish (15 taxa) and planktonic crustaceans (6 taxa) in Hawaii. *Mar. Biol.* 72: 89-97.
- Leis, J. M. 1986a. Vertical and horizontal distribution of fish larvae near coral reefs at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Mar. Biol.* 90: 505-516.
- Leis, J. M. 1986b. Epibenthic schooling by larvae of the clupeid fish *Spratelloides gracilis*. *Jap. J. Ichthy.* 33: 67-69.
- Leis, J. M. 1989. Larval biology of butterfly fishes (Pisces Chaetodontidae); what do we really know?. *Environ. Biol. Fish.* 25: 87-100.
- Leis, J. M. 1991a. Vertical distribution of fish larvae in the Great Barrier Reef Lagoon, Australia. *Mar. Biol.* 109: 157-166.

- Leis, J. M. 1991b. The pelagic stage of reef fishes: the biology of coral reef fishes. Pages 183-230. In: Sale, P. (ed.) *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Academic Press, N. York. 754 p.
- Leis, J. M. 1993. Larval fish assemblages near Indo-Pacific coral reefs. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 362-392.
- Leis, J. M. 1994. Coral Sea atoll lagoons: closed nurseries for the larvae of a few coral reef fishes. *Bull. Mar. Sci.* 54(1): 206-227.
- Leis, J. M. & B. Goldman. 1987. Composition and distribution of larval fish assemblages in the Great Barrier Reef Lagoon, near Lizard Island, Australia. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 38: 211-223.
- Leis, J. M., Goldman, B. & S. E. Reader. 1989. Epibenthic fish larvae in the Great Barrier Reef Lagoon near Lizard Island, Australia. *Jap. J. Ichthy.* 35: 428-433.
- Leis, J. M. & J. M. Miller. 1976. Offshore distributional patterns of Hawaii fish larvae. *Mar. Biol.* 36: 359-367.
- Leis, J. M. & D. S. Rennis. 1983. *The Larvae of Indo-Pacific Coral Reef Fishes*. Edited by New South Wales Univ. Press, Sydney, Australia and Univ. Hawaii Press, Honolulu Hawaii. 270 p.
- Leis, J. M. & T. Trnsky. 1989. *The Larvae of Indo-Pacific Shorefishes*. Edited by New South Wales Univ. Press, Sydney Australia, and Univ. Hawaii Press, Honolulu, Hawaii. 250 p.
- Leis, J. M., Olney, J. E. & M. Okiyama. 1997. Introduction to the Proceedings of the Symposium Fish Larvae and Systematic: Ontogeny an Relationships. *Bull. Mar. Sci.* 60(1): 1-6.
- Leis, J.M., Trnsky, T. & S. Ueyanagi. 1987. Distribution and abundance of billfish larvae (Pisces, Istiophoridae) in the Great Barrier Reef Lagoon and Coral Sea near Lizard Island, Australia. *Fish. Bull. U.S.* 85: 757-766.
- Liew, H. C. 1983. Studies in flatfish larvae (Fam. Psettodidae and Bothidae, Pleuronectiformes) in the shelf waters of the central Great Barrier Reef, Australia. Unpublished. M.Sc. Thesis, James Cook University, Townsville, Australia. 120 p.
- Lindenman, K.C. 1986. Development of larvae of the french grunt, *Haemulon flavolineatum*, and comparative development of twelve species of Western Atlantic *Haemulon* (Percoidei, Haemulidae). *Bull. Mar. Sci.* 39(3): 673-716.
- Lippson, A. J. & R. L. Moran. 1974. *Manual for identification of early development stages of fishes of the Potomac River Estuary*. Edited by Md. Dep. Nat. Resour. Power Plant Siting Program PPSP-MP-13: 241 p.
- Lobel, P. S. & R. Robinson. 1986. Transport and entrapment of fish larva by ocean mesoscale eddies and currents in Hawaiian waters. *Deep-sea Res.* 33: 483-500.
- Loeb, V.J., Kellermann, A.K., Koubbi, P., North A.W. & M. G. White. 1993. Antarctic larval fish Assemblages: a review. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 416-449.
- Longhurst, A. R. & D. Pauly. 1987. *Ecology of Tropical Oceans*. Academic Press. N. York. 407p.
- López-Ramos, E. 1983. *Geología de México*. Tomo III. C.E.C.S.A. 3ra ed. México. 120 p.
- Loreto-Viruel, R. A. 1991. Organización espacial de la comunidad de peces damisela (Pomacentridae) en la costa del Caribe mexicano. Tesis Licenciatura, Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 68 p.
- Ludwing, J. A. & J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. John Wiley & Sons, N.York, U.S. 337 p.
- MacArthur, R. H. 1972. *Geographical Ecology*. Harper & Row, New York. 140 p
- Macias-Ordóñez, R. 1992. Variación espacial de la comunidad ictiológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Tesis Maestría. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 69p.
- Maddox, E. D. 1992. Generic identification and patterns of external pigment in larval gobies (Pisces: Gobiidae) from the Belize Barrier Reef. Thesis Masters of Arts, Faculty of the School of Marine Science of The College of William and Mary, Virginia U.S. 124 p.
- Maldonado-Monroy, M. , C. 1990. Captura selectiva de organismos por medio de fuentes luminosas de diferente longitud de onda. Tesis

- Maestría en Ciencias del Mar. UACPyP- CCH, Inst. Cien. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 44 p.
- Mann, K. H. & J. R. Lazier. 1991. *Dynamics of Marine Ecosystems*. Blackwell Scientific Publication, Melbourne. 465 p.
- Mansueti, A. J. & J.D. Hardy. 1967. *Development of Fishes of the Chesapeake Bay Region: An Atlas of Egg, Larval and Juvenile Stages*. Part. 1. Port City Press Baltimore, USA. 202 p.
- Markham, J. & E. Donath-Hernández. 1990. Crustacea of Sian Kaán, including orders Nectiopoda, Stomatopoda, Thermosbaena, Mysidacea, Cumacea, Tanaidacea, Isopoda and Decapoda. In: Navarro D. y J. Robinson (eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Cen. Inv. Quintana Roo: 239-256.
- Marliave, J. B. 1986. Lack of planktonic dispersal of rocky intertidal fish larvae. *Trans. Am. Fish. Soc.* 115: 149-154.
- Martin, F.D. & G. E. Drewry. 1978. *Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight: an atlas of egg, larval and juvenile stages*. Stromateidae through Ogcocephalidae. Edited by U.S. Dept. Interior, Fish. Wildl. Serv., Biol. Serv. Program 6: 416 p.
- McCune, B & J. Grace. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Desing. Glenden Beach, Oregon US. 300 p.
- McEdward, L. 1995. *Ecology of Marine Invertebrate Larvae*. Marine Sciences Series, CRC Press, New York. 464 p.
- McFarland, W. N. & N. M. Kotchian. 1982. Interaction between schools of fishes and mysids. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 11: 71-76.
- McGowan, J. A. & C. B. Miller. 1980. Larval fish and zooplankton community structure. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Inv. Rep.* 21: 29-36.
- McGowan, G. E. 1993. Coastal ichthyoplankton assemblages, with emphasis on the southern California Bight. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 692-722.
- McKenney, T.W., Alexander, E. C. & G.L. Voss. 1958. Early development and larval distribution of the carangid fish, *Caranx crysos* (Mitchill). *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.* 8(2): 167-200.
- Menge, B. A., Lubchenco, J. & L. R. Ashkenas. 1985. Diversity, Heterogeneity and consumer pressure in a tropical rock intertidal community. *Oecologia* 65: 394-405.
- Merino-Ibarra, M. 1986. Aspectos de la circulación costera superficial del Caribe mexicano con base en observaciones utilizando tarjetas de deriva. *An. Inst. Cien. Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México* 13(2): 31-46.
- Merino-Ibarra, M. 1992. Afloramiento en la Plataforma de Yucatán: Estructura y Fertilización. Tesis Doctoral en Ciencias del Mar, UACyP-CCH, ICMYL, Univ. Nal. Autón. México. 255 p.
- Merino-Ibarra, M. & L. Otero-Dávalos. 1991. *Atlas Ambiental Costero. Puerto Morelos, Quintana Roo*. Editado por CONACyT, U.N.A.M. y CIQRO, México. 80 p.
- Merino-Ibarra, M., Moreno, O. & E. Jordán. 1980. El estudio del ambiente marino de Quintana Roo. In: Resúmenes del *Simposio Quintana Roo: Problemática y Perspectivas*. Editado por CIQRO & Inst. Geog, Univ. Nal. Autón. México 65 p.
- Merino-Virgilio, F. & U. Ordóñez-López. 1992. Abundancia y distribución larval de los peces linterna (Myctophidae) en la plataforma continental de la Península de Yucatán, México (1985-1987). In: Resúmenes de la IV Reunión Nacional de Planctología. Mérida Yucatán, 28 al 30 de abril de 1992. 71 p.
- Milddaugh, D. P. 1981. Reproductive ecology and spawning periodicity of the Atlantic silverside, *Menidia menidia* (Pisces: Atherinidae). *Copeia*: 766-776.
- Milward, N. E. & R. F. Hartwick. 1986. Temporal and spatial distribution of fish larvae across the continental shelf lagoon of the Great Barrier Reef. Pgs. 748-758. In: Uyeno, T., Arai, R., Taniuchi T. and K. Matsuura (eds.) *Indo-Pacific Fish Biology: Proceeding of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes*. Ichthyology Society of Japan, Tokyo.
- Miller, G. L. & S. C. Jorgenson. 1973. Meristic characters of some marine fishes of the Western Atlantic Ocean. *Fish. Bull.* 71: 301-312.
- Miller, J. M., Watson, W. & J. M. Leis. 1979. *An atlas of common near-shore marine fish larvae of*

- the Hawaiian Islands. Edited by Univ. Hawaii Sea Grant Misc. Rep. No. MR-30-02. 179 p.
- Miskiewicz, A. G. 1989. The distribution of tropical coral reef fish larvae in temperate waters along the New South Wales coast of Australia. *Rapp. P.-V Réun. Cons. Int. Explor. Mer.* 191: 1-452.
- Molinari R. L. & J. Morrison. 1988. The separation of the Yucatan Current from the Campeche Bank and Intrusion of the Loop Current in to the Gulf of Mexico. *J. Geophysical Research.* 93(9): 10645-10654.
- Morisita, M. 1959. Measuring interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Kyushu Ser.* 3: 65-80.
- Morris, I., Yentsch, M. & S. Yentsch. 1971. The physiology state with respect to nitrogen of phytoplankton from low-nutrient subtropical waters. *Limnol. Oceanogr.* 16: 859-868.
- Moser, H.G. 1984. Morphological and functional aspects of marine fish larvae. In: Lasker, R. (ed.) *Marine Fish Larvae. Morphology, Ecology and relation to Fisheries.* University of Washington Press, Seattle, U.S. 90-131.
- Moser, H. G. & E. H. Ahlstrom. 1970. Development of lanternfishes (Family Myctophidae) in the California Current. Part I. Species with narrow-eyed larvae. *Nat. Hist. Mus. Los Ang. Cty. Sci. Bull.* 7: 1-145.
- Moser, H. G. & E. H. Ahlstrom. 1974. Role of larval stages in systematic investigations of marine teleosts: The Myctophidae, a case study. *Fish. Bull.* 72: 391-413.
- Moser, H.G. & P.E. Smith. 1993a. Larval fish assemblages and oceanic boundaries. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 283-289.
- Moser, H.G. & P.E. Smith. 1993b. Larval fish assemblages of the California current region their horizontal and vertical distributions across a front. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 645-691.
- Moser, H.G., Ahlstrom, E. H. & E. M. Sandknop. 1977. Guide to the identification of scorpionfish larvae (Family Scorpaenidae) in the Eastern Pacific with comparative notes on species of *Sebastes* and *Helicolenus* from other oceans. *NOAA Technical Report NMFS Circular* 402. 71p.
- Moser, H.G., Richards, W., Cohen, D.M., Fahay, M.P., Kendall, A.W & S.L. Richardson (eds.). 1984. *Ontogeny and Systematics of Fishes.* Am. Soc. Ichthy. Herpet. Sp. Pub. 1. 760 p.
- Mullin, M. M. 1993. *Webs & Scales.* Physical and Ecological Process in Marine Fish Recruitment. University Washington Press, London. 135 p.
- Munro, J. L., Gaut, V. C., Thompson, R. & P. H. Reeson. 1973. The spawning seasonal of Caribbean reef fishes. *J. Fish. Biol.* 5: 69-84.
- Musick, J. A. 1976. Community structure of fishes on the continental slope and rise off the middle Atlantic coast of the U. S. Joint International Oceanographic, Edinburg, Scotland. 132 p.
- Nafpaktitis, B. G. 1977. Family Myctophidae. FAO Species identification Sheets. Fishing Area 31 (Western Centr Atlantic). 6 p.
- Nafpaktitis, B. G. 1978. Systematic and distribution of lanternfishes of the genera *Lobianchia* y *Diaphus* (Myctophidae) in the Indian Ocean. *Nat. Hist. Mus. Los Ang. Cty. Sci. Bull.* 30: 1-79.
- Nafpaktitis, B. G. & M. Nafpaktitis. 1969. Lanternfish (family Myctophidae) collected during cruises 3 and 6 of the R/V "Anton Bruun" in the Indian Ocean. *Nat. Hist. Mus. Los Ang. Cty. Sci. Bull.* 5: 79 p.
- Nakamura, I. 1985. FAO species catalogue. Vol. 5 Billfishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. FAO Fish. Synop. (125) 5. 65 p.
- Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the World.* John Wiley & Sons, Inc, N. York, U.S. 600 p.
- Nishikawa, Y. & D. W. Rimmer. 1987. Identification of larval Tunas, Billfishes and others Scombroid fishes (Suborder Scombroidei): an Illustrated Guide. *Mar. Lab. CSIRO, Australia.* 20p.
- Nof, D. & J. H. Middleton. 1989. Geostrophic pumping, inflow and upwelling in Barrier Reefs. *J. Phys. Oceanog.* 19: 874-889.
- Núñez-Lara, E. 1994. Biología y ecología comparada de las "Loras" del sistema arrecifal coralino de Cozumel, Caribe mexicano (Pisces:

- Scaridae). Tesis Licenciatura en Hidrobiología. Dpto. Hidrobiología, U. Iztapalapa de la Univ. Autón. Metropolitana. 93p.
- Núñez-Lara, E. 1998. Factores que determinan la estructura de la comunidad de peces arrecifales en el sur del Caribe mexicano: un análisis multivariado. Tesis Maestría en Biología Marina. Dpto. Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN, U. Mérida. 103 p.
- Olivar, M. P. & P.A. Shelton. 1993. Larval fish assemblages of the Benguela current. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 450-474.
- Oliver, J. D., Van Den Avyle, M. J. & E. L. Bozeman. 1989. Species profiles: Life histories and environmental requirements of costal fishes. *U.S. Fish Wild. Ser. Biol. Rep.* 82(11.96). 13 p.
- Olney, J. & G. Boehlert. 1988. Nearshore ichthyoplankton associated with seagrass beds in the lower Chesapeake Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 45: 33-43
- Olney, J. E. & G. R. Sedberry. 1983. Dragonet larvae (Teleostei, Callionymidae) in continental shelf waters off the Eastern United States. *Biol. Oceanog.* 3(1): 103-122.
- Olvera-Limas, R. M., Cerecedo, L. & G. Compean. 1988a. Distribución de larvas de túnidos en el Golfo de México y Mar Caribe: abundancia y biomasa de tres especies en la Zona Económica Exclusiva. *Ciencia Pesquera, Inst. Nal. Pesca. Sría. de Pesca.* México. (6): 119-140.
- Olvera-Limas, R. M., García-Borbón, J. A., Ramírez, E., Cid del Prado, A., Cortés, M., Cerecedo, L. & R. E. Sánchez, 1988b. Distribución y abundancia por especies de las larvas de peces de las familias Carangidae, Clupeidae, Lutjanidae, Sciaenidae, Scombridae y Serranidae en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México. No publicado. Informe Final IPN-CONACyT (PCECCNA-040602). Inst. Nal. Pesca. Secretaría de Pesca, México. 105 p.
- Olvera-Limas, R. M., García-Borbón, J. A., Gómez L. G., Cortés, M., Cid del Prado E., Cerecedo, L., Sánchez, E. & G. Ortuño-Manzanares. 1989. *Atlas de Distribución y Abundancia del Ictioplancton en la Zona Económica Exclusiva Mexicana del Golfo de México.* No publicado. Inst. Nal. Pesca, Secretaría de Pesca, México. 82 p.
- Olvera-Limas, R. M., Padilla-García, M. & G. Ortuño-Manzanares. 1992. *Manual de Métodos para las Investigaciones Ictioplanctónicas del Instituto Nacional de la Pesca.* Editado por el Inst. Nal. Pesca, Secretaría de Pesca, México. 66 p.
- Omori, M. & T. Ikeda. 1984. *Methods in Marine Zooplankton Ecology.* John Wiley & Sons. New York. 332 p.
- Ordóñez-López, U. 1987. Análisis de la distribución y abundancia larval de las familias Gonostomatidae, Sternoptychidae y Myctophidae (Pisces), en el Sur del Golfo de México. Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 84 p.
- Ordóñez-López, U. 1995. Análisis del ictioplancton del ecosistema costero de Celestún, Yucatán: Fichas de identificación de las larvas de peces. Informe Final a CONABIO (proyecto B020). No publicado. Dpto. Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida, México. 94 p.
- Ordóñez-López, U. 1998. Análisis del ictioplancton de la Reserva Faunística de Río Lagartos, Yucatán. Fichas de identificación de las larvas de peces. Informe Final a CONABIO (proyecto L148). No publicado. Dpto. Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida, México. 114p.
- Ordóñez-López, U. & C. Flores-Coto. 1989. Clave para la identificación de las larvas de las familias Myctophidae, Gonostomatidae y Sternoptychidae del Sur del Golfo de México. *An. Inst. Cien. Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México* 16(2): 207-222.
- Ordóñez-López, U., M. Ornelas-Roa, F. Merino-Virgilio & C. Monroy. 1991. Abundance and larval distribution of Carangidae (Pisces) in the continental shelf of the Peninsula of Yucatan, Mexico (1985-1989). *Cuban J. Fish.* 16(1-2):62-71.
- Parsons, T. R., Takahashi, M. & B. Hargrave. 1990. *Biological Oceanographic Processes.* Pergamon Press 3th N. York. U.S. 330 p.
- Paxton, J. R. 1972. Osteology and relationships of the lanternfish (family Myctophidae). *Bull. Nat. Hist. Mus. Los Angeles County, Sci.* 13. 81 p.

- Peters, K. M. 1985. Larval development of *Lupinoblennius nicholsi* with comments on larval Blenniini identification in Tampa Bay, Florida. *Bull. Mar. Sci.* 36(3): 445-453.
- Pica-Granados, Y. & R. Pineda-López, 1991. Golfo de México y Mar Caribe: Oceanografía física. In: De la Lanza-Espino, G. (comp.) *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT Editor, S. A. México. 31-116.
- Pickard, G. L., Dounguy, J. R., Henin, C. & F. Rougerie. 1977. Review of the physical oceanography of the Great Barrier Reef and Coral Sea. *Mono. Ser. 2. Aust. Inst. Mar. Sci.* 135p.
- Pielou, E. C. 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. *Am. Nat.* 100: 463-465.
- Pielou, E. C. 1969. *An introduction to Mathematical Ecology*. John Wiley & Sons, New York. 79 p.
- Pielou, E. C. 1984. *The Interpretation of Ecological Data*. John Wiley & Sons, N.York, U.S. 263 p.
- Porter, J.W. & K. G. Porter. 1977. Quantitative sampling of demersal plankton migration from diferente coral reef substrates. *Limnol. Oceanogr.* 22: 553-556.
- Potthoff, T. 1984. Clearing and Staining Techniques. Pages 35-37. In: Moser, H. G., Richards, W., Cohen, D. M., Fahay, M. P., Kendall, A. W & S.L. Richardson (eds.). *Ontogeny and Systematics of Fishes*. Am. Soc. Ichthy. Herpet. Sp. Pub. 1. 760.
- Powles, H. 1977. Description of larval *Jenkinsia lamprotaenia* (Clupeidae, Dussumieriinae) and their distribution off Barbados, West Indies. *Bull. Mar. Sci.* 27: 778-801.
- Powles, H. 1981. Eggs and larvae of North American sciaenid fishes. Pages 99-109 In: H. Clepper (ed.) *Proceedings of the sixth annual marine recreational fisheries symposium*, Houston. Sport Fishing Institute, Washington, 102 p.
- Powles, H. & E. Burgess. 1978. Observations on benthic larvae of *Pareques* (Pisces: Sciaenidae) from Florida and Columbia. *Copeia*: 169-172.
- Powles, H. & M. D. Greene. 2000. Preliminary guide to the identification of the early life history stages of gerreid fishes of the Western Central Atlantic. *NOAA Tech. Rep. NMFS-SEFSC-434*. 10p.
- Powles, H. & D. F. Markle. 1984. Identification of Larvae. Pages 31-33. In: Moser, H. G., Richards, W., Cohen, D. M., Fahay, M. P., Kendall, A. W & S. L. Richardson (eds). *Ontogeny and Systematics of Fishes*. Am. Soc. Ichthy. Herpet. Sp. Pub. 1. 760 p.
- Powles, H. & B.W. Stender. 1978. Taxonomic data on the early life history stages of Sciaenidae of the south Atlantic bight of the United States. Unpublished. Nat. Mar. Fish. Ser. Contract: 6-35147, Sou. Car. Wildlife Mar. Resour. Depart. MARMAP 160. 64 p.
- Powles, H., Auger, F. & G. J. Fitzgerald. 1984. Nearshore ichthyoplankton of a north temperate estuary. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 1653-1663.
- Ramírez-Ávila, Y. 1997. Contribución al estudio de los quetognatos plácticos (Chaetognatha) en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo: composición y abundancia. Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 61 p.
- Ramírez-Ávila, Y. 2001. Ictioplancton arrecifal frente a Puerto Morelos Quintana Roo, durante la época de lluvias: Patrón a fina escala de la estructura, ensamblajes y relación con el medio. Tesis de Maestría en Biología Marina. Dpto. Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN, U. Mérida. 107 p.
- Ramírez-Estévez, A. & M. Ornelas-Roa, 1991. Larval distribution and abundance of the Scombridae in Campeche Sound, with emphasis on the frigate tunas (*Auxis* spp). In: Hoyt, R.E. (ed.) *Larval Fish Recruitment and Research in the Americas*. Proceedings of the Thirteenth Annual Fish Conference; 21-26 May 1989, Mérida, México. NOAA Technical Report NMFS 95: 27-41
- Ramírez-Mella, J. & J. García-Sais. 2003. Offshore dispersal of Caribbean reef fish larvae: How far is it?. *Bull. Mar. Sci.* 72(3): 997-1017
- Randall, J. E. 1983. *Caribbean Reef Fishes*. T. F. H. Publications Inc. U.S. 318 p.

- Reid, G. K. 1954. An ecological study of the Gulf of Mexico fishes, in the vicinity of Cedar Keys, Florida. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.* 4: 1-94.
- Reséndez-Medina, A. 1979. Estudios ictiofaunísticos en lagunas costeras del Golfo de México y Mar Caribe, entre 1966 y 1978. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México* 50, Serie Zoología (1): 633-646.
- Richards, W. J. 1984. Kinds and abundance of fish larvae in the Caribbean Sea and adjacent areas. *NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-776*. 54p.
- Richards, W. J. 1985. Status of the identification of the early life stages of fishes. *Bull. Mar. Sci.* 37: 756-760.
- Richards, W. J. 1989. Preliminary guide to the identification of the early life history stages of scombroid fishes of the Western Central Atlantic. *NOAA Tech. Rep. Memor. NMFS-SEFC-240*. 101p.
- Richards, W. J. 1992. Revised list of the fishes of the Western Central Atlantic and the status of early life stage information. *NOAA Technical Reports Memorandum NMFS-SEFC-267*. 88 p.
- Richards, W. J. & T. Potthoff. 1974. Analysis of the taxonomic characters of Young Scombrid fishes, Genus *Thunnus*. In: J.H.S. Blaxter (ed.) *The Early Life History of Fish*. Springer-Verlag, Berlin: 623-648.
- Richards, W. J. & A. Ropke. 1997. Guide for the identification of the early life history stages of fishes of the Family Serranidae of the Western Central Atlantic. *NOAA Tech. Rep. Memor. NMFS-SEFSC:1-158*.
- Richards, W. J., Miller, J. V. & E. D. Houde. 1974. Eggs and larval development of the Atlantic thread herring, *Opisthonema oglinum*. *Fish. Bull.* 72: 1123-1136.
- Richards, W. J., Leming, T., McGowan, M. F., Lamkin, J. T. & S. Kelley. 1989. Distribution of fish larvae in relation to hydrographic features of the Loop Current boundary in the Gulf of Mexico. *Rapp. P.-v Réun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 191: 169-176.
- Richards, W. J., McGowan, M. F., Leming, T., Lamkin, J. T. & S. Kelley. 1993. Larval fish assemblages at the Loop Current Boundary in the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 475-537.
- Richards, W.J., Lindeman, K. C., Shultz, J.L., Leis, J. M., Ropke, A., Clarke, E. & B. H. Comyns. 1994. Preliminary guide to the identification of the early life history stages of Lutjanids fishes of the Western Central Atlantic. *NOAA Tech. Rep. Mem. NMFS-SEFSC-345:1-49*
- Richardson, S. L. & E. B. Joseph. 1973. Larvae and young of Western North Atlantic Bothid flatfishes *Etropus microstomus* and *Citharichthys arctifrons* in the Chesapeake Bight. *Fis. Bull.* 77: 735-767.
- Richardson, S. L., Laroche, J. L. & M. D. Richardson. 1980. Larval fish assemblages and associations in the north-east Pacific ocean along the Oregon coast, Winter-Spring 1972-1975. *Estuarine Coastal Mar. Sci.* 11: 671-699.
- Robertson, D. R., Green, D. G. & B. Victor. 1988. Temporal coupling of production and recruitment of larvae of a Caribbean Reef fish. *Ecol.* 69(2): 370-381.
- Robin, R., Bailey, R.M., Bond, C. E., Brooker, R., Lachner, E. A., Lea, R. N. & W. B. Scott. 1991. *Common and Scientific Names of Fishes from the United States and Canada*. Edited by American Fisheries Society, Special Publication 20. Maryland, U.S. 183p.
- Rodríguez-Martínez, R. E. 1993. Efectos de un ciclón en la estructura de corales escleractinios. Tesis Licenciatura, ENEP-Iztacala, Univ. Nal. Autón. México. 64 p.
- Rougerie, F. 1985. The New Caledonian South-West Lagoon: circulación, hydrological especificity and productivity. *Proc.Fifth Int. Coral Reef Cong.* 6:17-22
- Ruiz-Rentería, F., Van Tussenbroek, B. I. & E. Jordán. 1998. Caribbean coral reef, seagrass and mangrove sites, Puerto Morelos, Quintana Roo, Mexico. Edited by CARICOMP, UNESCO Paris: 57-66.
- Russell, F. S. 1976. *The Eggs and Planktonic Stages of British Marine Fishes*. Academic Press, Inc. London. 524 p.
- Sale, P. F. 1980. *The Ecology of Fishes on Coral Reef*. Academic Press, Inc. San Diego. 725p.

- Sale, P. F. 1991. Reef fish communities: open nonequilibrium system. In: Sale, P. (ed.) *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Academic Press, Inc. San Diego, U.S. 564-598.
- Sameoto, D. D. 1984. Environmental factors influencing diurnal distribution of zooplankton and Ichthyoplankton. *J. Plankton Res.* 6(5): 767-790.
- Sánchez-Ramírez, M. & C. Flores-Coto. 1993. Desarrollo larvario y clave de identificación de algunas especies de la familia Carangidae (Pisces) del sur del Golfo de México. *An. Inst. Cien. Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México.* 20(1): 1-21.
- Sánchez-Velasco, L. 1991. Asociaciones de larvas de peces en la plataforma de Yucatán y mar Caribe mexicano durante la época cálida. Tesis Maestría. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 110 p.
- Sánchez-Velasco, L. & 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.
- Sánchez-Velasco, L. & U. Ordóñez-López. 1989. Composición de las larvas de peces en la zona arrecifal frente a Puerto Morelos, Quintana Roo. México. In: Resúmenes del X Congreso Nacional de Zoología. México, D.F., 25 al 28 de octubre de 1989. 110 p.
- Sanvicente-Añorve, L. 1990. Comunidades ictioplanctónicas en el suroeste del Golfo de México. Tesis Maestría en Ciencias del Mar. UACPyP-CCH, ICMyl de la Univ. Nal. Autón. México. 49 p.
- Sanvicente-Añorve, L., Flores-Coto, C. & L. Sánchez-Velasco. 1998. Spatial and seasonal patterns of larval fish assemblages in the southern Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 62: 17-30.
- Sanvicente-Añorve, L., Flores-Coto, C. & X. Chiappa-Carrara. 2000. Temporal and spatial scales of ichthyoplankton distribution in the Southern Gulf of Mexico. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 51: 463-475.
- Savino, J. F. & R. A. Stein, 1982. Predator-prey interaction between largemouth bass and bluegills as influenced by simulated, submersed vegetation. *Trans. Am. Fish. Soc.* 111: 255-256.
- Schmitt, P. D. 1986. Feeding by larvae of *Hypoatherina tropicalis* (Pisces: Atherinidae) and its relation to prey availability in One Tree Lagoon, Great Barrier Reef, Australia. *Environm. Biol. Fishes*, 16: 79-94.
- Schmitter-Soto, J. J. 1995. Ictiofauna arrecifal de las costa sur de Quintana Roo. No publicado. Informe Técnico Final a CONABIO (Proyecto: B015). El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. 25 p.
- Schmitter-Soto, J. J., Vásquez-Yeomans, L., Aguilar-Perera, A., Curiel-Mondragón, C. & J. Caballero-Vázquez. 2000. Lista de peces marinos del Caribe mexicano. *An. Inst. Biol., Univ. Nal. Autón. México, Ser. Zool.* 71(2): 143-177.
- Secretaría de Marina. 1978a. Estudio geográfico de la región de Cozumel, Quintana Roo. Editado por la Dirección General de Oceanografía, S. Marina, México. 20 p.
- Secretaría de Marina. 1978b. Estudio geográfico de la región de Isla Mujeres y Cancún, Quintana Roo. Editado por la Dirección General de Oceanografía, S. Marina. México. 25 p.
- Segura-Puertas, L. 1992. Cnidarios (Hydrozoa y Scyphozoa) del Caribe mexicano. In: Navarro D. y E. Suárez-Morales (eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo*. Vol. II: 35-41.
- Segura-Puertas, L. 1995. Algunas consideraciones sobre las agregaciones espaciales de *Linuche unguiculata* (Scyphozoa). In: *Planctología Mexicana*. Boletín Informativo de la Soc. Mexicana de Planctología A.C. Número 5.
- Segura-Puertas, L. & U. Ordóñez-López, 1994. Análisis de la comunidad de medusas (Cnidaria) de la región oriental del Banco de Campeche y el Caribe mexicano. *Caribb. J. Sci.* 30 (1-2): 104-115.
- Shapiro, D. Y., Hensley, D. A. & R. Appeldoorn. 1988. Pelagic spawning and eggs transport in coral-reefs fishes: a skeptical overview. *Environ. Biol. Fish.* 22: 3-14.
- Shaw, R. F. & D. L. Drullinger. 1990. Early-Life-History Profiles Seasonal Abundance, and Distribution of Four Species of Clupeid Larvae

- from the Northern Gulf of Mexico, 1982 and 1983. NOAA Technical Report NMFS-88. 60 p.
- Sih, A. 1997. To hide or not to hide? Refuge use in a fluctuating environment. *Trends in Ecology and Evolution* 12(10): 375-376.
- Smith, D.G. 1979. Guide to the leptocephali (Elopiformes, Anguilliformes, and Notacanthiformes). NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 424. 39 p.
- Smith, D.G. 1980. Early larvae of the tarpon, *Megalops atlantica* Valenciennes (Pisces: Elopidae), with notes on spawning in the Gulf of Mexico and the Yucatan Channel. *Bull. Mar. Sci.* 30(1): 136-141.
- Smith, D.G. & M. Leiby. 1980. The larvae of the congrid eel *Acromycter alcoki* (Pisces: Anguilliformes), and the distinction between congrid and ophichthid larvae. *Proc. Biol. Soc. Washington* 93: 388-394.
- Smith, P. E. & S. L. Richardson. 1977. *Standard Techniques for Pelagic Fish Egg Larval Surveys*. FAO. Fish. Tech. Pap. No. 175. 107 p.
- Smith, W., Berrien, P. & T. Potthoff. 1994. Spawning patterns of bluefish, *Pomatomus saltatrix*, in the Northeast Continental Shelf ecosystem. *Bull. Mar. Sci.* 54(1): 8-16
- Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. 1980. *Statistical Methods*. 7th ed. Iowa State University Press, Ames Iowa. 507 p.
- Sorokin Y. I. 1995. *Coral Reef Ecology*. 1th ed. Springer, Germany. 465 p.
- StatSoft, Inc. 1993. STATISTICA for Windows [Computer Program Manual]. Tulsa, OK: Statsoft, Inc., 1993. Tulsa US.
- Steedman, H.F. 1981. Fijación y preservación del zooplancton marino *in toto*. In: Boltovskoy D. (ed.) *Atlas de Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino*. Publ. Esp. INIDEP, Mar de la Plata, Argentina: 117-128
- Stephenson, W. & M. C. Dredge. 1976. Numerical analysis of fish catches from Serpentine Creek. In: *Proceeding of the Royal Society of Queensland* 87: 33-43.
- Stephenson, W., Raphael, Y. I. & S. D. Cooks. 1976. The macrobenthos of Bramble Bay, Moreton Bay, Queensland. In: *Memoirs of the Queensland Museum, Australia* 17: 425-447.
- Stobutzky, I. C. & D. R. Bellwood. 1997. Sustained swimming abilities of the late pelagic stages of coral reef fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 149: 35-41.
- Stobutzky, I.C. & D.R. Bellwood. 1998. Nocturnal orientation to reefs by late pelagic stage coral reef fishes. *Coral Reefs* 17: 103-110.
- Suárez-Morales, E. 1989. Composición, distribución, abundancia y zoogeografía de los copépodos pelágicos (Crustacea) del Golfo de México y Mar Caribe. Tesis Doctoral en Ciencias. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 540 p.
- Suárez-Morales, E. 1990. Copépodos planctónicos (Crustacea) de la Bahía de la Ascensión, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, México. In: Navarro D. y J. Robinson (eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Cen. Inv. Quintana Roo: 215-238.
- Suárez-Morales, E. & M. Elías-Gutiérrez. 1992. Cladóceros (Crustacea: Brachiopoda) de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo y zonas adyacentes. In: Navarro, D. y E. Suárez-Morales (eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Cen. Inv. Quintana Roo, Vol. II: 145-162.
- Suárez-Morales, E. & R. Gasca-Serrano. 1990. Variación diel del zooplancton asociado a praderas de *Thalassia testudinum* en una laguna arrecifal del Caribe mexicano. *Univer. y Cien.* 7(13): 57-64.
- Suárez-Morales, E. Hernández, & R. Gasca-Serrano. 1990. Quetognatos (Chaetognatha) de la Bahía de la Ascensión. Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. In: Navarro, D. y J. Robinson (eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Cen. Inv. Quintana Roo: 137-146.
- Thompson, R. O. & T. J. Golding. 1981. Tidally induced "upwelling" by Great Barrier Reef. *J. Geoph. Res.* 86C: 6517-6521.

- Thompson, R. O. & E. J. Wolansky. 1984. Tidal periodo upwelling within Raine Island entrance Great Barrier Reef. *J. Mar. Res.* 42: 787-808.
- Thorrington, S.M. 1971. West Indian Ocean phytoplankton: a numerical investigation of phytohydrographic regiones and their characteristic phytoplankton associations. *Mar. Biol.* 9: 115-137.
- Thresher, R. E. 1984. *Reproduction in Reef Fishes*. T. F. H. Publications. Neptune City, N. Jersey. 399p.
- Torres-Mejía, E. 1991. Zonación de macroalgas bentónicas en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 64 p.
- Torruco-Gómez, D. 1996. Análisis de calidad del agua y monitoreo biológico del sitio de CALICA, Quintana Roo. No publicado. 1er. Informe Técnico a CALICA. Dpto. Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN. U. Mérida. 70 p.
- Torruco-Gómez, D. 1997. Análisis de calidad del agua y monitoreo biológico del sitio de CALICA, Quintana Roo. No publicado. 2do. Informe Técnico a CALICA. Dpto. Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN, U. Mérida. 75 p.
- Tucker, J. W. 1982. Larval development of *Citharichthys cornutus*, *C. gymnorhinus*, *C. spilopterus* and *Etropus crossotus* (Bothidae) with notes on larval occurrence. *Fish. Bull.* 80(1): 35-73.
- Tunnell, J.W., Rodríguez, A. A., Lehman, R. L. & C. R. Beaver. 1993. An ecological characterization of the southern Quintana Roo coral reef system. Unpublished. Center for Coastal Studies, Texas A&M University, U.S. 161p.
- UNESCO, 1976. *Zooplankton Fixation and Preservation*. Monographs on Oceanographic methodology 4. Edited by UNESCO, Paris. 134 p.
- UNESCO, 1979. *Zooplankton Sampling*. Monographs on Oceanographic methodology 2. Edited by UNESCO, Paris. 174 p.
- Valiela, I. 1984. *Marine Ecological Processes*. Springer-Verlag, New York. U.S. 546 p.
- Van Tussenbroek, B. I. 1995. *Thalassia testudinum* leaf dynamics in a Mexican Caribbean coral reef lagoon. *Mar. Biol.* 122: 33-40.
- Vásquez-Yeomans, L. 1990. Larvas de peces de la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. In: Navarro D. y J. Robinson (eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Cen. Inv. Quintana Roo: 321-330.
- Vásquez-Yeomans, L. & M. A. González-Vera. 1992. Peces marinos de las costas de Quintana Roo: un listado preliminar. In: Navarro D. y E. Suárez-Morales (eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CICRO, Vol. II: 361-373.
- Vásquez-Yeomans, L., Ordóñez-López, U. & E. Cordero-Sosa. 1998. Fish larvae adjacent to coral reef in the Western Caribbean Sea off Mahahual, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 62(1): 229-245.
- Vásquez-Yeomas, L., Ordóñez-López, U., Quintal-Lizama, C. & M. Ornelas-Roa. 2003. A preliminary fish larvae survey in Banco Chinchorro. *Bull. Mar. Sci.* 73(1): 141-152
- Vásquez-Yeomans, L., Richards, W. J. & M. A. González-Vera. 1992. Fish larvae of Quintana Roo coastal and off-shore waters. In: Navarro D. y E. Suárez-Morales (eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Cen. Inv. Quintana Roo, Vol. II: 287-304.
- Vásquez-Yeomans, L., González-Vera, M. A., Gasca-Serrano, R., Suárez-Morales, E., Hernández-Flores, R. M. & I. Castellanos-Osorio. 1993. El ictioplancton costero del Caribe mexicano: Análisis comparativo de dos bahías. No publicado. Informe Final a CONACyT, Proyecto: CIQRO/CONACyT (D112-904520). Centro de Investigaciones de Quintana Roo. 189p.
- Victor, B. 1986. Larval settlement and juvenile mortality in a recruitment limited coral reef fish population. *Ecol. Monogr.* 56: 145-160.
- Vokes, H. & E. Vokes. 1983. *Distribution of Shallow-Water Marine Mollusca, Yucatan Peninsula, Mexico*. Plates 1 to 50. Edited by Mesoamerican Ecology Institute. Tulane University, New Orleans 54. 68 p.

- Wang, J.C. & R.J. Kernehan. 1979. *Fishes of the Delaware estuaries, a guide to the early life histories*. Edited by Ecological Analysts Inc. Towson MD. 410p.
- Watson, W. 1974. Diel changes in the vertical distributions of some common fish larvae in Southern Kaneohe Bay, Oahu Hawaii. M. Sc. Thesis, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii. 175p.
- Watson, W. & R. L. Davis. 1989. Larval fish diets in shallow coastal waters off San Onofre, California. *Fish. Bull.* 87(3): 569-592.
- Watson W. & J. M. Leis. 1974. Ictioplankton of Kaneohe Bay, Hawaii: a one-year study of fish eggs and larvae. Edited by University of Hawaii Sea Grant Program, Honolulu, Tech. Rep. TR-75-01. 178 p.
- Weidie, A. E. 1985. Geology of the Yucatan platform. In: Ward, W.C., Weidie, A. E. & W. Back (eds.) *Geology and hidrogeology of the Yucatan and Quaternary Geology of Northeastern Yucatan Peninsula*. New Orleans. Geol. Soc. 1985: 1-19.
- Weihaupt, J. G. 1984. *Exploration of the Oceans. An Introduction to Oceanography*. MacMillan Publishing Co., Inc., London. 640 p.
- Weinstein, M. P. 1979. Shallow marsh habitats as primary nurseries for fishes and shelfish, Cape Fear River, North Carolina. *Fish. Bull.* 77: 339-358.
- Whitehead, J. P. 1985. FAO species catalogue. Clupeoid Fishes of the World (suborder Clupeoidei). An Annotated and illustrated Catalogue of the Herrings, sardines, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. Edited by FAO Fisheries Synopsis (125) Vol. 7 Part 1 Rome: 1-303.
- Whitehead, J. P., Nelson, G. & T. Wongratana. 1988. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid Fishes of the World (suborder Clupeoidei). An Annotated and illustrated Catalogue of the herrings, sardines, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 2. Engraulidae. Edited by FAO Fisheries Synopsis (125) Vol. 7 Part 2 Rome: 305-579.
- Williams, D. McB., Dixon, P. & S. English. 1988. Cross-shelf distribution of copepods and fish larvae across the central Great Barrier Reef. *Mar. Biol.* 99: 577-589
- Williams, W. T., Lance, G. N., Webb, L. J. & J. G. Tracey. 1973. Studies in the numerical analysis of complex rain forest communities. VI. Models for Classification of Quantitative Data. *J. Ecol.* 61(1): 47-70.
- Williams, D., Wolanski, E. & J. C. Andrews. 1984. Transport mechanisms and the potential movement of planktonic larvae in the central region of the Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 3: 229-236.
- Wolansky, E. & W. M. Hammer. 1988. Topographically controlled fronts in the ocean and their biological influence. *Science* 241: 177-181.
- Wolansky, E. & G. L. Pickard. 1983. Upwelling by internal tides and Kelvin waves at the continental shelf break on the Great Barrier Reefs. *Aust. J. Mar Freshw. Res.* 34: 65-80.
- Wolansky, E., Jupp, D. L. & G. L. Pickard. 1986. Currents and coral reef. *Oceanus* 29(2): 83-89.
- Woodin, S. A. 1978. Refuges, disturbance and community structure: A marine soft-bottom example. *Ecol.* 59(2): 274-284.
- Wootton, R. J. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall, London. 404 p.
- Yevseyenko, S. A. 1976. Larvae of *Bothus ocellatus* from the North-Western Atlantic. *J. Ichth.* 16(4): 599-605.
- Young, P. C., Leis, J. M. & H. Hausfelf. 1986. Seasonal and spatial distribution of fish larvae in waters over the North West Continental Shelf of Western Australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 31: 209-222.
- Zamponi, M. O., Suárez-Morales, E. & R. Gasca-Serrano. 1990. Hidromedusas (Coelenterata: Hydrozoa) de la Bahía de la Ascensión. Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. In: Navarro D. y J. Robinson (eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Cen. Inv. Quintana Roo: 100-108.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, N.Jersey U.S. 718 p.

Zlatarsky, V. N. 1985. Escleractíneos. *In*: Atlas de los Arrecifes Coralinos del Sureste Mexicano. No publicado. Informe final del Dpto. Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. 285 p.

# ANEXOS

Fecha, sitios de recolecta, número y abundancia de huevos y larvas de peces frente a Puerto Morelos, Quintana Roo: Ciclo 1990 - 1991.

Fecha		Playa				Cresta			
Mes/Año	Día	No. huevos	org/m <sup>3</sup>	No. larvas	org/m <sup>3</sup>	No. huevos	org/m <sup>3</sup>	No. larvas	org/m <sup>3</sup>
Sep. 90	15			61	0.122	2	0.004	117	0.234
	21			35	0.070				
	27			60	0.120	12	0.024	85	0.170
Oct. 90	4	53	0.106	17	0.034	6	0.012	31	0.062
	18	60	0.120	132	0.264	75	0.150	216	0.432
	25	17	0.034	22	0.044	51	0.102	83	0.166
Nov. 90	22	61	0.122	93	0.186	21	0.042	51	0.102
Dic. 90	4	111	0.222	14	0.028	5	0.010	17	0.034
	16	25	0.050	31	0.062	14	0.028	67	0.134
	22	17	0.034	15	0.030	71	0.142	44	0.088
Ene. 91	5	4	0.008	3	0.006	31	0.062	13	0.026
	12	1	0.002	28	0.056	13	0.026	28	0.056
	21	1	0.002	21	0.042	96	0.192	47	0.094
Feb. 91	1	34	0.068	17	0.034	31	0.062	11	0.022
	9	2	0.004	17	0.034	153	0.306	58	0.116
	16	297	0.594	25	0.050	58	0.116	67	0.134
Mar. 91	28	338	0.676	8	0.016	8	0.016	5	0.010
	10	9	0.018	21	0.042	96	0.192	2	0.004
	23	34	0.068	9	0.018	72	0.144	29	0.058
Abr. 91	31					60	0.120	19	0.038
	6	17	0.034	439	0.878	70	0.140	106	0.212
	11	98	0.196	143	0.286	211	0.422	220	0.440
	15	24	0.048	74	0.148	120	0.240	157	0.314
	21	2	0.004	32	0.064	219	0.438	17	0.034
	23					105	0.210	140	0.280
	24	81	0.162	19	0.038	164	0.328	37	0.074
May. 91	30	42	0.084	50	0.100	64	0.128	202	0.404
	2	193	0.386	30	0.060	155	0.310	110	0.220
	6	10	0.020	139	0.278	86	0.172	215	0.430
	23	336	0.672	68	0.136	185	0.370	149	0.298
	27	53	0.106	15	0.030	77	0.154	20	0.040
Jun. 91	31	108	0.216	64	0.128	520	1.040	160	0.320
	4	7	0.014	115	0.230	305	0.610	210	0.420
	8	441	0.882	195	0.390	429	0.858	480	0.960
	11	98	0.196	267	0.534	173	0.346	513	1.026
	15	3	0.006	261	0.522	67	0.134	457	0.914
	26	40	0.080	17	0.034	18	0.036	73	0.146
Jul. 91	28	60	0.120	18	0.036			196	0.392
	6	9	0.018	28	0.056			86	0.172
	12	118	0.236	87	0.174	79	0.158	229	0.458
	22	111	0.222	33	0.066	113	0.226	51	0.102
	28	11	0.022	52	0.104	82	0.164	39	0.078
Ago. 91	2	2	0.004	69	0.138	51	0.102	157	0.314
	17	55	0.110	13	0.026	14	0.028	16	0.032
	24					9	0.018	65	0.130
	26	45	0.090	41	0.082			101	0.202
	28	6	0.012	41	0.082			51	0.102
Sep. 91	30	7	0.014	41	0.082	71	0.142	99	0.198
	2	11	0.022	392	0.784	20	0.040	582	1.164
	5	1	0.002	79	0.158	24	0.048	247	0.494
	9	1	0.002	156	0.312	4	0.008	163	0.326
	13	2	0.004	143	0.286	6	0.012	68	0.136
	18	1	0.002	50	0.100	11	0.022	66	0.132
	24	15	0.030	97	0.194	7	0.014	1	0.002
	Total		3072	6.144	3897	7.794	4334	8.668	6473

Estación de Playa. Posición: 20° 51' 43" LN, 86° 54' 41" LO. Hora de recolecta: 18.00 hrs. Profundidad: 3 m.

Estación de Cresta. Posición: 20° 51' 35" LN, 86° 54' 25" LO. Hora de recolecta: 19:00 hrs. Profundidad: 4 m

Fecha, hora de recolecta y abundancia de huevos y larvas de peces frente a Puerto Morelos, Q. Roo: Ciclo: 1992-1993

Fecha		Hora	Abundancia			
Mes/año	Día	(am/pm)	No. huevos	org/m <sup>3</sup>	No. larvas	org/m <sup>3</sup>
May. 92	28	09:00	8	0.016	32	0.064
	28	12:00	11	0.022	20	0.040
	28	15:00	8	0.012	37	0.074
	28	18:00	8	0.016	574	1.148
	28	21:00	75	0.150	610	1.220
	28	24:00	2	0.004	728	1.456
	29	03:00	128	0.256	421	0.842
	29	06:00	9	0.018	18	0.036
Jun. 92	29	09:00	14	0.028	16	0.032
	29	12:00	14	0.028	10	0.020
	29	15:00	90	0.180	29	0.058
	29	18:00	25	0.050	110	0.220
	29	21:00	231	0.462	236	0.472
	29	24:00	155	0.310	228	0.456
	30	03:00	98	0.196	124	0.248
	30	06:00	53	0.106	5	0.010
Jul. 92	3	09:00	35	0.070	28	0.056
	3	12:00	18	0.032	9	0.018
	3	15:00	21	0.042	23	0.046
	3	18:00	83	0.166	106	0.210
	3	21:00	148	0.296	167	0.334
	3	24:00	155	0.310	197	0.394
	4	03:00	79	0.158	88	0.176
	4	06:00	12	0.024	7	0.014
Ago. 92	6	09:00	31	0.062	34	0.068
	6	12:00	17	0.034	11	0.022
	6	15:00	6	0.012	2	0.004
	6	18:00	66	0.132	73	0.146
	6	21:00	152	0.304	112	0.224
	6	24:00	178	0.356	166	0.332
	7	03:00	101	0.202	95	0.190
	7	06:00	37	0.074	24	0.048
Sep. 92	3	09:00	9	0.018	69	0.138
	3	12:00	13	0.026	44	0.088
	3	15:00	3	0.006	41	0.082
	3	18:00	4	0.008	8	0.016
	3	21:00	12	0.024	92	0.184
	3	24:00	1	0.002	78	0.156
	4	03:00			3	0.006
	4	06:00	22	0.044	127	0.254
Oct. 92	6	09:00	1	0.002	4	0.008
	6	12:00	2	0.004	4	0.008
	6	15:00	7	0.014	10	0.020
	6	18:00	14	0.028	7	0.014
	6	21:00	29	0.058	23	0.046
	6	24:00	237	0.474	49	0.098
	7	03:00	150	0.300	101	0.202
	7	06:00	5	0.010	12	0.024
Nov. 92	17	09:00			1	0.002
	17	12:00	51	0.102	97	0.194
	17	15:00	32	0.064	137	0.274
	17	18:00	69	0.138	242	0.484
	17	21:00	54	0.108	1004	2.008
	27	24:00	32	0.064	970	1.940
	18	03:00	42	0.084	661	1.322
	18	06:00	154	0.308	184	0.368
Dic. 92	5	09:00	20	0.040	40	0.080
	5	12:00	9	0.018	45	0.090
	5	15:00	17	0.034	17	0.034
	5	18:00	15	0.030	13	0.026
	5	21:00	180	0.360	196	0.392
	5	24:00	38	0.076	312	0.624
	6	03:00	44	0.088	390	0.780
	6	06:00	45	0.090	127	0.254
Ene. 93	13	09:00	13	0.026	24	0.048
	13	12:00	6	0.012	3	0.006
	13	15:00	12	0.024	14	0.028
	13	18:00	26	0.052	9	0.018
	13	21:00	360	0.720	40	0.080
	13	24:00	16	0.032	32	0.064
	14	03:00	36	0.072	54	0.108
	14	06:00	14	0.028	33	0.066
Feb. 93	24	09:00	40	0.080	12	0.024
	24	12:00	28	0.056	9	0.018
	24	15:00	19	0.038	21	0.042
	24	18:00	28	0.056	9	0.018
	24	21:00	87	0.174	78	0.156
	24	24:00	167	0.334	71	0.142
	25	03:00	176	0.352	119	0.238
	25	06:00	51	0.102	19	0.038
Mar. 93	23	09:00	73	0.146	32	0.064
	23	12:00	1	0.002	1	0.002
	23	15:00	56	0.112	44	0.088
	23	18:00	132	0.264	10	0.020
	23	21:00	211	0.422	169	0.338
	23	24:00	202	0.404	153	0.306
	24	03:00	196	0.392	149	0.298
	24	06:00	191	0.382	57	0.114
Abr. 93	20	09:00	65	0.130	7	0.014
	20	12:00	33	0.066	19	0.038
	20	15:00	53	0.106	17	0.034
	20	18:00	61	0.122	9	0.018
	20	21:00	53	0.106	107	0.214
	20	24:00	44	0.088	93	0.186
	21	03:00	72	0.144	74	0.148
	21	06:00	82	0.164	22	0.044
Total			5999	11.998	10057	21.914

Estación media. Posición: 20° 51' 39" LN, 86° 54' 35" LO. Profundidad: 3-4 m

**Arreglo sistemático de las larvas de peces recolectadas en el área arrecifal frente a Puerto Morelos, Quintana Roo (1990-1993) y el autor de la descripción de acuerdo con Robin et al. (1991)**

**1. Clase Actinopterygii**

1. Subclase Neopterygii

1. Orden Elopiformes

1. Familia Elopidae

1. Género *Elops* Linnaeus, 1766

1. Especie *Elops saurus* Linnaeus, 1766

2. Familia Megalopidae

2. Género *Megalops* Jordan y Evermann, 1896

2. Especie *Megalops atlantica* (Valenciennes, 1847)

2. Orden Albuliformes

1. Suborden Albuloidei

3. Familia Albulidae

3. Género *Albula* Scopeli, 1777

3. Especie *Albula vulpes* (Linnaeus, 1758)

3. Orden Anguilliformes

2. Suborden Anguilloidei

4. Familia Muraenidae

4. Género *Gymnothorax* Bloch, 1795

4. Especie *Gymnothorax nigromarginatus* (Girard, 1859)

5. Especie *Gymnothorax* sp

3. Suborden Congroidei

5. Familia Ophichthidae

5. Género *Anarchias*

6. Especie *Anarchias yoshiae* Kanazawa

6. Género *Myrophis* Lutken, 1851

7. Especie *Myrophis punctatus* Lutken, 1851

7. Género *Ophichthus* Ahl, 1789

8. Especie *Ophichthus cruentifer* (Godde y Bean, 1896)

9. Especie *Ophichthus* cf. *ophis* \* (Linnaeus, 1758)

6. Familia Congridae

8. Género *Heteroconger*

10. Especie *Heteroconger halis* (Bohlke, 1957)

4. Orden Clupeiformes

4. Suborden Clupeoidei

7. Familia Engraulidae

9. Género *Anchoa* Jordan y Evermann, 1927

11. Especie *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758)

12. Especie *Anchoa lamprotaenia* Hildebrand, 1943

13. Especie *Anchoa* sp

10. Género *Engraulis*

14. Especie *Engraulis eurystole* (Swain y Meek, 1884)

8. Familia Clupeidae

11. Género *Harengula* Valenciennes, 1847

15. Especie *Harengula jaguana* Poey, 1865

16. Especie *Harengula* cf. *humeralis* \* (Cuvier, 1829)

12. Género *Jenkinsia* Jordan y Evermann, 1896

17. Especie *Jenkinsia lamprotaenia* (Gosse, 1851)

18. Especie *Jenkinsia* cf. *stolifera* \* (Jordan y Gilbert, 1884)

13. Género *Opistonema* Gill, 1861

19. Especie *Opistonema oglinum* (Lesueur, 1817)

14. Género *Sardinella* Valenciennes, 1847

20. Especie *Sardinella anchovia* (Valenciennes, 1847)

5. Orden Stomiiformes

5. Suborden Gonostomatoidei

9. Familia Gonostomatidae

15. Género *Cyclothone* Goode y Bean, 1883

21. Especie *Cyclothone* sp

6. Orden Aulopiformes
  6. Suborden Alepisauroides
    10. Familia Synodontidae
      16. Género *Synodus* Gronovius, 1763
      22. Especie *Synodus foetens* (Linnaeus, 1766)
7. Orden Myctophiformes
  11. Familia Myctophidae
    17. Género *Ceratoscopelus* Gunther, 1864
      23. Especie *Ceratoscopelus warmingii* (Lutken, 1892)
    18. Género *Diaphus* Eigenmann y Eigenmann, 1890
      24. Especie *Diaphus* cf. *rafinesqui* \* (Cocco, 1838)
      25. Especie *Diaphus* sp
    19. Género *Lepidophanes* Fraser-Brunner, 1949
      26. Especie *Lepidophanes gaussi* Brauer, 1906
      27. Especie *Lepidophanes guentheri* Goode y Bean, 1896
    20. Género *Taaningichthys* Bolin, 1959
      28. Especie *Taaningichthys minimus* Taning, 1928
8. Orden Ophidiiformes
  7. Suborden Ophidioidei
    12. Familia Ophidiidae
      21. Género *Lepophidium* Gill, 1863
        29. Especie *Lepophidium cervinum* (Goode y Bean, 1885)
9. Orden Lophiiformes
  8. Suborden Antennariioidei
    13. Familia Antennariidae
      22. Género *Histrio* Fischer, 1813
        30. Especie *Histrio histrio* (Linnaeus, 1758)
10. Orden Mugiliformes
  14. Familia Mugilidae
    23. Género *Mugil* Linnaeus, 1758
      31. Especie *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758
11. Orden Atheriniformes
  15. Familia Atherinidae
    24. Género *Atherinomorus* Fowler, 1903
      32. Especie *Atherinomorus stipes* (Muller y Troschel, 1847)
    25. Género *Hypoatherina* Whitley, 1934
      33. Especie *Hypoatherina harringtonensis* (Goode, 1877)
    26. Género *Membras* Bonaparte, 1837
      34. Especie *Membras martinica* (Valenciennes, 1835)
  16. Familia Atherinopsidae
    27. Género *Menidia* Bonaparte, 1836
      35. Especie *Menidia beryllina* (Cope, 1866)
      36. Especie *Menidia menidia* (Linnaeus, 1766)
12. Orden Beloniformes
  9. Suborden Belonoidei
    17. Familia Belonidae
      28. Género *Ablennes* Jordan y Fordice, 1887
        37. Especie *Ablennes hians* (Valenciennes, 1846)
      29. Género *Strongylura* Van Hasselt, 1823
        38. Especie *Strongylura marina* (Walbaum, 1792)
      30. Género *Tylosurus* Cocco, 1833
        39. Especie *Tylosurus acus* (Lacépède, 1803)
        40. Especie *Tylosurus crocodilus* (Peron y Lesueur, 1821)
    18. Familia Exocoetidae
      31. Género *Cypselurus* Swainson, 1838
        41. Especie *Cypselurus furcatus* (Mitchill, 1815)
      32. Género *Exocoetus* Linnaeus, 1758
        42. Especie *Exocoetus volitans* Linnaeus, 1758
      33. Género *Hirundichthys* Breder, 1928
        43. Especie *Hirundichthys* cf. *speculiger*
    19. Familia Hemiramphidae
      34. Género *Hemiramphus*

44. Especie *Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758)
35. Género *Hyporhamphus* Cuvier, 1817
45. Especie *Hyporhamphus unifasciatus* Ranzani, 1842
36. Género *Oxyporhamphus* Gill, 1863
46. Especie *Oxyporhamphus micropterus* (Velenciennes, 1846)
13. Orden Beryciformes
10. Suborden Holocentroidei
20. Familia **Holocentridae**
37. Género *Holocentrus* (Gronovius, 1763)
47. Especie *Holocentrus* sp1
48. Especie *Holocentrus* sp2
14. Orden Gasterosteiformes
11. Suborden Sungnathoidei
21. Familia **Syngnathidae**
38. Género *Bryx* Herald 1940
49. Especie *Bryx* cf. *dunckeri* \* Metzelaar, 1919
39. Género *Cosmocampus* Dawson, 1979
50. Especie *Cosmocampus* cf. *elucens* \*
40. Género *Hippocampus* Rafinesque, 1810
51. Especie *Hippocampus erectus* Perry, 1810
52. Especie *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933
53. Especie *Hippocampus zosterae* Jordan y Gilbert, 1882
41. Género *Syngnathus* Linnaeus, 1758
54. Especie *Syngnathus floridae* Jordan y Gilbert, 1882
55. Especie *Syngnathus springeri* Herald, 1942
15. Orden Scorpaeniformes
12. Suborden Dactylopteroidei
22. Familia **Dactylopteridae**
42. Género *Dactylopterus* Lacépede, 1802
56. Especie *Dactylopterus volitans* Linnaeus, 1758
13. Suborden Scorpaenoidei
23. Familia **Scorpaenidae**
43. Género *Scorpaena* Linnaeus, 1758
57. Especie *Scorpaena plumieri* Bloch, 1789
16. Orden Perciformes
14. Suborden Percoidei
24. Familia **Centropomidae**
44. Género *Centropomus* Lacépede, 1802
58. Especie *Centropomus undecimalis* Bloch, 1792
25. Familia **Serranidae**
45. Género *Anthias*
59. Especie *Anthias* cf. *tenuis* \* Nichols, 1920
60. Especie *Anthias nicholsi* Firth, 1933
46. Género *Diplectrum* Holbrook, 1855
61. Especie *Diplectrum* sp1
62. Especie *Diplectrum* sp2
47. Género *Serraniculus*
63. Especie *Serraniculus pumilio* Ginsburg, 1952
48. Género *Serranus* Cuvier, 1817
64. Especie *Serranus* sp
26. Familia **Pseudogrammidae**
49. Género *Pseudogramma*
65. Especie *Pseudogramma gregoryi* (Breder, 1927)
27. Familia **Priacanthidae**
50. Género *Priacanthus* Cuvier, 1817
66. Especie *Priacanthus* sp1
67. Especie *Priacanthus* sp2

28. **Familia Apogonidae**  
 51. Género *Apogon* Lacépede, 1802  
 68. Especie *Apogon* sp1  
 69. Especie *Apogon* sp2  
 70. Especie *Apogon* sp3
29. **Familia Pomatomidae**  
 52. Género *Pomatomus*  
 71. Especie *Pomatomus* cf. *saltatrix* Linnaeus, 1766
30. **Familia Rachycentridae**  
 53. Género *Rachycentron*  
 72. Especie *Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766
31. **Familia Carangidae**  
 54. Género *Caranx* Lacépede, 1802  
 73. Especie *Caranx crysos* Mitchell, 1815  
 74. Especie *Caranx hippos* Linnaeus, 1768  
 75. Especie *Caranx latus* Agassiz, 1829  
 55. Género *Elagatis*  
 76. Especie *Elagatis bippinulata* Quoy y Gaimard, 1824  
 56. Género *Oligoplites* Gill, 1863  
 77. Especie *Oligoplites saurus* Bloch y Schneider, 1801  
 57. Género *Selar* Bleeker, 1850  
 78. Especie *Selar crumenophthalmus* Bloch, 1793  
 58. Género *Selene* Lacépede, 1803  
 79. Especie *Selene vomer* Linnaeus, 1758  
 59. Género *Seriola*  
 80. Especie *Seriola rivoliana* Valenciennes, 1833  
 60. Género *Trachinotus* Lacépede, 1802  
 81. Especie *Trachinotus carolinus* Linnaeus, 1766
32. **Familia Lutjanidae**  
 61. Género *Lutjanus* Bloch, 1790  
 82. Especie *Lutjanus* cf.  *analis*\* Cuvier y Valenciennes, 1828  
 83. Especie *Lutjanus griseus* Linnaeus, 1758  
 84. Especie *Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758  
 62. Género *Ocyurus* Gill, 1862  
 85. Especie *Ocyurus chrysurus* Bloch, 1791
33. **Familia Gerreidae**  
 63. Género *Eucinostomus* Baird y Girard, 1857  
 86. Especie *Eucinostomus argenteus* Baird y Girard, 1855  
 87. Especie *Eucinostomus gula* Quoy y Gaimard, 1824  
 88. Especie *Eucinostomus* sp3  
 64. Género *Gerres* Cuvier, 1824  
 89. Especie *Gerres* cf. *cinereus* Walbaum, 1792  
 90. Especie *Gerres* sp2
34. **Familia Haemulidae**  
 65. Género *Haemulon* Cuvier, 1829  
 91. Especie *Haemulon aurolineatum* Cuvier, 1829  
 92. Especie *Haemulon plumieri* Lacépede, 1802  
 93. Especie *Haemulon* sp1  
 94. Especie *Haemulon* sp2  
 95. Especie *Haemulon* sp3
35. **Familia Sparidae**  
 66. Género *Archosargus* Gill, 1865  
 96. Especies *Archosargus probatocephalus* Walbaum, 1792
36. **Familia Sciaenidae**  
 67. Género *Odontoscion* Gill, 1862  
 97. Especie *Odontoscion dentex* Cuvier, 1830  
 68. Género *Umbrina* Cuvier, 1817  
 98. Especie *Umbrina coroides* Cuvier, 1830
37. **Familia Chaetodontidae**  
 69. Género *Chaetodon* Linnaeus, 1758  
 99. Especie *Chaetodon capistratus* Linnaeus, 1758

38. Familia Pomacanthidae  
70. Género *Pomacanthus* Lacépede, 1803  
100. Especie *Pomacanthus paru* Bloch, 1787
39. Familia Kyphosidae  
71. Género *Kyphosus*  
101. Especie *Kyphosus incisor* Cuvier, 1831  
102. Especie *Kyphosus sectatrix* Linnaeus, 1758
40. Familia Pomacentridae  
72. Género *Abudefduf* Forskal, 1775  
103. Especie *Abudefduf saxatilis* Linnaeus, 1758
15. Suborden Labroidei
41. Familia Labridae  
73. Género *Halichoeres* Ruppell, 1835  
104. Especie *Halichoeres bivittatus* Bloch, 1792  
105. Especie *Halichoeres radiatus* Linnaeus, 1758  
74. Género *Hemipteronotus* Lacépede, 1802  
106. Especie *Hemipteronotus cf. martinicensis* \* Valenciennes, 1839  
107. Especie *Hemipteronotus novacula* (Linnaeus, 1758)  
108. Especie *Hemipteronotus splendens* Castelnau, 1855  
75. Género *Thalassoma*  
109. Especie *Thalassoma bifasciatum* Bloch, 1791  
110. Especie *Thalassoma* sp
42. Familia Scaridae  
76. Género *Scarus*  
111. Especie *Scarus* sp1  
112. Especie *Scarus* sp2  
77. Género *Sparisoma* Swainson, 1831  
113. Especie *Sparisoma* sp1  
114. Especie *Sparisoma* sp2
16. Suborden Trachinoidei
43. Familia Uranoscopidae  
78. Género *Astroscopus* Brevoort 1860  
115. Especie *Astroscopus cf. y-graecum* \* Cuvier, 1829
17. Suborden Blennioidei
44. Familia Tripterygiidae  
79. Género *Enneanectes*  
116. Especie *Enneanectes* sp1  
117. Especie *Enneanectes* sp2  
118. Especie *Enneanectes* sp3  
119. Especie *Enneanectes* sp4  
120. Especie *Enneanectes* sp5
45. Familia Dactyloscopidae  
80. Género *Gillellus*  
121. Especie *Gillellus uranoidea* Bohlke 1968  
122. Especie *Gillellus jacksoni* Dawson 1982
46. Familia Labrisomidae  
81. Género *Labrisomus*  
122. Especie *Labrisomus nuchipinnis* Quoy y Gaimard, 1824  
124. Especie *Labrisomus* sp1  
125. Especie *Labrisomus* sp2  
126. Especie *Labrisomus* sp3  
82. Género *Paraclinus*  
127. Especie *Paraclinus* sp1  
128. Especie *Paraclinus* sp2  
83. Género *Stathmonotus*  
129. Especie *Stathmonotus hemphilli* Bean, 1885  
130. Especie *Stathmonotus stahli* (Evermann y Marsh, 1899)
47. Familia Chaenopsidae  
84. Género *Acanthemblemaria*  
131. Especie *Acanthemblemaria* sp1  
132. Especie *Acanthemblemaria* sp2  
133. Especie *Acanthemblemaria* sp3

48. Familia Blenniidae
85. Género *Hypsoblennius*  
134. Especie *Hypsoblennius hentz* Lesueur, 1825
86. Género *Lupinoblennius*  
135. Especie *Lupinoblennius nicholsi* (Tavolga, 1954)
87. Género *Ophioblennius*  
136. Especie *Ophioblennius* sp
88. Género *Parablennius*  
137. Especie *Parablennius* sp
18. Suborden Gobiesocoidei
49. Familia Gobiosocidae
89. Género *Gobiesox* Lacépede, 1800  
138. Especie *Gobiesox strumosus* Cope, 1870
90. Género *Acrytops*  
139. Especie *Acrytops beryllina* (Hildebrand y Ginsburg, 1927)
91. Género *Tomicodon*  
140. Especie *Tomicodon* sp
19. Suborden Callionymioidei
50. Familia Callionymidae
92. Género *Diplogrammus*  
141. Especie *Diplogrammus pauciradiatus* Gill, 1865
93. Género *Paradiplogrammus*  
142. Especie *Paradiplogrammus bairdi* Jordan, 1887
20. Suborden Gobioidi
51. Familia Gobiidae
94. Género *Bathygobius*  
143. Especie *Bathygobius* sp1  
144. Especie *Bathygobius* sp2
95. Género *Coryphoterus*  
145. Especie *Coryphoterus* sp
96. Género *Ctenogobius*  
146. Especie *Ctenogobius* sp1  
147. Especie *Ctenogobius* sp2  
148. Especie *Ctenogobius* sp3
97. Género *Gnatholepis*  
149. Especie *Gnatholepis thompsoni* Jordan 1902
98. Género *Gobionellus*  
150. Especie *Gobionellus* sp1  
151. Especie *Gobionellus* sp2
99. Género *Gobiosoma*  
152. Especie *Gobiosoma* sp1  
153. Especie *Gobiosoma* sp2
100. Género *Lythrypnus*  
154. Especie *Lythrypnus* sp1  
155. Especie *Lythrypnus* sp2  
156. Especie *Lythrypnus* sp3
101. Género *Priolepis*  
157. Especie *Priolepis* sp
52. Familia Microdesmidae
102. Género *Microdesmus*  
158. Especie *Microdesmus floridanus* Longley, 1934  
159. Especie *Microdesmus* cf. *longipinnis* \* Weymouth, 1910
21. Suborden Acanthuroidei
53. Familia Ephiphidae
103. Género *Chaetodipterus* Lacépede, 1802  
160. Especie *Chaetodipterus faber* Broussonet, 1782
54. Familia Acanthuridae
104. Género *Acanthurus* Forskal, 1775  
161. Especie *Acanthurus coeruleus* Bloch y Schneider, 1801  
162. Especie *Acanthurus* sp

22. Suborden Scombroidei
55. Familia Sphyraenidae
105. Género *Sphyraena* Klein, 1778
163. Especie *Sphyraena barracuda* (Walbaum, 1792)
164. Especie *Sphyraena picudilla* Poey, 1860
56. Familia Gempylidae
106. Género *Gempylus*
165. Especie *Gempylus serpens* Cuvier, 1829
57. Familia Scombridae
107. Género *Auxis*
166. Especie *Auxis* cf. *thazard* \* Lacépede, 1800
108. Género *Katsuwonus*
167. Especie *Katsuwonus pelamis* Linnaeus, 1758
109. Género *Thunnus*
168. Especie *Thunnus atlanticus* Lesson, 1830
58. Familia Xiphiidae
110. Género *Istiophorus*
169. Especie *Istiophorus platypterus* Shaw y Nodder, 1792
23. Suborden Stromatoidei
59. Familia Nomeidae
111. Género *Nomeus*
170. Especie *Nomeus gronovii* (Gmlein, 1788)
112. Género *Psenes*
171. Especie *Psenes cyanophys* Valenciennes, 1833
172. Especie *Psenes maculatus* Lutken, 1880
173. Especie *Psenes pellucidus* Lutken, 1880
60. Familia Tetragonuridae
113. Género *Tetragonurus*
174. Especie *Tetragonurus atlanticus* Lowe, 1839
61. Familia Stromateidae
114. Género *Peprilus*
175. Especie *Peprilus alepidotus* (Linnaeus, 1766)
17. Orden Pleuronectiformes
24. Suborden Pleuronectoidei
62. Familia Bothidae
115. Género *Bothus* Rafinesque, 1810
176. Especie *Bothus ocellatus* Agassiz, 1831
177. Especie *Bothus lunatus* Linnaeus, 1758
116. Género *Citharichthys* Bleeker, 1862
178. Especie *Citharichthys arcifrons* Goode, 1880
179. Especie *Citharichthys spilopterus* Gunther, 1862
63. Familia Achiridae
117. Género *Achirus* Lacépede, 1802
180. Especie *Achirus lineatus* Linnaeus, 1758
118. Género *Trinectes* Rafinesque, 1832
181. Especie *Trinectes* cf. *maculatus* \* Bloch y Schneider, 1801
64. Familia Cynoglossidae
119. Género *Symphurus* Rafinesque, 1810
182. Especie *Symphurus plagiusa* Linnaeus, 1766
18. Orden Tetraodontiformes
25. Suborden Tetraodontoidei
65. Familia Monacanthidae
120. Género *Cantherhines*
183. Especie *Cantherhines* cf. *pullus* \* Ranzani, 1842
121. Género *Monacanthus* Gill, 1861
184. Especie *Monacanthus hispidus* Linnaeus, 1766
185. Especie *Monacanthus setifer* Bennett, 1830
186. Especie *Monacanthus* sp
66. Familia Ostracidae
122. Género *Lactophrys* Swainson, 1839
187. Especie *Lactophrys* cf. *trigonus* Linnaeus, 1758

**67. Familia Tetraodontidae**

123. Género *Canthigaster*

188. Especie *Canthigaster rostrata* Bloch, 1782

124. Género *Sphoeroides* Lacépède, 1798

189. Especie *Sphoeroides maculatus* Bloch y Schneider, 1801

190. Especie *Sphoeroides spengleri* Bloch, 1785

**68. Familia Diodontidae**

125. Género *Chilomycterus* Bibron, 1846

191. Especie *Chilomycterus cf. schoepfi* \*Walbaum, 1792

\* Las especies que tiene la abreviatura cf., indica que la mayoría de las características morfo-merísticas y pigmentarias del organismo, apuntan a la especie y sólo podrá *confrontarse* capturando un mayor número de ejemplares y realizar una mejor secuencia larval.





Variación de la abundancia absoluta del Ictioplancton por sitio de colecta y fase lunar. Puerto Morelos, Q. Roo (sep. 1990 a sep. 1991)

Especie	Sitio	PLAYA				CRESTA				Total		TOTAL	%
		Fase Lunar	NUEVA	CRECIENTE	LLENA	MENQUANTE	NUEVA	CRECIENTE	LLENA	MENQUANTE	PLAYA		
Elope saurus		2	0	4	1	4	0	1	3	7	8	15	0.14
Megalope atlanticus		0	1	0	0	1	2	0	2	1	5	8	0.08
Albula vulpes		10	1	4	18	12	2	2	10	33	26	59	0.57
Gymnothorax nigromarginatus		3	0	0	0	2	2	0	2	3	6	9	0.09
Gymnothorax sp		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.01
Anarchias yoshiae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Myrophis punctatus		5	1	3	2	0	0	0	4	11	4	15	0.14
Ophichus cruentifler		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Ophichus cf. ophis		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0.01
Heteroconger halis		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Anchos hepsetus		21	64	7	15	18	89	25	14	107	148	253	2.44
Anchos lamproteus		1	2	1	3	4	3	3	2	7	12	19	0.18
Anchos sp		2	1	2	0	0	2	1	0	5	3	8	0.08
Engraulis eurystole		0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.01
Harengula jaguana		3	1	0	42	20	3	6	10	46	39	85	0.82
Harengula cf. humeralis		1	0	0	5	4	1	0	2	8	7	13	0.13
Jenionia lamproteus		63	17	6	189	823	308	296	350	255	1747	2002	19.31
Jenionia stoffera		1	1	0	2	9	1	0	1	4	11	15	0.14
Opisthonema oglinum		3	0	0	13	90	27	26	31	16	174	190	1.83
Sardinella anchova		4	1	0	4	9	2	3	8	9	22	31	0.30
Cyclothone spp		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Synodus foetens		4	0	0	1	0	0	0	1	5	1	8	0.08
Ceratoscopelus warmingii		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.01
Diaphus cf. rafinesqui		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.01
Diaphus spp		0	0	0	0	8	2	1	1	0	12	12	0.12
Lepidophanes guentheri		1	0	0	0	3	3	1	2	1	9	10	0.10
Lepidophanes gausi		0	0	0	0	1	1	1	0	0	3	3	0.03
Taaningichthys minimus		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Lepidodum cervinum		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Histrio histrio		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Mugil cephalus		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.01
Atherinomorus stipes		2	2	11	15	14	11	13	13	30	51	81	0.78
Hypoathenna hamingtonensis		1	0	5	2	0	0	0	1	8	1	9	0.09
Membras martinica		0	0	2	4	21	4	20	8	6	51	57	0.55
Menidia beryllina		0	0	1	0	5	4	0	3	1	12	13	0.13
Menidia menidia		0	0	0	0	1	2	1	2	0	6	6	0.06
Ablennes nans		0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0.01
Strongylura marina		4	1	2	5	2	2	3	6	12	13	25	0.24
Tylosurus acus		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Tylosurus cocodrilus		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Cybaeus furcatus		2	1	2	0	9	1	0	3	5	13	18	0.17
Exocoetus volitans		7	2	9	5	9	9	4	5	23	27	50	0.48
Hirundichthys cf. speculiger		0	0	0	0	1	0	2	0	0	3	3	0.03
Hemiramphus brasiliensis		0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	2	0.02
Hyporhamphus univittatus		2	4	3	1	2	5	0	2	10	9	19	0.18
Oxyperhamphus micropterus		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.01
Holocentrus sp1		28	0	0	27	10	3	2	35	55	50	105	1.01
Holocentrus sp2		5	0	0	0	3	1	0	8	5	10	15	0.14
Bryx cf. dunckeri		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Cosmocampus sp		2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0.02
Hippocampus erectus		0	0	0	0	1	0	3	0	0	4	4	0.04
Hippocampus reidi		0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.01
Hippocampus zosterae		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.01
Syngnathus fiondae		48	58	16	75	38	44	76	40	197	198	395	3.81
Syngnathus springeri		15	7	1	7	7	9	30	13	30	59	89	0.86
Dactylopterus volitans		1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	0.02
Scorpaena plumieri		3	0	1	1	2	4	3	3	5	12	17	0.16
Centropomus undecimalis		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.01
Anthias cf. tenuis		0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0.01
Anthias nicholsi		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.01
Diplactrum sp1		7	0	0	8	2	0	7	10	15	19	34	0.33
Diplactrum sp2		0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0.01
Serraniculus pumilio		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Serranus sp		0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0.01
Pseudogramma gregoryi		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.01
Pracaanthus sp1		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.01
Pracaanthus sp2		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.01
Apogon sp1		3	1	1	3	0	1	0	0	8	1	9	0.09
Apogon sp2		0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2	0.02
Apogon sp3		1	0	0	3	0	1	0	1	4	2	6	0.06
Pomatomus cf. saltatrix		0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0.02
Rachycentron canadum		0	0	0	0	2	1	1	0	0	4	4	0.04
Caranx crysos		0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	3	0.03
Caranx hippos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Caranx latus		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Caranx hipposfalus		0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0.02
Elagete bipinnulata		0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	2	0.02
Oligopites saurus		9	5	3	17	20	29	36	29	34	114	148	1.43
Selar crumenophthalmus		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Selene vomer		0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	2	0.02
Seriola rivoliana		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0.01
Trachinotus carolinus		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Lutjanus cf. analis		1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0.02
Lutjanus griseus		3	0	0	1	0	0	1	1	4	2	8	0.08
Lutjanus synagris		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0.01
Ocyurus chrysurus		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Eucinostomus argenteus		83	28	56	158	44	20	27	114	325	205	530	5.11
Eucinostomus gula		121	74	50	105	34	5	3	8	350	50	400	3.86
Eucinostomus sp3		119	44	46	171	58	5	11	10	380	84	464	4.47
Gerres cinereus		1	2	0	1	0	0	0	0	4	0	4	0.04
Gerres sp2		0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0.01
Haemulon aurolineatum		29	37	13	25	14	10	1	4	104	29	133	1.28
Haemulon plumieri		3	0	5	5	0	0	0	0	13	0	13	0.13
Haemulon sp1		31	19	8	12	98	41	32	72	70	241	311	3.00
Haemulon sp2		41	5	1	23	3	0	1	3	70	7	77	0.74
Haemulon sp3		0	0	0	0	13	77	8	33	0	131	131	1.28

Variación de la abundancia absoluta del Ictioplancton por sitio de colecta y fase lunar. Puerto Morelos, Q. Roo (sep. 1990 a sep. 1991)

Especie	Fase Lunar	PLAYA				CRESTA				TOTAL		TOTAL	%
		NUEVA	CRESCIENTE	LLENA	MENQUANTE	NUEVA	CRESCIENTE	LLENA	MENQUANTE	PLAYA	CRESTA		
Archosargus probatocephalus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0.01
Odonotocion dentex	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	5	5	0.05
Umbra coroides	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	2	0.02
Chaetodon capetratus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Pomacentrus paru	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0.01
Kyphosus incisor	1	0	1	1	1	1	1	1	5	3	8	11	0.11
Kyphosus sectans	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.01
Abudefduf saxatilis	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	2	0.02
Halichoeres brevifatus	1	4	1	0	0	0	0	1	0	8	1	7	0.07
Halichoeres radiatus	3	0	1	0	0	4	0	0	0	4	4	8	0.08
Hemipteronotus cf. martinicensis	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	3	0.03
Hemipteronotus cf. novacula	15	1	2	11	20	9	12	11	29	52	81	0.78	
Hemipteronotus splendens	1	2	1	0	0	0	0	0	4	0	4	0.04	
Thalassoma bifasciatum	0	2	0	0	0	1	0	1	4	2	6	8	0.08
Thalassoma sp	4	2	1	10	12	3	10	41	17	86	83	0.80	
Scarus sp1	46	5	3	42	89	20	32	94	96	215	311	3.00	
Scarus sp2	48	9	3	29	31	15	19	55	87	120	207	2.00	
Sparisoma sp1	17	18	8	74	26	10	27	32	115	95	210	2.03	
Sparisoma sp2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Astroscoptes y-gracum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Enneanectes Tipo A	3	0	0	0	15	4	3	12	3	34	37	0.36	
Enneanectes Tipo B	40	14	9	20	42	11	14	65	83	132	215	2.07	
Enneanectes Tipo C	0	0	0	0	2	0	2	0	0	4	4	0.04	
Enneanectes Tipo D	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	2	0.02	
Enneanectes Tipo E	0	0	0	0	1	1	0	2	0	4	4	0.04	
Girella uranodes	0	11	2	2	27	17	13	38	15	95	110	1.06	
Girella jacksoni	0	1	0	0	2	0	3	4	1	9	10	0.10	
Labrisomus nuchipinnis	0	1	0	0	22	4	0	11	1	37	38	0.37	
Labrisomus sp1	4	0	0	10	43	1	2	4	14	50	64	0.62	
Labrisomus sp2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Labrisomus sp3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Paraclinus sp1	0	0	0	0	4	0	1	2	0	7	7	0.07	
Paraclinus sp2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Stethmonotus hemphilli	1	11	0	1	6	4	0	2	13	12	25	0.24	
Stethmonotus stali	0	0	0	0	2	3	0	8	0	13	13	0.13	
Acanthemblemaria sp1	33	82	10	27	145	47	27	46	132	265	397	3.83	
Acanthemblemaria sp2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3	0.03	
Acanthemblemaria sp3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Hypoblennius hentz	0	3	1	0	2	0	0	0	4	2	6	0.06	
Lupinoblennius nicholsi	0	0	0	0	8	4	1	0	0	13	13	0.13	
Ophoblennius sp	0	11	2	0	38	11	3	2	13	54	67	0.65	
Parablennius sp	0	2	0	2	5	0	3	2	4	10	14	0.14	
Gobiosox strumosus	2	5	2	1	66	30	4	10	10	110	120	1.16	
Acryoptes beryllae	2	16	0	3	3	2	0	2	21	7	28	0.27	
Tomeodon sp	0	2	0	4	6	2	2	2	6	12	18	0.17	
Diplogrammus peucradiatus	0	0	0	3	7	0	1	4	3	12	15	0.14	
Paradiplogrammus beirdi	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	2	0.02	
Bathygobius sp1	24	58	21	51	28	18	17	20	154	83	237	2.29	
Bathygobius sp2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Coryphopterus sp	11	2	1	1	0	0	0	0	15	0	15	0.14	
Ctenogobius sp1	87	78	39	141	138	57	56	147	325	308	723	6.97	
Ctenogobius sp2	3	2	11	8	5	23	18	41	24	85	109	1.05	
Ctenogobius sp3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Gnatholepis thompsoni	18	13	1	10	0	0	5	0	40	5	45	0.43	
Gobionellus sp1	0	0	0	0	3	3	0	3	0	9	9	0.09	
Gobionellus sp2	0	0	0	3	0	0	0	4	3	4	7	0.07	
Gobiosoma sp1	1	1	0	0	0	0	0	3	2	3	5	0.05	
Gobiosoma sp2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.01	
Lythrypnus sp1	0	0	0	0	4	4	1	4	0	13	13	0.13	
Lythrypnus sp2	0	0	0	1	0	1	3	4	1	8	9	0.09	
Lythrypnus sp3	2	8	0	12	0	2	0	0	20	2	22	0.21	
Prionlepis sp	1	2	0	6	17	8	9	29	9	83	72	0.69	
Microdesmus fondanus	10	2	0	2	5	0	3	5	14	13	27	0.26	
Microdesmus cf. longipinnis	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0.02	
Chaetodipterus feber	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.01	
Acanthurus coeruleus	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.01	
Acanthurus sp	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0.01	
Sphyrna barracuda	1	1	0	5	4	5	4	6	7	19	26	0.25	
Sphyrna plicifilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Gempylus serpens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Axius cf. thazard	0	0	0	1	2	3	3	2	1	10	11	0.11	
Katsuwonus pelamis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Thunnus atlanticus	0	0	0	0	2	2	1	0	0	5	5	0.05	
Istiophorus albicans	1	0	1	0	2	7	6	2	2	17	19	0.18	
Nomeus gronovi	0	0	1	0	0	2	0	0	1	2	3	0.03	
Paenes cyanophrys	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0.01	
Paenes maculatus	0	1	1	1	2	3	8	0	3	11	14	0.14	
Paenes pellicudus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Tetraodon atlanticus	7	8	3	1	0	2	0	1	17	3	20	0.19	
Papilio alepidotus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Bothus ocellatus	16	3	1	5	5	2	3	8	25	18	43	0.41	
Bothus cf. lunatus	1	0	0	0	2	1	1	1	1	5	6	0.06	
Citharichthys arcifrons	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Citharichthys spilopterus	0	0	0	0	1	0	3	0	0	4	4	0.04	
Achirus lineatus	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	2	0.02	
Trinectes cf. maculatus	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0.01	
Symphurus plagiusus	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	2	0.02	
Cantharines cf. pullus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.01	
Monacanthus hispidus	10	6	4	0	18	8	11	7	20	44	64	0.62	
Monacanthus setifer	10	3	1	11	1	0	0	0	25	1	26	0.25	
Monacanthus sp	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	2	0.02	
Lactophrys cf. trigonus	0	0	0	0	2	0	1	1	0	4	4	0.04	
Canthigaster rostrata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Sphaeroides maculatus	2	0	2	5	2	5	1	0	9	8	17	0.16	
Sphaeroides spengleri	1	0	2	2	2	2	0	3	5	7	12	0.12	
Chilomycterus cf. schoepfi	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	2	0.02	
Indeterminados	12	74	52	37	97	165	93	130	175	485	560	5.36	



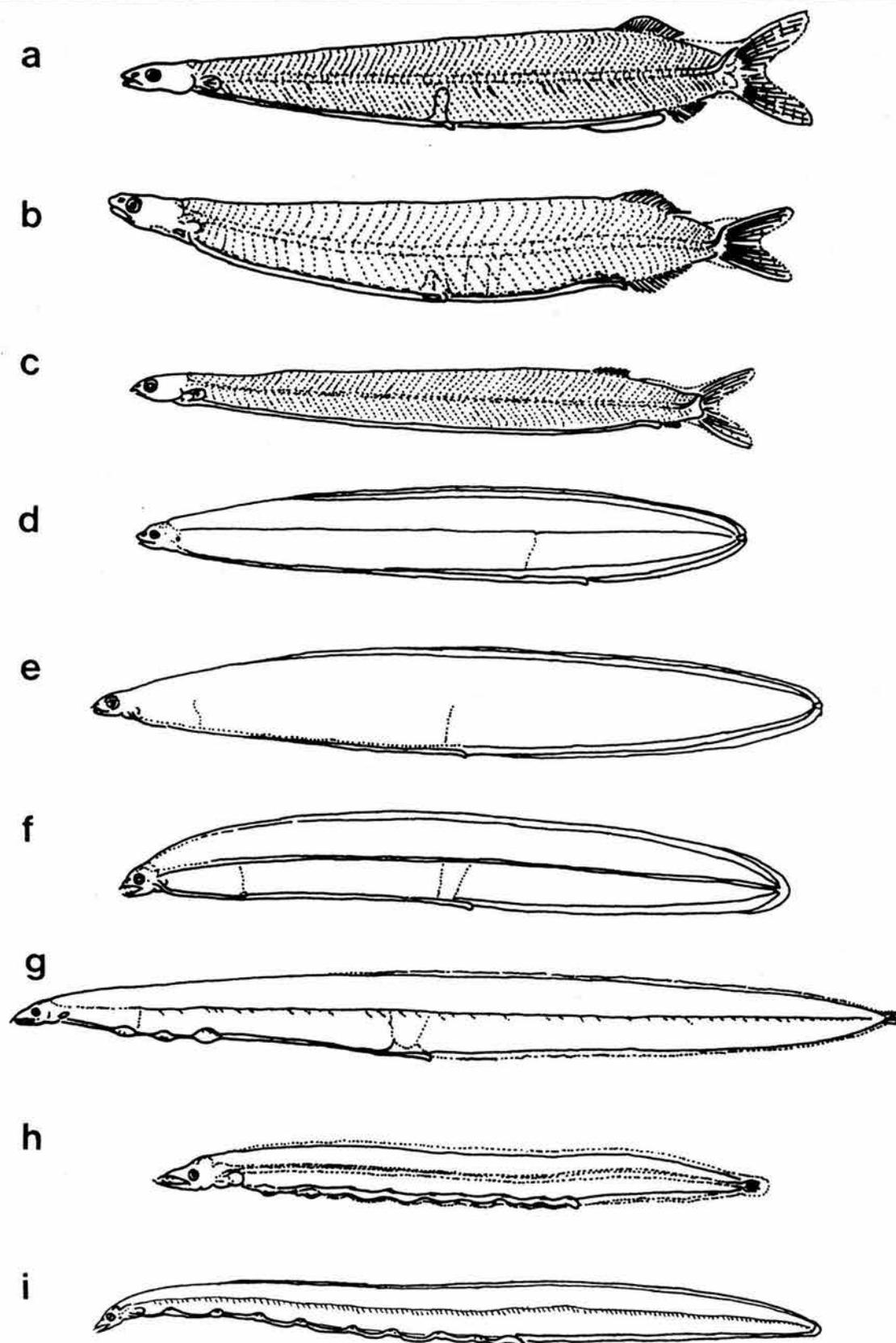


## Coeficientes de correlación entre taxa y variables del medio en los dos hábitats, frente al arrecife de Puerto Morelos, Q. Rc

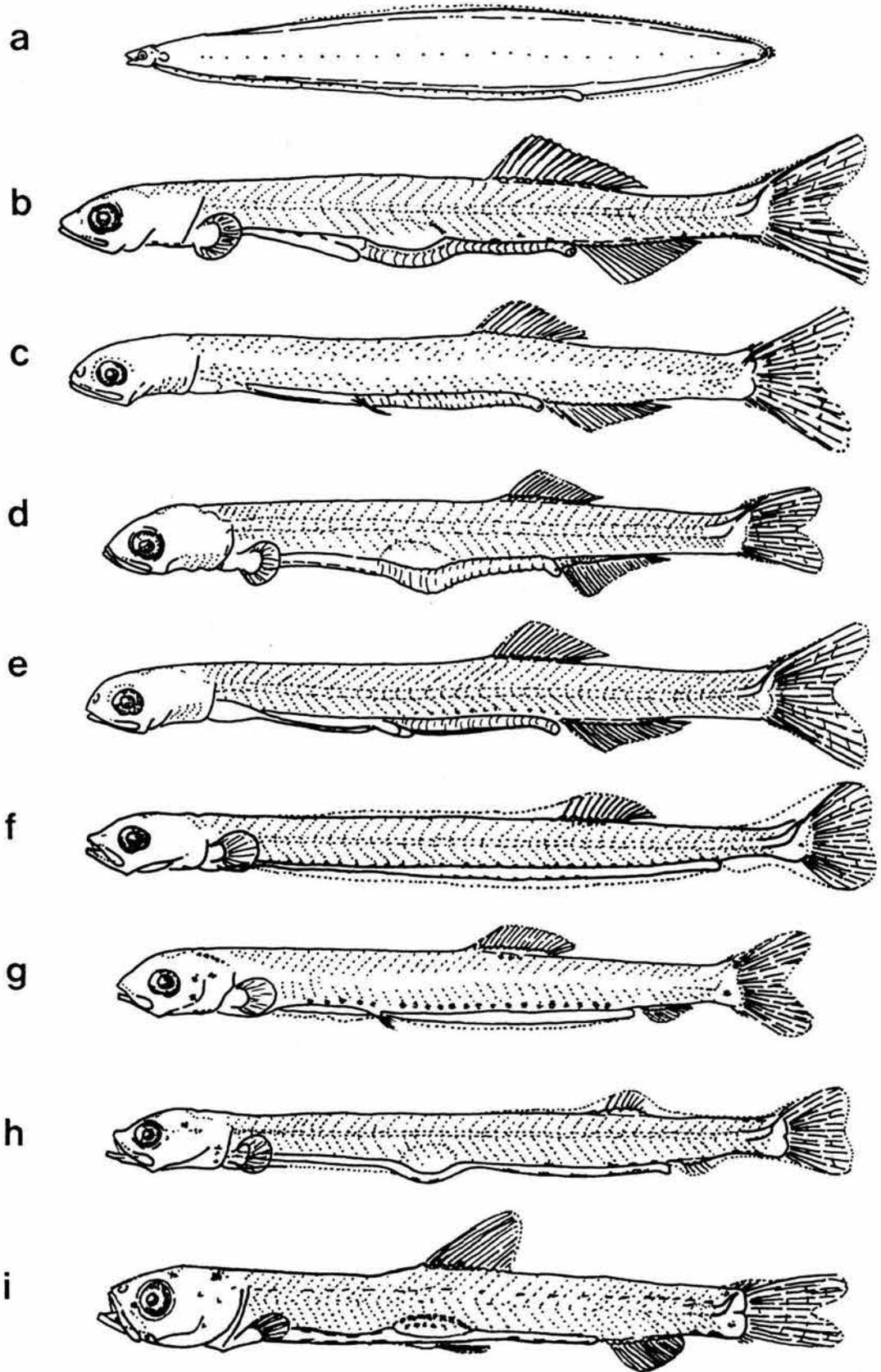
Taxa / Parámetro	PLAYA					CRESTA				
	Tem. atm.	Precip.	Tem. agua	Sal	Copep.	Tem. atm.	Precip.	Tem. agua	Sal	Copep.
<i>Elops saurus</i>	0.318	0.059	0.43	0.122	0.03	0.39	-0.06	0.451	-0.139	0.31
<i>Megalops atlanticus</i>	0.329	-0.242	0.319	-0.533	-0.285	0.329	-0.242	0.321	-0.344	0.059
<i>Albula vulpes</i>	0.703	-0.098	0.562	0.047	0.472	0.732	-0.16	0.511	0.201	0.515
<i>Gymnothorax nigromarginatus</i>	0.147	-0.396	0.009	-0.083	0.185	0.463	-0.329	0.169	-0.086	0.169
<i>Gymnothorax</i> sp	0.147	-0.396	0.009	-0.083	0.185					
<i>Anarchias yoshiae</i>										
<i>Myrophis punctatus</i>	0.078	-0.543	0.018	-0.259	0.232	0.178	0.311	0.313	0.339	0.502
<i>Ophichus cruentifer</i>										
<i>Ophichus cf. ophis</i>						0.178	0.311	0.313	0.339	0.502
<i>Heteroconger helis</i>										
<i>Anchoa hepsetus</i>	0.617	0.004	0.494	-0.396	0.265	0.747	-0.115	0.601	0.155	0.414
<i>Anchoa lamprotaenia</i>	0.596	0.052	0.412	-0.331	0.102	0.821	0.066	0.593	0.417	0.63
<i>Anchoa</i> sp	0.605	0.174	0.83	0.348	-0.05	0.524	-0.184	0.203	-0.061	0.187
<i>Engralis eurystole</i>	0.329	-0.242	0.319	-0.533	-0.285					
<i>Haemulon jaguana</i>	0.402	0.099	0.441	0.234	0.472	0.822	-0.003	0.719	0.329	0.652
<i>Haemulon cf. humeralis</i>	0.554	0.122	0.684	0.393	0.177	0.501	-0.111	0.551	0.105	0.471
<i>Jenkinsia lamprotaenia</i>	0.49	-0.092	0.553	0.085	0.15	0.842	-0.162	0.759	0.409	0.558
<i>Jenkinsia stollera</i>	0.34	0.14	0.364	0.068	0.42	0.478	-0.163	0.511	-0.04	0.364
<i>Opistonema oglinum</i>	0.581	-0.123	0.658	-0.052	-0.078	0.765	-0.195	0.679	0.38	0.635
<i>Sardinella anchova</i>	0.534	0.109	0.64	0.248	0.212	0.831	-0.049	0.765	0.347	0.662
<i>Cyclothone</i> spp										
<i>Synodus foetens</i>	0.147	-0.396	0.009	-0.083	0.185	0.344	0.35	0.079	0.165	0.137
<i>Caratscopelus warringi</i>						0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
<i>Diaphus cf. rafinesqui</i>						0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
<i>Diaphus</i> spp						0.408	-0.386	0.128	-0.072	0.158
<i>Lepidophanes guentheri</i>	-0.028	0.339	0.107	0.123	0.156	0.248	0.069	0.305	-0.321	0.569
<i>Lepidophanes gausi</i>						0.485	-0.287	0.444	0.034	0.254
<i>Taaningichthys minimus</i>										
<i>Lepophilidum cervinum</i>										
<i>Hiatro hiatro</i>										
<i>Mugil cephalus</i>						0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
<i>Atherinomorrus stipes</i>	0.86	0.067	0.904	0.059	-0.109	0.676	-0.349	0.464	0.15	0.302
<i>Hypostherina hamiltonensis</i>	0.572	0.359	0.513	0.202	0.117	0.344	0.35	0.079	0.165	0.137
<i>Membris martinica</i>	0.64	-0.057	0.611	-0.283	-0.379	0.701	0.104	0.825	0.443	0.645
<i>Mendis beryllina</i>	0.344	0.35	0.114	-0.171	0.328	0.592	-0.317	0.241	0.079	0.264
<i>Mendis mendis</i>						0.678	0.074	0.6	0.4	0.525
<i>Ablennes hians</i>	0.329	-0.242	0.319	-0.533	-0.285					
<i>Strongylura marina</i>	0.591	-0.023	0.49	0.107	0.612	0.3	-0.495	0.244	-0.13	0.21
<i>Tylosurus acus</i>										
<i>Tylosurus cocodrilus</i>										
<i>Cypselurus fuscatus</i>	0.402	-0.374	0.364	-0.184	-0.222	0.508	-0.251	0.205	-0.091	0.179
<i>Exocoetus volitans</i>	0.55	-0.034	0.424	-0.397	0.135	0.763	-0.301	0.571	0.329	0.513
<i>Hirundichthys cf. speculiger</i>						0.487	0.174	0.248	-0.046	0.153
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>						0.353	-0.473	0.177	-0.194	0.116
<i>Hyporhamphus univittatus</i>	0.476	-0.305	0.33	-0.578	-0.071	0.533	-0.233	0.328	-0.043	0.327
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>						0.344	0.36	0.079	0.165	0.137
<i>Holocentrus</i> sp1	0.111	0.482	0.235	0.396	0.6	0.392	0.241	0.563	0.376	0.423
<i>Holocentrus</i> sp2						0.208	0.284	0.35	0.381	0.318
<i>Bryx cf. dunckeri</i>										
<i>Cosmocampus</i> sp	0.147	-0.396	0.009	-0.083	0.185					
<i>Hippocampus erectus</i>						0.07	-0.268	0.138	0.467	0.285
<i>Hippocampus reidi</i>	-0.54	-0.377	-0.43	-0.115	0.023					
<i>Hippocampus zosterae</i>						0.344	0.35	0.079	0.165	0.137
<i>Syngnathus floridae</i>	0.636	-0.33	0.504	-0.099	0.363	0.701	-0.099	0.678	0.483	0.429
<i>Syngnathus spongieri</i>	0.362	-0.114	0.209	0.166	0.496	0.726	0.059	0.786	0.345	0.224
<i>Dactylopterus volitans</i>	0.329	-0.242	0.319	-0.533	-0.285	0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
<i>Scorpaena plumieri</i>	0.402	-0.374	0.384	-0.184	-0.222	0.688	0.175	0.74	0.135	0.372
<i>Centropomus undecimalis</i>	0.147	-0.396	0.009	-0.083	0.185					
<i>Anthias cf. tanais</i>						0.329	-0.242	0.321	-0.344	0.059
<i>Anthias nicholsi</i>						0.344	0.35	0.079	0.165	0.137
<i>Diplactrum</i> sp1	0.318	0.016	0.118	-0.358	0.509	0.508	-0.086	0.154	0.026	0.194
<i>Diplactrum</i> sp2	0.344	0.35	0.114	-0.171	0.328					
<i>Serranolepis pumilio</i>										
<i>Serranus</i> sp						0.329	-0.242	0.321	0.344	0.059
<i>Pseudogramma gregoryi</i>	-0.54	-0.377	-0.43	-0.115	0.023					
<i>Priscanthus</i> sp1						0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
<i>Priscanthus</i> sp2						0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
<i>Apogon</i> sp1	0.692	0.426	0.854	0.303	-0.006	0.314	-0.287	0.243	0.415	0.267
<i>Apogon</i> sp2	0.147	-0.396	0.009	-0.083	0.185	0.19	0.391	0.514	0.3	-0.301
<i>Apogon</i> sp3	0.376	0.051	0.393	-0.089	0.275					
<i>Pomatomus cf. saltatrix</i>						0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
<i>Rachycentron canadum</i>						0.452	-0.358	0.411	-0.127	0.179
<i>Caranx crysos</i>						0.482	-0.019	0.327	-0.0212	0.128
<i>Caranx hippos</i>										
<i>Caranx latus</i>										
<i>Caranx hippoelatus</i>						0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
<i>Elegatis bipinnulata</i>						-0.225	-0.01	-0.363	-0.277	0.112
<i>Oligoplites saurus</i>	0.474	0.219	0.576	0.517	0.488	0.704	-0.001	0.79	0.539	0.483
<i>Selar crumenophthalmus</i>										
<i>Selene vomer</i>	0.147	-0.396	0.009	-0.083	0.185	0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
<i>Seriola rivoliana</i>						0.344	0.35	0.079	0.165	0.137
<i>Trachinotus carolinus</i>										
<i>Lutjanus cf. analis</i>						0.178	0.311	0.313	0.339	0.502
<i>Lutjanus griseus</i>	-0.092	0.223	-0.082	0.092	0.453	0.241	-0.063	0.171	0.313	0.444
<i>Lutjanus synagris</i>						0.178	0.311	0.313	0.339	0.502
<i>Ocyurus chrysurus</i>										
<i>Eucinostomus argenteus</i>	0.829	-0.091	0.754	0.018	0.259	0.786	0.131	0.781	0.492	0.741
<i>Eucinostomus gula</i>	0.805	-0.171	0.722	-0.04	0.197	0.601	0.081	0.653	0.252	0.601
<i>Eucinostomus</i> sp 3	0.763	-0.171	0.623	-0.157	0.261	0.648	-0.181	0.681	0.433	0.664
<i>Gerres cinereus</i>	-0.011	0.269	0.007	0.204	0.554					
<i>Gerres</i> sp2						0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
<i>Haemulon aurolineatum</i>	0.148	0.141	0.113	0.435	0.243	-0.162	-0.089	-0.208	-0.374	-0.152
<i>Haemulon plumieri</i>	0.241	-0.009	0.177	0.28	0.655					
<i>Haemulon</i> sp1	0.573	0.234	0.639	0.22	0.472	0.424	0.045	0.196	0.081	-0.03
<i>Haemulon</i> sp2	0.293	0.109	0.193	0.018	0.78	0.151	0.159	-0.075	-0.436	0.206
<i>Haemulon</i> sp3						0.175	0.183	0.148	-0.197	-0.378

Coefficientes de correlación entre taxa y variables del medio en los dos hábitats, frente al arrecife de Puerto Morelos, Q. Roo

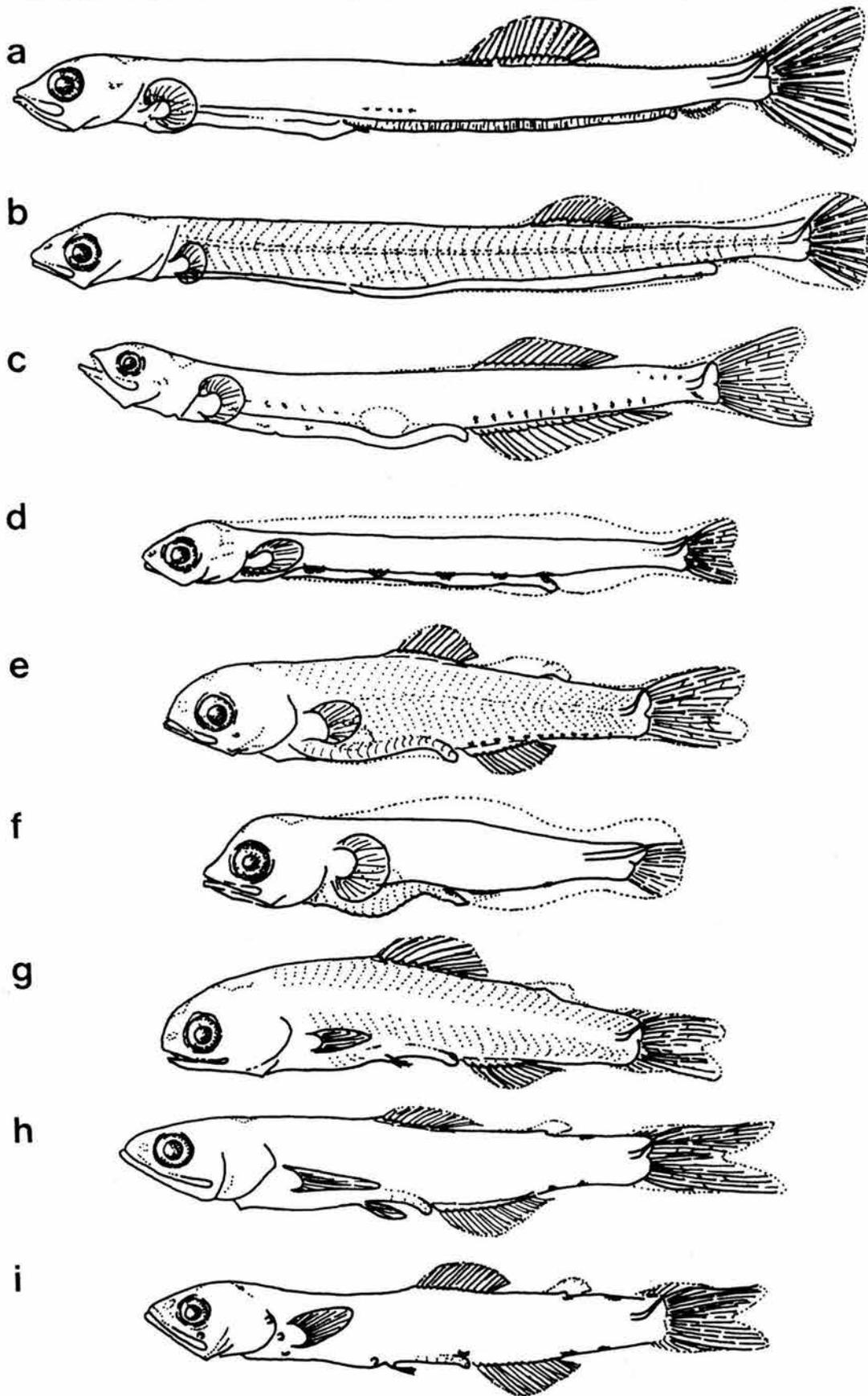
Taxa / Parámetro	PLAYA					CRESTA				
	Tem. atm.	Precip.	Tem. agua	Sal	Copep.	Tem. atm.	Precip.	Tem. agua	Sal	Copep.
Archosargus probatocephalus						-0.302	-0.01	-0.341	-0.693	0.117
Odonotocion dentex						0.344	-0.097	-0.016	0.176	0.169
Umbrius coroides	0.284	0.188	0.485	0.285	-0.586	0.329	-0.242	0.321	-0.344	0.059
Chaetodon capistratus						-0.451	0.382	-0.408	-0.456	0.053
Pomacanthus peru										
Kyphosus incisor	0.417	-0.209	0.344	-0.13	0.355	0.391	0.132	0.15	0.135	0.339
Kyphosus sectans	0.178	0.311	0.211	0.413	0.656					
Abudefduf saxatilis						-0.115	-0.301	-0.314	-0.378	0.159
Halichoeres bivittatus	0.04	0.442	0.182	0.272	0.394	-0.192	-0.356	-0.263	-0.14	-0.206
Halichoeres radiatus	-0.115	-0.542	-0.191	-0.131	0.182	0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
Hemipteronotus cf. martinicensis	0.147	-0.396	0.009	-0.083	0.185	0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
Hemipteronotus cf. novacula	0.642	-0.162	0.422	-0.232	0.429	0.832	-0.111	0.717	0.453	0.706
Hemipteronotus splendens	0.111	0.482	0.236	0.398	0.602					
Thalassoma bifasciatum	-0.245	0.244	-0.159	-0.123	0.083	0.364	0.069	0.02	0.192	0.175
Thalassoma sp	0.418	0.244	0.318	0.113	0.671	0.715	0.259	0.75	0.626	0.647
Scarus sp1	0.673	0.216	0.64	0.166	0.614	0.831	-0.085	0.704	-0.511	0.742
Scarus sp2	0.563	0.2	0.542	-0.063	0.479	0.906	0.034	0.848	0.594	0.607
Sparisoma sp1	0.729	-0.123	0.528	-0.117	0.413	0.831	-0.105	0.682	0.369	0.662
Sparisoma sp2										
Astroscopus y-graecum										
Enneanectes Tipo A	-0.302	-0.01	-0.321	-0.289	-0.044	0.544	-0.332	0.435	0.089	0.27
Enneanectes Tipo B	0.304	0.222	0.413	0.542	0.278	0.063	-0.343	0.044	-0.137	-0.498
Enneanectes Tipo C						0.466	-0.062	0.334	-0.243	0.118
Enneanectes Tipo D						0.031	0.252	-0.195	-0.317	0.188
Enneanectes Tipo E						0.201	0.077	-0.154	-0.128	0.222
Gillettus uranoides	-0.247	0.218	-0.276	0.447	0.125	0.019	0.162	-0.228	-0.104	0.104
Gillettus jacksoni	0.284	0.188	0.485	0.285	-0.586	-0.26	0.121	-0.354	-0.149	-0.402
Labrisomus nuchipinnis	0.284	0.188	0.485	0.285	-0.586	-0.352	0.254	-0.108	0.039	-0.312
Labrisomus sp1	-0.081	-0.539	-0.206	0.023	0.058	0.444	0.082	0.509	0.608	0.681
Labrisomus sp2										
Labrisomus sp3										
Paracrinus sp1						0.676	0.079	0.581	0.765	0.737
Paracrinus sp2										
Stethonotus hemphilli	0.081	0.068	0.036	0.523	-0.385	-0.101	0.037	-0.13	0.012	-0.437
Stethonotus stahli						-0.733	-0.094	-0.614	-0.353	-0.288
Acanthemblemaria sp1	-0.324	0.376	-0.157	0.395	0.225	-0.121	0.04	-0.135	-0.233	-0.385
Acanthemblemaria sp2						-0.249	0.175	0.075	0.215	-0.331
Acanthemblemaria sp3										
Hypoblenius hentz	0.054	0.177	0.04	0.468	-0.477	-0.735	0.004	-0.623	-0.408	-0.237
Lupoblenius nicholsi						-0.62	0.12	-0.548	-0.651	-0.243
Ophioblennius sp	-0.306	-0.066	-0.369	0.294	-0.2	-0.533	0.439	-0.284	-0.341	-0.685
Parablennius sp	0.11	0.326	0.075	0.566	0.458	0.351	-0.1	0.212	-0.132	-0.174
Gobiox strumousus	-0.371	-0.067	-0.294	-0.228	-0.215	-0.507	0.271	-0.224	-0.43	-0.413
Acrytiops beryllina	0.222	-0.045	0.098	0.36	-0.034	-0.247	0.196	-0.297	-0.365	-0.224
Tomcodon sp	0.635	-0.457	0.686	-0.051	-0.393	-0.302	0.165	-0.301	-0.2	-0.523
Diplogrammus pauciradiatus	0.178	0.311	0.211	0.413	0.656	0.564	0.036	0.687	0.36	0.637
Paradiplogrammus beardi	0.178	0.311	0.211	0.413	0.656	0.178	0.311	0.313	0.339	0.502
Bethygodius sp1	0.79	-0.224	0.797	0.07	0.097	0.704	-0.236	0.524	0.154	0.546
Bethygodius sp2										
Coryppotenus sp	0.528	-0.194	0.519	0.271	0.455					
Ctenogobius sp1	0.508	0.113	0.551	-0.229	0.218	0.85	-0.033	0.755	0.399	0.663
Ctenogobius sp2	0.289	-0.028	0.437	0.221	0.136	0.486	0.216	0.715	0.241	-0.165
Ctenogobius sp3										
Gnatholepis thompsoni	0.467	-0.127	0.433	0.03	0.436	0.516	0.028	0.176	0.031	0.19
Gobionellus sp1						0.111	0.273	0.174	0.455	0.426
Gobionellus sp2	0.147	-0.396	0.009	-0.083	0.185	0.343	0.37	0.571	0.485	0.551
Gobiosoma sp1	0.178	0.311	0.211	0.413	0.656	0.284	0.188	0.457	0.315	0.241
Gobiosoma sp2	0.147	-0.396	0.009	-0.083	0.185					
Lythrypnus sp1						0.637	-0.27	0.459	0.094	0.46
Lythrypnus sp2	0.344	0.35	0.114	-0.171	0.328	0.466	0.228	0.389	-0.087	-0.151
Lythrypnus sp3	0.703	-0.215	0.67	-0.202	-0.351	-0.192	-0.356	-0.263	-0.14	-0.206
Prionolepis sp	0.232	-0.329	0.159	0.003	-0.001	0.798	0.141	0.695	0.323	0.552
Microdesmus floridanus	0.473	0.162	0.566	0.328	0.327	0.646	0.323	0.575	0.272	0.323
Microdesmus cf. longipinnis	0.329	-0.242	0.319	-0.533	-0.285					
Chaetodontes faber	-0.028	0.339	0.107	0.123	0.156					
Acanthurus coeruleus	-0.54	-0.377	-0.43	-0.115	0.023					
Acanthurus sp										
Sphyræna barracuda	0.489	-0.219	0.507	-0.23	-0.04					
Sphyræna picudita										
Gempylus serpens										
Axius cf. thazard	0.178	0.311	0.211	0.413	0.656					
Katsuwonus pelamis						0.434	-0.089	0.249	0.021	-0.147
Thunnus atlanticus						0.691	-0.346	-0.526	0.255	0.395
Istiophorus albicans	0.455	-0.04	0.596	-0.184	-0.646	0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
Nomeus gronovi	0.178	0.311	0.211	0.413	0.656	0.329	-0.242	0.321	-0.344	0.059
Paenes cyanophrys						-0.301	-0.519	-0.434	-0.372	0.087
Paenes maculatus	0.315	0.379	0.456	0.523	0.252					
Paenes pellucidus										
Tetraodon atlanticus	-0.749	-0.155	-0.748	-0.41	-0.084	-0.228	0.504	-0.139	0.064	0.196
Peprilus alepidotus										
Bothus ocellatus	0.521	-0.343	0.454	-0.058	0.31	0.774	-0.03	0.661	0.389	0.68
Bothus cf. lunatus	0.147	-0.395	0.009	-0.083	0.185	0.417	-0.313	0.309	-0.034	0.335
Citharichthys arcifrons										
Citharichthys spilopterus						0.057	0.46	0.364	0.241	-0.368
Achirus lineatus	0.178	0.311	0.211	0.413	0.656					
Trinectes cf. maculatus						0.284	0.188	0.457	0.315	0.241
Symphurus plegius	0.329	-0.242	0.319	-0.533	-0.285					
Cantharhinus cf. pulvis						0.147	-0.396	-0.082	0.083	0.097
Monacanthus hispidus	-0.228	0.296	-0.183	-0.136	0.361	0.801	-0.038	0.725	0.26	0.61
Monacanthus setifer	0.584	0.263	0.569	-0.079	0.359	0.147	0.396	-0.082	0.083	0.097
Monacanthus sp	0.32	-0.154	0.366	0.149	-0.298					
Lactophrys cf. trigonus						0.219	-0.223	0.069	0.235	0.323
Canthigaster rostrata										
Sphoeroides maculatus	0.539	0.052	0.624	0.126	0.042	0.302	-0.483	0.09	-0.101	0.118
Sphoeroides spengleri	0.227	0.698	0.258	0.179	0.324	0.104	0.495	0.356	0.419	-0.039
Chilomycterus cf. schoepfi						0.329	-0.242	0.321	-0.344	0.059



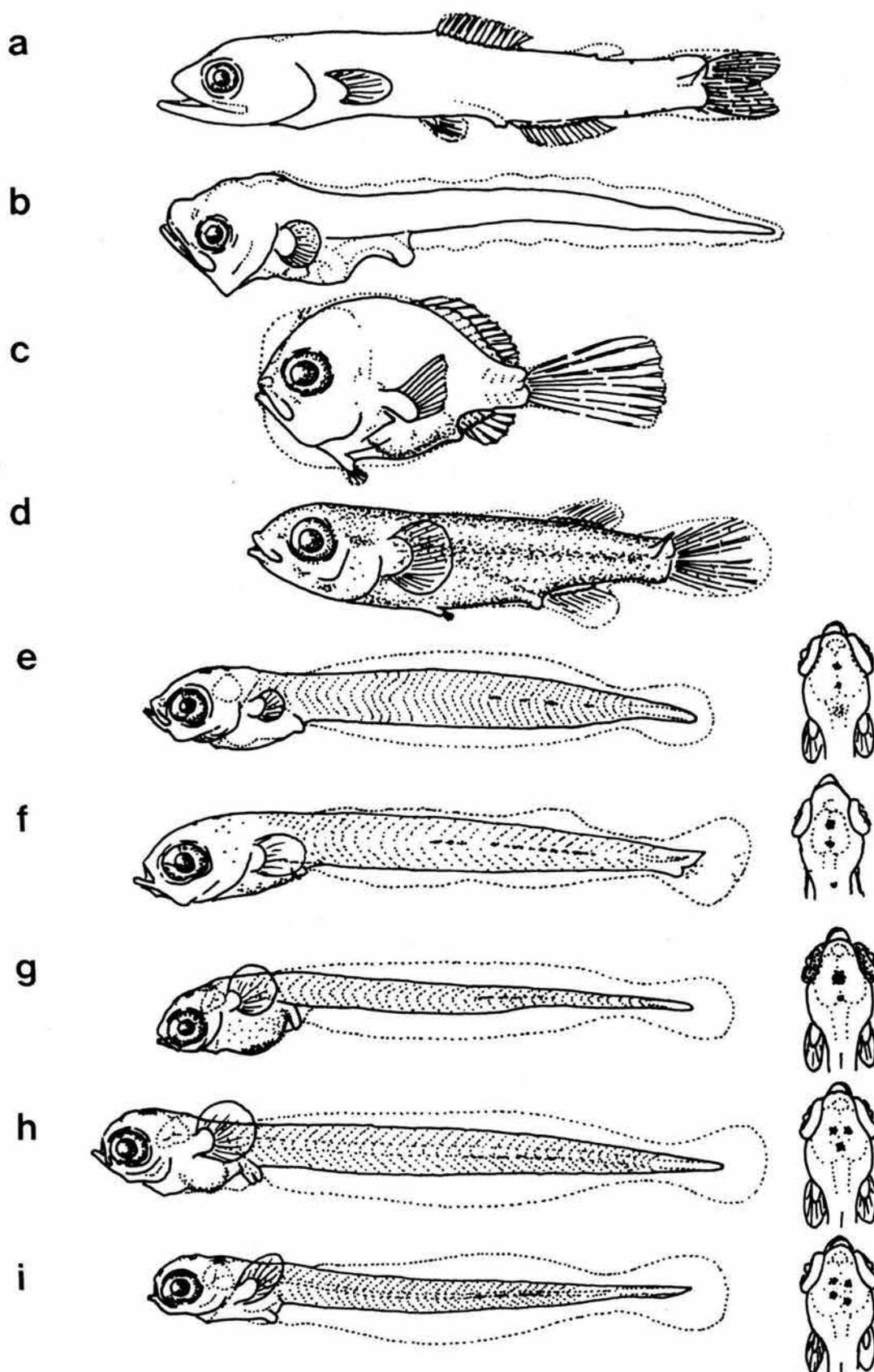
**Esquema 1.** a. *Elops saurus*, 115.0 mm; b. *Megalops atlantica*, 19.8 mm; c. *Albula vulpes*, 44.3 mm; d. *Gymnotorax nigromarginatus*, 67.0 mm; e. *Gymnotorax* sp., 69.4 mm; f. *Anarchias yoshiae*, 54.1 mm; g. *Myrophis punctatus*, 173.0 mm; h. *Ophichthus cruentifer*, 31.3 mm; i. *Ophichthus* cf. *ophis*, 47.5 mm.



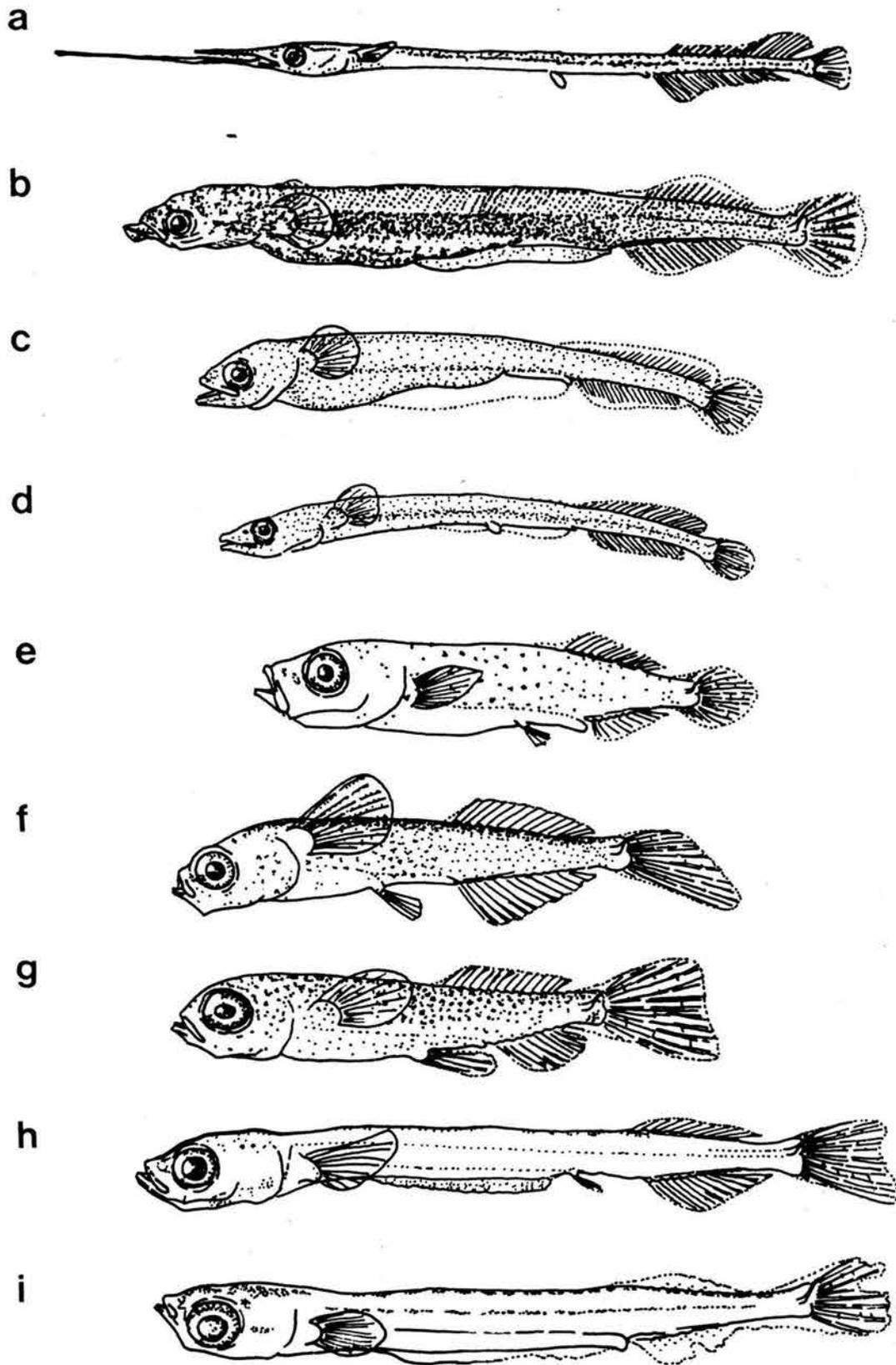
Esquema 2. a. *Heteroconger halis*, 52.2 mm; b. *Anchoa hepthesus*, 14.5 mm; c. *Anchoa lamprotaenia*, 21.9 mm; d. *Anchoa* sp., 11.7 mm; e. *Engraulis eurystole*, 21.9 mm; f. *Harengula jaguana*, 11.4 mm; g. *Harengula* cf. *humeralis*, 15.8 mm; h. *Jenkinsia lamprotaenia*, 9.2 mm; i. *Jenkinsia stolifera*, 15 mm.



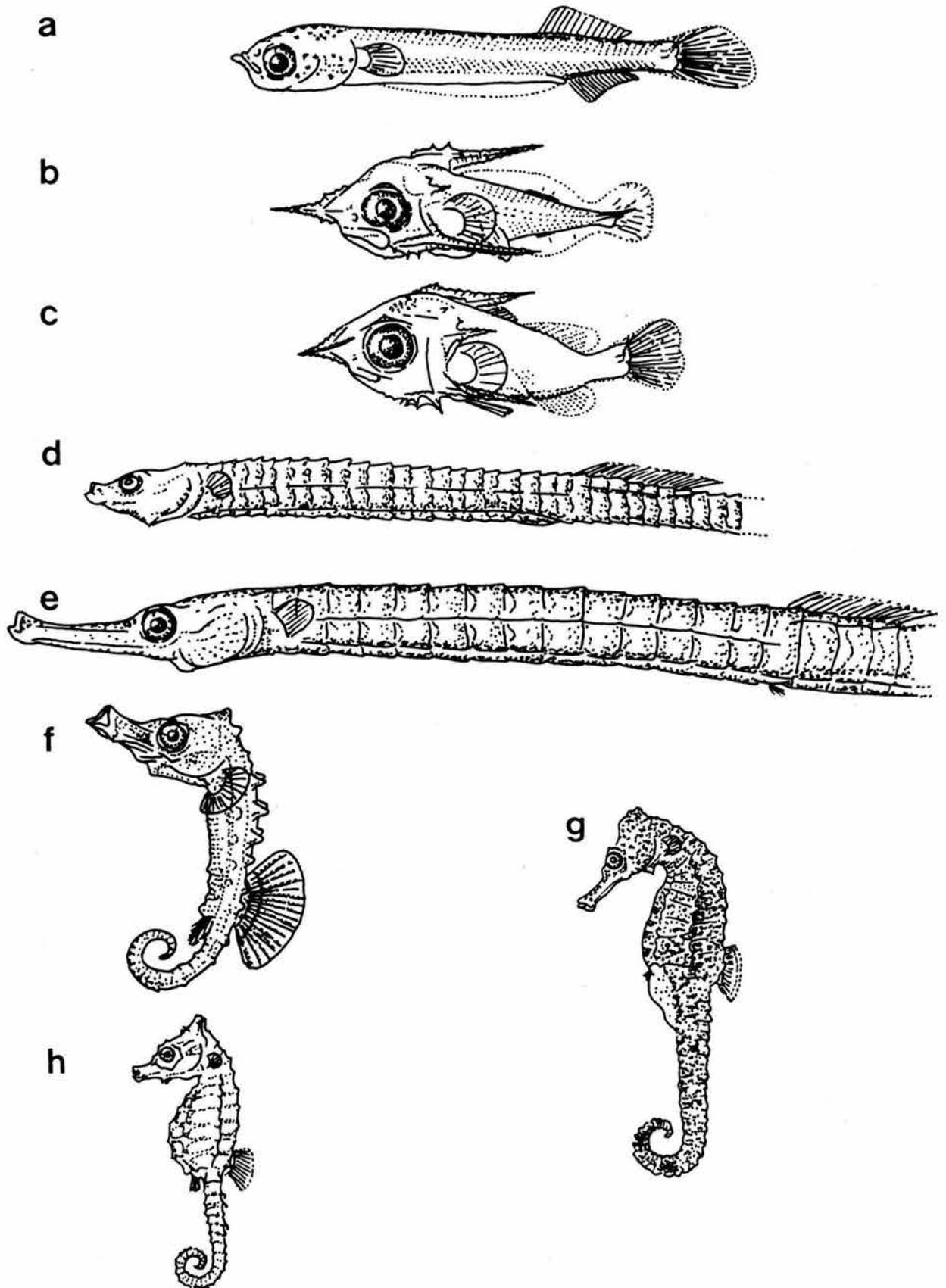
**Esquema 3.** a. *Opistonema oglinum*, 13.5 mm; b. *Sardinella anchovia*, 10.8 mm; c. *Cyclothone* sp, 11.6 mm; d. *Synodus foetens*, 9.7 mm; e. *Ceratoscopelus warmingi*, 5.2 mm; f. *Diaphus* cf *rafinesqui*, 4.4 mm; g. *Diaphus* sp, 6.1 mm; h. *Lepidophanes guentheri*, 13.7 mm. i. *Lepidophanes gausi*, 13.3 mm



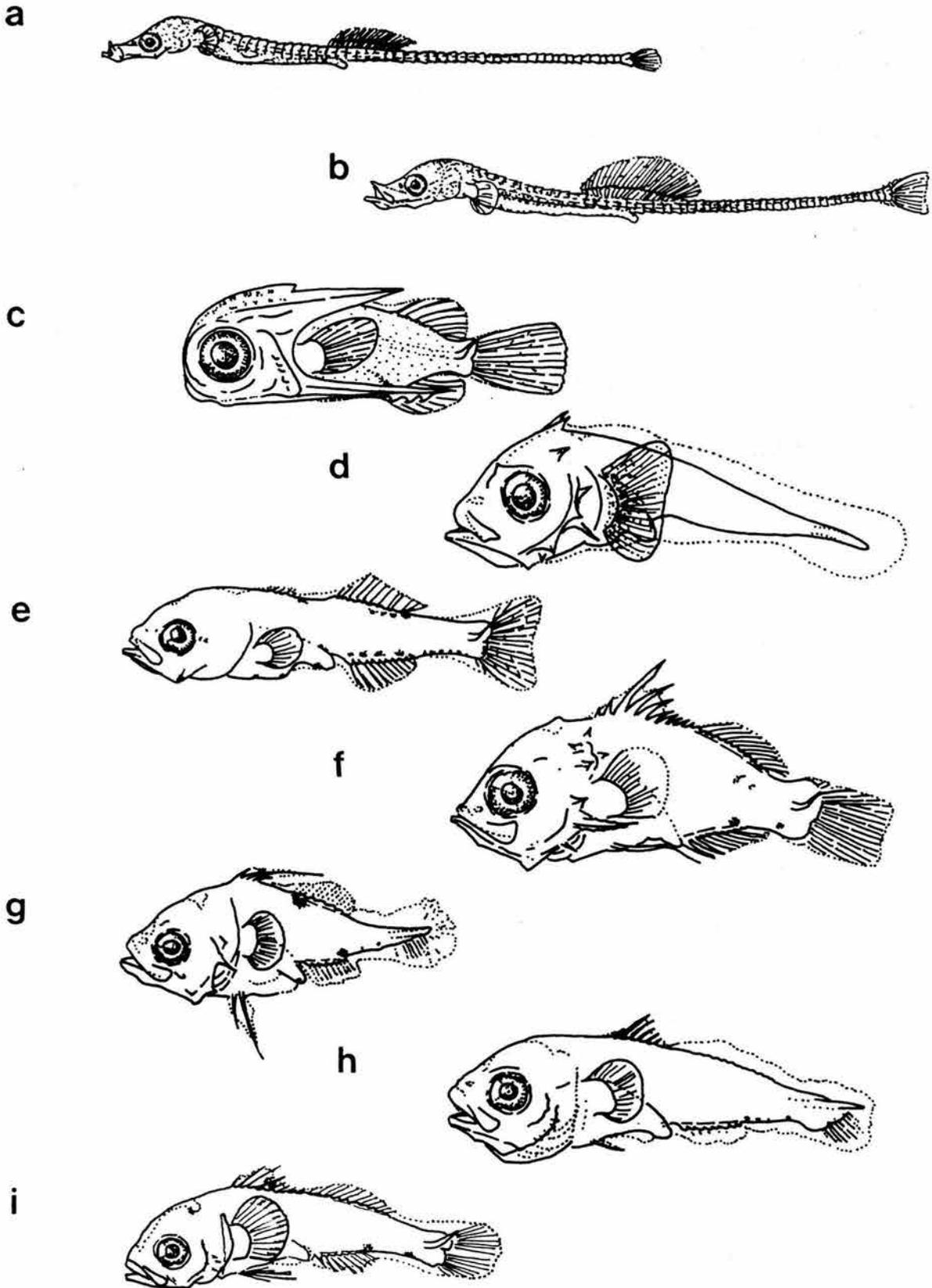
**Esquema 4.** a. *Taaningichthys minimus*, 14.4 mm; b. *Lepopidium cervinum*, 5.1 mm; c. *Histro histrio*, 3.9 mm; d. *Mugil cephalus*, 6.6 mm; e. *Atherinomorus stipes*, 5.2 mm; f. *Hypoatherina harringtonensis*, 6.1 mm; g. *Membras martinica*, 4.3 mm; h. *Menidia beryllina*, 4.9 mm; i. *Menidia menidia*, 4.5 mm.



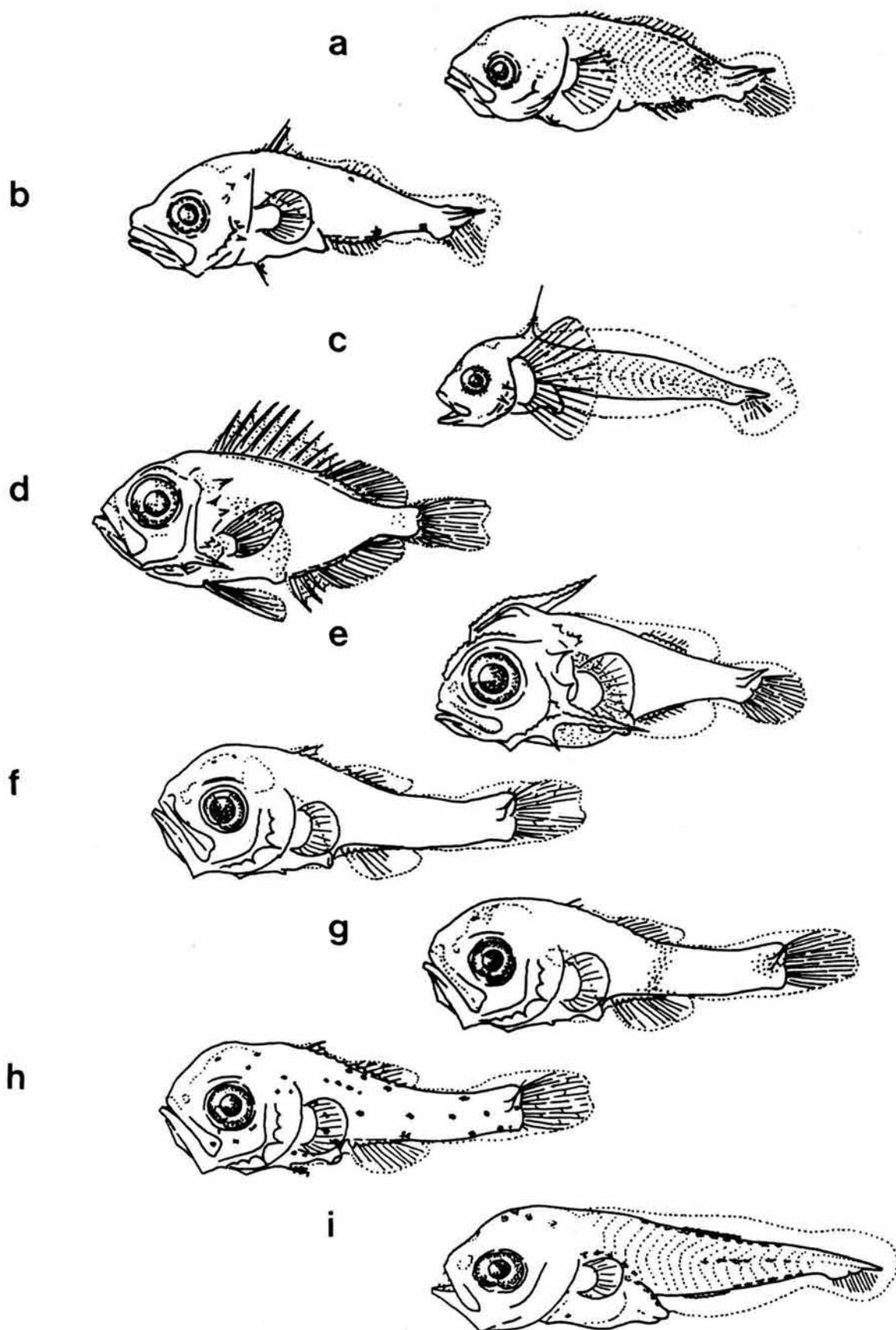
**Esquema 5.** a. *Ablennes hians*, 34.1 mm; b. *Strongylura marina*, 14.2 mm; c. *Tylosurus acus*, 10.2 mm; d. *Tylosurus crocodilus*, 15.0 mm; e. *Cypselurus furcatus*, 4.9 mm; f. *Exocoetus volitans*, 9.7 mm; g. *Hirundichthys* cf. *speculiger*, 9.7 mm; h. *Hemiramphus brasiliensis*, 11.8 mm; i. *Hyporhamphus unifasciatus*, 6.9 mm.



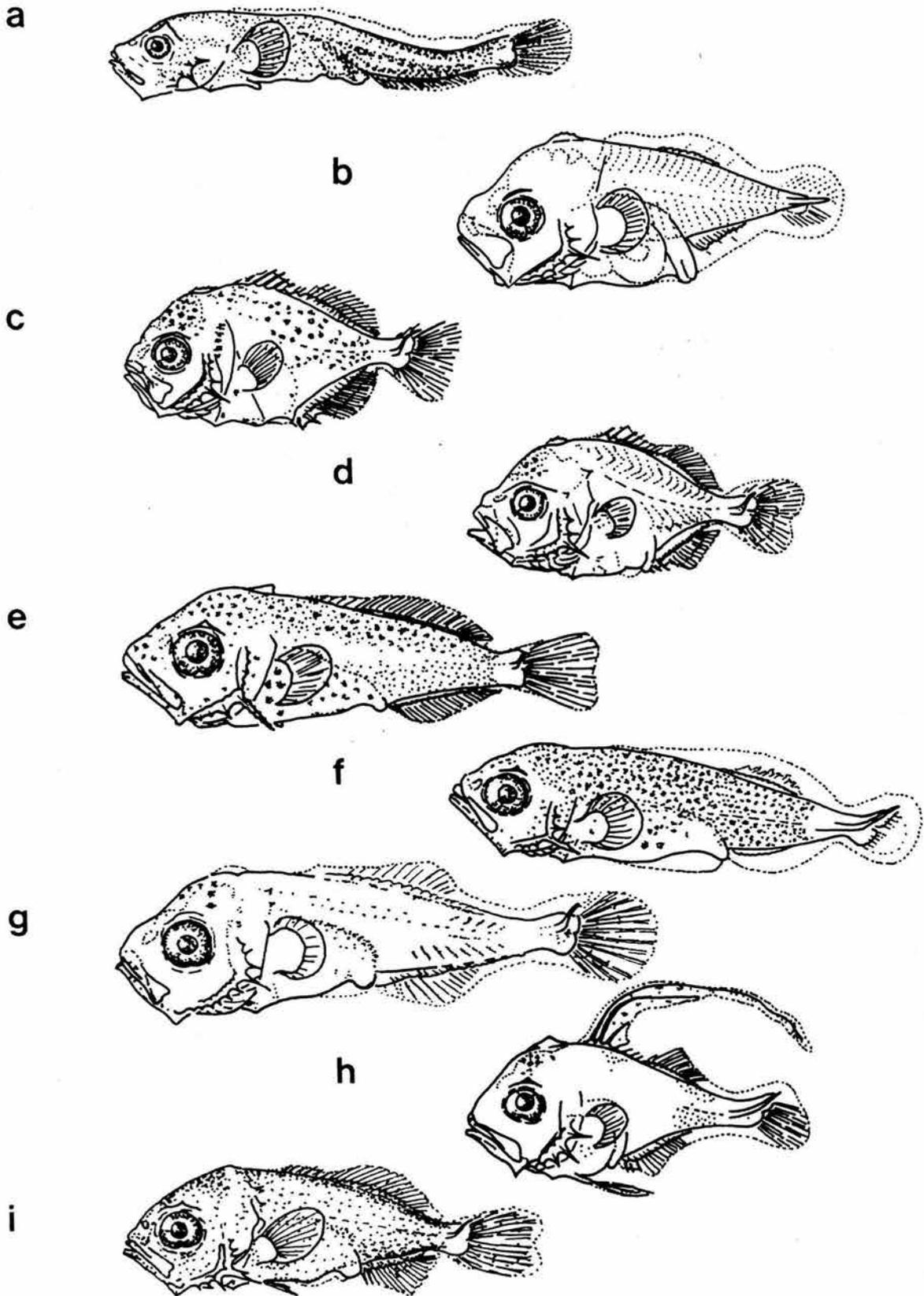
**Esquema 6.** a. *Oxyramphus micropterus*, 6.7 mm; b. *Holocentrus* sp1, 5.0 mm; c. *Holocentrus* sp2, 5.7 mm; d. *Bryx* cf. *dunckeri*, 78.0 mm; e. *Cosmocampus* cf. *elucens* 110.0 mm; f. *Hippocampus erectus*, 3.5 mm; g. *Hippocampus reidi*, 89.9 mm; h. *Hippocampus zosterae*, 28.1mm.



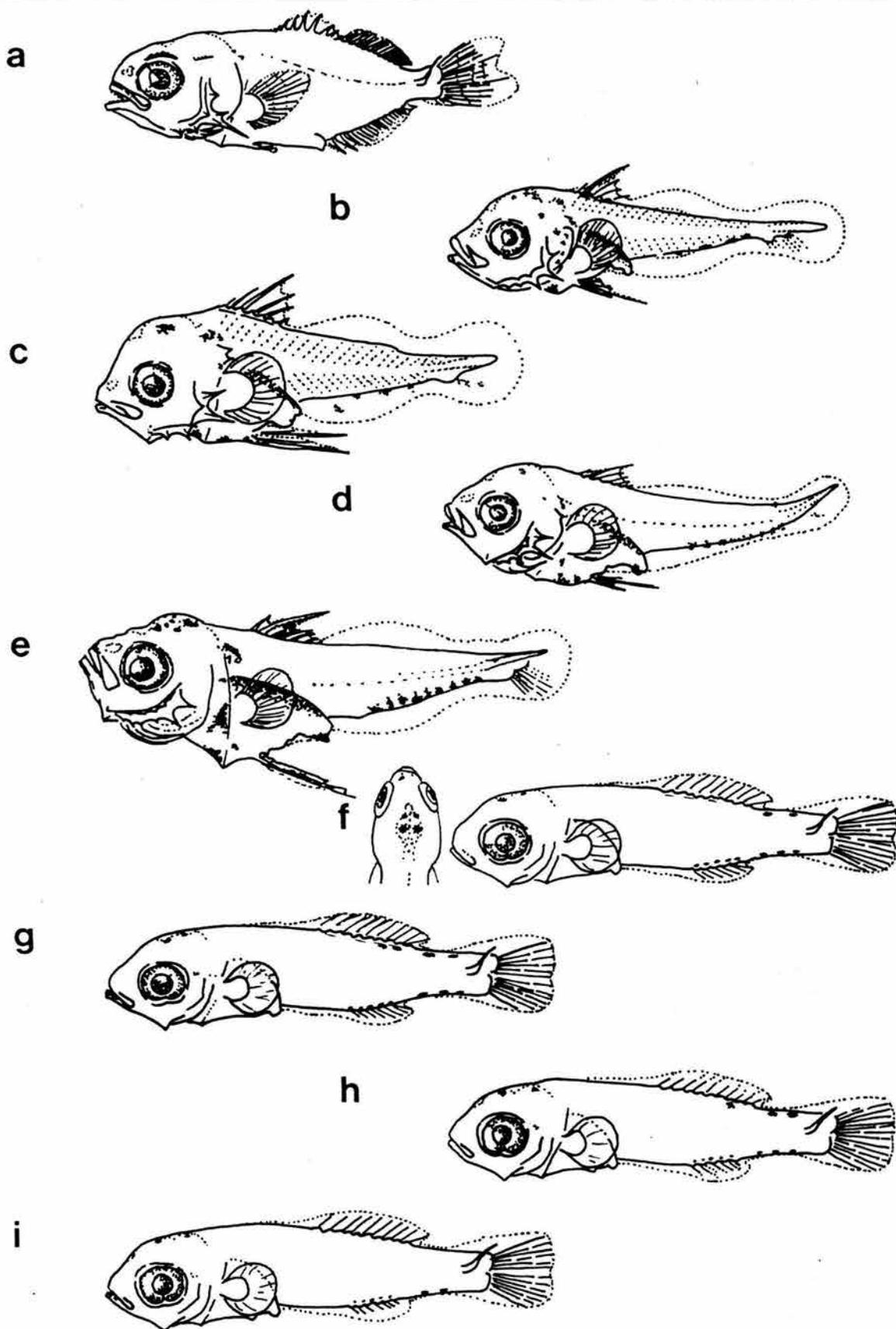
**Esquema 7.** a. *Syngnathus floridae*, 14.0 mm; b. *Syngnathus springeri*, 7.5 mm; c. *Dactilopterus volitans*, 2.4 mm; d. *Scorpaena plumieri*, 4.1 mm; e. *Centropomus undecimalis*, 6.2 mm; f. *Anthias* cf. *tenuis*, 6.6 mm; g. *Anthias nicholsi*, 3.7 mm; h. *Diplectrum* sp1, 5.8 mm; i. *Diplectrum* sp2, 6.5 mm.



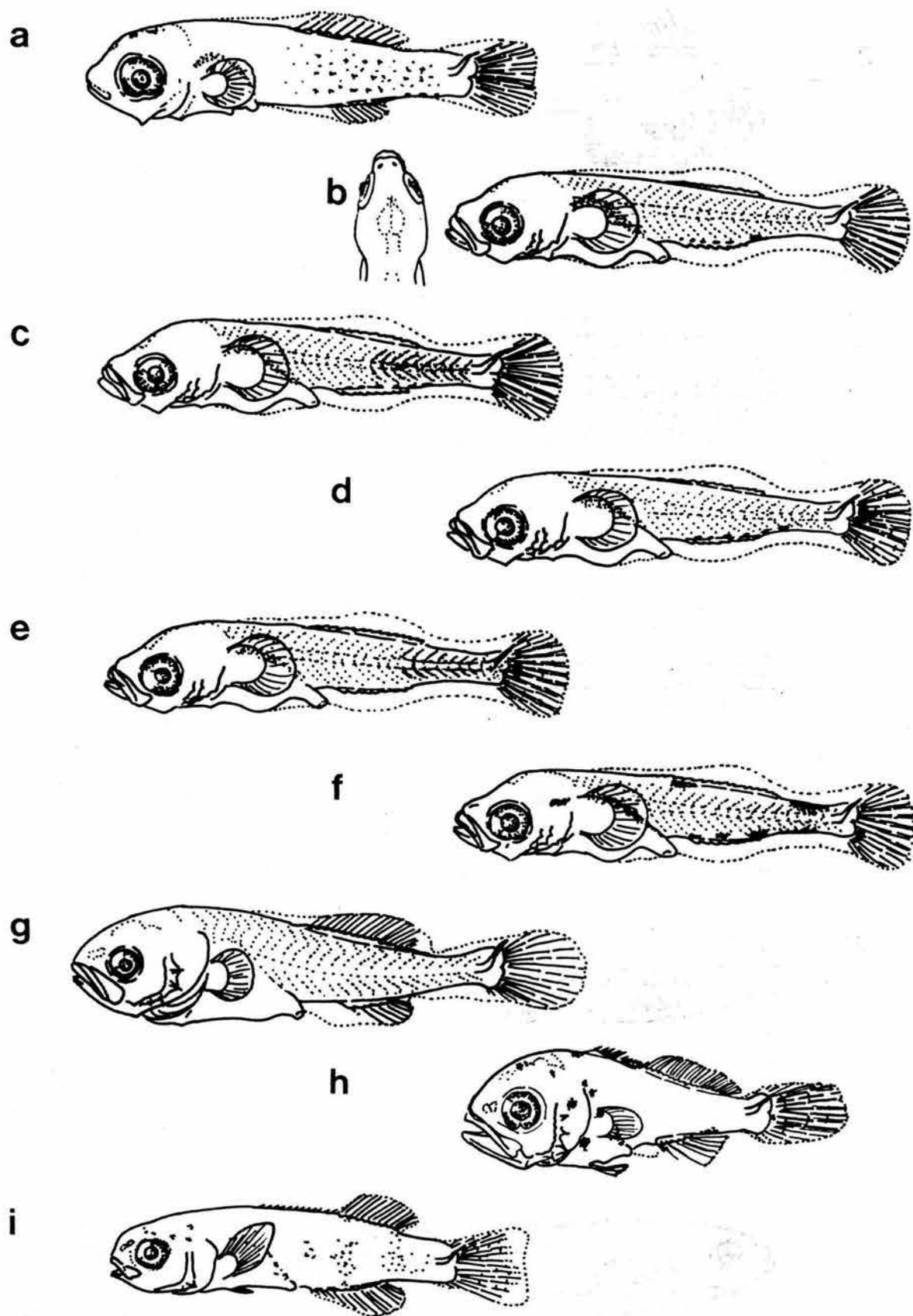
**Esquema 8.** a. *Serraniculus pumilio*, 3.6 mm; b. *Serranus* sp, 5.0 mm; c. *Pseudogramma gregorgyi*, 4.6 mm; d. *Priacanthus* sp1, 15.2 mm; e. *Priacanthus* sp2, 4.5 mm; f. *Apogon* sp1, 5.0 mm; g. *Apogon* sp2, 5.1 mm; h. *Apogon* sp3, 4.9 mm; i. *Pomatomus* cf. *saltatrix*, 4.2 mm.



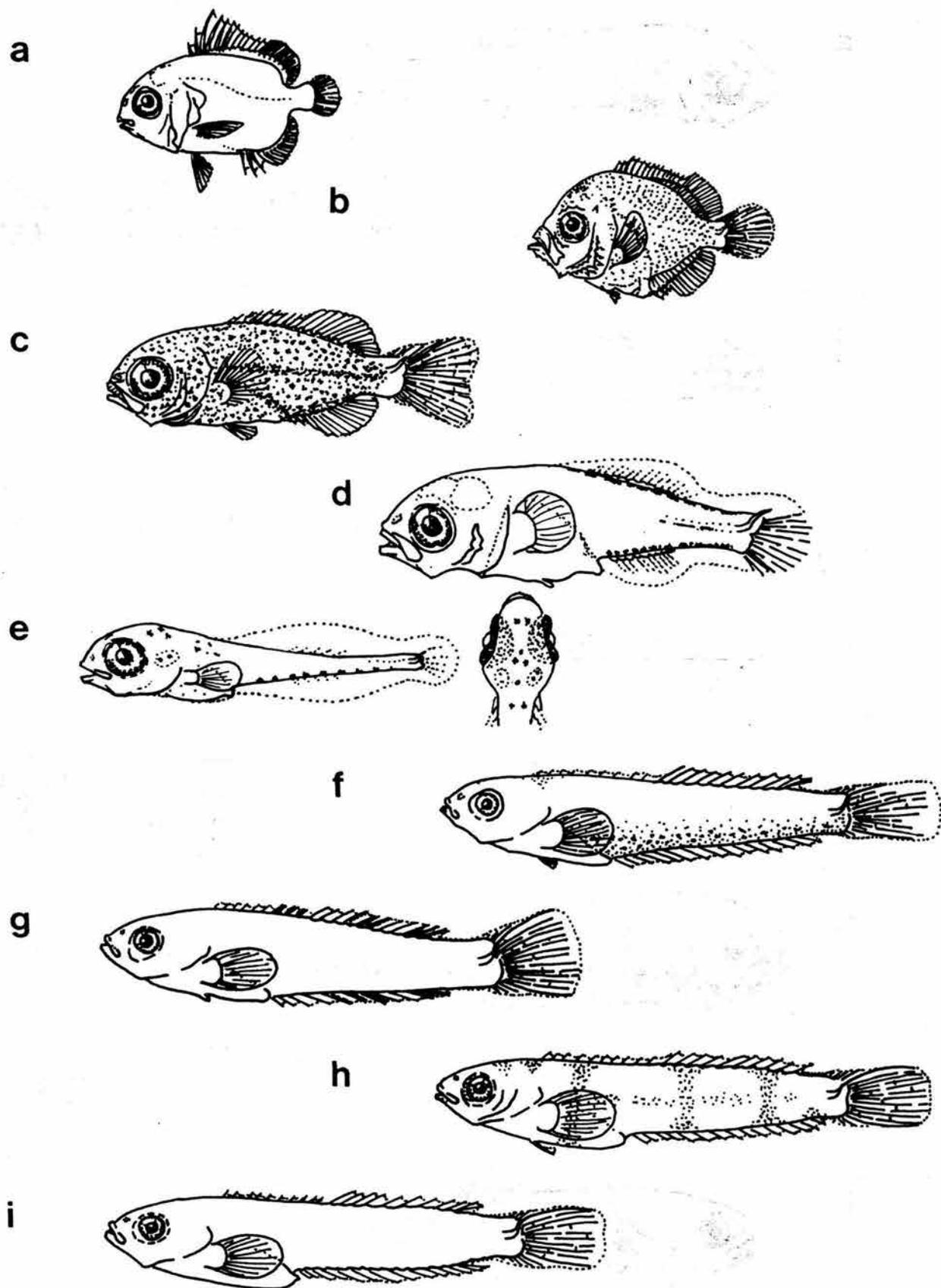
**Esquema 9.** a. *Rachycentron canadum*, 9.0 mm; b. *Caranx crysos*, 4.1 mm; c. *Caranx hippos*, 5.3 mm; d. *Caranx latus*, 4.7 mm; e. *Elagatis bippinulata*, 6.1 mm; f. *Oligoplites saurus*, 5.0 mm; g. *Selar crumenophthalmus*, 5.5 mm; h. *Selene vomer*, 4.4 mm; i. *Seriola rivoliana*, 6.6 mm.



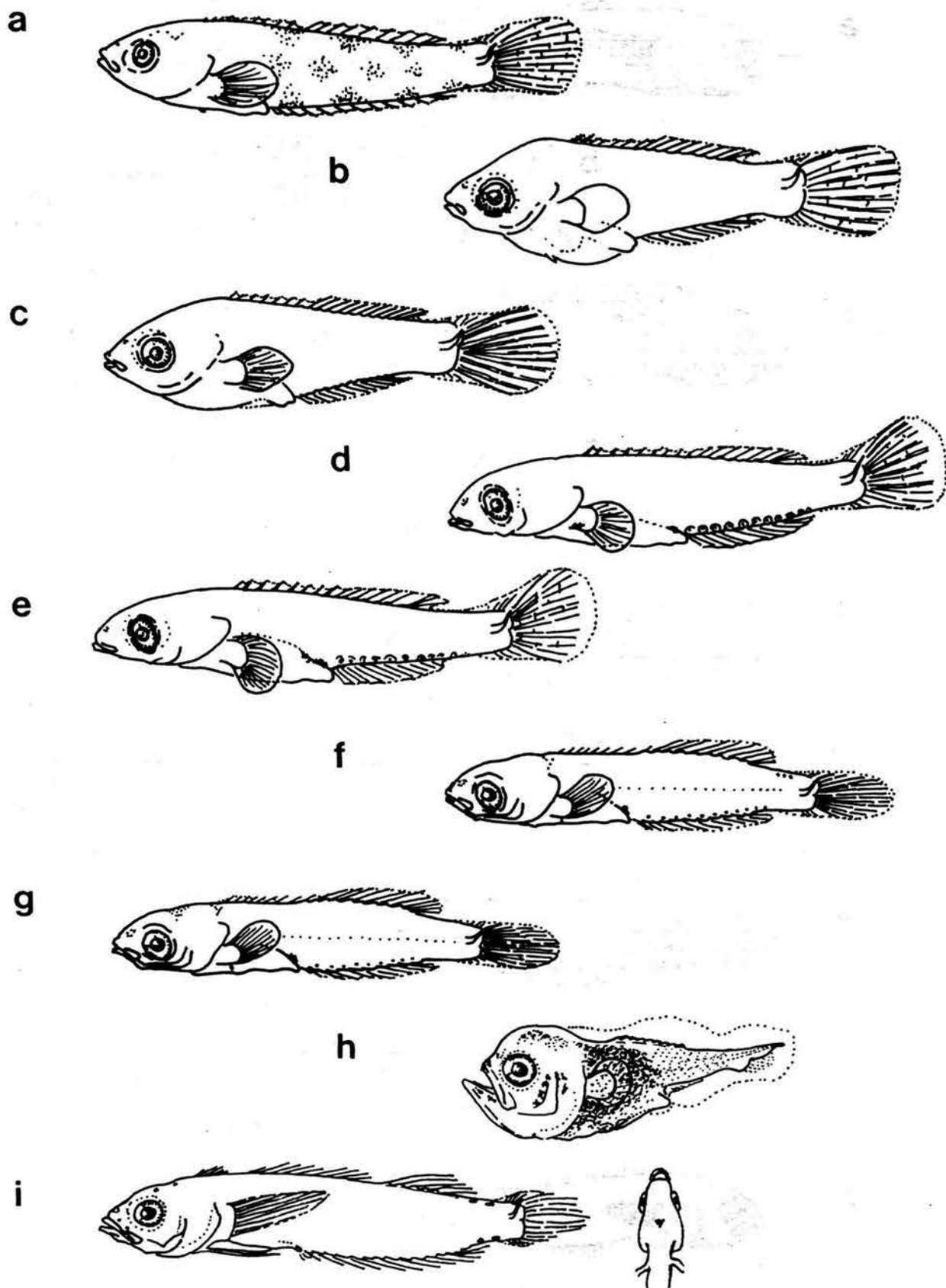
**Esquema 10.** a. *Trachurus carolinus*, 7.1 mm; b. *Lutjanus cf. analis*, 4.8 mm; c. *Lutjanus griseus*, 4.1mm; d. *Lutjanus synagris*, 4.5 mm; e. *Ocyurus chrysurus* 5.2 mm; f. *Eucinostomus argenteus*, 4.5 mm; g. *Eucinostomus gula*, 4.6 mm; h. *Eucinostomus sp3*, 4.5 mm; i. *Gerres cf. cinereus*, 4.5 mm.



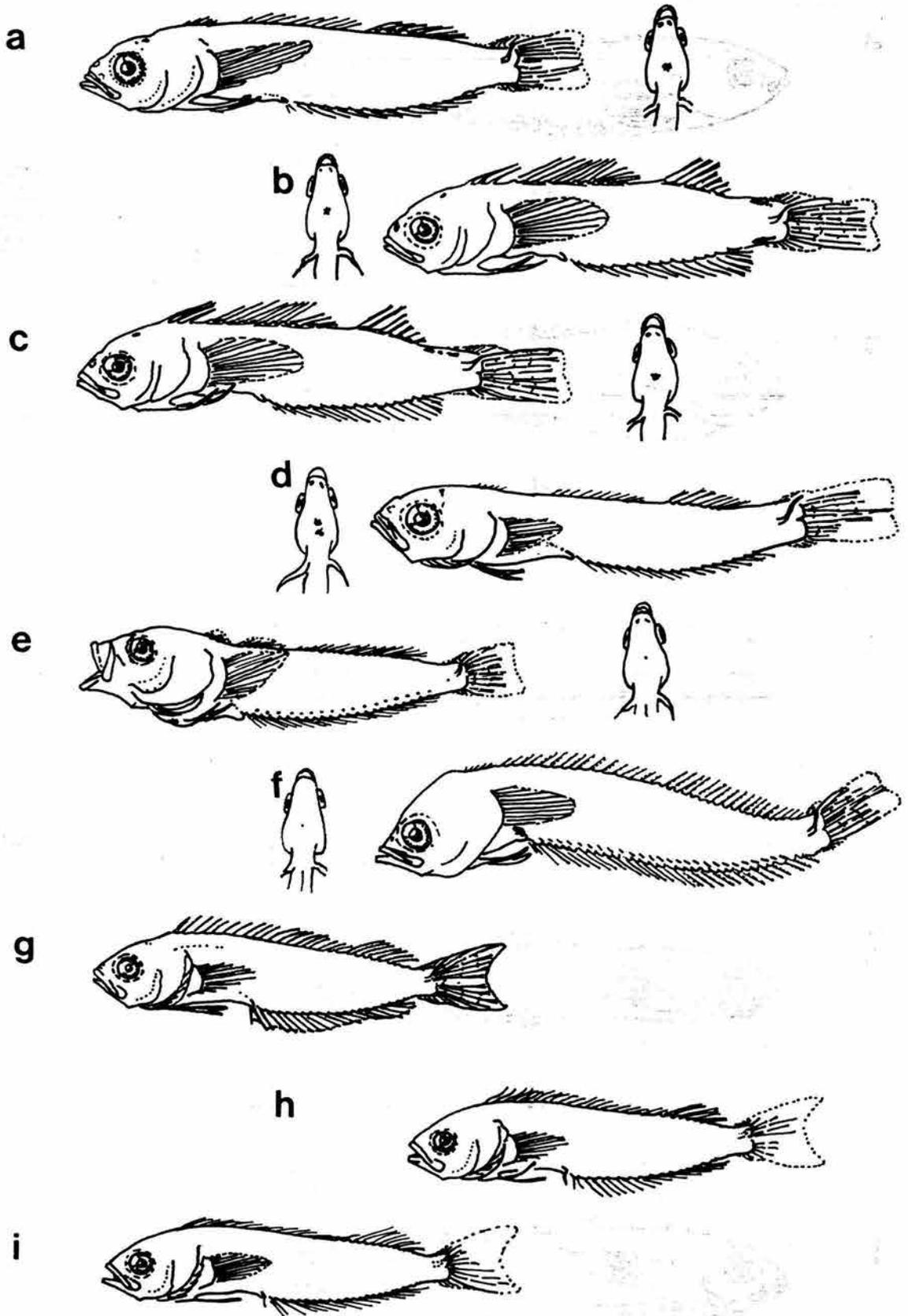
**Esquema 11.** a. *Gerres* sp2, 4.6 mm; b. *Haemulon aurolineatum*, 5.6 mm; c. *Haemulon plumieri*, 5.7 mm; d. *Haemulon* sp1, 5.6 mm; e. *Haemulon* sp2, 5.6 mm; f. *Haemulon* sp3, 5.5 mm; g. *Odontoscion dentex*, 5.9 mm; h. *Umbrina coroides*, 6.9 mm; i. *Archosargus probatocephalus*, 7.4 mm.



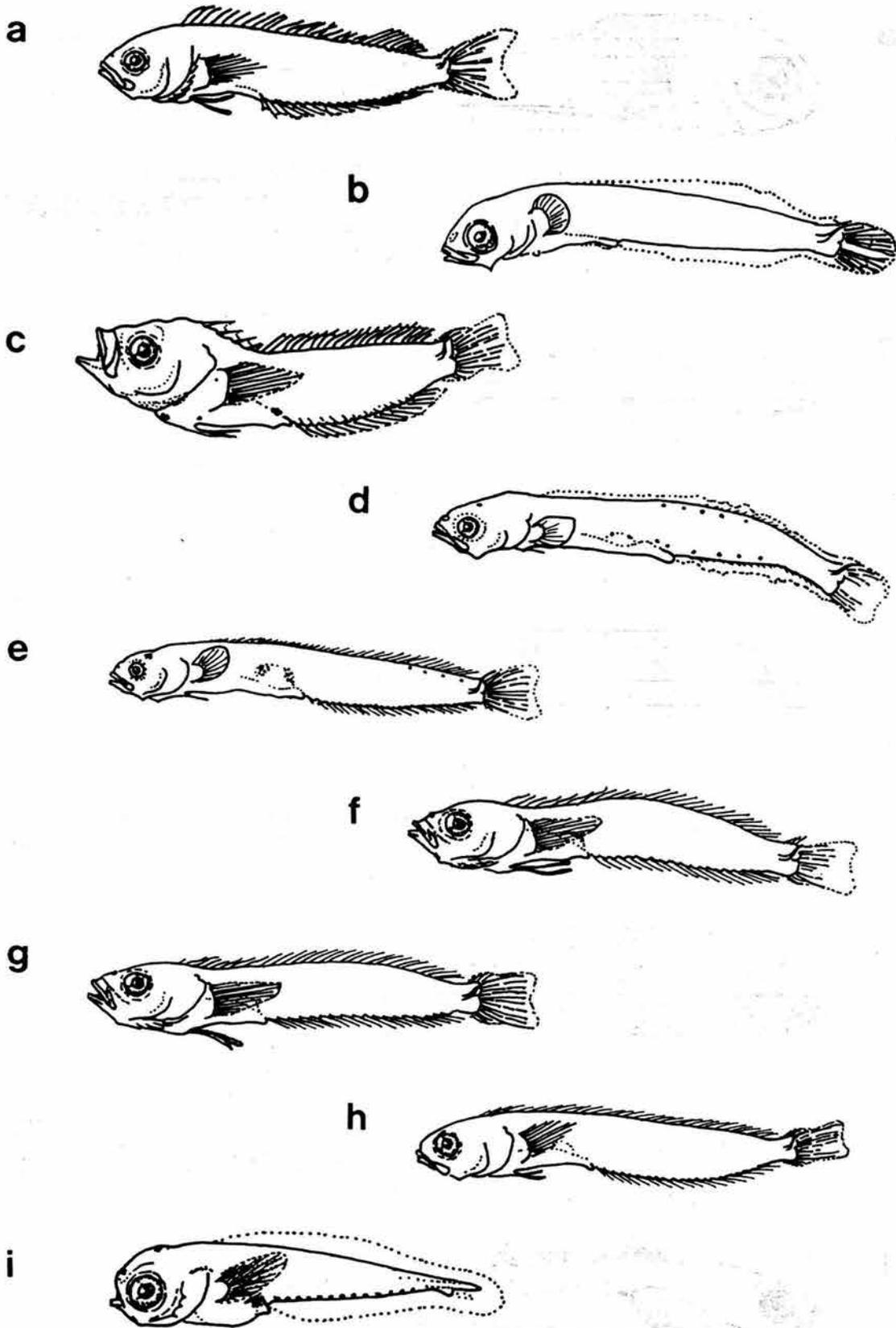
Esquema 12. a. *Chaetodon capistratus*, 21.1mm; b. *Pomacanthus paru*, 4.3 mm; c. *Kyphosus incisor*, 9.7 mm; d. *Kyphosus sectatrix*, 4.8 mm; e. *Abudefduf saxatilis*, 3.3 mm; f. *Halichoeres bivittatus*, 10.2 mm; g. *Halichoeres radiatus*, 10.6 mm; h. *Hemipteronotus cf. martinicensis*, 10.0 mm; i. *Hemipteronotus novacula*, 10.3 mm.



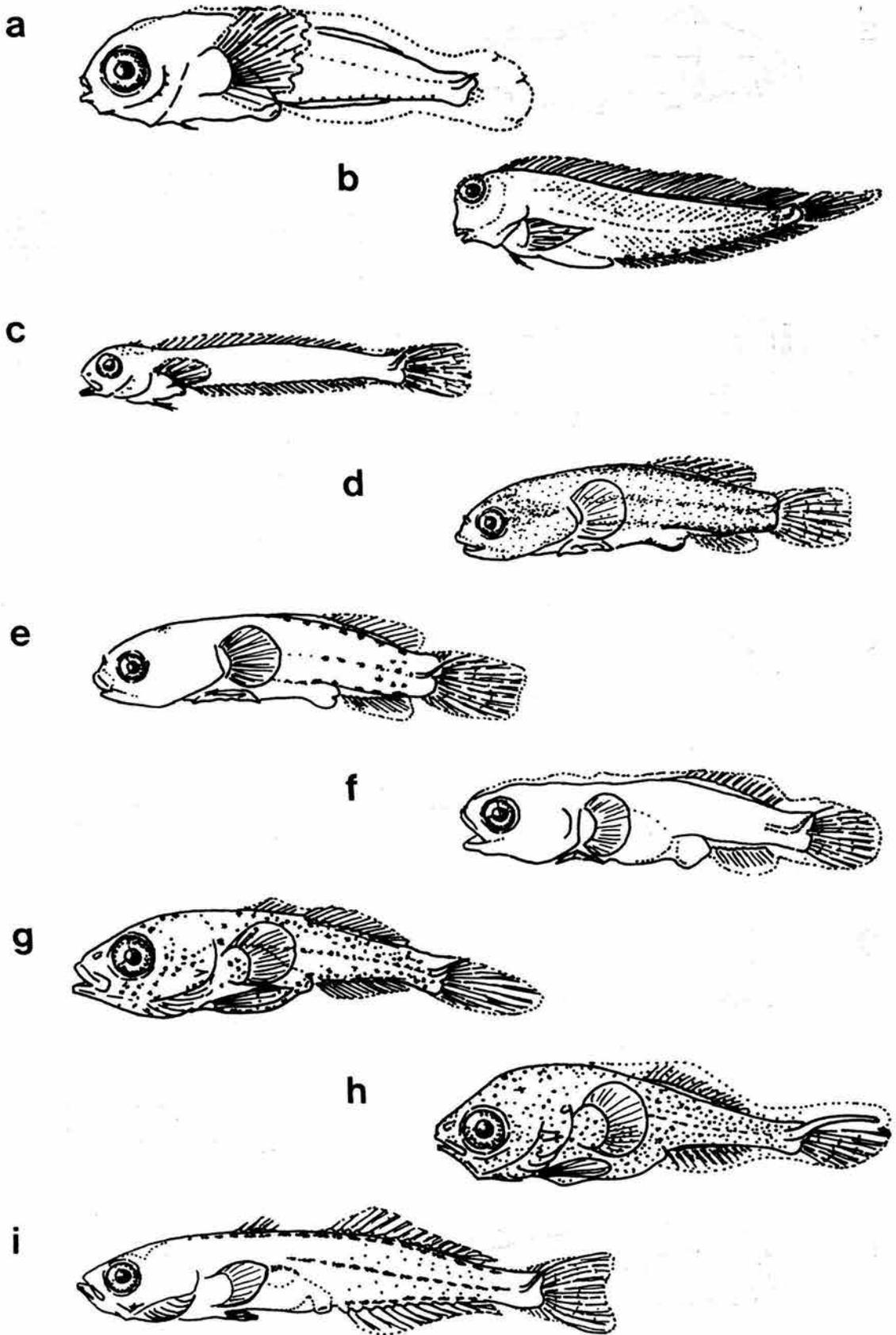
Esquema 13. a. *Hemipteronotus splendens*, 9.9 mm; b. *Thalassoma bifasciatum*, 8.1 mm; c. *Thalassoma* sp, 7.9 mm; d. *Scarus* sp1, 9.1 mm; e. *Scarus* sp2, 9.0 mm; f. *Sparisoma* sp1, 8.7 mm; g. *Sparisoma* sp2, 8.8 mm; h. *Astroscopus* cf. *y-graecum*, 4.7 mm; i. *Enneanectes* sp1, 9.1 mm.



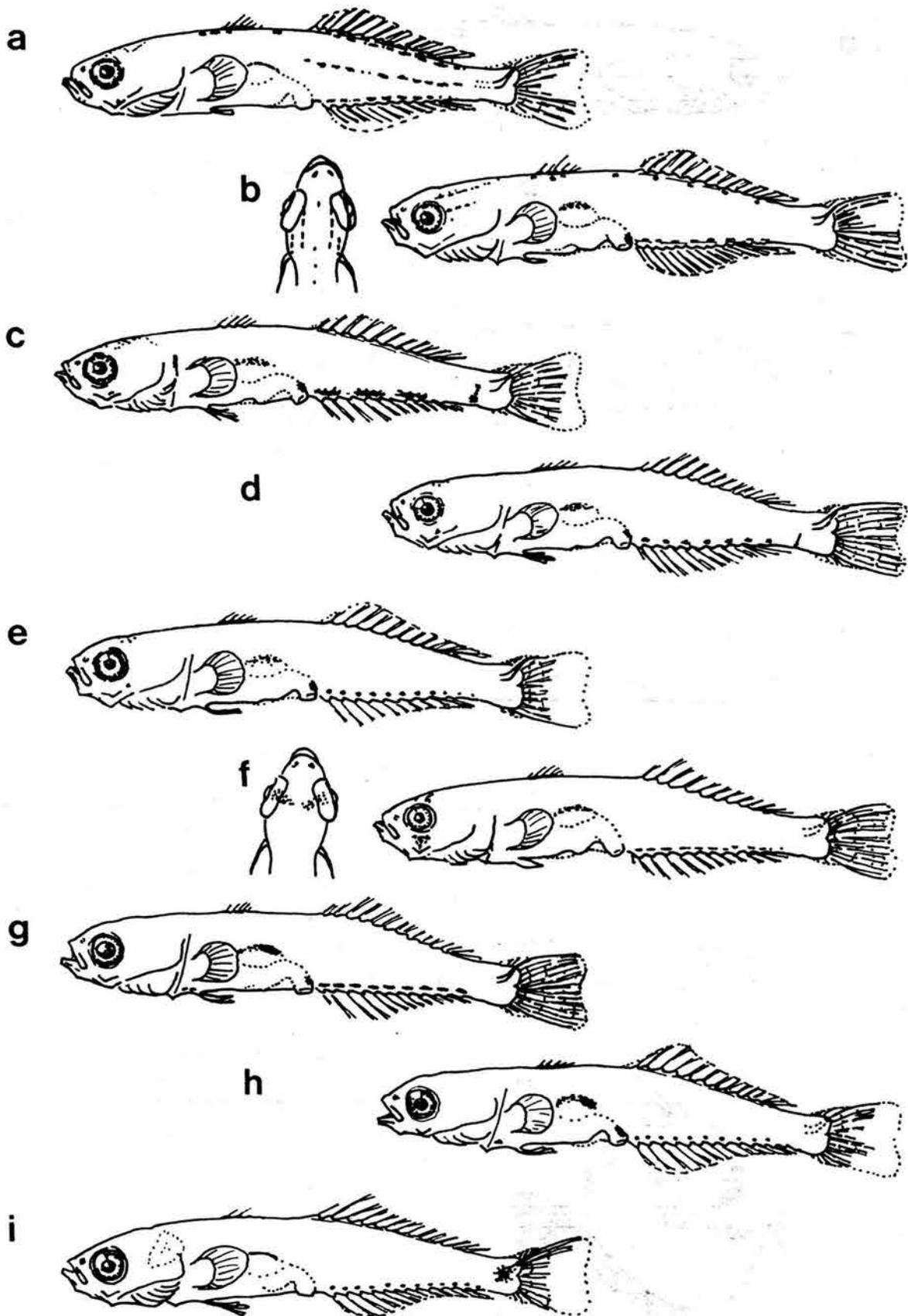
**Esquema 14.** a. *Enneanectes* sp2, 9.2 mm; b. *Enneanectes* sp3, 8.5 mm; c. *Enneanectes* sp4, 8.6 mm; d. *Enneanectes* sp5, 7.0 mm; e. *Gillellus uranoidea*, 7.4 mm; f. *Gillellus jacksoni*, 7.4 mm; g. *Labrisomus nuchipinnis*, 15.1mm; h. *Labrisomus* sp1, 14.3 mm; i. *Labrisomus* sp2, 14.6 mm.



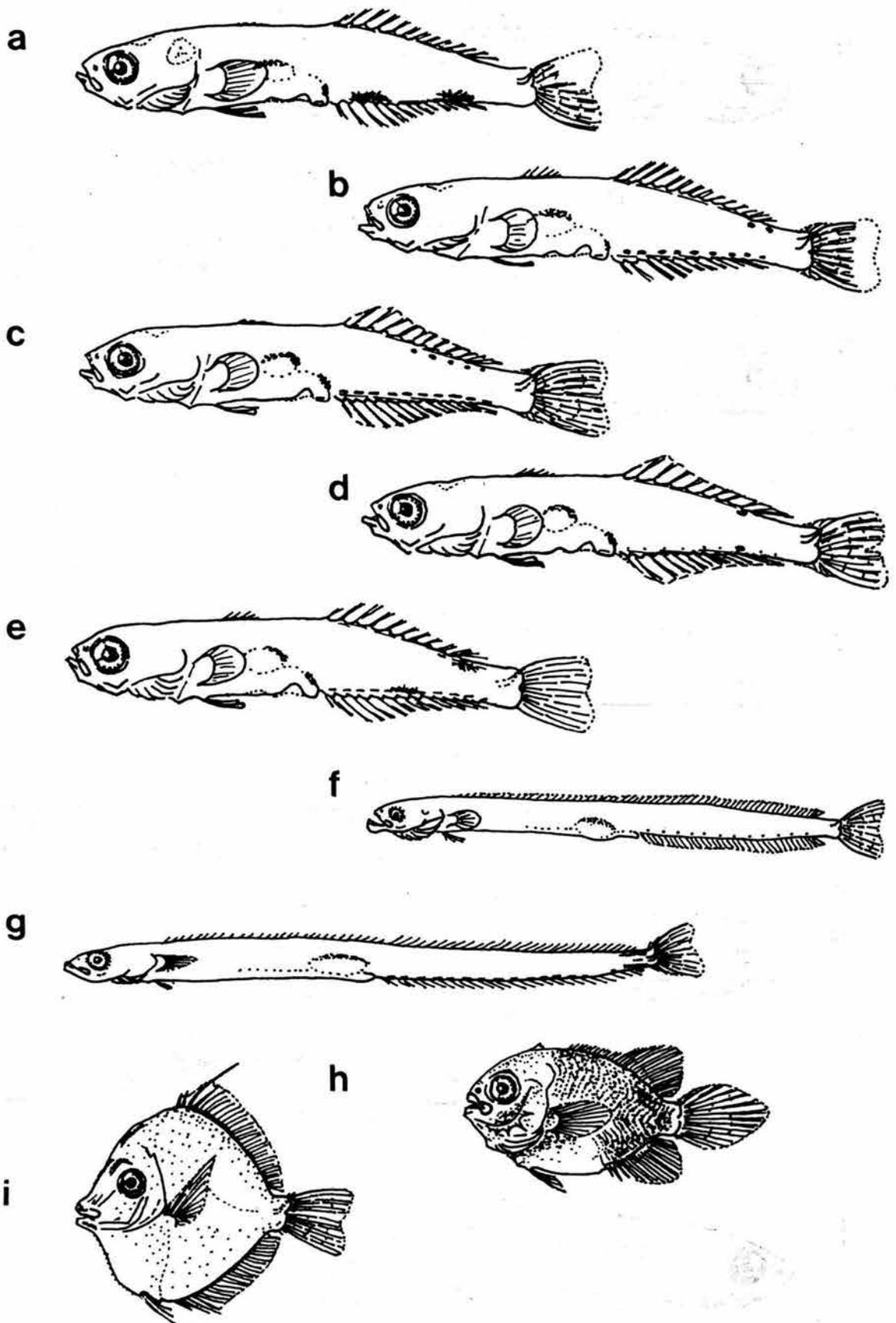
**Esquema 15.** a. *Labrisomus* sp3, 14.8 mm; b. *Paraclinus* sp1, 7.1mm; c. *Paraclinus* sp2, 5.2 mm; d. *Stathmonotus hemphilli*, 7.0 mm; e. *Stathmonotus sthali*, 7.4 mm; f. *Acanthemblemaria* sp1, 8.4 mm; g. *Acanthemblemaria* sp2, 8.6 mm; h. *Acanthemblemaria* sp3, 13.1 mm; i. *Hypsoblennius hentz*, 3.0 mm.



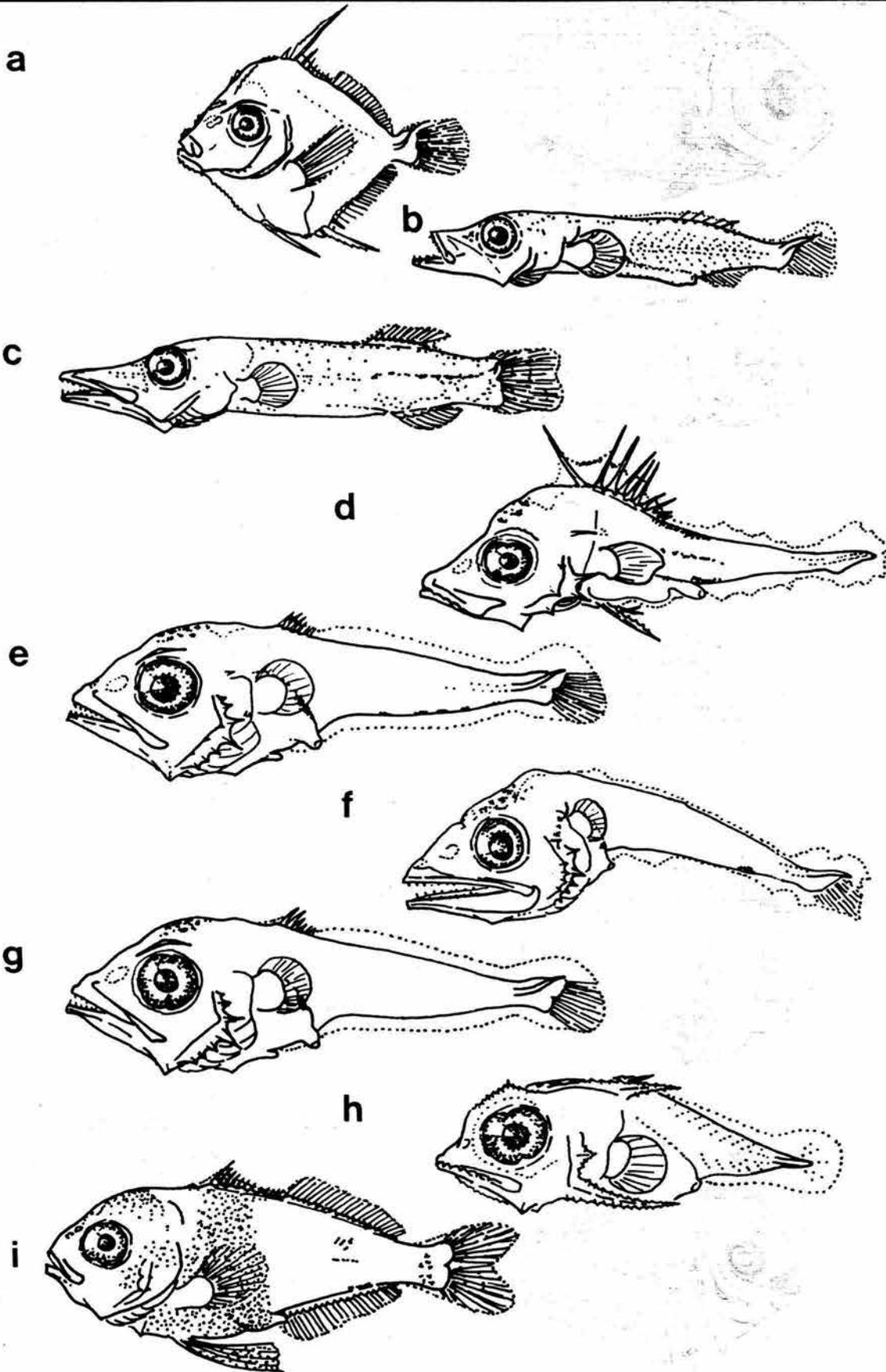
**Esquema 16.** a. *Lupinoblennius nicholsi*, 8.1 mm; b. *Ophioblennius* sp, 69.0 mm; c. *Parablennius* sp, 7.5 mm; d. *Gobiesox strumosus*, 11.4 mm; e. *Acrytops beryllina*, 10.9 mm; f. *Tomicodon* sp, 11.0 mm; g. *Diplogrammus pauciradiatus*, 6.9 mm; h. *Paradiplogrammus bairdi*, 6.5 mm; i. *Bathygobius* sp1, 5.8 mm.



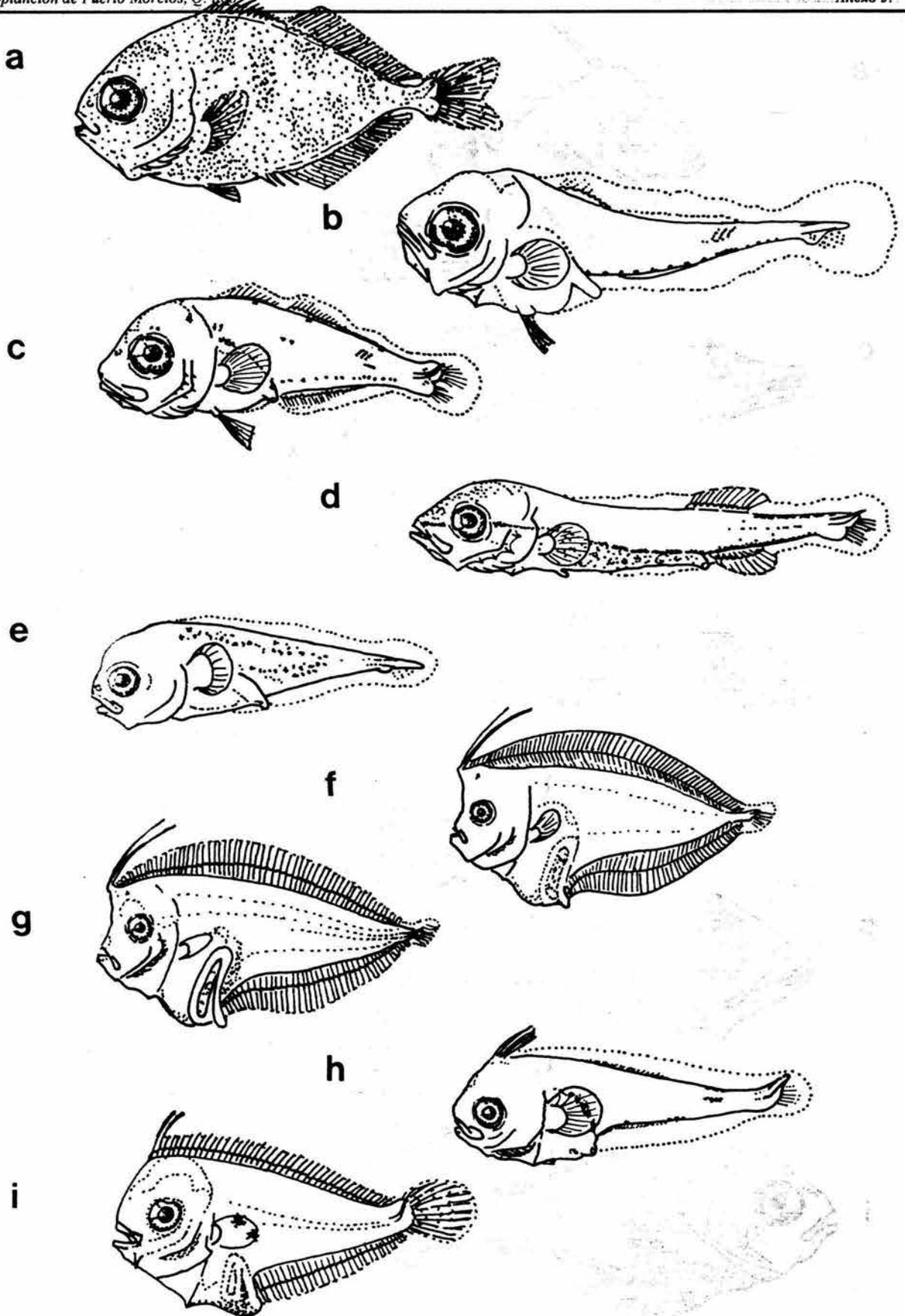
**Esquema 17.** a. *Bathygobius* sp2, 5.6 mm; b. *Coryphoterus* sp, 6.8 mm; c. *Ctenogobius* sp1, 9.0 mm; d. *Ctenogobius* sp2, 9.0 mm; e. *Ctenogobius* sp3, 9.0 mm; f. *Gnatholepis thompsoni*, 10.2 mm; g. *Gobionellus* sp1, 19.1 mm; h. *Gobionellus* sp2, 20.3 mm; i. *Gobiosoma* sp1, 6.6 mm.



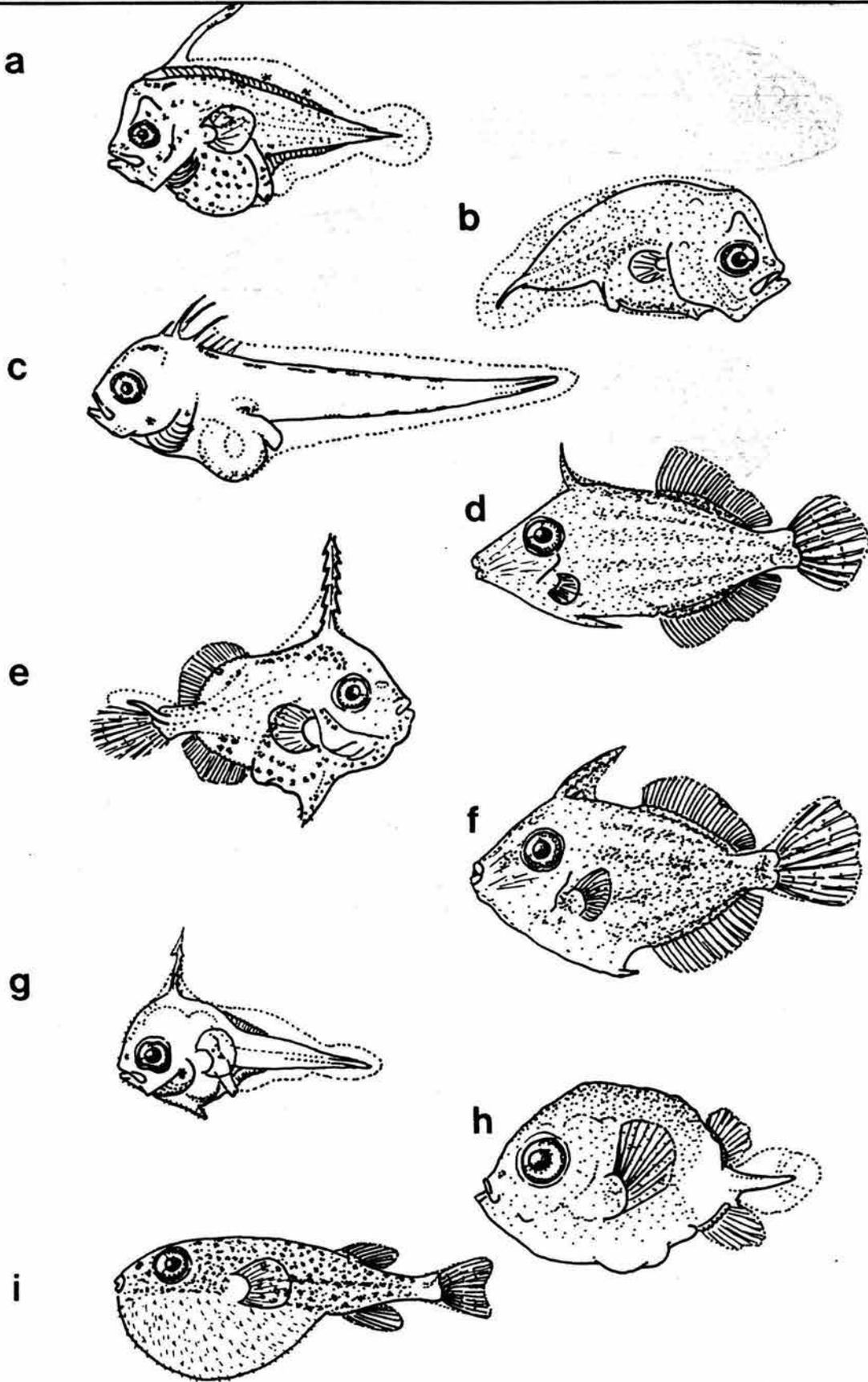
**Esquema 18.** a. *Gobiosoma* sp2, 7.0 mm; b. *Lythrypnus* sp1, 7.1 mm; c. *Lythrypnus* sp2, 7.2 mm; d. *Lythrypnus* sp3, 7.1 mm; e. *Priolepis* sp, 7.0 mm; f. *Microdesmus floridanus*, 19.0 mm; g. *Microdesmus* cf. *longipinnis*, 27.3 mm; h. *Chaetodipterus faber*, 9.0 mm; i. *Acanthurus coeruleus*, 14.0 mm.



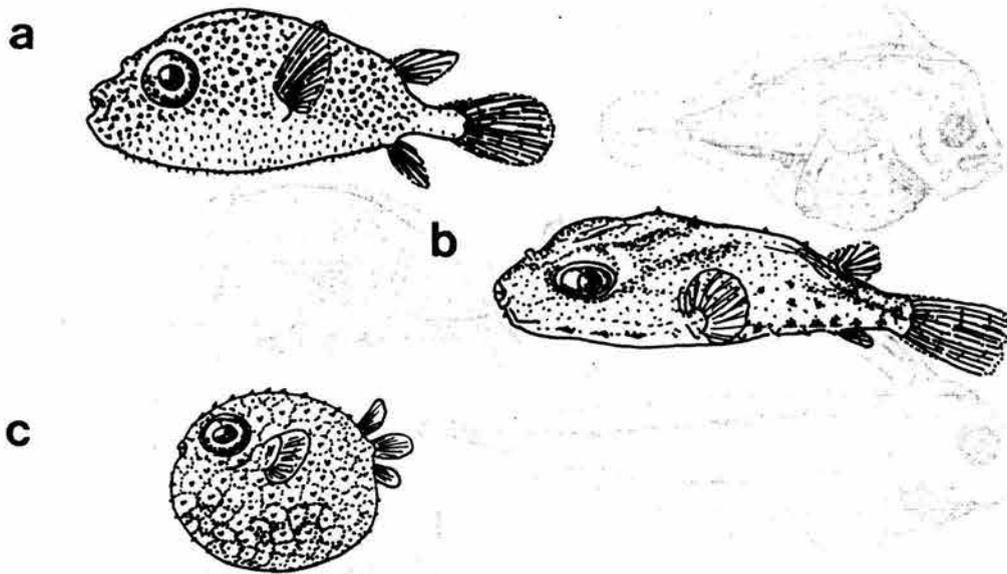
**Esquema 19.** a. *Acanthurus* sp, 5.9 mm; b. *Sphyræna barracuda*, 5.5 mm; c. *Sphyræna picudilla*, 6.3 mm; d. *Gemphylus serpens*, 4.4 mm; e. *Auxis* cf. *thazard*, 7.1 mm; f. *Katsuwonus pelamis*, 6.2 mm; g. *Thunnus atlanticus*, 6.0 mm; h. *Istiophorus platypterus*, 5.6 mm; i. *Nomeus gronovii*, 7.3 mm.



**Esquema 20.** a. *Psenes cyanophrys*, 9.4 mm; b. *Psenes maculatus*, 3.8 mm; c. *Psenes pellucidus*, 5.9 mm; d. *Tetragonurus atlanticus*, 7.6 mm; e. *Prepilus alepidopus*, 3.5 mm; f. *Bothus ocellatus*, 5.9 mm; g. *Bothus lunatus*, 6.0 mm; h. *Citharichthys arctifrons*, 5.9 mm; i. *Citharichthys spilopterus*, 4.2 mm.



**Esquema 21.** a. *Achirus lineatus*, 2.7 mm; b. *Trinectes* cf. *maculatus*, 2.1 mm; c. *Symphurus plagiusa*, 3.5 mm; d. *Cantherhines* cf. *pullus*, 15.9 mm; e. *Monacanthus hispidus*, 5.3 mm; f. *Monacanthus setifer*, 14.9 mm; g. *Monacanthus* sp, 3.1 mm; h. *Lactophrys* cf. *trigonus*, 2.4 mm; i. *Canthigaster rostrata*, 9.9 mm.



Esquema 22. a. *Spheroides maculatus* ; 7.3 mm; b. *Spheroides spengleri*, 15.0 mm; c. *Chilomycterus* cf. *schoepfi*, 13.0 mm.