

## Informe final\* del Proyecto M126

### Pautas para el manejo y ordenamiento de una pesquería multiespecífica de crustáceos en un área natural protegida: El caso de la Ría Celestún, Yucatán

- Responsable:** M en C. María Andrade Hernández
- Institución:** Pronatura Península de Yucatán AC
- Dirección:** Calle 17 N° 188-A x 10, García Gineres, Mérida, Yuc, 97070 , México
- Correo electrónico:** [ppy@pibil.finred.com.mx](mailto:ppy@pibil.finred.com.mx)
- Teléfono/Fax:** (99)20 4641, (99)25 3787, (99)20 4647
- Fecha de inicio:** Septiembre 15, 1997
- Fecha de término:** Diciembre 16, 1999
- Principales resultados:** Informe final, Hoja de cálculo
- Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Andrade Hernández, M.,1999. Pautas para el manejo y ordenamiento de una pesquería multiespecífica de crustáceos en un área natural protegida: El caso de la Ría Celestún, Yucatán. Pronatura Península de Yucatán AC. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M126.** México D. F.
- Forma de citar hoja de cálculo** Andrade Hernández, M.,1999. Pautas para el manejo y ordenamiento de una pesquería multiespecífica de crustáceos en un área natural protegida: El caso de la Ría Celestún, Yucatán. Pronatura Península de Yucatán AC. **Hoja de cálculo SNIB-CONABIO proyecto No. M126.** México D. F.
- Resumen:** Proyecto financiado parcialmente con recursos de la Fundación MacArthur Se pretende realizar un diagnóstico del estado de la pesquería de crustáceos en la ría de Celestún, propone esquemas de manejo comunitario, mecanismos de monitoreo y formación de recursos humanos. Para lo anterior, se llevará a cabo talleres participativos y mesas de discusión tanto para los miembros de la comunidad como con las autoridades gubernamentales y centros de investigación. Se establecerá un ciclo anual de muestreos mensuales y un procedimiento de encuestas a pescadores para la obtención de la información. El proceso de análisis de muestras y procesamiento de la información se hará en el laboratorio y se presentarán reportes cuatrimestrales, así como uno final. Se tendrá la asesoría de un especialista en el área de trabajo y se apoyarán la elaboración de dos tesis profesionales.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

## RESUMEN

### A. Jaiba

#### A1. Muestreo comercial

Se realizaron muestreos durante un ciclo anual con frecuencia mensual a los pescadores de jaibas en la Ría Celestún. Se registraron 4 especies del Género *Callinectes*, en el siguiente orden decreciente: *C. sapidus*, *C. bocourti*, *C. ornatus*, y *C. rathbunae*. El 97% de la captura total estuvo representado por *C. sapidus*. La estructura de la población por sexos para la especie más abundante (*C. sapidus*) mostró una relación machos:hembras de 2:1. La estructura de la población de *C. sapidus* varió entre zonas, registrándose las tallas mayores en la zona marina, disminuyendo hacia la zona interna. La relación anchura-peso para *C. sapidus* varió entre sexos.

#### A2. Muestreo biológico

Se realizaron colectas nocturnas durante un ciclo anual con frecuencia mensual, en tres sitios distribuidos a lo largo del gradiente estuarino (zona interna, zona de mezcla y zona marina). Para las colectas se usaron nasas (aros jaiberos), empleando como carnada cabezas de mero y armado. En cada sitio se utilizaron 30 nasas. Se determinaron 3 especies del Género *Callinectes* en el orden decreciente de abundancia: *C. ornatus*, *C. sapidus* y *C. rathbunae*. La ocurrencia de *C. ornatus* fue de al rededor de 2.5:1 con relación a *C. sapidus*, para las tres zonas de pesca en general. *C. rathbunae* sólo se registró en la zona de mezcla. La relación anchura -peso para las especies más abundantes (*C. ornatus* y *C. sapidus*), no varió entre sexos. La estructura de la población por tallas varió entre zonas: *C. ornatus* registró las tallas mayores en la zona marina y las menores en la zona interna, mientras que *C. sapidus* registró las mayores tallas en la zona de mezcla y marina. La estructura de la población mostró una proporción machos:hembras de: *C. ornatus* 2:1, *C. sapidus* 1.5:1.

### B. Camarón

#### B1. Muestreo biológico

Se realizaron colectas mensuales diurnas durante un ciclo anual, a lo largo del gradiente estuarino (zona interna, zona de mezcla y zona marina). Para las colectas se utilizó el "triángulo camaronero", que era arrastrado por el pescador durante 5-10 min. En cada sitio se realizaron arrastres por triplicado. Se determinaron 4 especies del Género *Farfantepenaeus*: *F. aztecus* (9.3%), *F. brasiliensis* (25.1%), *F. duorarum* (31.5%) y *F. notialis* (22.4%). El reporte de colecta de la especie *F. notialis* es el primer registro para lagunas costeras del Golfo de México. Debido a la falta de características distintivas y claves para la identificación de organismos menores de 8 mm de longitud cefalotorácica (LC), éstos fueron clasificados como *Farfantepenaeus* spp., los cuales representaron el 11.7% restante. De acuerdo a dicho criterio, se realizó una categorización por tallas de la

siguiente manera: *reclutas* LC < 8.0 mm; *juveniles*  $\geq$  8.0 LC < 15.0 mm y *subadultos* LC  $\geq$  15.0 mm.

### **C. Vegetación sumergida**

Se realizaron colectas mensuales durante un ciclo anual, a lo largo del gradiente estuarino (zona interna, zona de mezcla y zona marina). Los muestreos de macrófitos se tomaron sumergiendo un cuadrante de PVC de 1 metro por lado, tomando una submuestra de 0.2 m<sup>2</sup> y la vegetación se colocó en bolsas de plástico para su posterior análisis en laboratorio. Esto se hizo por triplicado para cada zona de muestreo. Los resultados mostraron que la mayor biomasa (seca y húmeda) se observó en la zona marina; las pruebas estadísticas mostraron diferencias significativas entre zonas y entre meses.

### **D. Aspectos socioeconómicos**

Se realizaron tres muestreos estacionales (nortes, secas y lluvias) durante 1998, en los cuales se recabó información bioeconómica (captura, esfuerzo, zonas de pesca, costos y retornos) y social (número de personas involucradas en la actividad pesquera); se dio seguimiento a los pescadores que cambiaron a la pesquería de pulpo. Los análisis globales (todas las encuestas agrupadas) mostraron valores medios de captura por unidad de esfuerzo (CPUE), significativamente diferentes entre pescadores. El tiempo efectivo de pesca fue diferente según la pesquería, variando entre  $1.5 \pm 0.78$  y  $5.57 \pm 0.42$  horas de pesca. La zona marina registró el 5% del total de las visitas, la zona interna el 41% y el restante 54% fue para la zona de mezcla. Los costos variables promedio de operación (dólares americanos: US\$) fueron desde nulos para el caso de los pescadores de camarón, US\$0.59 para los jaiberos, y US\$18.70 para los pescadores de pulpo. Por su parte, las ganancias diarias variaron de US\$1.5 a US\$11.0 para los camaroneros a \$40.6 para los pescadores de pulpo. El número de personas involucradas en la actividad de procesamiento fue de dos en promedio, y en la mayoría de los casos estos eran familiares del mismo pescador.

Por último, con toda la información generada se da una propuesta de manejo para cada una de las pesquerías que ahí se realiza. Para el caso del camarón, la propuesta consiste en una veda temporal (4 meses) y espacial (restricción de pesca en las áreas de alimentación, e.g. zona marina). Asimismo, se recomienda, no utilizar el método de "tapos" para la captura; una disminución del esfuerzo pesquero mediante el incremento de la luz de malla del arte de pesca empleado (triángulo camaronero), un monitoreo de la actividad pesquera con las medidas anterior ya implementadas para su posterior evaluación, y buscar actividades alternativas a la captura de camarón. Para la pesquería de jaiba las medidas contemplan una talla mínima de captura, la liberación de hembras parchadas, así como los "dobletes". Una veda temporal de agosto a octubre (para hembras), período que coincidió con la mayor abundancia de hembras registradas.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	2
A. JAIBA.....	2
A1. MUESTREO COMERCIAL .....	2
A2. MUESTREO BIOLÓGICO .....	2
B. CAMARÓN .....	2
B1. MUESTREO BIOLÓGICO .....	2
C. VEGETACIÓN SUMERGIDA .....	3
D. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES.....	8
3. OBJETIVO GENERAL .....	9
3.1 OBJETIVOS PARTICULARES .....	10
4. METODOLOGIA.....	10
EL RECURSO .....	10
4.1 COLECTA DE ORGANISMOS EN CAMPO .....	10
4.1.1 JAIBA, CAPTURA COMERCIAL .....	10
4.1.2 JAIBA, MUESTREO BIOLÓGICO.....	11
4.1.3 CAMARÓN, MUESTREO BIOLÓGICO.....	11
4.2 TRABAJO DE LABORATORIO .....	12
4.2.1. JAIBA.....	12
4.2.2. CAMARÓN .....	12
4.3 ANÁLISIS DE DATOS .....	12
4.3.1 JAIBA .....	12
4.3.1.1. RELACIONES LONGITUD-ANCHURA Y ANCHURA-PESO .....	12
4.3.1.2. ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN POR TALLAS .....	13

4.3.1.3 MADUREZ SEXUAL Y REPRODUCCIÓN .....	13
4.3.2 CAMARÓN .....	14
4.3.2.1 VARIABLES AMBIENTALES .....	14
4.3.2.2. ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN POR TALLAS .....	14
B) LA PESQUERÍA.....	15
MONITOREO DE PESCADORES .....	15
C) ASPECTO SOCIAL .....	16
5. RESULTADOS .....	17
5.1 JAIBA .....	17
5.1.1 CAPTURA COMERCIAL.....	17
5.1.1.1 ESTRUCTURA POBLACIONAL .....	17
5.1.1.2 RELACIONES MORFOMÉTRICAS .....	18
5.1.2 MUESTREO BIOLÓGICO.....	20
5.1.2.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL.....	20
5.1.2.2 VARIACIONES ESPACIO-TEMPORALES EN LA ABUNDANCIA POR ESPECIE .....	21
a) <i>C. ornatus</i> .....	21
b) <i>C. sapidus</i> .....	23
5.1.2.3 ESTRUCTURA POBLACIONAL .....	23
5.1.2.4 RELACIONES MORFOMÉTRICAS .....	26
5.1.2.5 MADUREZ SEXUAL.....	28
5.1.3 DISCUSIÓN .....	30
5.1.3.1 JAIBA, CAPTURA COMERCIAL .....	30
5.1.3.2 JAIBA, MUESTREO BIOLÓGICO .....	31
5.1.4 CONCLUSIONES .....	32
VARIABLES AMBIENTALES .....	33
5.2.1 COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS CAPTURAS .....	34
5.2.2. ABUNDANCIA RELATIVA: VARIACIÓN ANUAL Y POR ZONA DE PESCA .....	35

5.2.3 ABUNDANCIA RELATIVA: VARIACIÓN MENSUAL.....	38
5.2.4 ABUNDANCIA RELATIVA POR ESPECIE: VARIACIÓN MENSUAL.....	39
5.2.5 ESTRUCTURA POBLACIONAL DE SUBADULTOS .....	40
5.2.6. DISCUSIÓN .....	44
5.2.7. PAUTAS BIOLÓGICAS DE MANEJO PARA EL CAMARÓN DE LA RÍA CELESTÚN .....	45
6. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA .....	47
6.1 ASPECTOS BIOLÓGICO-PESQUEROS .....	47
6.1.1 CAMARÓN .....	47
5.3 VEGETACIÓN SUMERGIDA.....	48
5.3.1 CUANTIFICACIÓN DE BIOMASA HÚMEDA Y SECA POR ZONA DE PESCA.....	48
5.4 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS .....	51
5.4.1. PRUEBA DE DIAGNÓSTICO DE CONOCIMIENTOS BÁSICOS.....	51
5.4.2 ESFUERZO PESQUERO.....	52
5.4.2.1. ARTES Y OPERACIÓN DE PESCA.....	52
5.4.2.2. ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO EFECTIVO DE PESCA.....	52
5.4.2.3 ZONAS DE PESCA .....	53
5.4.3 CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO .....	54
5.4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	55
5.4.4.1 COSTOS DE OPERACIÓN .....	55
5.4.4.2 BENEFICIOS ECONÓMICOS.....	56
5.4.4.3 COMERCIALIZACIÓN .....	57
5.4.4.4 PRECIOS POR ESPECIE Y PRESENTACIÓN.....	58
5.4.5 MONITOREO DE PESCADORES .....	59
5.4.5.1 CAMARONEROS.....	59
5.4.5.2 JAIBEROS .....	61
6. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA .....	63
6.1 ASPECTOS BIOLÓGICO-PESQUEROS .....	63

<b>6.1.1 CAMARÓN .....</b>	<b>63</b>
<b>6.1.2 JAIBA .....</b>	<b>65</b>
<b>6.2 CO-MANEJO DE LA PESQUERÍA DE CRUSTÁCEOS EN LA RÍA CELESTÚN.....</b>	<b>65</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>69</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Como actividad económica, la pesca en Yucatán ha requerido de un cúmulo de conocimientos sobre los recursos explotados a fin de utilizarlos con fines predictivos y como criterio normativo para regular su uso y proyectar inversiones (Arreguín-Sánchez 1989). Las pesquerías de lagunas costeras en el Estado se basan generalmente en recursos multiespecíficos que varían en disponibilidad en el tiempo y en el espacio. Esta complejidad dificulta la evaluación y la consecuente formulación de programas de ordenación, como el caso de la Ría Celestún, considerada de libre acceso, por lo cual no existe propiedad sobre el recurso, y cualquier miembro de la sociedad (e.g. cualquier pescador) puede obtener el recurso por apropiación directa. El síndrome de sobreexplotación de recursos pesqueros indica que este régimen conduce al fracaso en su óptima asignación (Seijo *et al.*, 1998). En otras palabras, el libre acceso constituye una condición necesaria y suficiente para la sobreexplotación de un recurso pesquero, lo que a su vez genera la disipación de la renta económica derivada de la actividad, en un plazo variable que depende de la oportunidad de empleo alternativo, así como de las fluctuaciones oferta/demanda del producto a nivel local, regional e internacional.

Los estudios relacionados sobre el estado actual de los recursos en la zona, son muy escasos y, hacen alusión fundamentalmente a aspectos básicos de la estructura espacio-temporal de algunas especies del sistema (Andrade 1996). No se cuenta con estudios sistemáticos de mediano y largo plazo tendientes a proponer bases bio-socio-económicas para su adecuada ordenación. La administración de estos recursos no sólo implica el conocimiento de la biología y dinámica de las poblaciones, sino también profundizar en aspectos socioeconómicos a efectos de obtener un desarrollo sustentable de la actividad y de la zona como un todo. Esto cobra singular importancia en Celestún, donde el 85 % de la población económicamente activa se dedica directamente a la pesca (*i.e.* empleos directos), y otro porcentaje se dedica a actividades conexas como procesamiento y comercialización. La carencia de fuentes de empleo alternativo y los bajos ingresos percibidos, hacen de esta actividad un fenómeno socioeconómico de relevancia que imperiosamente debe ser considerado para su análisis, debido a que estos factores aceleran la sobreexplotación de los recursos pesqueros y el consecuente impacto económico negativo para la sociedad.

## 2. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

La indudable importancia socioeconómica de la pesca artesanal en la región contrasta radicalmente con la falta de organización que prevalece en el sector. No existen padrones ordenados de pescadores ni de embarcaciones, ni registros de captura confiables. Esto es especialmente importante en el caso de Celestún, que constituye el primer punto de contacto de los pueblos aledaños al puerto. En efecto, Celestún registra un 5.5 %, de inmigración anual, la segunda tasa más alta en el



Estado de Yucatán (INEGI, 1990; Centro de Salud Celestún, 1997), por ser un lugar de mayor accesibilidad y más seguro que la pesca en el mar. Es importante resaltar que la Ría es el principal punto de trabajo de los pescadores durante la temporada de "nortes".

Cabe señalar el impacto negativo de las artes de pesca utilizadas, particularmente el triángulo camaronero, ya que además de capturar organismos juveniles de las especies objetivo, se registra una captura incidental de gran cantidad de organismos juveniles de peces. Esto cobra importancia ya que las lagunas costeras son un hábitat crítico como zonas de crecimiento, alimentación y refugio de muchas especies de importancia comercial (Herrera-Silveira, 1987, 1988 y 1994; Correa-Sandoval y García-Barrón, 1993).

Las principales especies de importancia comercial en la Ría de Celestún son las jaibas del género *Callinectes* y el camarón *Farfantepenaeus* spp. La jaiba es una especie apreciada y su utilización va desde el consumo humano directo hasta su uso como carnada para la pesca del pulpo. Por su parte, el camarón tiene una demanda importante en la región debido a su alto valor económico, siendo destinado exclusivamente a consumo humano a nivel regional. La pesca de ambas especies se lleva a cabo todo de año con intensidad variable e implica un trabajo familiar, ya que el pescador se encarga de la captura mientras que el resto de la familia participa en el proceso de limpieza y la extracción de la pulpa.

Actualmente, los administradores de áreas protegidas, tales como la Ría Celestún, se enfrentan a problemas complejos para el uso y manejo de los recursos naturales, dado que el constante incremento del esfuerzo pesquero en los últimos 15 años, ha generado una progresiva disminución de especies de importancia comercial, con el consecuente desbalance entre el potencial pesquero y la intensidad de explotación. Por una parte, se plantea el problema de proteger y preservar los ecosistemas representativos, y por otra, de proponer pautas para el uso y aprovechamiento de los recursos de manera sustentable, para así evitar la sobreexplotación y el colapso pesquero (Defeo *et al.*, 1999). Teniendo en cuenta lo anterior, este proyecto consistió en profundizar en aspectos de la dinámica y estructura de las poblaciones e incorporar a los pescadores en el proceso de evaluación y manejo, a efectos de proponer bases biológicas tendientes a racionalizar su explotación y obtener los máximos beneficios económicos y sociales en forma sostenida.

### **3. OBJETIVO GENERAL**

Establecer variaciones espacio-temporales en la ecología y dinámica de las poblaciones de crustáceos del género *Callinectes* y *Farfantepenaeus*, así como en la actividad pesquera, a efectos de proponer esquemas de ordenación y pautas de manejo pesquero que coadyuven a la conservación de la biodiversidad en la zona y a lograr un desarrollo sustentable de la actividad.

### **3.1 Objetivos particulares**

- 3.1.1. Establecer variaciones espacio-temporales de las poblaciones y capturas de jaibas *Callinectes* spp. y camarones *Farfantepenaeus* spp. en la Ría Celestún.
- 3.1.2. Proponer estrategias de manejo del recurso en base a los conocimientos adquiridos en 3.1.1.
- 3.1.3. Involucrar a los pescadores en el proceso de organización y ordenación de la pesca en la Ría Celestún. Establecer en base a ello, esquemas de co-manejo en el cual los propios usuarios compartan la responsabilidad con la autoridad de conservar este recurso multiespecífico.
- 3.1.4. Implementar esquemas de transferencia tecnológica en las etapas de captura (e.g., calidad de carnada, tipo de arte de pesca), procesamiento (productos con mayor valor agregado) y comercialización (eliminación de intermediación).

## **4. METODOLOGIA**

### **El recurso**

#### **4.1 Colecta de organismos en campo**

Se establecieron 3 sitios de muestreo para jaiba y camarón, elegidos de acuerdo a los resultados de Herrera-Silveira (1987, 1988 y 1994): 1) zona interna, 2) zona de mezcla y 3) zona marina. Los muestreos se realizaron durante un ciclo anual, con una frecuencia mensual, tomando las muestras por triplicado. En cada uno de los sitios se registró la salinidad con la ayuda de un refractómetro, y la temperatura del agua superficial con un termómetro de inmersión.

##### **4.1.1 Jaiba, captura comercial**

Se realizaron muestreos mensuales durante un ciclo anual, a fin de caracterizar la composición por especies de la captura comercial de jaiba, así como la estructura por sexos, tallas y pesos individuales. A tal fin, se muestreó la captura a un número variable de pescadores cuando regresaban de la faena de pesca, dependiendo de su disponibilidad de aceptar la entrevista y el muestreo. Para cada organismo se

registraron 3 medidas con precisión de 1 mm: anchura del caparazón (de espina a espina lateral), anchura a la base de la espina lateral, y longitud (de la punta del rostro, hasta donde inicia el dobléz del abdomen). El peso de cada organismo fue registrado con la ayuda de una balanza portátil con precisión de 1 g. Se registró el sexo y estado de madurez de los organismos.

Se registraron las áreas de captura del recurso, así como su relación con diferentes tipos de sustrato/hábitats. Se elaboró una carta de fondo en el área de distribución del recurso, a fin de establecer correlaciones fauna-tipo de hábitat que pudieran ser de utilidad para la elección del arte de pesca adecuado.

#### **4.1.2 Jaiba, muestreo biológico**

La colecta de jaibas se llevó a cabo con nasas (aros jaiberos) de alambre de fierro de 50 cm de diámetro, sobre el cual lleva una red de 2.5 cm de luz de malla, con la finalidad de obtener organismos juveniles de tallas pequeñas. La nasa lleva al centro un cabo de 2.5 m de largo unido por uno de sus extremos al aro, y por el otro a un flotador (botella de plástico). Como carnada se utilizaron cabezas de mero (*Epinephelus morio*) y armado (*Orthopristis chrysoptera*), las cuales fueron previamente saladas.

En cada sitio de muestreo se ponían en una fila 10 unidades de muestreo (nasa) y la operación se realizaba por triplicado, colocando éstas paralelas a la orilla de la laguna a una distancia de 20 m una de otra entre filas y entre nasas. Se dio un tiempo de calado de 20 min antes de proceder a la recuperación de las nasas y a la captura de los organismos. Posteriormente, las jaibas capturadas fueron colocadas en bolsas de plástico previamente etiquetadas para su posterior análisis en el laboratorio. Se utilizó una lancha de 16 pies de eslora y un motor fuera de borda de 25 HP.

Se realizaron 2 experimentos adicionales a efectos de evaluar la incidencia (a) del tiempo de salado de la carnada y (b) del distanciamiento entre nasas, en el rendimiento y estructura poblacional de las jaibas *Callinectes* spp. Los detalles de estos experimentos son aportados, respectivamente, en los Anexos 7.5 y 7.6 del presente Informe.

#### **4.1.3 Camarón, muestreo biológico**

Los camarones fueron colectados con un arte de pesca artesanal llamado "triángulo", arrastrado (10 min) a pie por un pescador local a una profundidad de 1-1.5 m aproximadamente. El arte de pesca tiene una forma cónica en el cuerpo con 1 cm de luz de malla, atado a una boca triangular generalmente hecha con tres maderos de mangle. Las colectas se realizaron en la mañana por triplicado durante un ciclo anual con frecuencia mensual, en los 3 sitios de muestreo determinados previamente (zona interna, zona de mezcla y zona marina). Después de cada

arrastre, los camarones fueron preservados en alcohol etílico al 70% y llevados al laboratorio para su análisis posterior.

## **4.2 Trabajo de laboratorio**

### **4.2.1. Jaiba**

Primero, se procedió a determinar los organismos obtenidos a nivel taxonómico de especie (Williams, 1984). Cada ejemplar fue medido con una regla con precisión de 5 mm. Se registró la anchura del caparazón (de punta a punta de la espina lateral), la anchura del caparazón a la base de la espina y longitud del caparazón (de la punta del rostro al dobléz del abdomen). El peso de cada organismo fue registrado con una balanza portátil con precisión de 1 g.

El sexo fue determinado por la forma del abdomen. En los machos el abdomen es largo y estrecho en forma de "T" invertida, forma que persiste a lo largo del ciclo de vida. En los juveniles éste se presenta fuertemente sujeto a la superficie ventral, mientras que en los adultos es libre. Las hembras juveniles presentan un abdomen en forma triangular, mientras que las adultas lo tienen en forma redondeada.

### **4.2.2. Camarón**

Se determinó cada organismo a nivel de especie, de acuerdo a las claves de identificación de Perez-Farfante y Kensler (1997). Cada ejemplar fue medido con un vernier con precisión de 1 mm. Se registraron las longitudes del cefalotórax y el abdomen; el peso de cada organismo fue registrado con una balanza portátil con una precisión de 0.01g.

Se registraron las longitudes: (1) total (LT), de la punta del rostrum a la punta del telson; (2) del cefalotórax (LC), de la punta del rostrum al final del carapacho; y (3) del rostrum (LR), de la punta del rostrum al pedúnculo ocular. El sexo fue determinado en los machos por medio del petasma, y en las hembras a través del télico. La forma de estas estructuras sexuales dependen de cada especie y del estado de madurez en que se encuentren.

## **4.3 Análisis de datos**

### **4.3.1 Jaiba**

#### **4.3.1.1. Relaciones longitud-anchura y anchura-peso**

El análisis de resultados en términos de las relaciones morfométricas (anchura-peso y longitud-anchura) y la estructura de la población por tallas, se realizó para las 2 especies con mayor número de organismos (*C. ornatus* y *C. sapidus*). A efectos de

analizar la relación anchura-longitud y su posible relación con el sexo, los datos se ajustaron a una regresión lineal de la forma  $A = a + bL$ , donde  $A$  es la anchura (cm),  $L$  es la longitud (cm),  $a$  es la ordenada al origen y  $b$  es la pendiente.

Para analizar la relación anchura-peso, los datos observados se ajustaron a una regresión potencial de la forma  $W = aA^b$  donde,  $W$  es el peso del organismo (g),  $A$  es la anchura (cm), " $a$ " es el factor de condición (cambios relativos al peso) y " $b$ " es el parámetro de ajuste (tipo de crecimiento), discriminando por sexo (Pauly, 1983; Arreguín-Sánchez, 1986). Se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) entre sexos, a fin de comparar la relación anchura-peso, usando a la anchura como co-variable (Zar, 1996).

#### 4.3.1.2. Estructura de la población por tallas

El intervalo apropiado para analizar la distribución por tallas de una especie depende de los valores extremos observados, del tipo de análisis propuesto, del propósito para el cual serán utilizados los datos y de los límites aceptables de precisión de la información que de ello se derive (Pauly, 1983). En el presente estudio, los datos biométricos correspondientes a la anchura del caparazón se agruparon en intervalos de 1 cm con la finalidad de caracterizar la estructura de la población por tallas.

#### 4.3.1.3 Madurez sexual y reproducción

La talla de madurez sexual se estimó con base en la forma del abdomen en las hembras y a la rigidez del mismo en los machos. De manera general se consideraron organismos juveniles de 8.0 hasta 13.7 cm de anchura de caparazón para *C. sapidus* y de 7.7 hasta 8.9 cm como organismos juveniles para *C. ornatus*.

En el caso de *C. sapidus* se diferenciaron juveniles de adultos. La relación talla-madurez se construyó en base a la información obtenida durante el período reproductivo. La fracción de hembras adultas fue modelada en función de la talla utilizando la siguiente función logística de madurez (Restrepo & Watson, 1991):

$$B_L = \frac{\beta}{1 + e^{(\alpha_1 - \alpha_2 L)}} \quad (1)$$

donde  $B_L$  es la fracción de hembras ovígeras en cada clase de talla  $L$ , y  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  y  $\beta$  son parámetros. El parámetro  $\beta$  representa la asíntota en el modelo logístico. Dado que es  $\leq 1$ , el procedimiento de ajuste no lineal incluyó una función penalizada en la minimización del algoritmo para este parámetro. La talla media de madurez sexual ( $L_{50\%}$ ) fue obtenida por:

$$L_{50\%} = -\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \quad (2)$$

donde  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  fueron definidos en la ecuación (1). La función fue ajustada a través del método no lineal por mínimos cuadrados, usando el algoritmo quasi-Newton para estimar el error estándar de los parámetros.

## 4.3.2 Camarón

### 4.3.2.1 Variables ambientales

Se realizaron análisis de varianza de 2 vías (ANOVA) para evaluar diferencias en salinidad y temperatura entre zonas hidrológicas (marina, mezcla e interna) y estaciones climáticas (nortes, secas y lluvias). Cuando se detectaron diferencias significativas, se aplicaron pruebas de mínima diferencia significativa (LSD; Zar, 1996). Debido a la falta de homogeneidad de varianza, los datos de salinidad fueron transformados con la expresión  $x^{2.5}$  (utilizada cuando la distribución es sesgada a la derecha). Las diferencias de biomasa de pastos marinos entre zonas y estaciones climáticas fueron evaluadas mediante pruebas de Kruskal-Wallis (Zar, 1996) debido a la no normalidad de los datos.

### 4.3.2.2. Estructura de la población por tallas

Se realizó un ANOVA de 1 vía a los datos de captura total para determinar diferencias entre zonas, previa transformación con  $\sqrt{x+0.5}$  para homogeneizar las varianzas. A su vez, las diferencias espaciales y temporales de las poblaciones de camarón por especie, se evaluaron aplicando ANOVA's de 2 vías, usando como factores zonas y meses, a los datos de captura de *F. aztecus*, *F. duorarum* y *F. notialis*, los cuales fueron previamente transformados con  $\sqrt[4]{x}$  para obtener homogeneidad de varianzas. Dado que los datos de *F. brasiliensis* no presentaron normalidad, las diferencias entre zonas y meses se evaluaron con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1996).

En el análisis espacial de las 3 clases de talla, se aplicaron ANOVA's de 1 vía entre zonas, transformando previamente los datos de reclutas con  $1/\sqrt{x+0.5}$  y subadultos con  $\ln(x+1)$  para homogeneizar las varianzas. Las estructuras poblacionales por tallas de subadultos entre las 4 especies fueron comparadas por medio del test Kolmogorov-Smirnov para 2 muestras (Zar, 1996).

## b) La Pesquería

### Monitoreo de pescadores

Para determinar el número de pescadores operando en cada una de las pesquerías (jaiba y camarón), se realizaron recorridos semanales a todo lo largo de la Ría Celestún. En cada uno, se recorría en lancha toda la Ría desde San Joaquín, en la boca de la laguna, hasta El Rincón, en la zona interna (Figura 1). Todos los recorridos se realizaron en viernes entre las 7:00 y las 10:00 horas. Se definieron 16 sitios para dividir la Ría en secciones y, a la vez, éstos se agruparon en 3 zonas de acuerdo al gradiente salino definido por Herrera-Silveira (1996). Durante el recorrido se hizo un reconocimiento visual para determinar la especie objetivo del pescador de acuerdo al arte de pesca utilizado (triángulo camaronero, aro jaibero, cordel y redes) y se registró el número de pescadores que se encontraban en el sitio.

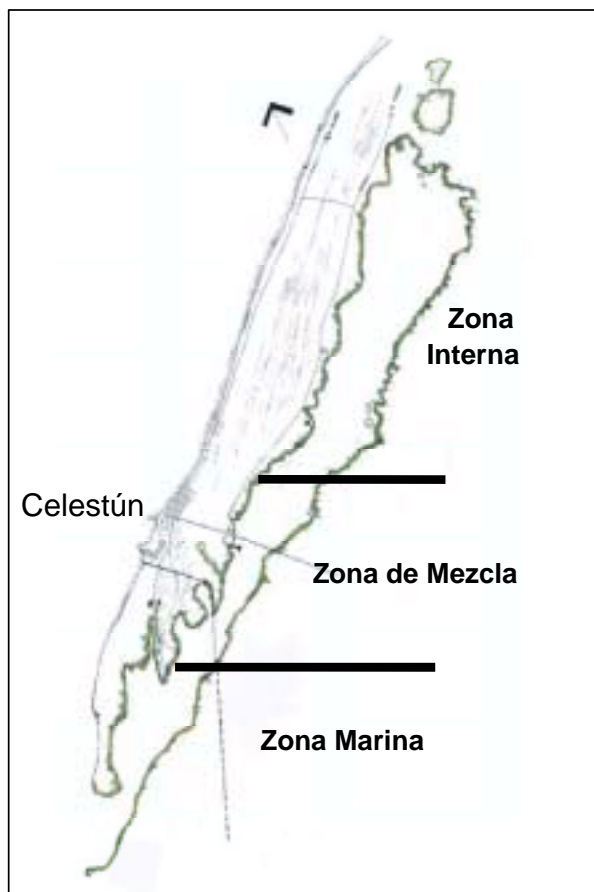


Figura 1. Ría Celestún. Area de estudio y localización de las zonas de muestreo.

El análisis se hizo en forma discriminada para las tres temporadas del año: (1) secas, entre marzo y mayo, (2) lluvias, de junio a agosto, y (3) nortes, de septiembre a febrero. Con los datos obtenidos se estimó el número promedio de pescadores de camarón y jaiba, total, por temporadas y por zonas. Para la jaiba, se determinó la CPUE (kg/nasa) por zonas y temporadas. Se definieron los estratos de abundancia relativa en base a los rendimientos obtenidos y se determinó un mapa de rendimiento bioeconómico por temporadas (ver Figuras 5.4.7. y 5.4.8.).

### **c) Aspecto social**

Se efectuaron 3 talleres de trabajo de tal forma que se pudieran congregarse el mayor número de pescadores artesanales antes de iniciar los trabajos del proyecto y discutir con ellos cuestiones de estrategias y metodologías para el mejor desarrollo de las actividades.

El objetivo del primer taller fue informar a los pescadores sobre la importancia del proyecto y de la información derivada de éste en apoyo a la actividad que realizan. Por otra parte, se les proporcionó información biológica y ecológica tales como el ciclo de vida de las especies, entre otros (Anexo 7.8).

En el segundo taller se les presentó a los pescadores un panorama general de los resultados logrados hasta ese entonces, con el fin de conocer su opinión y las sugerencias para mejoramiento del trabajo. La información preliminar fue referente a las especies identificadas, su distribución dentro de la Ría y las capturas realizadas durante el periodo de muestreo (Anexo 7.9).

En el tercer taller se estableció una mesa de discusión sobre los objetivos y metas del estudio, así como los resultados finales obtenidos, con énfasis en la importancia de éstos como apoyo a la actividad que realizan. Se analizaron futuras recomendaciones derivadas del presente estudio como estrategias de ordenación herramientas de manejo de los recursos (Anexo 7.10).

Con la finalidad de complementar el apoyo y la participación de los pescadores artesanales, se aplicó una prueba de diagnóstico, sobre conocimientos básicos de ecología de las especies objetivo (jaiba y camarón), así como su "sentir" a cerca de la problemática pesquera artesanal de la Ría Celestún.

Para la recolección de información socioeconómica, se realizaron tres muestreos estacionales (nortes, secas y lluvias) durante 1998, en los cuales se recabó información bioeconómica (captura, esfuerzo, zonas de pesca, costos y retornos) y social (número de personas involucradas en la actividad pesquera). A tal fin se seleccionó a un grupo de pescadores que realizaba actividades de pesca preferentemente en la Ría (más del 50% de su tiempo), para aplicar cuestionarios sobre información socioeconómica. Las encuestas se realizaron durante 15 días consecutivos y permitieron coleccionar la información antes mencionada. El análisis de



la información recolectada para cada pescador fue realizado para cada una de las encuestas durante los distintos muestreos realizados.

El número de pescadores por pesquería, zona de pesca y frecuencia de salidas, fue cuantificado mediante la realización de un recorrido por lancha, con una frecuencia mensual. En cada muestreo, se contó el número de pescadores por lancha, tipo de arte de pesca empleado y zona en que se encontraba.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Jaiba

#### 5.1.1 Captura comercial

##### 5.1.1.1 Estructura poblacional

Se registraron 4 especies de jaibas del Género *Callinectes*, siendo la jaiba azul *Callinectes sapidus* la que registró mayor presencia por número de individuos (97% del total de los registros, equivalentes a 907 organismos). De éstos, el 20.35% correspondieron a preadultos de talla media ( $\pm$  DE) igual a  $11.23 \pm 0.96$  cm de anchura de espina a espina lateral, y un peso medio de  $97.16 \pm 19.77$  g. El 3% restante estuvo compuesto por 16 individuos de *Callinectes boucorti*, 7 de *Callinectes ornatus* y 1 de *Callinectes rathbunae*.

En la Figura 5.1 se muestran las variaciones mensuales en la distribución del número total de individuos por mes, biomasa total por mes y número de hembras juveniles para *C. sapidus*, la especie con mayor presencia. Las mayores cantidades de organismos fueron muestreadas en octubre y agosto, mientras que las menores correspondieron a abril y mayo.

La estructura de la población comercial por sexos mostró una significativa predominancia de machos en *C. sapidus* ( $\chi^2=113.61$ ;  $p < 0.0001$ ) (Figura 5.2). Para *C. boucorti* la relación por sexos no difirió significativamente de 1:1 ( $\chi^2=1.00$ ;  $p < 0.3173$ ), aunque cabe resaltar que se obtuvieron muy pocos organismos (16), lo cual afectaría el poder de la prueba.

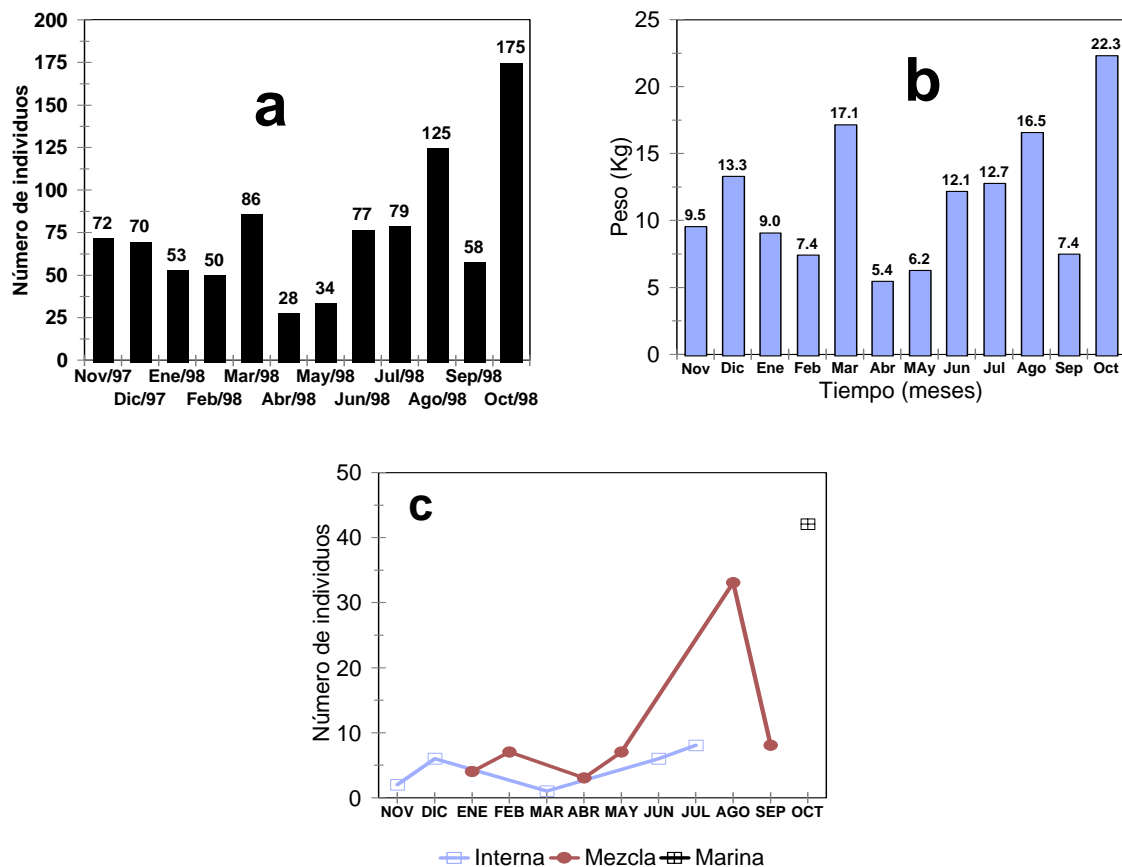


Figura 5.1. *Callinectes sapidus*. (a) Número total de organismos, (b) variación mensual en biomasa (kg) y en número de hembras adultas aptas para el primer desove (c) analizados de la captura comercial.

En la Figura 5.2 se observan las distribuciones de frecuencias de longitudes (DFL) discriminadas por zona. En el caso de los machos, las DFL fueron unimodales, mientras que las hembras presentaron una tendencia a la bimodalidad. Las hembras registraron una talla media de 12 cm en la zona interna, 15 cm en la zona marina y de 11 cm en la zona de mezcla. En tanto, los machos registraron una talla media de 15 cm en la zona interna, de 14 cm en la zona marina y de 13 cm en la zona de mezcla. Las DFL no mostraron diferencias significativas entre hembras y machos, de acuerdo a la prueba de Kolmogorov-Smirnov ( $p=n.s.$ ). El análisis de DFL discriminado por zonas tampoco mostró diferencias estadísticamente significativas.

### 5.1.1.2 Relaciones morfométricas

La relación anchura-longitud para *Callinectes sapidus*, la especie de mayor presencia en el desembarco comercial, mostró diferencias significativas entre sexos (ANCOVA  $F = 15.02$ ,  $p < 0.001$ ), siendo mayores los machos (Figura 5.3a). En ambos casos, las regresiones fueron altamente significativas ( $p < 0.001$ ). La relación

anchura-peso (Figura 5.3b) también fue significativamente mayor para los machos (ANCOVA  $F = 145.64$ ;  $p < 0.01$ ), es decir, presentaron pesos mayores para una misma longitud. Para los dos casos, las regresiones fueron altamente significativas ( $p < 0.001$ ).

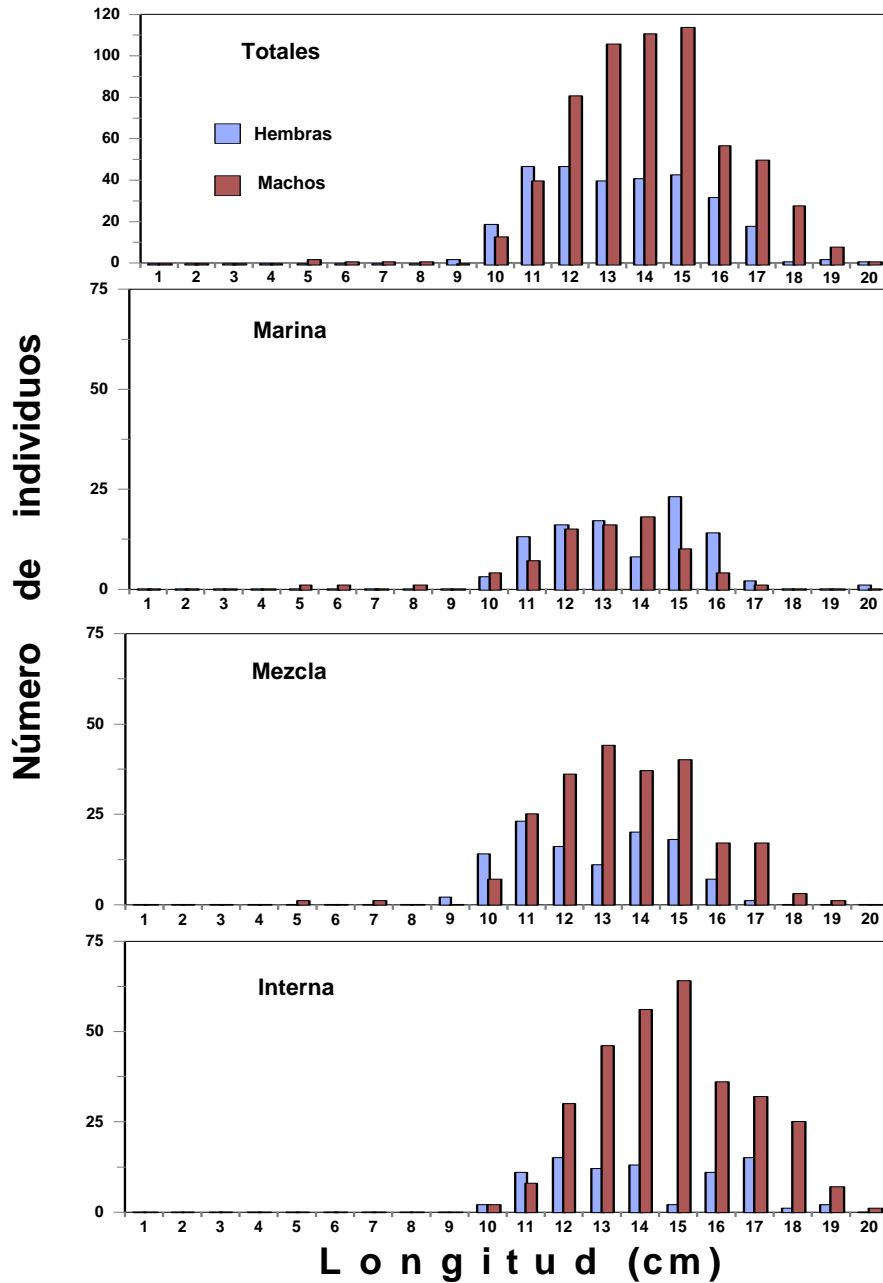


Figura 5.2. Distribución por tallas (longitud de espina a espina lateral) derivada de la captura comercial de *C. sapidus* para el total de organismos, discriminados por sexo y zonas de pesca.

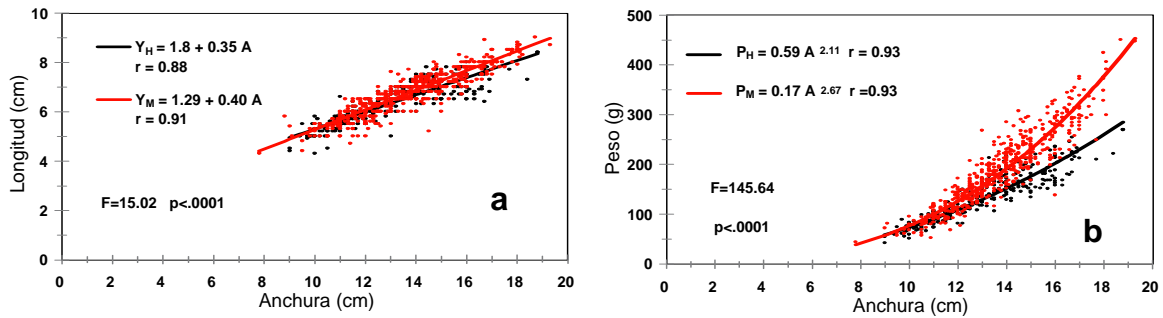


Figura 5.3. *Callinectes sapidus*. Relaciones anchura-longitud (a) y anchura-peso (b) discriminadas por sexo (hembras color negro y machos color rojo), en base a información de la captura comercial. Se incluyen resultados estadísticos.

## 5.1.2 Muestreo biológico

### 5.1.2.1 Distribución espacio-temporal

Durante el ciclo anual de muestreo, se recolectaron 420 organismos pertenecientes a 3 especies del Género *Callinectes*, en el siguiente orden de ocurrencia: *C. ornatus* 71.7 %, *C. sapidus* 27.8 % y *C. rathbunae* 0.5 % (Figura 5.4a). La distribución mensual por especie mostró que *C. ornatus* fue considerablemente mayor que *C. sapidus*, de noviembre a febrero. Durante marzo, abril y mayo, ambas especies presentaron un número similar de organismos. De junio a octubre *C. ornatus* fue considerablemente mayor que *C. sapidus*. De la distribución anterior se observó una relación 2.6:1 de *C. ornatus* con respecto a *C. sapidus* (Figura 5.4b).

La distribución por zonas de pesca mostró una abundancia consistentemente mayor a *C. ornatus* para las tres zonas muestreadas. *C. sapidus* presentó alrededor de la mitad del número de organismos para la zona marina y casi un tercio menos para las dos zonas restantes (Figura 5.4c). Es importante recalcar que, dado que siempre se empleó un mismo esfuerzo de muestreo, estos valores globales son representativos de las abundancias relativas expresadas en individuos/nasa (ver Anexos 7.5 y 7.6 para ejemplos al respecto). Por tal razón los valores de este informe se expresan en términos globales. Sin embargo, artículos en preparación hacen referencia preferentemente a valores de abundancia relativa y su variabilidad entre zonas y épocas.

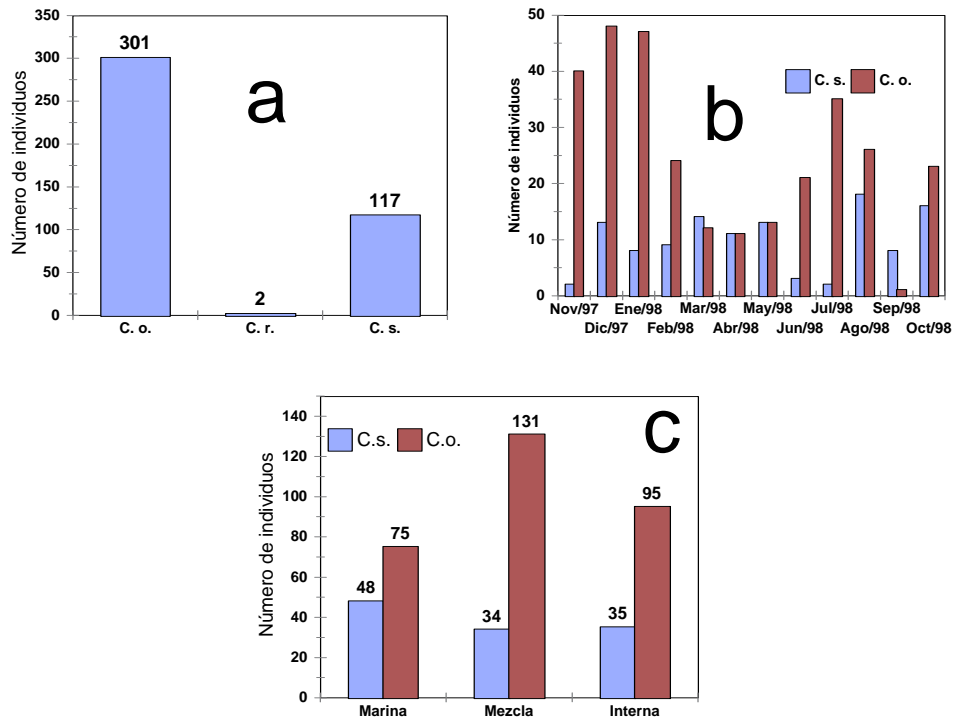


Figura 5.4. Muestreo biológico. Número total de organismos (a) por especie (*C. ornatus*; *C. rathbunae* y *C. sapidus*); (b) por mes y (c) por zona de pesca para *C. sapidus* (C.s.) y *C. ornatus* (C.o.).

### 5.1.2.2 Variaciones espacio-temporales en la abundancia por especie

#### a) *C. ornatus*

La Figura 5.5a muestra el número mensual de organismos de *C. ornatus*, el cual tendió a incrementarse al inicio del período de muestreo. Esta tendencia disminuyó hasta abril, para nuevamente volver a aumentar. El número mayor de organismos colectados fue de 48, con un mínimo de 1. La mayor cantidad de organismos registrados fue en la zona de mezcla (129), seguida por la zona interna (95) y por la zona marina (74). La distribución espacial por sexos mostró que los machos registraron el mayor número de organismos en la zona de mezcla y las hembras en la zona marina. Los juveniles de ambos sexos registraron un mayor número en la zona de mezcla, mientras que los adultos predominaron en la zona marina (Figura 5.5b).

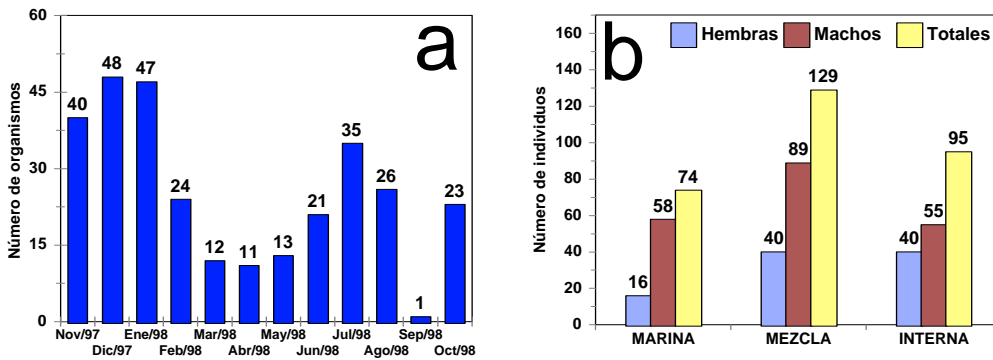


Figura 5.5 Número organismos de *C. ornatus* (a) por mes y (b) por zona de pesca en forma discriminada por sexo.

La Figura 5.6 muestra el análisis espacial por sexo. Las hembras siempre mostraron las tallas menores para las tres zonas. La longitud mayor observada fue de 11 cm, y esta correspondió a la zona de mezcla. Se hace notar que en esta zona y en la interna presentó las mayores tallas correspondieron a las menores frecuencias, sucediendo lo contrario para la zona marina, donde la mayores tallas también correspondieron a las mayores frecuencias.

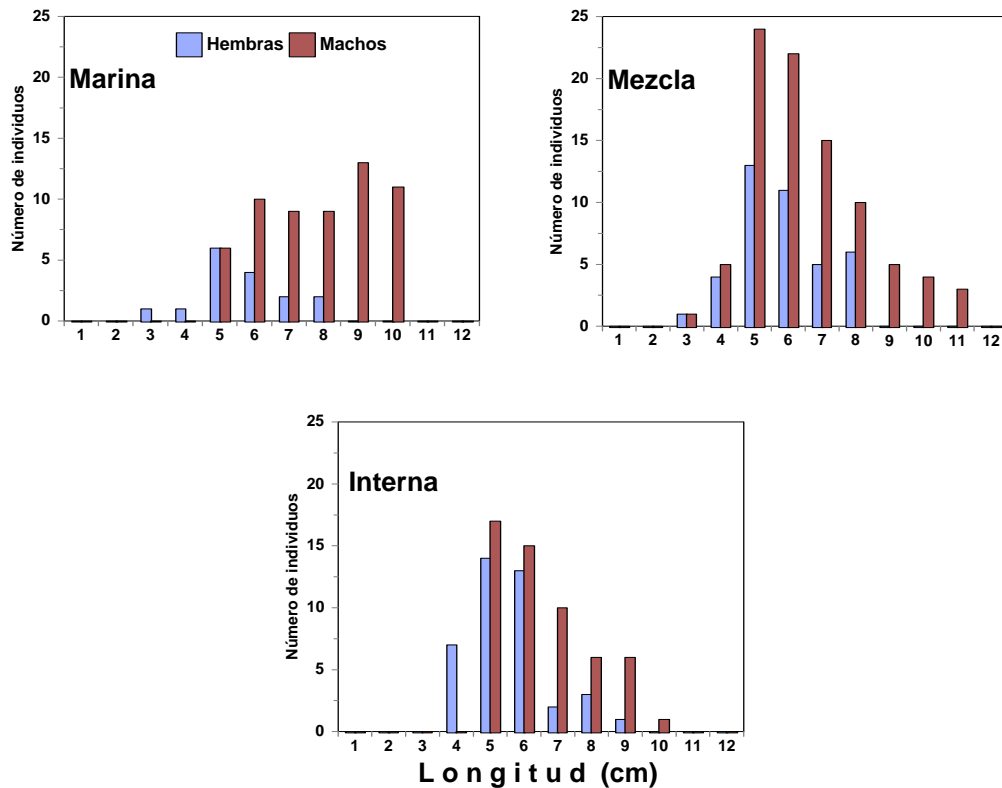


Figura 5.6 Distribución por tallas (longitud de espina a espina lateral) para hembras y machos de *C. ornatus* por zona de pesca, colectados durante el muestreo biológico.

### b) *C. sapidus*.

La jaiba azul *C. sapidus* mostró un gradiente de distribución similar a *C. ornatus*, registrando la mayor cantidad de organismos en la zona de mezcla, seguida en orden decreciente por la zona interna y la zona marina. El patrón de distribución espacial por sexo registró el mayor número de organismos para ambos sexos en la zona de mezcla. La mayor cantidad de organismos juveniles para ambos sexos ocurrió también en la zona de mezcla. Sin embargo, el mayor número de machos adultos se registró en la zona interna, mientras que las hembras adultas predominaron en la zona de mezcla (Figuras 5.7 a, b).

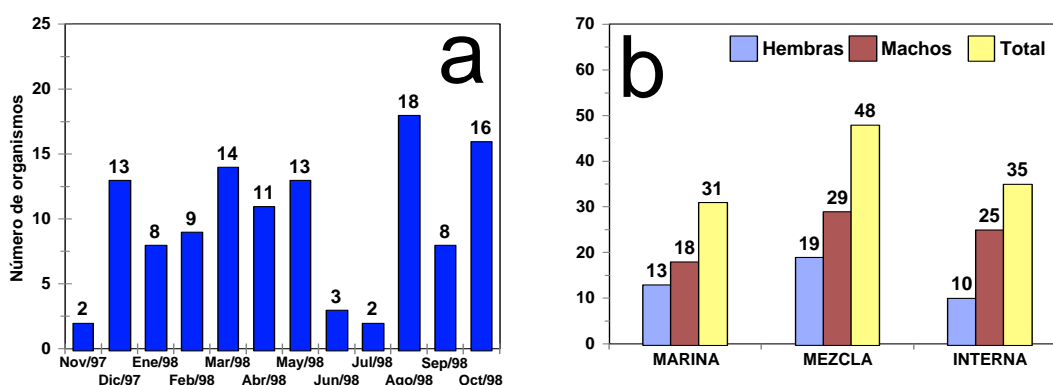


Figura 5.7 Número total de organismos de *C. sapidus* por mes (a) y por zona de pesca (b) discriminando por sexo.

El análisis espacial por sexo (Figura 5.8) mostró una distribución muy similar de hembras y machos para las tres zonas de pesca. Si bien la frecuencia por número de organismos fue baja, se registraron tallas de hasta 17 cm de longitud de espina a espina lateral. La mayor frecuencia por tallas fue de 9 cm para la zona marina, de 15 cm para la de mezcla y de 14 cm para la interna.

#### 5.1.2.3 Estructura poblacional

El análisis de frecuencias de tallas por especie, sólo se realizó para *C. sapidus* y *C. ornatus*, las dos de mayor grado de ocurrencia y abundancia relativa. En la Figura 5.7 se observa la estructura poblacional discriminada por sexo y especie. La prueba de Chi cuadrada mostró desviaciones significativas de la relación 1:1 entre hembras y machos para *C. sapidus* ( $\chi^2=32.25$ ,  $p<0.0001$ ), y para *C. ornatus* ( $\chi^2=7.19$ ,  $p<0.007$ ).

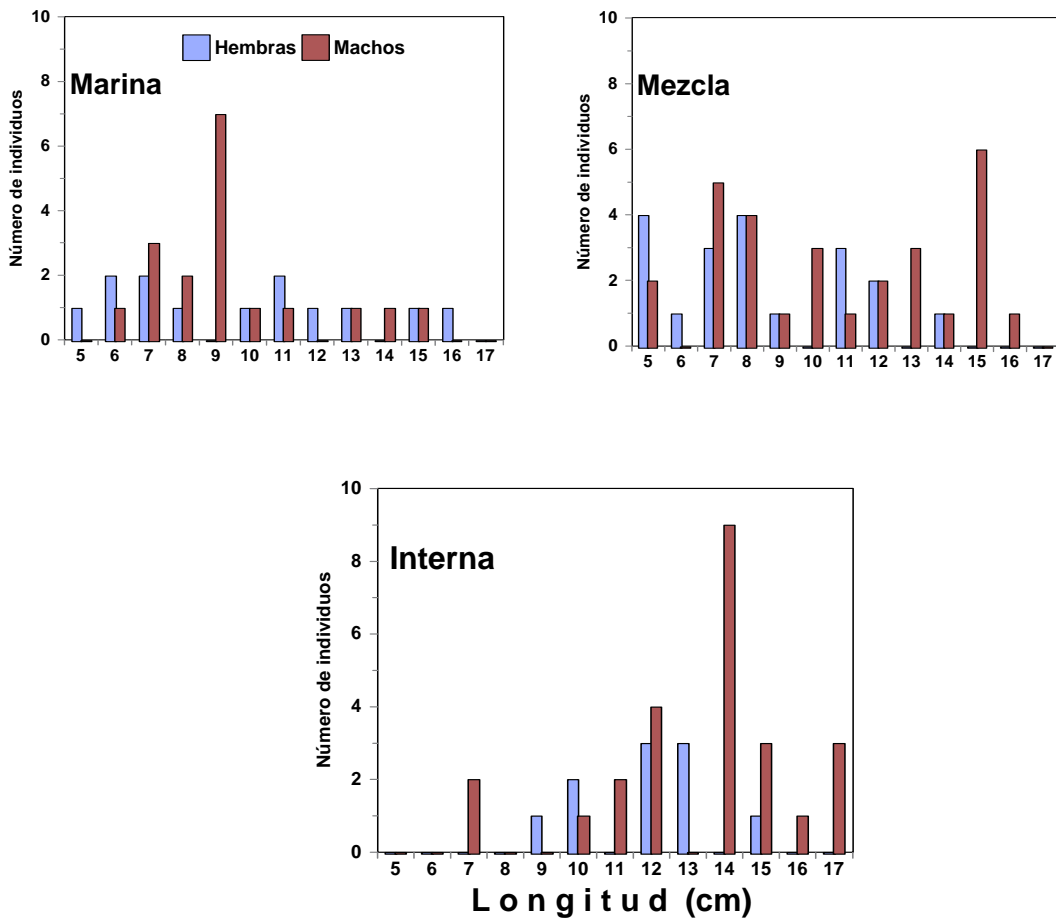


Figura 5.8 Distribución por tallas (longitud de espina a espina lateral) para hembras y machos de *C. ornatus* discriminado por sexo y por zona de pesca, colectados durante el muestreo biológico.

Para *C. ornatus*, la tallas fluctuaron entre 3 y 11 cm, siendo la talla media ( $\pm$  EE) de machos igual a  $6.48 \pm 0.087$  cm y la de hembras  $5.31 \pm 0.123$  cm. En ambos casos, las tallas correspondieron a organismos juveniles y se observó una distribución normal que correspondería a un solo componente de edad. Para *C. sapidus* el intervalo de tallas fue más amplio, fluctuando entre 5 y 17 cm de anchura de espina a espina. La talla media en hembras fue  $9.28 \pm 0.47$  cm, mientras que para machos fue  $10.88 \pm 0.38$  cm. En ambos casos las distribuciones fueron platicúrticas y con al menos 2 componentes normales que darían cuenta de diferentes cohortes, con modas de 7 cm y 12 cm para las hembras y de 7cm y 14 cm para los machos (Figura 5.9).



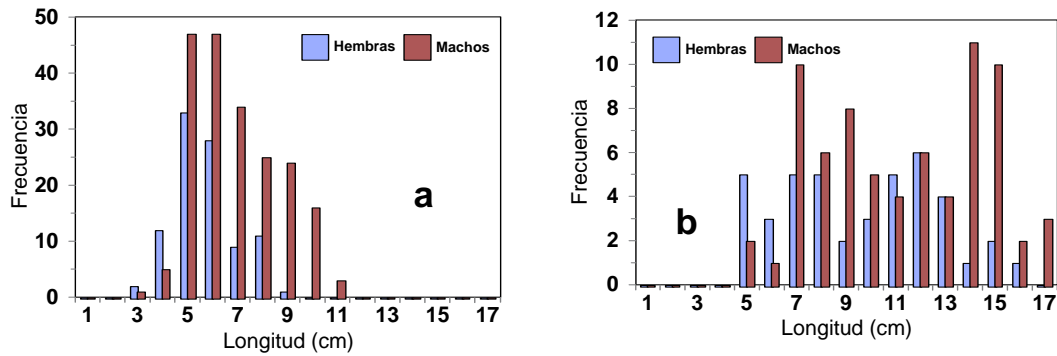


Figura 5.9. Estructura poblacional (anchura de espina a espina lateral en cm) para *C. ornatus* (a) y *C. sapidus* (b).

La Figura 5.10 (*C. ornatus*) muestra la distribución de frecuencia de tallas (anchura de espina a espina lateral en cm) por zona de pesca para hembras y machos de *C. ornatus* y *C. sapidus*; la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov realizada, no mostró diferencias significativas en ninguno de los casos anteriores ( $p = n.s.$ ). La talla media para los machos de *C. ornatus* en la zona marina fue de  $7.49 \pm 0.22$  cm de anchura, correspondiendo a organismos adultos; el tamaño disminuyó en la zona interna ( $6.09 \pm 0.19$  cm) y la zona de mezcla ( $6.06 \pm 0.18$  cm), correspondiendo principalmente a organismos juveniles. Las hembras registraron una talla media de  $5.21 \pm 0.18$  cm (zona interna),  $5.38 \pm 0.33$  cm (zona marina) y  $5.39 \pm 0.20$  cm (zona de mezcla).

*C. sapidus* (Figura 5.10, *C. sapidus*) presentó una talla de  $12.92 \pm 0.52$  cm (anchura de espina a espina lateral) para el caso de los machos, y de  $11.58 \pm 0.59$  cm para las hembras en la zona interna, longitudes correspondientes a organismos preadultos. Por su parte, los machos en la zona de mezcla presentaron una talla media de  $10.24 \pm 0.63$  cm y las hembras de  $8.04 \pm 0.62$  cm. Las tallas medias menores se registraron en la zona marina, correspondiendo a  $9.31 \pm 0.97$  cm de anchura de espina a espina lateral para hembras y de  $9.06 \pm 0.54$  cm para machos.

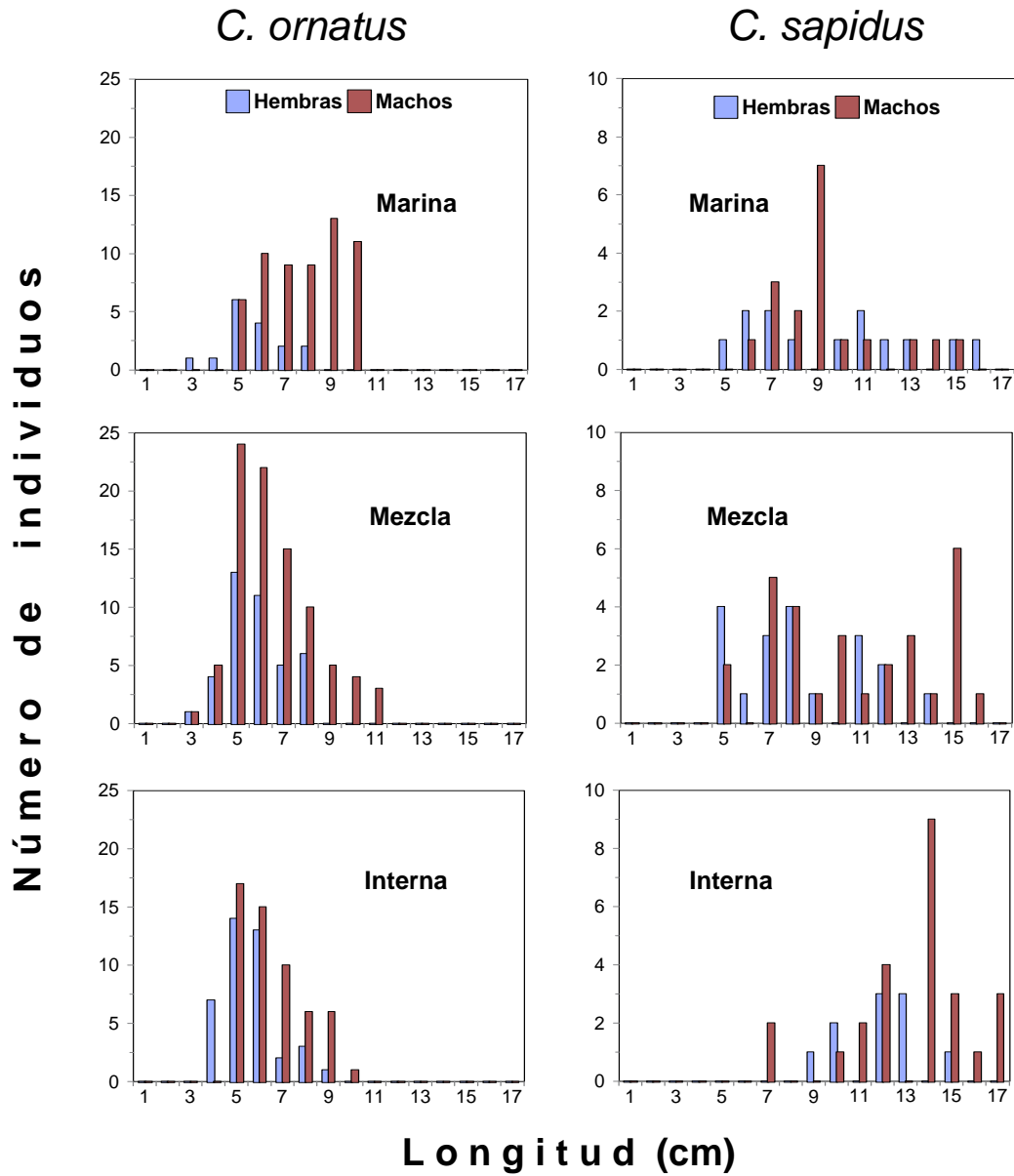


Figura 5.10. Distribución de frecuencia por tallas (anchura de espina a espina lateral en cm) por zona para hembras y machos de *C. ornatus* y *C. sapidus*.

#### 5.1.2.4 Relaciones morfométricas

En este caso se consideró para el análisis la anchura de espina a espina lateral (cm), la longitud (de la punta del rostrum hasta donde inicia el doblez del abdomen) y el peso total (g) del organismo. La Figura. 5.11 muestra la relación anchura-longitud para cada sexo; el análisis de covarianza para no evidenció diferencias significativas

entre sexos ( $F= 0.0059$ ,  $p= 0.939$ ) para *C. ornatus* ni para *C. sapidus* ( $F= 0.404$ ,  $p=0.526$ ). La relación anchura-peso en *C. ornatus* (Figura 5.9c) no difirió entre sexos ( $F=1.458$ ,  $p=0.138$ ), a diferencia de *C. sapidus* ( $F = 6.79$ ,  $p=0.01$ ; Figura 5.11 d), donde los machos fueron más pesados. El análisis discriminado por zonas y por estado de madurez (juvenil/adulto) no presentó diferencias significativas (Tabla 5.1).

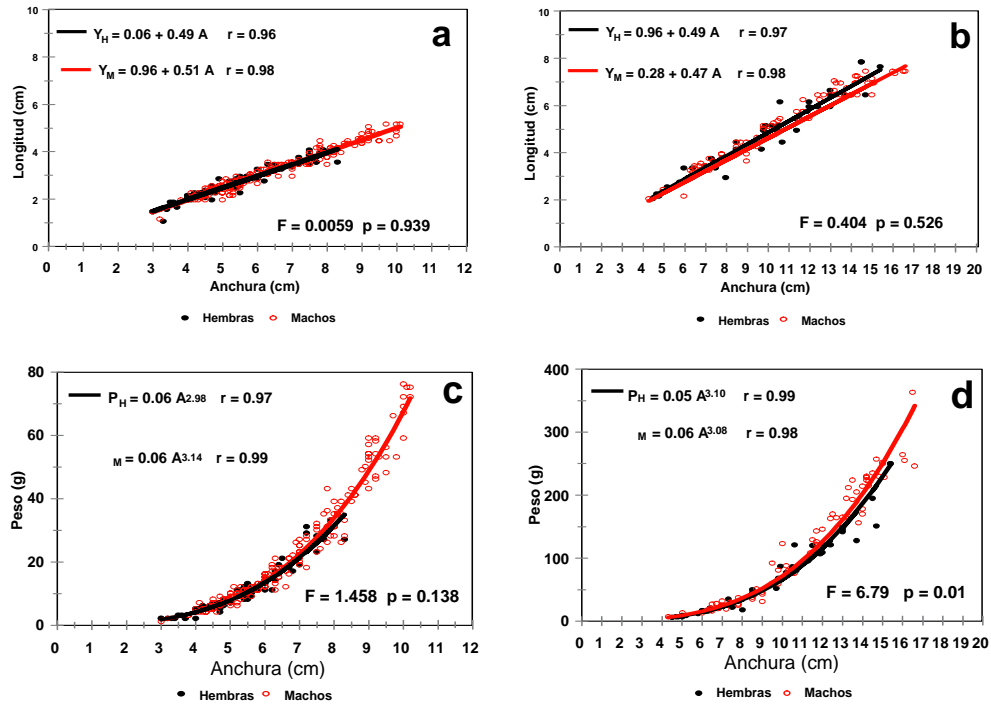


Figura 5.11. Relación anchura-longitud (ambos sexos) para *C. ornatus* (a) y *C. sapidus* (b), y anchura-peso (ambos sexos) para *C. ornatus* (c) y *C. sapidus* (d). Se indican las ecuaciones anchura-longitud y anchura-peso, junto con los resultados del análisis de covarianza.

Tabla 5.1. Resultados de los análisis de covarianza para las relaciones morfométricas anchura-longitud y anchura-peso por zona y para juveniles y adultos de *C. ornatus* y *C. sapidus*.

Efecto / Especie	<i>Callinectes ornatus</i>		<i>Callinectes sapidus</i>	
	Valor F	Valor p	Valor F	Valor p
Zona	1.134	0.120	0.339	0.713
Juvenil/Adulto	1.094	0.296	3.338	0.070
Zona-Juvenil/Adulto	2.850	0.059	1.796	0.170

### 5.1.2.5 Madurez sexual

*C. ornatus* presentó el macho juvenil más grande en 8.9 cm, y el macho adulto más pequeño en 8 cm de anchura de espina a espina (Figura 5.12a). La transición a la madurez ocurrió en forma brusca, principalmente a los 9 cm de AC. El modelo logístico resultó una herramienta eficaz para explicar las variaciones en la proporción de machos adultos, con los 3 parámetros de la función significativos ( $p < 0.001$ ) y con un 99.8% de la varianza explicada por el modelo (Tabla 5.2; Figura 5.12b). De acuerdo a las estimaciones de los parámetros  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  en la Ecuación 1, la talla media de madurez en los adultos fue determinada en 9.01 cm. La ausencia de hembras impidió la estimación de esta función de madurez.

Tabla 5.2. *C. ornatus*. Parámetros y estadísticos asociados (medias, error estándar EE, probabilidad) de la función de madurez (Ecuación 1) y de talla media de madurez sexual  $L_{50\%}$  (Ecuación 2) para machos.

Parámetros	Machos	
	Media (EE)	P
$\beta$	0.98 (0.02)	0.0000
$\alpha_1$	22.99 (2.78)	0.0002
$\alpha_2$	2.55 (0.32)	0.0002
$L_{50\%}$ (cm)	9.01	
$R^2$	0.998	

La talla media de madurez sexual de los machos se alcanzó en los 8.45 cm de anchura de espina a espina, lo cual concuerda con el modelo logístico aquí presentado. La hembra juvenil más grande midió 8.3 cm de anchura de espina a espina, teniendo un peso de 27 g. Durante el ciclo de muestreo no se registraron hembras adultas ni ovígeras dentro de la Laguna.

La relación madurez-talla fue explicada exitosamente por la función sigmoide descrita por la Ecuación 1, tanto para machos como para hembras (Tabla 5.3). Todos los parámetros fueron significativos, y más del 94% de la varianza fue explicada por el modelo. En las hembras se optó por considerar las muestras derivadas del muestreo comercial, mientras que en los machos dichas muestras fueron consideradas conjuntamente con el muestreo biológico a efectos de una mayor consistencia en el análisis. Se observó un incremento pronunciado de la proporción de hembras adultas respecto a la talla, fundamentalmente entre 13 cm y 14 cm (Figura 5.12c,d), por lo cual la talla promedio de madurez  $L_{50\%}$  (Ecuación 2) fue 13.18 cm (Tabla 5.3). La mayor asíntota  $\beta$  fue 1, como resultado de la ocurrencia de un 100% de hembras adultas en las últimas 5 clases de longitud.

No obstante lo anterior, es necesario remarcar que en caso de hembras con muda terminal, la estimación de  $L_{50\%}$  pudiera no ser recomendable a efectos de manejo. En tal caso, la mediana, media o moda (dependiendo del tipo de distribución) pudiera ser una aproximación más realista. En este caso, las hembras de *C. sapidus* mostraron un valor casi idéntico en las 3 estimaciones ( $13.00 \pm 1.93$  cm), sugiriendo una distribución normal.

En el caso de los machos se observó una transición más gradual de la inmadurez a la madurez, y la presencia de organismos adultos a menores tallas que en las hembras (Figuras 5.12e,f). Por ejemplo, los machos presentaron ejemplares adultos de 7 y 8 cm, mientras que las hembras adultas derivadas del muestreo comercial tuvieron una talla mínima de 10 cm. Como resultado de lo anterior, la talla media de madurez, estimada a través de la proporción de individuos adultos y el consecuente ajuste del modelo logístico, fue 9.45 cm (Figura 5.12f), 4 cm inferior a la de las hembras.

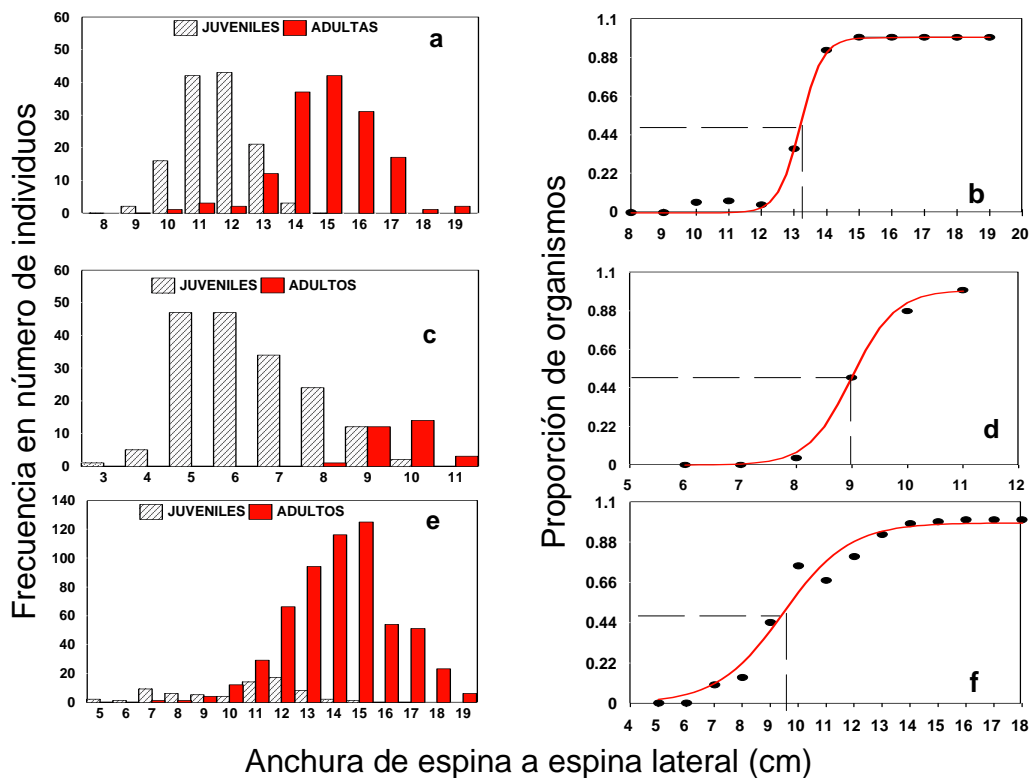


Figura 5.12. Distribución de tallas y modelo logístico de madurez: (a,b) machos juveniles y adultos de *C. ornatus*; (c,d) hembras juveniles y adultas de captura comercial de *C. sapidus*; y (e,f) machos juveniles y adultos de captura comercial y muestreo biológico. Se indica el valor de  $L_{50\%}$  en línea punteada.

Tabla 5.3. *C. sapidus*. Parámetros y estadísticos asociados (medias, error estándar EE, probabilidad) de la función de madurez (Ecuación 1) y de talla media de madurez  $L_{50\%}$  (Ecuación 2) estimados por regresión no lineal y en forma discriminada por sexo.

Parámetros	Hembras		Machos	
	Media (EE)	p	Media (EE)	P
$\beta$	1.00 (0.01)	0.0001	0.98 (0.03)	0.0001
$\alpha_1$	38.47 (5.93)	0.0001	8.05 (1.25)	0.0001
$\alpha_2$	-2.92 (0.45)	0.0001	0.85 (0.14)	0.0001
$L_{50\%}$ (cm)	13.18		9.45	
$R^2$	0.997		0.976	

### 5.1.3 Discusión

#### 5.1.3.1 Jaiba, captura comercial

La captura comercial de *C. sapidus* representó el 97% de los desembarcos, coincidiendo con lo reportado por Andrade (1996) para la misma zona. Esto muestra una fuerte selección por parte de los pescadores hacia *C. sapidus*, lo cual se debería a su mejor calidad de carne y de un mayor tamaño individual al ser comparado con *C. ornatus*. Esto podría justificar su preferencia por dicha especie.

Si bien el número de individuos muestreados en la captura comercial estuvo determinado por la disposición del pescador a realizar la entrevista, el valor más alto ocurrió durante la época de "nortes" (octubre 98), cuando la salinidad fue más baja, y el menor valor se registró en la época de "secas" (abril 98). Los resultados indicarían asimismo una importante influencia del gradiente de salinidad. La mayor cantidad de organismos provino de la zona interna, la cual mostró una salinidad significativamente menor en comparación con la zona de mezcla y la zona de influencia marina. Williams (1984) ha reportado que *C. sapidus* soporta amplios rangos de salinidad, siendo una especie preferentemente de agua salobre.

La salinidad constituyó una variable importante en la distribución por sexos y por estado de madurez (ver próximo numeral). La proporción de machos en la captura fue mayor que la de hembras. Hines *et al.* (1987) mencionan que la proporción por sexos de organismos de *C. sapidus* difiere espacialmente respecto a la salinidad y de manera temporal con respecto al pico de apareamiento y migración de las hembras adultas a zonas de mayor salinidad.

En el presente estudio se registraron diferencias significativas entre sexos, siendo de mayor peso los machos en relación a las hembras de talla similar. Al respecto, Olmi y Bishop (1983) mencionan que la relación anchura-peso y anchura-longitud para *C.*

*sapidus*, puede variar con relación al sexo, madurez, estado de muda y forma del caparazón.

### 5.1.3.2 Jaiba, muestreo biológico

La distribución espacial de *C. sapidus* y *C. ornatus* fue similar para ambas especies, registrando un mayor número de organismos en la zona de mezcla. Sin embargo, la mayor presencia de *C. ornatus* en la zona de mezcla estuvo dada por organismos juveniles. Andrade (1996) reportó que los organismos juveniles más pequeños de *C. ornatus*, se encuentran preferentemente en sitios con baja salinidad y conforme van creciendo se desplazan hacia zona de mayor salinidad, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio. Para las especies del Género *Callinectes*, la importancia relativa de la disponibilidad de alimento Ryer (1987) y los procesos de apareamiento Hooper (1986), cambian durante el ciclo de vida. La distribución y preferencia del hábitat han sido atribuidas principalmente al gradiente de salinidad (Archambault *et al.*, 1990). Se ha observado que la tolerancia difiere entre las distintas especies Williams (1984): por ejemplo, *C. ornatus* es una especie que tolera un rango más alto de salinidad en comparación a *C. sapidus*. Sin embargo, esta tolerancia difiere entre estados de madurez (juveniles y adultos) (Andrade, 1996).

Las condiciones locales podrían ejercer una fuerte influencia sobre la abundancia de las poblaciones de jaibas. *C. sapidus* registró un mayor número de organismos en la zona de mezcla, representado por machos y hembras juveniles, mientras que las hembras adultas se registraron en la zona marina. Esto coincide con los resultados reportados por Hines *et al.* (1987), quienes observaron en *C. sapidus* una división de hábitat por sexo, talla y estado de madurez, la migración de hembras adultas hacia zonas de mayor salinidad después del apareamiento, y la presencia de machos adultos en zonas de menor salinidad. Norse (1972) por su parte, ha listado algunas especies del Género *Callinectes* de la más a la menos eurihalina de la siguiente manera: *C. bocourti*, *C. sapidus*, *C. danae* y *C. ornatus*.

La relación anchura-peso de *C. sapidus* de los machos fue mayor que en las hembras, lo cual significa que los machos fueron más pesados que las hembras de talla similar. Esto coincide con lo mencionado por Olmi y Bishop (1983), quienes mencionan que dicha relación morfométrica varía con relación al sexo, madurez y forma del caparazón. La época reproductiva y la muda terminal o de madurez de las hembras pueden influir significativamente en la relación anchura-peso, generando un mayor peso individual en los machos (Gray y Newcombe 1938).

Los tres parámetros del modelo logístico explicaron en forma estadísticamente robusta las variaciones observadas en la proporción de adultos para *C. ornatus* y *C. sapidus*. La relación madurez (tipificada en este caso por la proporción de adultos) - talla en ambas especies correspondería a una distribución tipo II descrita por Trippel & Harvey (1991), que caracteriza poblaciones estables con una transición gradual

desde la inmadurez a la madurez. Sin embargo, las curvas logísticas de la función de madurez difirieron entre sexos en el caso de *C. sapidus*. La pendiente de la curva en hembras fue alta, sugiriendo una transición más abrupta a la madurez. Esto estaría probablemente relacionado con aspectos relacionados con la muda terminal y estrategia reproductiva, así como también por potenciales sesgos de la estructura de tallas derivada de la selectividad por parte de los propios pescadores (recordar que en este caso solo se consideró el muestreo comercial). Por otro lado, los machos de *C. sapidus* mostraron un aumento gradual en la proporción de adultos con la talla, obteniéndose una talla media de adulto  $L_{50\%}$  de 9.45 cm, casi 4 cm menor a la de hembras, pero muy similar a la estimada para machos de *C. ornatus*. En este contexto, un retraso en la madurez, unido a una mayor fecundidad y peso individuales, podrían representar mecanismos directos para generar un mayor número de crías (Stearns & Koella, 1986). En cambio en los machos, la consecución de una talla adulta en menor tiempo sería consistente con una estrategia de vida tendiente a aumentar el potencial reproductivo de la mayor cantidad de hembras posible.

#### 5.1.4 Conclusiones

Se registraron 4 especies del Género *Callinectes* en la captura comercial en el siguiente orden decreciente: *C. sapidus*, *C. bocourti*, *C. ornatus* y *C. rathbunae*. En el muestreo biológico sólo se registraron 3 especies durante el ciclo anual en el siguiente orden decreciente: *C. ornatus*, *C. sapidus* y *C. rathbunae*.

Los patrones de distribución del hábitat de las especies del Género *Callinectes* difirieron entre sexos, tallas y estadios de madurez, y estuvieron influenciados por las variaciones de salinidad.

Los adultos de *C. ornatus* tendieron a distribuirse en la zona externa, con mayor salinidad, mientras que los organismos juveniles fueron más tolerantes a una menor salinidad.

Las tallas medias de arribo a la etapa adulta fueron 9.45 cm y 13.19 cm para machos y hembras de *C. sapidus*, respectivamente, y 9.01 cm para machos de *C. ornatus*.



## 5.2 Camarón

Se presenta un análisis resumido del recurso camarón. Para una versión detallada del mismo, dirigirse al Anexo 7.3, que corresponde a la Tesis de Maestría del Ocean. Roberto Pérez Castañeda.

### **Variables ambientales**

Los factores espacial (zonas marina, mezcla e interna) y temporal (estaciones climáticas: Nortes, Secas y Lluvias) tuvieron una marcada influencia en los valores medios anuales de salinidad y biomasa de pastos marinos (Figura 5.2.1). La salinidad fue significativamente mayor en la zona marina ( $F = 11.50$ ;  $p < 0.01$ ) y durante la época de secas ( $F = 31.33$ ;  $P < 0.01$ ), mientras que la biomasa de pastos marinos fue significativamente mayor en la zona Marina y durante la época de lluvias ( $p < 0.001$  en ambos casos). Por su parte, la temperatura solo presentó diferencias significativas con respecto a la estación del año.

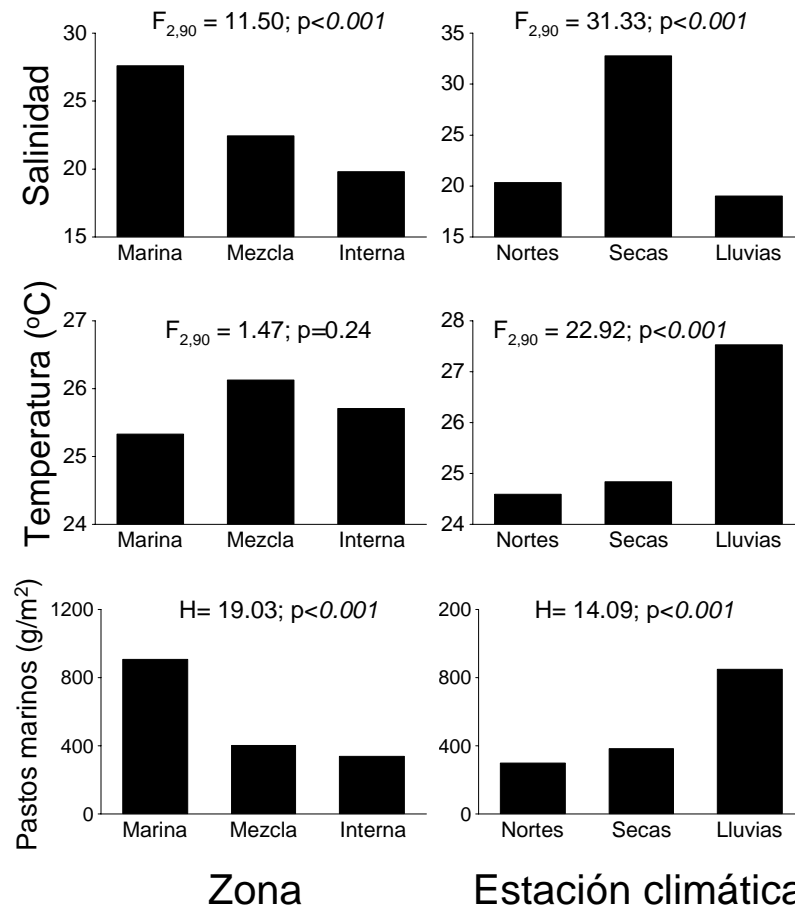


Figura 5.2.1. Valores promedio anual (+1 EE) de salinidad, temperatura y biomasa de pastos marinos en la Ría Celestún, por zona y estación climática. F: ANOVA 2-vías, H: test Kruskal-Wallis.

### 5.2.1 Composición porcentual de las capturas

La captura de camarón en la Ría Celestún estuvo compuesta por 4 especies del género *Farfantepenaeus* (antes *Penaeus*; Pérez-Farfante y Kensley, 1997). Una de ellas, *F. notialis*, representa el primer registro de este crustáceo para lagunas costeras del Golfo de México y específicamente para la Ría Celestún. De acuerdo al criterio de longitud cefalotorácica (LC), se realizó una categorización por tallas de la siguiente manera: *reclutas*  $LC < 8.0$  mm; *juveniles*  $8.0 \leq LC < 15.0$  mm y *subadultos*  $LC \geq 15.0$  mm. Los camarones capturados estuvieron en un rango de tallas de 4.3 a 24.3 mm LC con mayor frecuencia de los organismos juveniles de 11 mm LC (Figura 5.2.2).

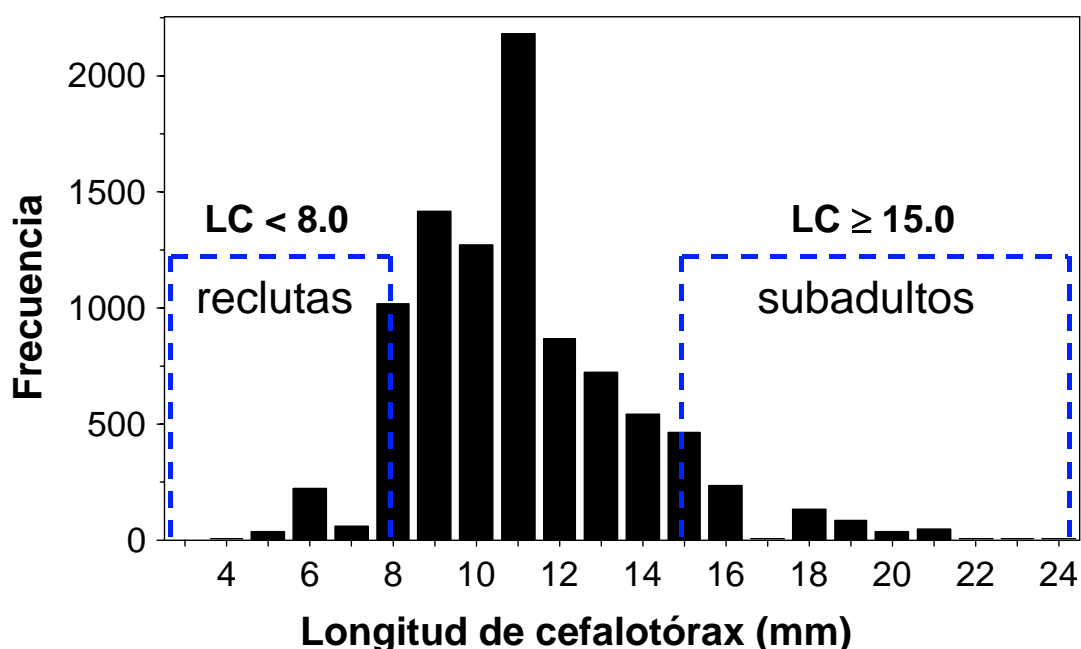


Figura 5.2.2. Estructura poblacional por tallas (LC) del total de camarones recolectados en el ciclo anual de muestreo en la Ría Celestún.

Se capturaron 9,422 camarones. La composición por especies quedó de la siguiente forma: *F. aztecus* 5.2%, *F. brasiliensis* 29.9%, *F. duorarum* 32.9% y la especie que presentó el primer registro para lagunas costeras del Golfo de México, *F. notialis*, con 17.9%. Debido a la falta de características distintivas y claves para la identificación de organismos menores a 8 mm de LC, éstos fueron clasificados como *Farfantepenaeus* spp., los cuales representaron el 14.1% restante (Figura 5.2.3).

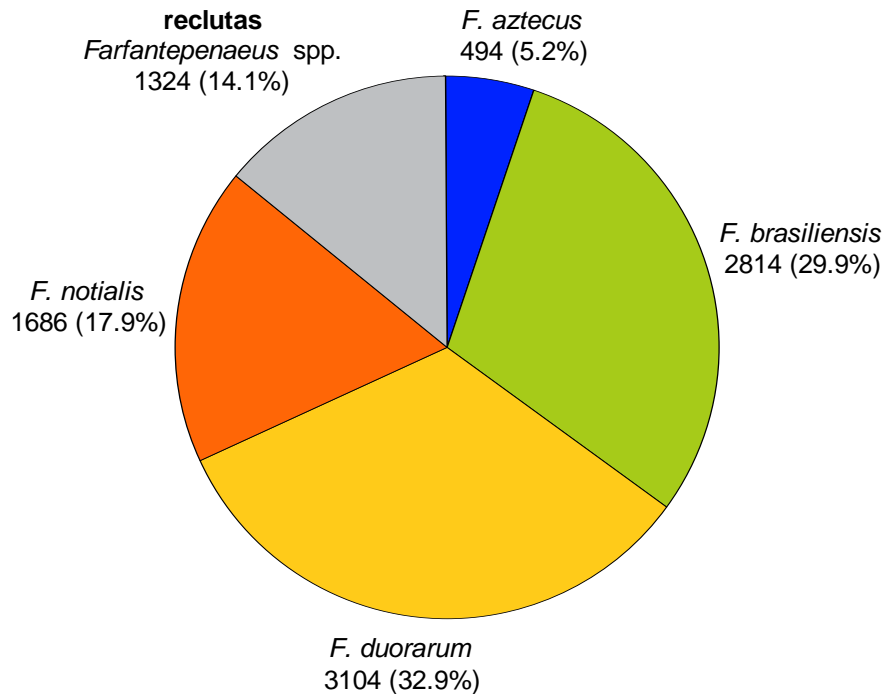


Figura 5.2.3. Abundancia porcentual por especie (número de organismos capturados) durante el ciclo anual 1998 en la Ría Celestún.

### 5.2.2. Abundancia relativa: variación anual y por zona de pesca

El factor espacial en la Ría Celestún fue determinante en la distribución de los camarones durante el ciclo anual, presentándose variaciones en la abundancia relativa con respecto al gradiente estuarino representado en forma discreta por las tres zonas de muestreo (marina, mezcla e interna).

La abundancia relativa media anual mostró diferencias significativas con respecto al factor espacial (ANOVA;  $p < 0.05$ ), obteniéndose las mayores capturas en las zonas marina y de mezcla, con 100 y 110 ind/arrastre respectivamente. La menor abundancia estuvo asociada a la zona interna (de mayor influencia dulceacuícola), registrando un valor medio de 39 ind/arrastre (Figura 5.2.4). Las 4 especies de camarón también presentaron diferencias significativas en las capturas entre zonas (Tabla 5.2.1; Figura 5.2.5) presentando siempre abundancias significativamente menores en la zona interna (LSD test;  $p < 0.05$ ). *F. aztecus* y *F. notialis* presentaron el mismo patrón de mayor abundancia en la zona marina; sin embargo, la mayor abundancia relativa para *F. brasiliensis* y *F. duorarum* se registró en la zona de mezcla. A pesar de esto, las abundancias relativas de todas las especies

combinadas no difirieron entre las zonas marina y de mezcla (LSD test:  $p > 0.05$ : Figura 5.2.4).

Con respecto a las 3 clases de tallas (reclutas, juveniles y subadultos) se registraron diferencias significativas en la abundancia relativa entre zonas (Tabla 5.2.2;  $p < 0.05$ ). Los reclutas presentaron mayor abundancia relativa en la zona marina, disminuyendo hasta ser 3 a 4 veces menor en la zona interna (Figura 5.2.6) y significativamente diferente a las demás (LSD;  $p < 0.05$ ). A su vez, los juveniles y subadultos presentaron mayor abundancia relativa en la zona media, seguida de la zona marina y por último la interna.

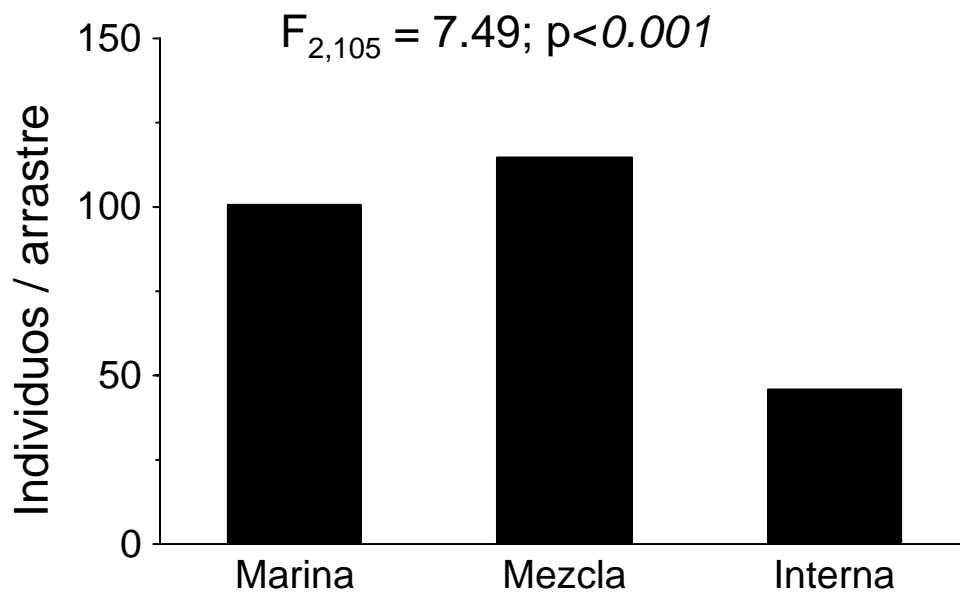


Figura 5.2.4. Abundancia relativa media anual ( $\pm 1$  EE) total por zona de muestreo durante 1998 en la Ría Celestún. F: ANOVA 1-vía.

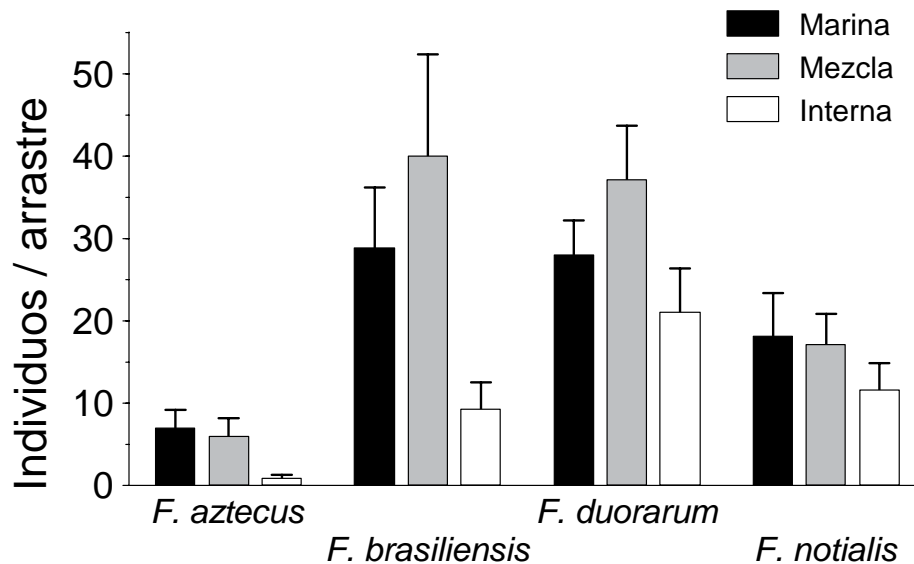


Figura 5.2.5. Abundancia relativa media anual (+1EE) de las 4 especies de camarón por zona de muestreo durante 1998 en la Ría Celestún.

Tabla 5.2.1. Resultados de las pruebas ANOVA de 2-vías para la abundancia relativa de las 4 especies de camarones por mes y zona en la Ría Celestún durante 1998.

Fuente de variación	g.l.	CM	F	p
<i>F. aztecus</i>				
Mes (1)	2	3.140	7.961	<0.001
Zona (2)	11	2.199	5.575	<0.001
1 x 2	22	0.793	2.012	0.014
<i>F. brasiliensis</i>				
Mes (1)	2	13.341	54.008	<0.001
Zona (2)	11	3.051	12.353	<0.001
1 x 2	22	1.695	6.865	<0.001
<i>F. duorarum</i>				
Mes (1)	2	3.130	12.328	<0.001
Zona (2)	11	2.130	8.386	<0.001
1 x 2	22	1.760	6.928	<0.001
<i>F. notialis</i>				
Mes (1)	2	0.873	3.825	0.026
Zona (2)	11	6.383	27.965	<0.001
1 x 2	22	0.889	3.897	<0.001

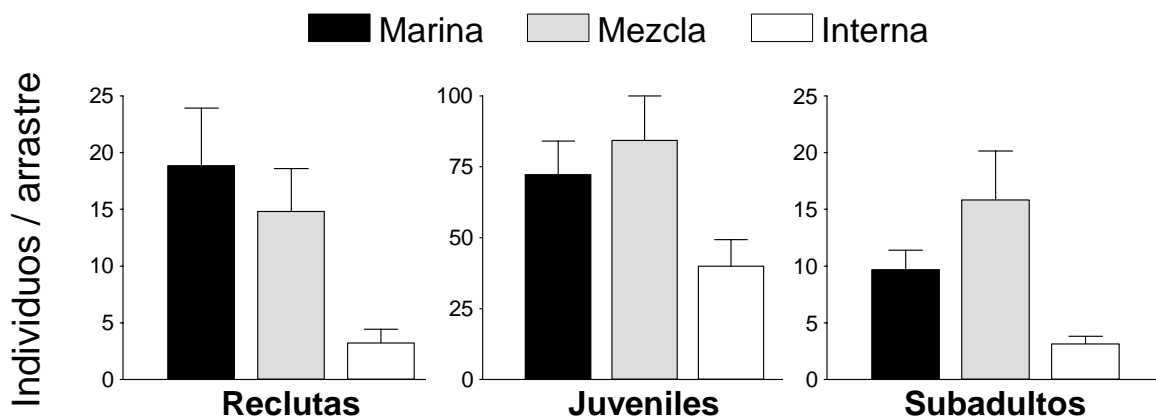


Figura 5.2.6. Abundancia relativa media anual (+1 EE) por clase de talla, en cada zona de muestreo durante 1998 en la Ría Celestún.

Tabla 5.2.2. Resultados de los ANOVA de 1-vía para las abundancias relativas de las 3 clases de tallas de camarón por zona de muestreo en la Ría Celestún durante 1998.

Factor	g.l.	CM	F	P
Reclutas	2	1.616	6.305	0.003
Juveniles	2	19126	3.344	0.039
Subadultos	2	13.22	10.865	<0.001

### 5.2.3 Abundancia relativa: variación mensual

La Figura 5.2.7 presenta la abundancia relativa media mensual (individuos/arrastre) de los organismos capturados durante 1998. Se registraron fluctuaciones a lo largo del año, y la menor abundancia relativa se dio en el mes de junio, con 23 individuos/arrastre. Las mayores abundancias fueron en enero y septiembre, con 201 y 254 individuos/arrastre respectivamente.

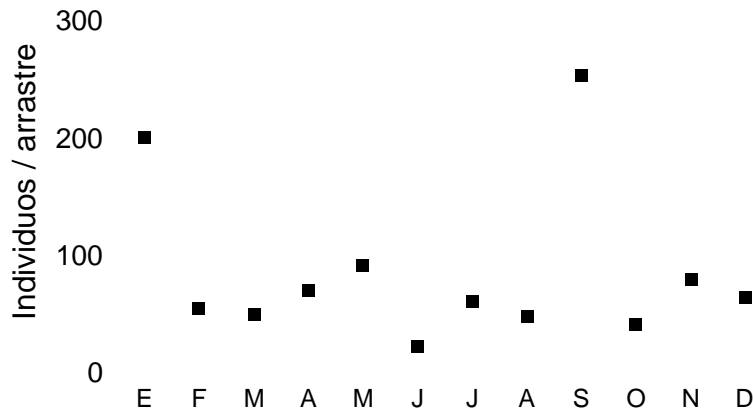


Figura 5.2.7. Abundancia relativa media ( $\pm 1$  EE) del total de camarones por arrastre capturados durante 1998 en la Ría Celestún.

#### 5.2.4 Abundancia relativa por especie: variación mensual

Las cuatro especies de camarón estuvieron presentes durante todo el año de muestreo, a excepción de *F. aztecus*, ausente en noviembre. Las marcadas fluctuaciones en las abundancias relativas medias mensuales de peneidos (Figura 5.2.8) generaron diferencias significativas entre meses (Tabla 5.2.1, 5.2.2;  $p < 0.05$ ). *F. aztecus* presentó dos picos de mayor abundancia en enero y septiembre, manteniéndose con abundancias relativas muy bajas el resto del año. *F. brasiliensis* registró un incremento de abundancia marcado durante septiembre, siendo el pico más sobresaliente de las 4 especies. *F. duorarum* presentó picos de mayor abundancia en enero, mayo, septiembre, noviembre y diciembre. Esta especie presentó mayor cantidad de picos a lo largo del ciclo anual. *F. notialis* registró su mayor abundancia en los primeros meses del año (enero-abril).

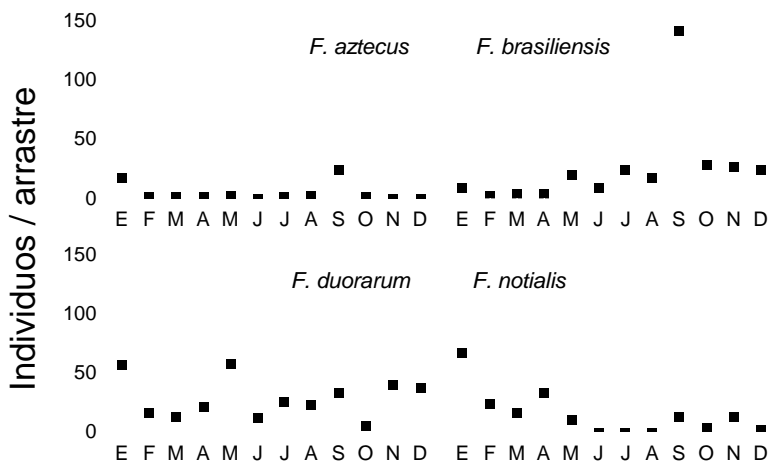


Figura 5.2.8. Abundancia relativa media mensual ( $\pm 1$  EE) de las 4 especies de camarón durante 1998 en la Ría Celestún.

### 5.2.5 Estructura poblacional de subadultos

La Figura 5.2.9 presenta la distribución de frecuencias en longitud de cefalotórax (LC) de organismos subadultos. Todas las especies registraron una mayor presencia de tallas de 15 mm LC, detectándose diferencias significativas en la estructura poblacional (test Kolmogorov-Smirnov K-S:  $p < 0.05$ ) entre *F. aztecus* y *F. duorarum*. La disminución notoria de las tallas subsecuentes podría deberse al efecto migratorio de los organismos o a la selectividad del arte de pesca utilizado. *F. duorarum* presentó los organismos más grandes, registrando tallas hasta de 24.3 mm LC, mientras que las otras especies solo mostraron subadultos hasta 21 mm LC. El número total de subadultos capturados fue de 1,024 correspondiendo 508 a *F. duorarum*, 439 a *F. brasiliensis*, 64 a *F. notialis* y 13 a *F. aztecus*.

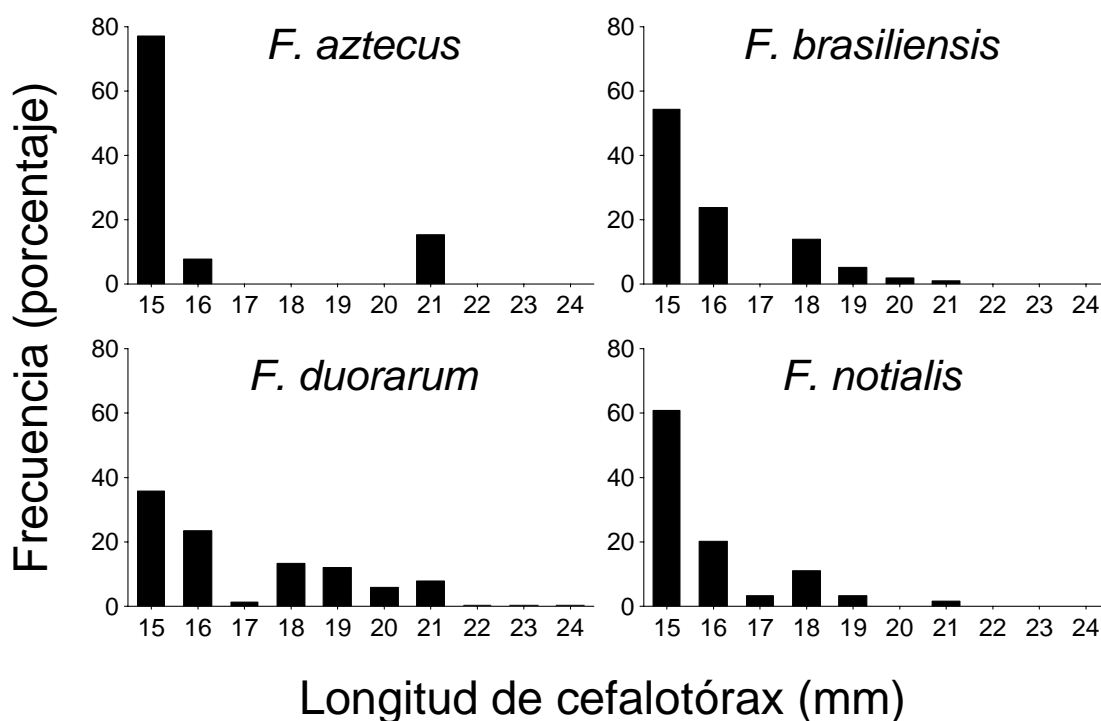


Figura 5.2.9. Distribución de frecuencias de la longitud cefalotorácica (LC) del total de subadultos de las cuatro especies de camarones peneidos obtenidos en la Ría Celestún en 1998.



La zona de mezcla presentó la mayor abundancia relativa promedio de subadultos para todas las especies, a excepción de *F. notialis* que presentó ligeramente mayor cantidad en la zona marina, seguida de la zona de mezcla (Figura 5.2.10). En general, la zona marina se caracterizó como la segunda zona de mayor captura para *F. brasiliensis*, *F. duorarum* y *F. aztecus*, siendo esta última especie la menos representada en el muestreo. La abundancia relativa de subadultos varió significativamente entre zonas para todas las especies, a excepción de *F. aztecus* (test Kruskal-Wallis;  $p < 0.05$ ; ver Figura 5.2.10).

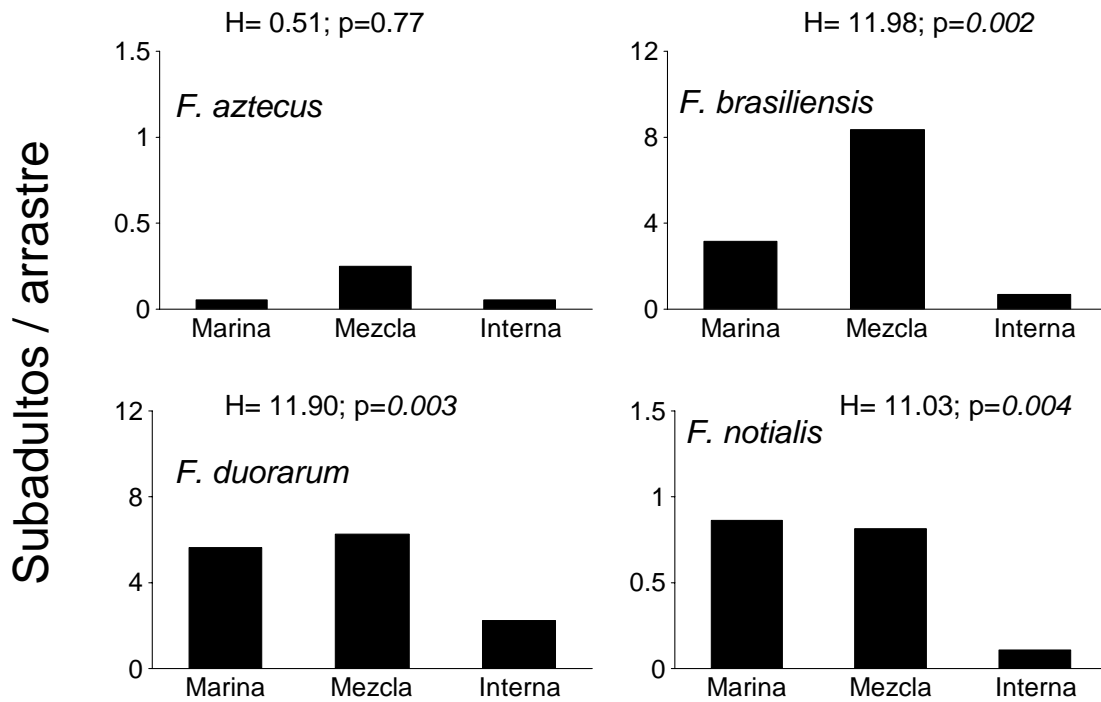


Figura 5.2.10. Abundancia relativa media anual (+1 EE) por zona de muestreo para subadultos de las 4 especies de camarones peneidos en la Ría Celestún en 1998. H: test Kruskal-Wallis.

La distribución temporal de subadultos se observa en la Figura 5.2.11. *F. duorarum* registró el mayor número de subadultos, cuya abundancia relativa mostró una disminución de enero a marzo, para luego presentar un incremento sistemático hasta alcanzar un pico máximo en septiembre, coincidiendo con *F. aztecus* y *F. brasiliensis*. En este último, la abundancia relativa en septiembre fue hasta cinco veces mayor que en cualquiera de los meses restantes, siendo el pico más sobresaliente de las 4 especies. *F. notialis* presentó un patrón claramente bimodal: uno de marzo a abril y otro de septiembre a octubre. La presencia de subadultos de *F. aztecus* fue esporádica, presentando su máximo en septiembre.

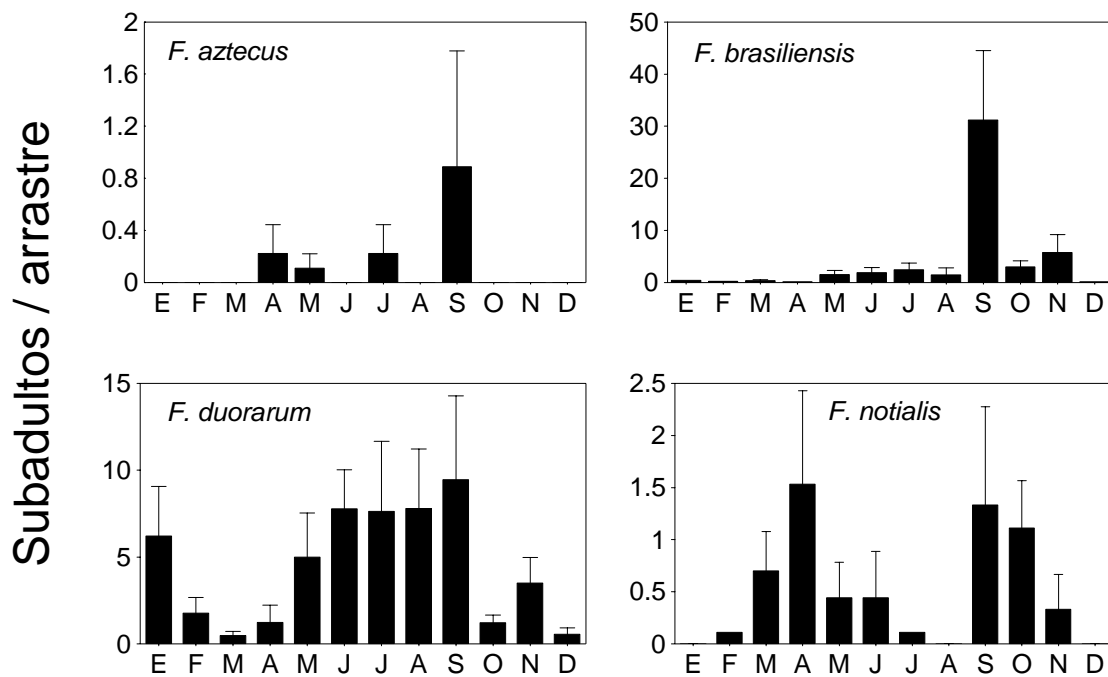


Figura 5.2.11. Abundancias relativas medias mensuales (+1 EE) de subadultos de las 4 especies de camarones peneidos en la Ría Celestún en 1998.

La Figura 5.2.12 muestra la distribución de los subadultos por época climática. Todas las especies, a excepción de *F. aztecus*, mostraron diferencias significativas de sus abundancias relativas entre épocas climáticas (Kruskal-Wallis;  $p < 0.05$ ). Se observó mayor abundancia de subadultos en la época de Lluvias, a excepción de *F. notialis*, que registró mayores capturas en la época de Secas, seguida de la de Lluvias. En general, los subadultos de *F. duorarum* fueron abundantes en las tres épocas del año, aunque disminuyeron en temporada de Secas. *F. aztecus* registró un pico importante en la época de Lluvias y ausencia en la temporada de Nortes; a pesar de esto, no se detectaron diferencias significativas (Kruskal-Wallis;  $p < 0.05$ ) con respecto a la estacionalidad climática, debido posiblemente a los pocos subadultos capturados de esta especie (13), *F. brasiliensis* se presentó en las tres épocas mostrando la misma tendencia que *F. duorarum* con menor abundancia en la temporada de Secas.

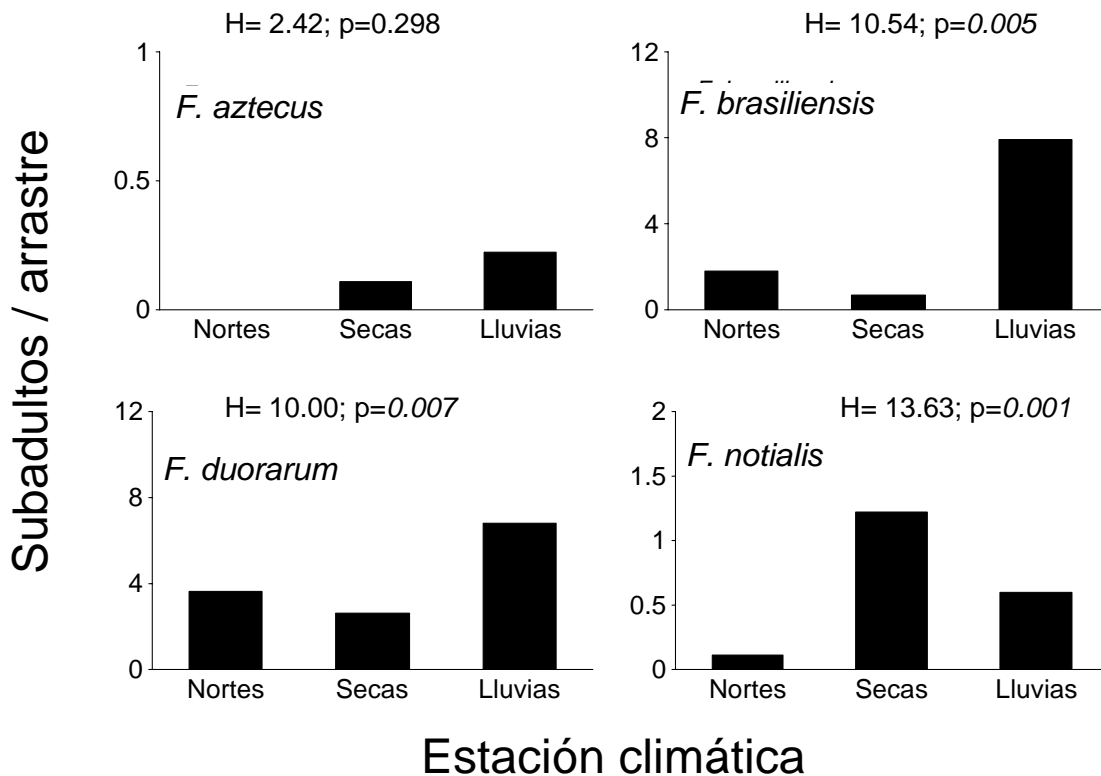


Figura 5.2.12. Abundancia relativa media (+1 EE) de subadultos de las cuatro especies de camarones peneidos por época climática en la Ría Celestún en 1998. H: test Kruskal-Wallis.

### 5.2.6. Discusión

La salinidad y abundancia de pastos marinos en la Ría Celestún estuvieron fuertemente influenciadas tanto por el factor espacial como temporal, mostrando diferencias significativas entre zonas y estaciones climáticas. Por su parte la temperatura solo mostró diferencias significativas con respecto a las estaciones. La mayor salinidad media se registró en la zona marina decreciendo hacia la interna. A su vez, para las tres zonas de muestreo se observaron valores máximos durante la estación de secas y mínimos durante la estación de lluvias. Esto ratifica la existencia de un gradiente espacial de la salinidad y abundancia de pastos marinos con respecto a los tres sitios de muestreo, así como la influencia de la estacionalidad climática en su variabilidad.

La ocurrencia de las cuatro especies de peneidos en la Ría Celestún probablemente sea producto de la ubicación geográfica de la Península de Yucatán, donde convergen los rangos de distribución de los camarones característicos de la parte norte y central del Golfo de México (*F. aztecus* y *F. duorarum*) así como de la parte sur y del Mar Caribe (*F. brasiliensis* y *F. notialis*) (Holthuis, 1980; Pérez-Farfante, 1988). Esto podría asociarse con los patrones de distribución espacial a megaescala (*sensu* Orensanz & Jamieson, 1998), *i.e.*, con los rangos de distribución geográfica para cada especie, influyendo por lo tanto en el tamaño del stock parental como en el suministro larval. En este sentido, *F. duorarum* y *F. brasiliensis* sustentan principalmente la pesquería industrial en el Banco de Campeche, mientras tanto las mayores capturas de *F. aztecus* se dan más al norte del Golfo de México (Holthuis, 1980; Arreguín-Sánchez, 1986; Pérez-Farfante, 1988; Klima, 1989).

*F. notialis*, reportado en este trabajo como el primer registro en una laguna costera del Golfo de México (ver también Pérez-Castañeda & Herrera-Dorantes, en prensa), presentaba hasta antes de este estudio una distribución geográfica en el Atlántico Occidental restringida a las Antillas (desde Cuba hasta Islas Vírgenes) y desde el Mar Caribe hasta Sudamérica (desde Quintana Roo, México hasta Río de Janeiro, Brasil) (Holthuis, 1980; Pérez-Farfante, 1988). En un estudio realizado en el sur del Golfo de México, Sánchez y Soto (1987) catalogaron como incidental la captura de 10 individuos de *F. notialis* en la plataforma continental, frente a la costa mexicana de Campeche y Tabasco (92° 00' a 94° 00' longitud oeste). Sin embargo, la consistente ocurrencia de la especie en este trabajo durante todo el período de muestreo, indica inequívocamente que la Península de Yucatán forma parte de su rango de distribución geográfica y que las condiciones estuarinas en la Ría Celestún, en el sur del Golfo de México, son propicias para su sobrevivencia y crecimiento.

La distribución espacial de los camarones observada en la Ría Celestún, puede deberse a diversos factores bióticos o abióticos. Los camarones pequeños (reclutas) presentaron el mismo patrón espacial que la abundancia de pastos marinos (Figuras 5.2.1 y 5.2.6). Este aspecto puede estar asociado al refugio contra depredación,

brindado por los pastos marinos a las tallas pequeñas de camarón en los sistemas estuarinos (Minello y Zimmerman, 1983; 1984; 1991; Minello, 1989).

La presencia de los camarones juveniles a lo largo de todo el ciclo de muestreo indicaría un reclutamiento continuo a esta laguna costera. Los resultados obtenidos en este año de muestreo (1998) presentaron desfazamiento en los patrones temporales de captura observados en el año anterior (1997) (Andrade-Hernández *et al.*, 1999). Dicha variabilidad temporal en la abundancia relativa de los camarones sería el resultado de pulsos variables de reclutamiento intra-anual, característicos de poblaciones de peneidos (Vance *et al.*, 1985).

### **5.2.7. Pautas biológicas de manejo para el camarón de la Ría Celestún**

En la Figura 5.2.13 se presentan (con líneas) los períodos críticos para el recurso camarón de la Ría Celestún, base para la determinación de posibles vedas temporales, empleando criterios exclusivamente biológicos.

El patrón de distribución espacial de camarones en la Ría fue consistente en ambos años, registrándose en general una tendencia de mayor captura asociada a la zona marina y menor en la zona interna. Por lo tanto, los esquemas de manejo del camarón en la Ría Celestún debieran enfocar a la protección de la zona marina por su aparente función como área de concentración de reclutas. A su vez, es necesario evitar el deterioro de la vegetación sumergida en la Ría Celestún por su valor como hábitat crítico en el reclutamiento de las poblaciones de camarón, evidenciado en la correlación positiva significativa encontrada entre la biomasa de pastos marinos y abundancia de reclutas.

Las épocas de mayor reclutamiento detectadas en 1998 correspondieron a los meses de diciembre a febrero (estación de nortes) y junio a septiembre (estación de lluvias). Esto coincidió con los resultados obtenidos en 1997 (Pérez y Defeo, en preparación). La variabilidad interanual mencionada anteriormente podría influir en la determinación de los patrones de reclutamiento, por lo cual es recomendable contar con información de largo plazo a fin de reafirmar la recurrencia del patrón espacio-temporal aquí encontrado. Sin embargo, debido a la consistencia en los resultados de ambos ciclos de muestreo (1997 y 1998) es factible considerar este aspecto como pauta importante en la determinación de posibles vedas temporales durante los meses de mayor abundancia de reclutas, con la finalidad de evitar el efecto de sobrepesca en el reclutamiento y aumentar el rendimiento pesquero.

En el contexto anterior, se destaca la época de nortes como crítica en la pesca del recurso, debido a la ocurrencia del mayor reclutamiento de organismos (diciembre-febrero), aunado a la menor abundancia de subadultos (diciembre-marzo) originando un menor rendimiento y por ende menor rentabilidad. A su vez, en un enfoque espacial para los dos años se detectó a la zona marina como clave para el reclutamiento, además de presentar el menor rendimiento pesquero (Tabla 5.2.3).

Por lo tanto, el manejo espacial de la Ría debiera considerar estos aspectos para evitar la asignación del esfuerzo pesquero hacia esta zona, así como las actividades que puedan afectar la abundancia de pastos marinos, por su posible función como zonas refugio para los reclutas.

Cabe destacar que los criterios establecidos para manejar el recurso son netamente biológicos. En los numerales siguientes se integran aspectos económicos y sociales a los criterios de manejo del recurso camarón de la Ría Celestún.

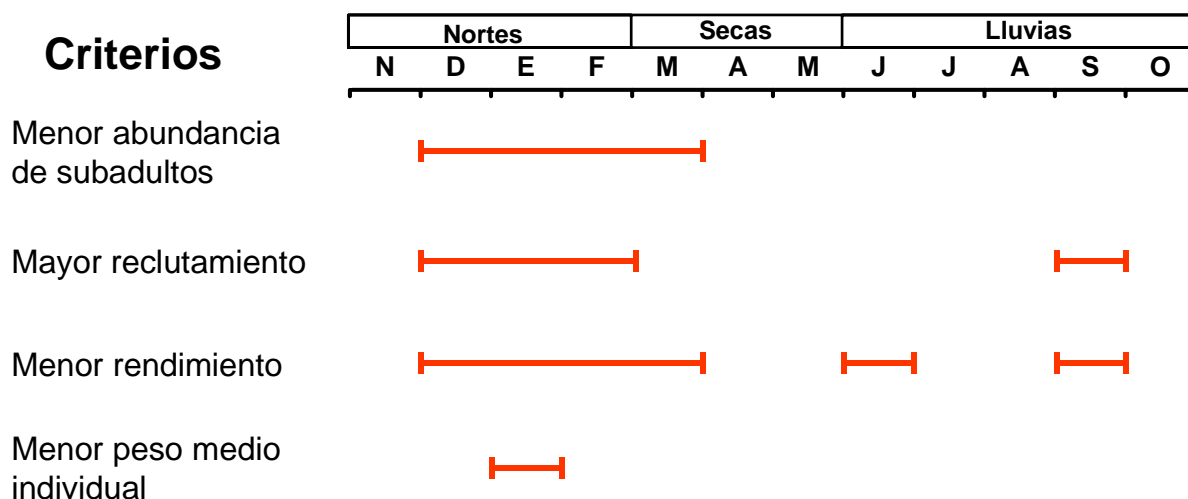


Figura 5.2.13. Períodos críticos (denotados con líneas) para el recurso camarón de la Ría Celestún en función de criterios biológicos.

Tabla 5.2.3. Criterios para el manejo de espacios en la pesca de camarón de la Ría Celestún.

Criterios para el manejo de espacios	Zona
Mayor reclutamiento	Marina
Menor rendimiento pesquero	Marina

## **6. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA**

### **6.1 Aspectos biológico-pesqueros**

#### **6.1.1 Camarón**

Con base en los resultados biológicos, ecológicos y socioeconómicos, se recomienda una veda de 4 meses, comprendida entre diciembre y marzo. Esta propuesta se sustenta en los siguientes resultados:

Durante los meses de diciembre a marzo se registraron las menores abundancias relativas de subadultos, así como los menores rendimientos en peso medio individual y las mayores abundancias relativas de reclutas. Esto minimizaría la ocurrencia de mortalidad de reclutas por efecto de la pesca. El esfuerzo pesquero de los camareros fue significativamente menor durante este lapso.

La mayoría de los pescadores de la Ría optaron por cambiar a la pesca de pulpo, dado que precisamente en esa fecha se desarrolla la temporada de captura de dicha especie. Esto daría una mayor probabilidad a que la veda sea respetada.

El patrón de distribución espacial de camarones en la Ría fue consistente en el tiempo, registrándose mayores capturas de reclutas asociada a la zona marina y menor en la zona interna. Por tanto, se recomienda restringir la pesca en la zona marina por su función como área de concentración de reclutas de las 4 especies de camarón identificadas en este trabajo. Otro fundamento a dicha propuesta radica en los menores rendimientos (ind/kg) obtenidos para dicha zona.

Dado que el 11.7 % de las capturas de los organismos correspondió a reclutas con longitud menor o igual a 8 mm (LC), se sugiere incrementar la luz de malla del triángulo camarero. En un principio podría pensarse en una luz de malla de 2.5 cm, pero es recomendable realizar experimentos de selectividad con diferentes luces de malla a efectos de minimizar la captura de reclutas sin perjudicar económicamente a los pescadores. Es recomendable además que se otorgue al menos un periodo de 6 meses para que los pescadores realicen el cambio.

Los resultados de las encuestas sugirieron evitar la pesca con “tapos” en cualquier zona del canal de la Ría, tal como se viene desarrollando actualmente bajo el puente de la Ría (los triángulos camareros funcionan como tapos).

Se sugiere que el proceso de ordenación de la pesquería sea continuo, conteniendo actividades y metas específicas y no se restrinja sólo cuando los problemas se agudizan.

Debería realizarse un monitoreo continuo de las medidas implementadas, así como reuniones periódicas de trabajo con los pescadores para analizar el avance y

operatividad de las medidas planteadas. Es recomendable fortalecer el vínculo entre los diferentes actores en el área (Gobierno, usuarios del recurso e investigadores) a fin de optimizar recursos tanto humanos como financieros.

Es recomendable que paralelamente a las medidas de regulación de la pesquería, se exploren actividades económicas alternas a la pesca. Estas actividades debieran estar bien sustentadas técnica y económicamente, a fin de tener mayores probabilidades de éxito. La idea no es trasladar el problema a otra zona de la Reserva Ría Celestún, ni crear falsas expectativas. El objetivo principal es garantizar el éxito de una actividad económica de bajo impacto.

### 5.3 Vegetación sumergida

#### 5.3.1 Cuantificación de biomasa húmeda y seca por zona de pesca

Como se expresara en los objetivos particulares, la determinación de la relación entre la abundancia de los camarones y diferentes tipos de sustrato, permite establecer posibles correlaciones fauna-hábitat. Para ello es necesario estimar la abundancia de vegetación sumergida, la cual ha sido mencionada como ideal para el establecimiento del camarón. En la Tabla 5.3.1 se observa la distribución espacial de la biomasa húmeda y seca ( $g/0.2m^2$ ) de vegetación sumergida en la Ría Celestún. La zona marina presentó la mayor biomasa húmeda, seguida de la zona interna. La zona de mezcla presentó la menor biomasa, siendo esta tendencia consistente durante todo el período de estudio.

Tabla 5.3.1. Estimación de abundancia de vegetación sumergida en las 3 zonas (marina, mezcla e interna) de muestreo de la Ría Celestún. E.E.: error estándar.

Zona	Peso Húmedo ( $g/0.2m^2$ )		Peso Seco ( $g/0.2m^2$ )	
	Media	E.E.	Media	E.E.
MARINA	204.30	35.04	35.12	0.01
MEZCLA	81.53	13.98	13.15	0.01
INTERNA	111.57	23.26	17.51	0.02



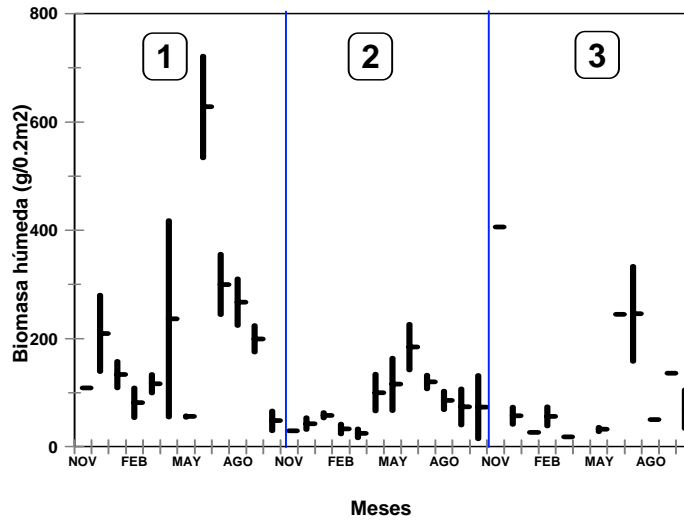
La Figura 5.3.1 resume la distribución espacial y temporal de la abundancia de biomasa húmeda y seca en la Ría Celestún. El ANOVA de dos vías mostró diferencias significativas entre zonas y meses (Tabla 5.3.2). Los mayores valores para el peso húmedo se presentaron en la zona marina, la cual difirió significativamente de las zonas media e interna ( $F=19.57$ ,  $p \ll 0.0001$ ). La misma tendencia fue observada para la biomasa seca (Figura 5.3.1).

La distribución temporal de biomasa húmeda mostró diferencias significativas entre meses ( $F=6.97$ ,  $p \ll 0.0001$ ). En la zona externa, la biomasa tendió a ser mayor entre los meses de abril y junio, disminuyendo entre julio y octubre. Un pico de menor intensidad fue observado en noviembre, para luego volver a disminuir entre diciembre y febrero. En la zona de mezcla se observó una tendencia al aumento desde noviembre hasta junio y a partir de ahí una clara disminución hasta el mes de octubre. La zona interna presentó una tendencia variable. Aunque los valores máximos de biomasa no superaron los de la zona marina, a lo largo del período se observaron dos picos máximos (noviembre y julio) y la menor abundancia se observó entre febrero y mayo (Figura 5.3.1, biomasa húmeda). El análisis del peso seco mostró una tendencia similar a la del peso húmedo. Cabe hacer notar la presencia de un fuerte patrón de variabilidad en la estimación de los pesos medios entre réplicas, correspondientes a cada una de las zonas (Figura 5.3.1, biomasa seca). En el caso de la biomasa húmeda se observó un efecto significativo de interacción Mes por Zona (Tabla 5.3.2).

Tabla 5.3.2. ANOVA de dos vías en las estimaciones mensuales de pesos húmedo y seco de la vegetación sumergida en las 3 estaciones (marina, mezcla e interna) de muestreo de la Ría Celestún. g.l.: grados de libertad; s.c.: suma de cuadrados. En itálicas y negritas se denotan valores significativos ( $p < 0.05$ ).

Efecto	g.l. efecto	s.c. efecto	g.l. error	s.c. error	F	Valor p
<b>Peso húmedo</b>						
Mes	11	60456.1	72	8672.967	6.97064	<b><i>0.000000</i></b>
Zona	2	199691.6	72	8672.967	19.56558	<b><i>0.000000</i></b>
Mes x Zona	22	21762.2	72	8672.967	2.50920	<b><i>0.001831</i></b>
<b>Peso seco</b>						
Mes	11	701.923	72	296.6364	2.36627	<b><i>0.014758</i></b>
Zona	2	5490.812	72	296.6364	18.51024	<b><i>0.000000</i></b>
Mes x Zona	22	451.336	72	296.6364	1.52151	0.094246

### BIOMASA HÚMEDA



### BIOMASA SECA

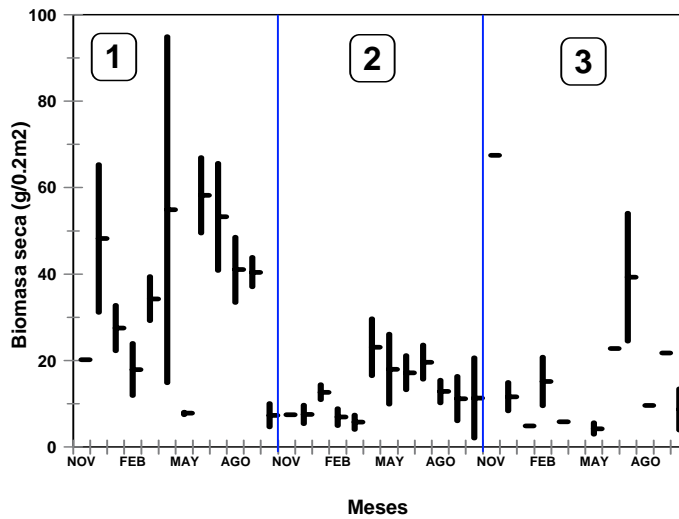


Figura 5.3.1. Variación temporal de biomasa de vegetación sumergida en las tres zonas de muestreo (1.-marina, 2.- mezcla y 3.- interna) de la Ría Celestún, entre noviembre 1997 y agosto 1998.

## 5.4 Aspectos socioeconómicos

Los muestreos socioeconómicos consistieron en recabar información bioeconómica (captura, esfuerzo, zonas de pesca, costos, retornos) y social (número de personas involucradas en la actividad pesquera). En el presente reporte se hace un análisis de la información recolectada para cada pescador durante los distintos muestreos socioeconómicos llevados a cabo en enero, mayo/junio y septiembre 1998.

### 5.4.1. Prueba de diagnóstico de conocimientos básicos

Se aplicó un cuestionario a los pescadores con las siguientes preguntas básicas:

- 1.- ¿Conoce usted la biología de la jaiba/camarón?
  - Dónde y cuándo nacen los camarones?
  - Hábitos reproductivos
  - Abundancia por zonas
- 2.- ¿Existe algún problema con la pesquería de jaiba/camarón?
- 3.- ¿Si existe, cuáles son las causas?
- 4.- ¿Que acciones favorecerían para darle solución?
- 5.- ¿Quién debe ser el actor principal?

Si bien se tomaron 5 preguntas básicas, la estrategia que se siguió al hacer el cuestionario fue preguntarles si sabían si el camarón o la jaiba nacían o morían o se reproducían en la Ría. De igual forma, se les pedía que dijeran si había algún problema en la Ría, y que se podría hacer para solucionarlo y quiénes debían hacerlo. De esta manera el lenguaje era entendible para los pescadores y el equipo obtenía la información que se necesitaba para la evaluación de referencia.

Los resultados mostraron que, si bien el pescador conoce de manera empírica la actividad que realiza, este conocimiento no reflejó lo que sucede con el ciclo de vida de las especies objetivo. Los principales conceptos dados por los pescadores fueron:

- Las especies se reproducen dentro de la Ría, habiendo una gran confusión con algunas especies de palemónidos.
- La abundancia de los camarones se relacionan con las zonas de vegetación sumergida y las zonas bajas dentro de la Ría.
- Las especies de camarón no crecen mucho más allá que las tallas que capturan.
- Las especies no requieren de una veda ya que ellas se "vedan por sí solas".
- Las autoridades sólo prohíben hacer cosas.
- Los biólogos hacen estudios sólo para perjudicarlos.
- No hay comunicación ni coordinación con las autoridades.

- Van a pescar hasta 3 veces al día.
- No hay buena organización entre las cooperativas.
- Un grupo de pescadores pescan de bajo del puente, lo cual perjudica a las especies de camarón.
- Sería buena opción delimitar áreas destinadas para la pesca.
- Se debe aplicar medidas de sanción para los pescadores que pescan bajo el puente.
- Se debe respetar tallas de captura.
- El esquema de organización y manejo de la pesquería debería establecerse mediante la coordinación de las autoridades con los pescadores.

## **5.4.2 Esfuerzo pesquero**

### **5.4.2.1. Artes y operación de pesca**

La pesca de jaiba puede realizarse mediante la utilización de nasas o con el empleo de estacas; ambos requieren de una misma cantidad de tiempo para efectuarlo. El método de estacas consiste en fijar la carnada a un extremo de la misma y enterrar ésta en el fondo de la Ría; las jaibas son atrapadas con dos redes de cuchara (jamos). El número de estacas usadas como máximo fueron 120. Los pescadores entrevistados, en su mayoría usaron en promedio 44 nasas, con un máximo de 60 y un mínimo de 30 por persona. Las embarcaciones utilizadas fueron alijos (embarcación pequeña sin motor) y siempre salieron a pescar solos.

El camarón es capturado con triángulos camaroneros. En la mayoría de las ocasiones los pescadores utilizaron 1, ya que tienen que arrastrarlo para realizar la operación de pesca. Otra manera de utilizar los triángulos camaroneros (regularmente 3) de manera simultánea, es de forma estacionaria, amarrando (fondeando) los triángulos a grampines en medio del canal de navegación de la Ría, de tal forma que los camarones que van saliendo con la corriente, se quedan atrapados dentro de los triángulos.

### **5.4.2.2. Estimación del esfuerzo efectivo de pesca**

La Figura 5.4.1 muestra el tiempo efectivo de pesca para cada una de las pesquerías analizadas. Los cuales, mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $F=13.56$ ,  $p<<0.000$ ). El tiempo efectivo de pesca promedio para los camaroneros fue de  $2.5 \pm 0.72$  horas como mínimo y  $5.0 \pm 0.72$  como máximo. Si bien la variación entre pescadores fue mínima, y la dispersión observada fue similar para cada uno de ellos, el análisis de varianza mostró diferencias significativas ( $F=5.26$ ,  $p<<0.000$ ). El pescador Armando presentó una desviación estándar mucho mayor que el resto. Los pescadores de jaiba presentaron dos grupos cuya diferencia en tiempo efectivo de pesca varió entre  $1.5 \pm 0.78$  y  $2.0 \pm 0.78$  horas. El primer

grupo empleó únicamente 3.5 horas en promedio y el otro alrededor de 5.5 horas, mostrando la prueba estadística diferencias significativas ( $F=15.46$ ,  $p<0.0001$ ).

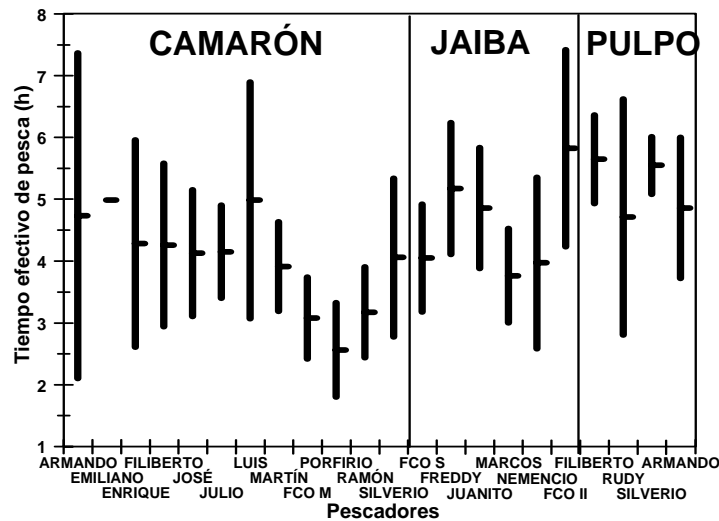


Figura 5.4.1. Media  $\pm$  desviación estándar del tiempo efectivo de pesca (número de horas) para jaiba, camarón y pulpo.

Los pescadores que se dedicaron durante este período a la captura de pulpo utilizaron embarcaciones de 22 ó 23 pies de eslora, con un motor de 65 HP y una tripulación de 2 a 3 personas, y pescaron a una profundidad máxima de 6 brazas. Su tiempo efectivo de pesca fue similar para los cuatro durante el período de estudio, fluctuando entre 4.73 y 5.57 horas, con un valor medio de  $5.32 \pm 0.42$  horas efectivas de pesca. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre pescadores ( $F=1.47$ ,  $p = 0.250$ ).

### 5.4.2.3 Zonas de pesca

Dado que la zona marina es la más distante del muelle de pescadores, y éstos utilizan embarcaciones sin motor, la mayoría de las visitas fueron para la zona de mezcla (54%) y la zona interna (41%). El restante 5% fue para la zona marina. Cabe mencionar que en algunas ocasiones los pescadores que obtienen buenos rendimientos pesqueros y por consiguiente económicos en algún sitio, deciden dejar amarrada su embarcación a la orilla de la ría, para posteriormente regresar al siguiente día en bicicleta, con lo cual se ahorran una gran cantidad de tiempo de navegación. La Figura 5.4.2 muestra la distribución de visitas a sitios de pesca identificados en cada zona como resultado de las encuestas. Los sitios más

frecuentados en la zona de mezcla fueron los más cercanos al pueblo (Dzinitún y Holbach), lo cual muestra la importancia de la cercanía de los sitios al puerto en la selección de la zona donde realizar la faena de pesca en el corto plazo.

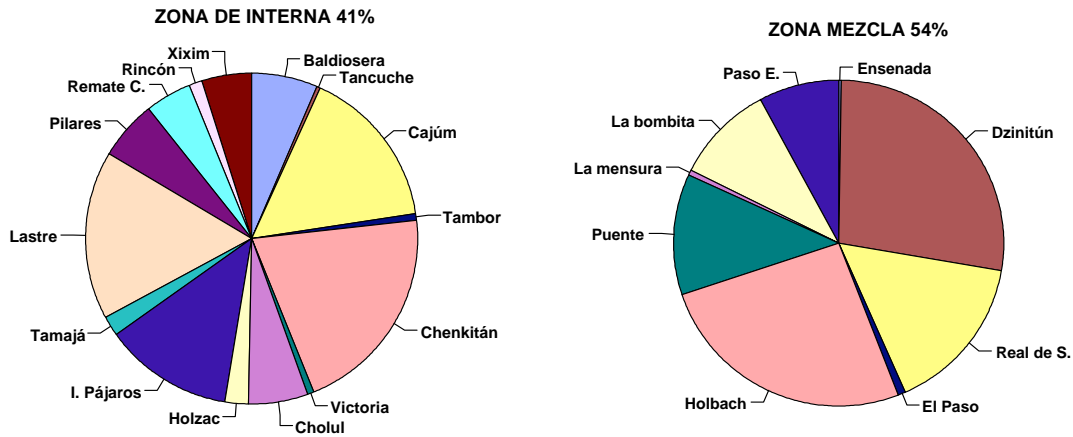


Figura 5.4.2. Frecuencia relativa de visitas de los pescadores de jaiba y camarón a las zonas interna y de mezcla de la Ría Celestún. Los porcentajes indican la asignación del total de visitas a la zona en particular.

### 5.4.3 Captura por unidad de esfuerzo

La Figura 5.4.3 muestra los valores de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de jaiba, camarón y pulpo, obtenidos por los pescadores que participaron en todas las encuestas socioeconómicas realizadas. La CPUE fue calculada a partir de los datos globales (todas las encuestas agrupadas). Los pescadores sólo se dedicaron a una sola actividad durante la temporada, aunque en algunas ocasiones se dieron cambios en función de los bajos rendimientos económicos. Para el caso de la jaiba, las CPUE medias variaron entre 0.12 kg/nasa y 0.21 kg/nasa, aunque con una amplia variabilidad individual. Como consecuencia, se registraron diferencias significativas en la CPUE entre pescadores ( $F=3.23$ ,  $p=0.009$ ). En el caso del camarón, la CPUE media individual varió desde 1.0 a 3.1 kg/triángulo aproximadamente, detectándose diferencias significativas ( $F=7.46$ ,  $p<<0.000$ ). En el caso de los pescadores que cambiaron a la pesca de pulpo, la CPUE varió entre 3.6 y 8.8 kg por hora de pesca.

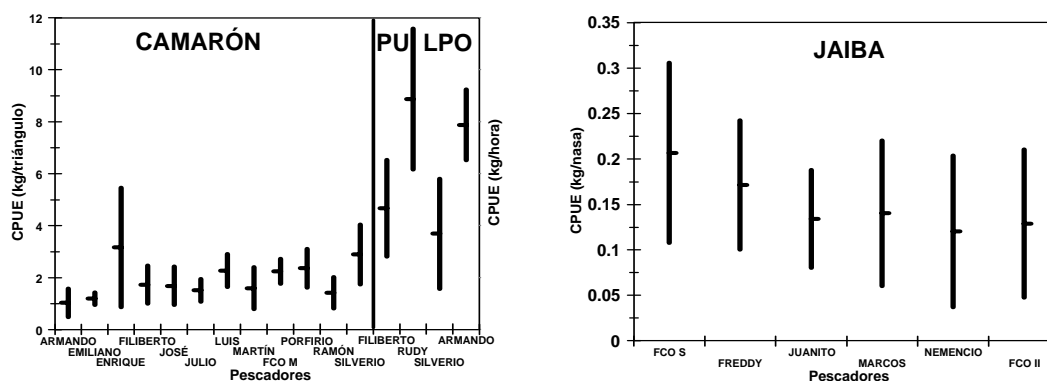


Figura 5.4.3. Valores medios ( $\pm$  desviación estándar) por pescador de la CPUE para jaiba (kg/nasa), camarón (kg/triángulo) y pulpo (kg/hora) derivados de las tres encuestas realizadas en 1998.

#### 5.4.4 Análisis económico

El análisis económico (costos y beneficios) se presenta en dólares americanos (US\$), considerando una relación de cambio promedio de 10 pesos por US\$.

##### 5.4.4.1 Costos de Operación

Los costos de operación (Figura 5.4.4) para los pescadores de jaiba y de camarón en la Ría Celestún son muy bajos, dado que utilizan pequeñas embarcaciones sin motor (alijos) y propulsadas con una palanca, por lo no existen gastos de combustible o pasaje. Los únicos gastos fueron de US\$0.43  $\pm$  0.23 en promedio en alimentos y US\$0.59  $\pm$  0.15 en carnada para la captura de jaiba. Los pescadores de pulpo, que tienen que recorrer grandes distancias hasta los distintos caladeros de pesca, gastaron en promedio US\$11.00 en combustibles, US\$4.93 en carnada y US\$3.70 en alimentos, para un costo de operación total promedio de US\$18.70 por viaje de pesca. El análisis de varianza reveló diferencias significativas entre los costos de operación por pescador ( $F=11.59$ ,  $p=0.0003$ ).

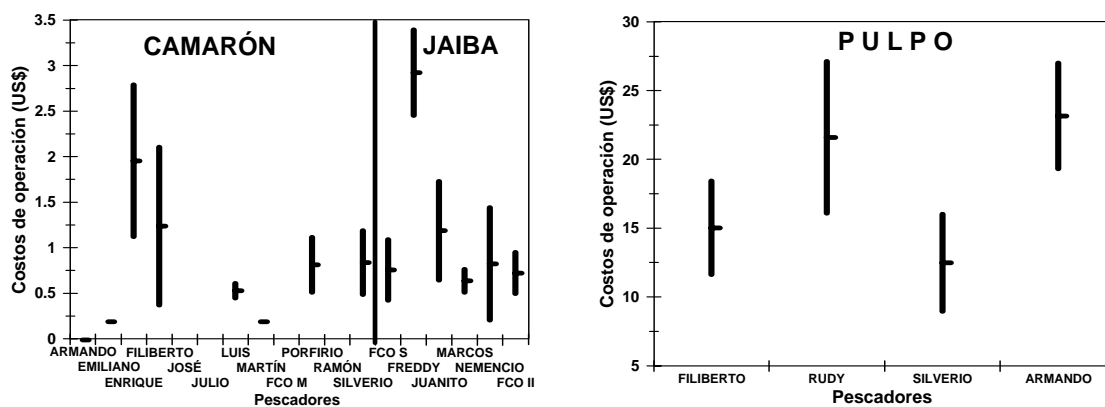


Figura 5.4.4. Costos de operación (media  $\pm$  desviación estándar) de los pescadores de jaiba y camarón de la Ría de Celestún y de pulpo para aquellos que cambiaron de pesquería.

#### 5.4.4.2 Beneficios económicos

Las ganancias promedio diarias por pescador se presentan en la Figura 5.4.5. Se hace la aclaración que, dado que los pescadores artesanales no toman en cuenta los costos fijos de operación (depreciación del equipo, seguro, pago de préstamos o pago de intereses) para decidir salir a pescar al siguiente día, se consideraron únicamente los costos variables (combustible, carnada, alimentos, costos de operación). Por tanto se calculó un beneficio económico diario de los costos variables, resultante de la resta entre los ingresos económicos totales percibidos en un día de pesca y costos variables, lo cual es entendido como la cuasirenta de los costos variables (Cabrera y Defeo, 1997; Seijo *et al.*, 1998). Para las tres pesquerías (camarón, jaiba y pulpo), los beneficios económicos diarios fueron estadísticamente diferentes entre sí ( $F=418.00$ ,  $p < 0.000$ ). Los camaroneros presentaron un promedio muy bajo (US\$  $6.23 \pm 4.00$ ) que varió desde US\$1.50 hasta US\$11.00 dólares, aunque debe hacerse mención que el pescador que obtuvo la mayor ganancia diaria, usaba más de un triángulo a la vez. Los pescadores de jaiba por su parte presentaron un promedio global de US\$  $10.00 \pm 7.40$ , con un mínimo de US\$4.75 y un máximo de US\$11.20. Los 4 pescadores que cambiaron a la pesquería de pulpo presentaron valores medios diarios de ganancia de US\$ 21.49, 30.12, 39.30 y 41.44.



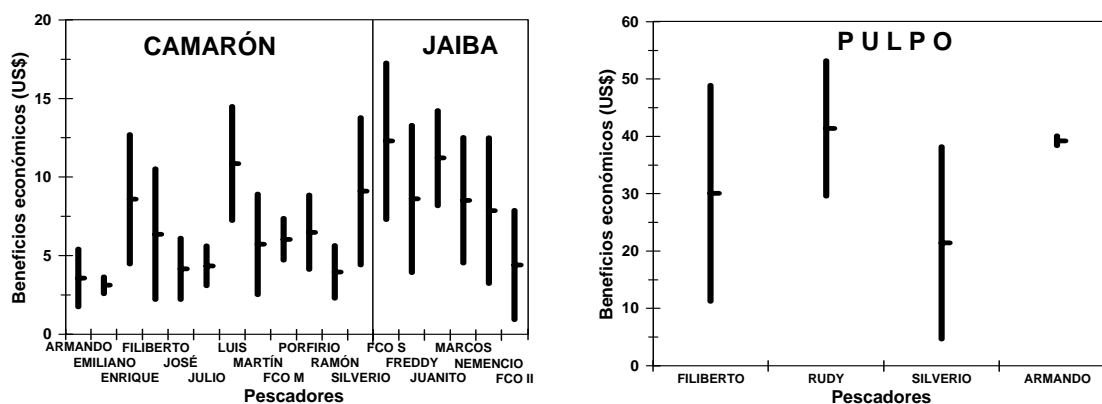


Figura 5.4.5. Beneficios económicos diarios (US\$: media  $\pm$  desviación estándar) de los pescadores de jaiba, camarón de la Ría de Celestún y de pulpo para aquellos que cambiaron de pesquería.

### 5.4.4.3 Comercialización

La comercialización de jaiba y camarón puede darse de varias maneras. Dependiendo de la demanda, la jaiba puede comercializarse como entera y sin procesar o como pulpa, extrayéndose la carne. El camarón puede ser crudo o cocido y pelado o sin pelar. Este procesamiento involucra a un cierto número de personas, principalmente la familia del pescador, lo cual es de gran importancia porque en la mayoría de los casos los pescadores no tienen que pagar el procesamiento del producto o bien el pago (simbólico) se le da a sus propios familiares.

La Figura 5.4.6 (A) muestra el tiempo empleado para la actividad de procesamiento, y (B) el número de personas involucradas por tipo de pesquería. La participación en el procesamiento del producto habla del número de personas que dependen directamente de estas pesquerías artesanales. La leña es el único insumo utilizado (principalmente para hervir la captura). El tiempo de procesamiento fue directamente proporcional a la captura obtenida para el caso de la jaiba, mientras que para el camarón, varió en función de la captura obtenida y del tamaño del organismo. En el caso de la jaiba no se alcanzaron las 2.0 horas de procesamiento diario, y el camarón no rebasó las 2.5 horas. El pulpo no requiere de procesamiento, y el único cuidado que se tiene del producto es la preservación en hielo desde el momento que se captura hasta la llegada a puerto, donde se entrega al comprador.

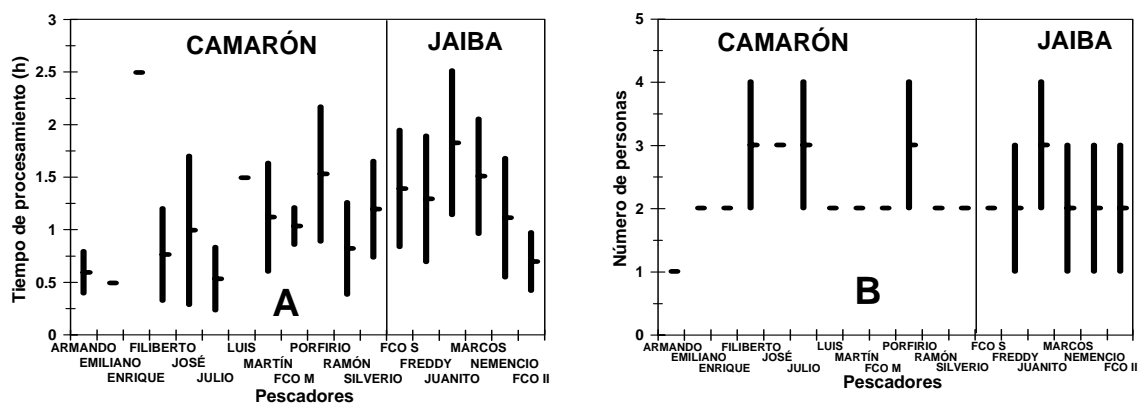


Figura 5.4.6. (A) Tiempo medio  $\pm$  desviación estándar de procesamiento (horas) para jaiba y camarón, y (B) número de personas involucradas en el procesamiento.

#### 5.4.4.4 Precios por especie y presentación

En la Tabla 5.4.1 se resumen los precios promedio de compra de las diferentes especies y presentaciones durante el período de consideración. Las presentaciones dependen de la oferta y la demanda en los distintos meses del año.

Tabla 5.4.1. Precios promedio de los productos (en US\$) de la captura en la Ría Celestún durante las tres encuestas realizadas en 1998.

Producto	Precio por kg (US\$)
Jaiba Entera	1.00
Jaiba Pulpa	5.70
Camarón Entero Crudo	3.20
Camarón Entero Cocido	2.95
Camarón Pelado	5.90
Mero	1.70
Pulpo	1.70

La Tabla anterior sugeriría que las presentaciones con mayor valor serían las más escogidas (e.g., jaiba pulpa y camarón pelado). Esto no es necesariamente cierto, ya que si bien el kilogramo de pulpa de jaiba tiene un buen precio, el tiempo empleado para obtenerla en algunas ocasiones resulta más costoso que venderlo de forma entera aun cuando es más barato. En el caso del camarón sucede algo similar: el camarón pelado es más caro pero el tiempo de procesamiento mayor, máxime cuando los camarones son muy pequeños.

## 5.4.5 Monitoreo de pescadores

### 5.4.5.1 Camaroneros

Se registró un total de 1134 visitas para la pesca de camarón, con un promedio diario ( $\pm$  DE) de  $31.0 \pm 23.0$ . El máximo registrado fue 103 y el mínimo 4 en un día (Tabla 5.4.2). La zona más visitada fue la de mezcla, coincidiendo con las mayores abundancias relativas de camarón. Otra razón que fundamenta esto es que la mayoría de los pescadores de camarón utilizan alijos impulsados manualmente con la ayuda de una palanca, y los sitios de la zona de mezcla son los más cercanos a la población. Por la misma razón, la zona menos visitada fue la externa, ya que se requieren más de dos horas para transportarse hasta estos sitios con un alijo. La menor frecuencia de visita de la zona interna coincidió con la menor abundancia de camarón cuantificada en este trabajo (ver Figura 5.2.4).

Tabla 5.4.2. Número promedio diario, máximo y mínimo de pescadores camarones, registrados por semana durante el ciclo anual, para cada una de las zonas de pesca.

Zona	Promedio	DE	Máximo	Mínimo
Marina	6.0	4.0	17	1
Mezcla	20.0	15.0	58	1
Interna	9.0	9.0	41	1
Total	31.0	23.0	103	4

El análisis por épocas climáticas mostró que durante la temporada de "nortes" se registró la menor afluencia de camaroneros (10) en la Ría Celestún. Esto concuerda con el inicio de la temporada de pesca de pulpo, por lo cual solamente las personas que no pueden salir al mar (por ser poco diestros para la actividad o por su edad) se dedicaron al camarón (Tabla 5.4.3).

El análisis diario del número de pescadores mostró diferencias significativas entre zonas ( $F_{2(79)}=15.90$ ,  $p<0.0001$ ), y marginalmente significativas entre épocas climáticas ( $F_{2(79)}=2.96$ ,  $p=0.0575$ ) (Figura 5.4.7). Durante los "nortes" se registró el menor número de pescadores (3), coincidentemente con la zona externa, la más alejada al puerto (Tabla 5.4.4). La zona de mezcla fue la más visitada en todas las estaciones climáticas.

Tabla 5.4.3. Número de visitas registradas para la pesca de camarón por zona y por época climática (secas, lluvias, nortes) durante el ciclo anual.

Zona	Secas	Lluvias	Nortes	Total
Marina	72	29	10	111
Mezcla	305	265	152	722
Interna	72	140	89	301
Totales	449	434	251	1134

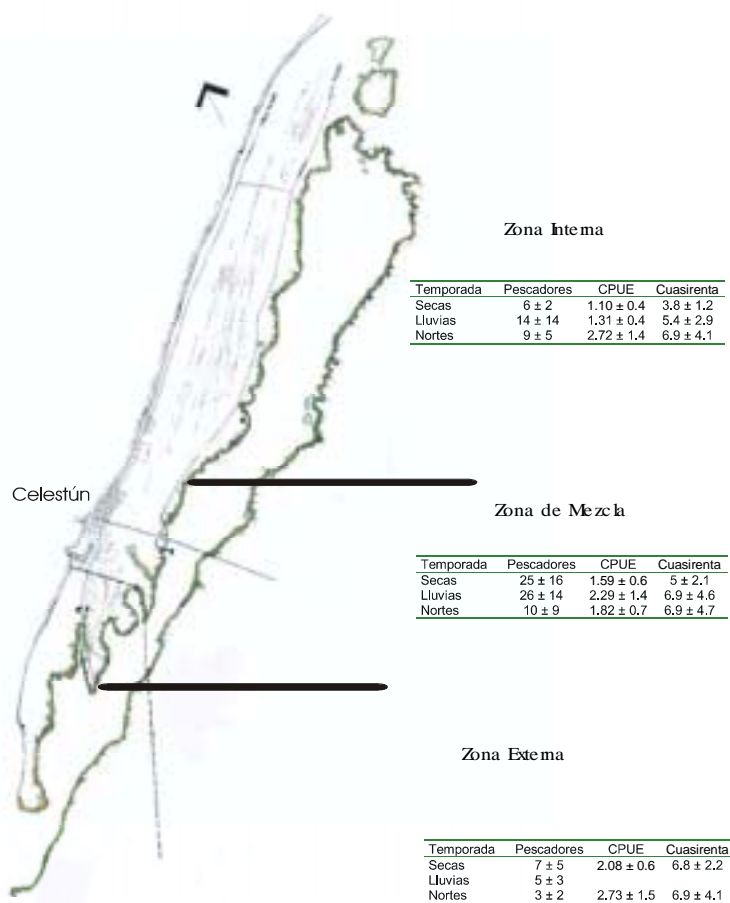


Figura 5.4.7. Pescadores camaroneros. Número promedio ( $\pm$  DE), CPUE y cuasirenta por temporada y zona de pesca para la Ría Celestún.

Tabla 5.4.4. Número de pescadores camaroneros promedio ( $\pm$  DE) por día, zona de pesca y época climática (secas, lluvias, nortes) registrados por el monitoreo realizado durante el ciclo anual.

<b>Secas</b>				
Zona	Promedio	DE	Máximo	Mínimo
Marina	7	5	17	1
Mezcla	25	17	57	2
Interna	6	2	9	3
<b>Lluvias</b>				
Marina	5	3	10	1
Mezcla	27	14	58	10
Interna	14	14	41	1
<b>Nortes</b>				
Marina	3	3	6	1
Mezcla	10	9	29	1
Interna	9	6	19	1

#### 5.4.5.2 Jaiberos

Se registró un total de 1596 para la pesca de jaiba durante los recorridos de monitoreo por la Ría Celestún (Tabla 5.4.5). El promedio por zonas de pesca mostró diferencias significativas ( $F_{2(80)}=16.13$ ,  $p<0.0001$ : Figura 5.4.8), pero no para épocas climáticas ( $F_{2(80)}=1.50$ ,  $p=0.2293$ ). Se observó un valor mínimo de 4 para "lluvias" en la zona marina, y un máximo en esa misma época en la zona interna (389). Cabe resaltar que, para las tres épocas climáticas, la zona interna mostró el mayor número de pescadores. Lo anterior coincide con el mayor número de jaibas encontrado en los muestreos comerciales (Figura 5.2).

Tabla 5.4.5. Número de visitas registradas por zona de pesca y época climática (secas, lluvias, nortes) para la pesca de jaiba durante el ciclo anual.

<b>Zona</b>	<b>Secas</b>	<b>Lluvias</b>	<b>Nortes</b>	<b>Total</b>
Marina	52	4	43	99
Mezcla	281	120	271	672
Interna	256	389	223	825
Totales	589	513	537	1596

El total de pescadores que se registraron durante las tres temporadas fue similar, debido a que las personas que capturan jaiba por lo general mantienen esta ocupación durante todo el año y no cambian de actividad como los camaroneros; solamente cambian la presentación del producto de acuerdo a la demanda (jaiba entera, pulpa, o sin carapacho).

El análisis diario del número de pescadores (Tabla 5.4.6) mostró que el número promedio diario fue siempre menor para la zona externa, aunque cabe resaltar la fuerte variabilidad encontrada.

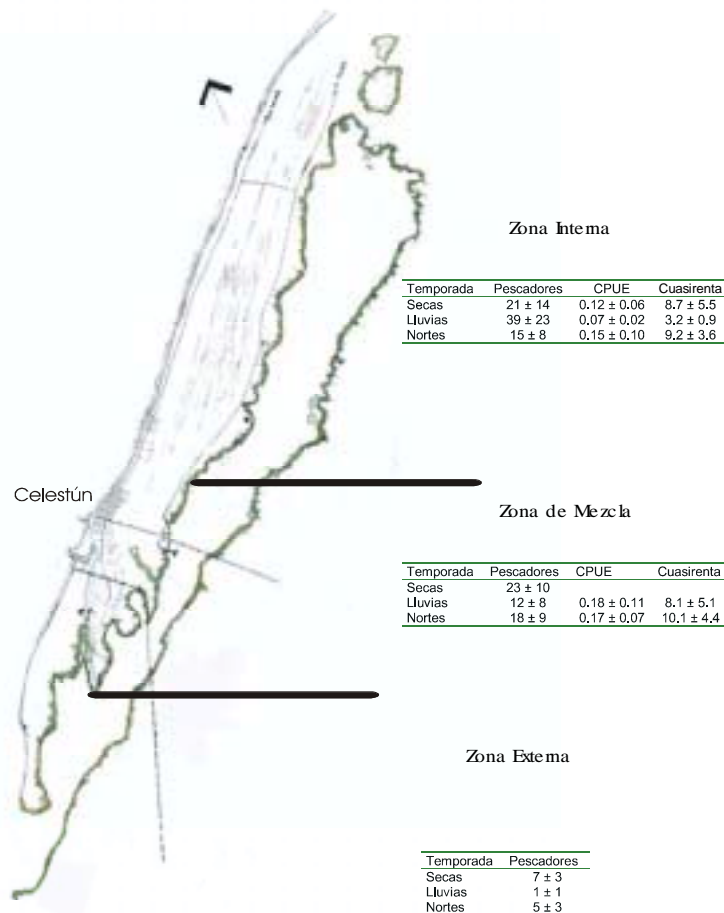


Figura 5.4.8. Pescadores jaiberos. Número promedio ( $\pm$  DE), CPUE y cuasirenta por temporada y zona de pesca para la Ría Celestún.

Tabla 5.4.6. Número de pescadores jaiberos promedio ( $\pm$  DE) por día, zona de pesca y época climática (secas, lluvias, nortes) registrados por el monitoreo realizado durante el ciclo anual.

Zona	Promedio	DE	Máximo	Mínimo
<b>Secas</b>				
Marina	7.42	2.37	12	5
Mezcla	23.41	10.22	41	12
Interna	21.33	14.41	53	5
<b>Lluvias</b>				
Marina	1.33	0.58	2	1
Mezcla	12	8.34	30	2
Interna	38.9	22.95	72	8
<b>Nortes</b>				
Marina	5.37	2.61	8	1
Mezcla	15	8.02	32	4
Interna	18.07	8.98	34	3

## 6. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA

### 6.1 Aspectos biológico-pesqueros

#### 6.1.1 Camarón

- 1) Con base en los resultados biológicos, ecológicos y socioeconómicos, se recomienda una veda de 4 meses, comprendida entre agosto y noviembre. Esta propuesta se sustenta en los siguientes resultados:
  - Durante los meses de agosto a noviembre se registraron las menores abundancias relativas de subadultos, así como los menores rendimientos en peso medio individual y las mayores abundancias relativas de reclutas. Esto minimizaría la ocurrencia de mortalidad de reclutas por efecto de la pesca.
  - El esfuerzo de pesca de los camaroneros fue significativamente menor durante este lapso.

- La mayoría de los pescadores de la Ría optan por cambiar a la pesca de pulpo, dado que precisamente en esa fecha se desarrolla la temporada de captura de dicha especie. Esto daría una mayor probabilidad a que la veda sea respetada.
- 2) El patrón de distribución espacial de camarones en la Ría fue consistente en el tiempo, registrándose mayores capturas de reclutas asociada a la zona marina y menor en la zona interna. Por tanto, se recomienda restringir la pesca en la zona marina por su función como área de concentración de reclutas de las 4 especies de camarón identificadas en este trabajo. Otro fundamento a dicha propuesta radica en los menores rendimientos (ind/kg) obtenidos para dicha zona.
  - 3) Dado que el 11.7 % de las capturas de los organismos correspondió a reclutas con longitud menor o igual a 8 mm (LC), se sugiere incrementar la luz de malla del triángulo camaronero. En un principio podría pensarse en una luz de malla de 2.5 cm, pero es recomendable realizar experimentos de selectividad con diferentes luces de malla a efectos de minimizar la captura de reclutas sin perjudicar económicamente a los pescadores. Es recomendable además que se otorgue al menos un periodo de 6 meses para que los pescadores realicen el cambio.
  - 4) Los resultados de las encuestas sugirieron evitar la pesca con “tapos” en cualquier zona del canal de la Ría, tal como se viene desarrollando actualmente bajo el puente de la Ría (los triángulos camaroneros funcionan como tapos).
  - 5) Se sugiere que el proceso de ordenación de la pesquería sea continuo, conteniendo actividades y metas específicas y no se restrinja sólo cuando los problemas se agudizan.
  - 6) Debería realizarse un monitoreo continuo de las medidas implementadas, así como reuniones periódicas de trabajo con los pescadores para analizar el avance y operatividad de las medidas planteadas. Es recomendable fortalecer el vínculo entre los diferentes actores en el área (Gobierno, usuarios del recurso e investigadores) a fin de optimizar recursos tanto humanos como financieros.
  - 7) Es recomendable que paralelamente a las medidas de regulación de la pesquería, se exploren actividades económicas alternas a la pesca. Estas actividades debieran estar bien sustentadas técnica y económicamente, a fin de tener mayores probabilidades de éxito. La idea no es trasladar el problema a otra zona de la Reserva Ría Celestún, ni crear falsas expectativas. El objetivo principal es garantizar el éxito de una actividad económica de bajo impacto.



### 6.1.2 Jaiba

Dado el acceso abierto de la pesquería de jaiba y los bajos costos de operación, es recomendable que se implementen medidas tales como regulación del arte de pesca y tallas mínimas de capturas.

#### **Se recomienda:**

- 1) Los resultados del análisis de transición de juvenil a adulto en *C. sapidus* mostraron tallas de  $L_{50\%}$  cercanas a 13 cm para las hembras y superiores a 9 cm para los machos. Una aproximación precautoria sería proponer una talla mínima de captura de 13 cm de anchura de espina a espina lateral. En el caso de *C. ornatus* no se pudo realizar el análisis para hembras, mientras que para machos el valor de  $L_{50\%}$  fue cercano a 9 cm. No obstante, teniendo en cuenta que ésta constituye una pesquería multiespecífica, se recomienda una talla mínima global de 13 cm.
- 2) Dado que las hembras presentan muda terminal, la estimación de  $L_{50\%}$  pudiera no ser recomendable a efectos de manejo. En tal caso, la mediana, media o moda (dependiendo del tipo de distribución) es una aproximación más realista. Los resultados fueron consistentes con los derivados del logístico, sugiriéndose por tanto una talla mínima de extracción de 13 cm.
- 3) Capacitar a los pescadores en la identificación del estado de madurez, especialmente de las hembras preadultas, de manera que puedan ser liberadas al momento de la captura.
- 4) Cuando se capturen "dobletes", es recomendable liberar a las hembras.
- 5) A efectos de disminuir el 20.35% de captura de organismos preadultos, cuantificada en el presente estudio, se recomienda monitorear las medidas implementadas, en especial la referida a la talla mínima de captura.
- 6) Dado que la mayor proporción de hembras adultas aptas para el primer desove se registró entre agosto y octubre (Figura 5.1c), se recomienda que durante este período se realice una pesca selectiva por sexos, devolviendo a la Ría las hembras mencionadas.

### 6.2 Co-manejo de la pesquería de crustáceos en la Ría Celestún

La mayoría de los stocks de peces en el mundo están siendo extraídos hasta el límite de su capacidad, y un 22 % están sobreexplotados o bien ya colapsaron. Esto indica que el manejo pesquero ha fallado en lograr la sostenibilidad a largo plazo de la actividad pesquera. México no es la excepción a dicha situación. Entre las múltiples razones que han sido invocadas para explicar este síndrome de

sobreexplotación, algunas surgen de fallas en: (1) el sistema de manejo o, en caso alternativo, (2) el control y vigilancia de las medidas implementadas.

El modelo tradicional de manejo de recursos pesqueros desarrollado con base a una administración centralizada, ha demostrado tener aplicabilidad limitada en pesquerías artesanales costeras como la de Celestún, donde se explotan recursos con un alto valor económico, tales como el pulpo, el camarón. La falta de actividades económica alternas a la pesca, los bajos costos operativos y el fácil acceso a los recursos, justifican un aumento del esfuerzo de pesca aún en presencia de bajos niveles de abundancia, incrementan la competencia por un recurso cada vez más escaso y generan problemas de sobreexplotación y colapso. Lo anterior produce enfrentamientos entre la autoridad y la comunidad pesquera, lo cual determina que, por más específicas, bien intencionadas y precisas que sean las medidas de manejo implementadas por la autoridad central, éstas sean desatendidas y/o no respetadas por la comunidad, con el consecuente fracaso del sistema de manejo (Castilla *et al.*, 1998; Defeo *et al.*, 1999; Capurro y Defeo, 1999).

En el caso específico de Celestún, el acelerado crecimiento en el número de pescadores ha acentuado los conflictos por espacios de pesca y por un recurso cada vez más escaso. Por ello, el involucrar a los usuarios en la implementación de proyectos dirigidos a brindar pautas para un adecuado manejo y/o métodos alternativos de pesca, es de prioridad en la zona. Asimismo, es conveniente que se mejore el flujo de información y comunicación entre los investigadores, los usuarios del recurso y los tomadores de decisión.

El desarrollo de los sistemas de co-manejo no es simple ni aplicable de la misma forma en todas las comunidades, y además posee algunas limitaciones. En especial, requiere de un esfuerzo sostenido de largo plazo por parte de los investigadores de múltiples disciplinas a efectos de transmitirlo a la comunidad. En caso de que el sistema sea sólo sustentado informalmente, y por tanto no esté consolidado en un marco legal institucional correspondiente, tiene pocas o nulas probabilidades de sobrevivir. Creemos firmemente que la efectiva inclusión de los usuarios de los recursos pesqueros en los esquemas institucionales de manejo constituirá un elemento positivo que tiendan a evitar el colapso pesquero en muchos de los valiosos recursos de México (Capurro y Defeo, 1999).

**Por tanto, recomendamos:**

- 1) Integrar a los pescadores de la Ría de Celestún a las actividades de investigación referentes a las pesquerías que se llevan a cabo en dicha Ría.
- 2) Un esquema de co-manejo, definido como la distribución de responsabilidad y autoridad entre el gobierno y la comunidad pesquera en el manejo del recurso. Tal responsabilidad debe estar institucionalizada en un marco legal correspondiente.

Creemos que las pesquerías artesanales en general, no pueden ser manejadas efectivamente sin la cooperación de los pescadores a varios niveles, incluyendo la adopción, implementación y control de medidas de manejo. Esto es crítico, dado que la limitada capacidad de control de las agencias gubernamentales (escasez de fondos para solventar los altos costos de vigilancia) restringe la implementación de medidas de manejo en lugares distantes o apartados de nuestra extensa línea costera. El co-manejo tiene ventajas adicionales desde un punto de vista científico (avances en las técnicas de evaluación de los recursos) y socioeconómicos (al sentirse el pescador parte del proceso tiende a cuidar sus pertenencias) que puedan lograrse en la Ría de Celestún como son:

- La calidad de la información derivada de la actividad pesquera se enriquecerá al interactuar con los propios pescadores, obteniendo datos fidedignos de capturas, esfuerzo pesquero y zonas de pesca, que permitan evaluar el estado de los recursos y diseñar esquemas sólidos de manejo.
- La participación de los pescadores en la planificación, implementación y control de las medidas de manejo disminuirá los costos de información y vigilancia, mitigará la intensidad de pesca ilegal y repercutirá en la recuperación de los recursos sobreexplotados o bien en la sustentabilidad de la actividad en el largo plazo. Esto generará una mayor cohesión de la comunidad y potenciará su desarrollo.

## 7. ANEXOS

- 7.1 Artículo: El caso de la Reserva Ría Celestún. O. Defeo, M. Andrade y J-L Cabrera. 1999. Revista PRONATURA, La conservación de la naturaleza en México. Versiones en inglés y en español.
- 7.2 Artículo: Primer registro del camarón *Farfantepenaeus notialis* (Pérez-Farfante, 1967) en lagunas costeras del Golfo de México. Revista Océánides CICIMAR-IPN (en prensa).
- 7.3 Tesis de Maestría, Ocean. Roberto Pérez Castañeda: Estructura espacio-temporal de las poblaciones de camarones peneidos en la Laguna de Celestún, Yucatán, México. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad Mérida. Avance a la fecha 90%.
- 7.4 Tesis de Licenciatura, Br. Alexander Vallejos Sánchez: Determinación del tipo de sustrato existente en la laguna de Celestún Yucatán y su relación con la abundancia de los camarones peneidos. Universidad Autónoma de Yucatán. Avance a la fecha 60%.
- 7.5 Tesis de Licenciatura, Br. Celsa Mireya Aguayo González: Efectos de la separación entre nasas en el rendimiento pesquero y estructura poblacional de la jaibas *Callinectes* spp. en Celestún, Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Avance a la fecha 60%.
- 7.6 Tesis de Licenciatura, Br. Eduardo Manzanero Rodríguez: Incidencia del tiempo de salado de la carnada en el rendimiento y estructura poblacional de las jaibas *Callinectes* spp. en la pesquería artesanal de Celestún, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Campeche. Avance a la fecha 100%, en proceso de examen de titulación.
- 7.7 Presentación en Congresos: Community-based management of a tropical coastal lagoon in the Gulf of Mexico: The case of Celestún Yucatán, México. M. Andrade, O. Defeo, y José Luis Cabrera (expositor). Coastal Zone Canada '98 International Conference on Coastal Management. Ago 30 - Sept 3, 1998. Victoria British Columbia, Canada.
- 7.8 Primer taller de trabajo con pescadores artesanales (11/nov/97). Información general de la importancia del proyecto, así como de la biología y ecología básica de los recursos pesqueros de la Laguna de Celestún.
- 7.9 Segundo taller de trabajo con pescadores artesanales (9/mar/98). Discusión general de la información obtenida a la fecha de realización del taller y sugerencias para el mejoramiento del trabajo (composición por especies de las capturas y su distribución por zonas).

- 7.10 Tercer taller de trabajo con pescadores artesanales (6/abr/99). Mesa de discusión sobre los objetivos y metas del estudio. Discusión de resultados finales obtenidos con énfasis en la importancias de éstos como apoyo a la actividad que realizan.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Andrade, H.M. 1996. Aspectos sobre la biología y ecología de las jaibas del Género *Callinectes* de la laguna "Ría Celestún", Yucatán, México. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN, UNIDAD MÉRIDA. 95 p.
- Archambault, J.A., E.L. Wenner y J.D. Whitaker. 1990 Life history and abundance of blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, at Charleston Harbor, South Carolina. Bull. Mar. Sci. 46:45-158
- Arreguín-Sánchez, F., 1986. Evaluación de recursos tropicales. Reporte técnico. CINVESTAV. U. Mérida. 80 p.
- Arreguín-Sánchez, F. y E.A. Chávez. 1985. Estado del conocimiento de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. Inv. Mar. CICIMAR, 2(2): 23-44.
- Cabrera, J-L. y O. Defeo, 1997. Asignación espacial del esfuerzo pesquero en el corto plazo: la pesquería artesanal de San Felipe, Yucatán, México. Oceanides, 12(1):41-53
- Capurro, L. y O. Defeo, 1999. El colapso de las pesquerías: un problema global. Avance y Perspectiva. CINVESTAV. I.P.N. 18:159-166
- Castilla, J.C., P. Manríquez, J. Alvarado, A. Rosson, C. Pino, C. Espoz, R. Soto, D. Oliva y O. Defeo. 1998. Artisanal "Caletas" as units of production and co-managers of benthic invertebrates in Chile. Can. Spec. Pub. Fish. Aquat. Sci. 125: 407-413.
- Centro de Salud de Celestún, 1997. Censo anual poblacional de la comunidad de Celestún.
- Correa-Sandoval, J. y J. García-Barrón, 1993. Avifauna de Ría Celestún y Ría Lagartos. En: S. Salazar y N. González (eds). Biodiversidad marina y costera de México. Com. Nal. de Biodiv. y CIQRO. México. 865 p.

- Defeo, O., M. Andrade y J-L. Cabrera, 1999. El caso de la Reserva Ría Celestún. En: PRONATURA (ed.). La conservación de la naturaleza en México. México. 77 p.
- Gray, E.H. y C.L. Newcombe. 1938. Studies of moulting in *Callinectes sapidus* Rathbun. Growth 2:285-296.
- Herrera-Silveira, J.A. 1994. Ecología de los productores primarios en la laguna de Celestún, Yucatán, México. Patrones de variación espacial y temporal. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona. 233 p.
- Herrera-Silveira, J.A. 1988. Productividad primaria fitoplanctónica del estero de Celestún, Yucatán. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN, UNIDAD MERIDA. 92 p.
- Herrera-Silveira, J.A. 1987. Productividad primaria fitoplanctónica del estero de Celestún, Yucatán, durante el período de octubre de 1983 a abril de 1984. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Guerrero. México 56 p.
- Hines, H.A., R.N. Lipcius y M. Haddon. 1987. Population dynamics and habitat partitioning by size, sex and molt stage of blue crabs *Callinectes sapidus* in a subestuary of central Chesapeake Bay. Mar. Ecol. Prog. Ser. 36:55-64.
- Holthuis, L.B. 1980. FAO species catalogue. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop. 1(125): 261 p.
- Hooper, R.G. 1986. A spring breeding migration of the snow crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabr.) into shallow water in Newfoundland. Crustaceana. 41:257-264.
- INEGI, 1990. XI censo general de población y vivienda en Yucatán. México. 156p
- Klima, E.F. 1989. Approaches to research and management of U.S. fisheries for penaeid shrimp in the Gulf of Mexico, 87-113. En: Caddy, J.F. (ed.) Marine invertebrates fisheries: their assessment and management. John Wiley & Sons, Nueva York. 725 p.
- Minello, T.J. y R.J. Zimmerman. 1991. The role of estuarine habitats in regulating growth and survival of juvenile penaeid shrimp, 1-16. En: Deloach, P.F., W.J. Dougherty y M.A. Davidson (ed.) Frontiers of shrimp research. Elsevier, Amsterdam. 294 p.

- Minello, T.J., R.J. Zimmerman y E.X. Martinez. 1989. Mortality of young brown shrimp *Penaeus aztecus* in estuarine nurseries. *Trans. Am. Fish Soc.* 118: 693-708.
- Minello, T.J. y R.J. Zimmerman. 1984. Selection for brown shrimp, *Penaeus aztecus*, as prey by the spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*. *Contr. Mar. Sci.* 27: 159-167.
- Minello, T.J. y R.J. Zimmerman. 1983. Fish predation on juvenile brown shrimp, *Penaeus aztecus* lives: the effect of simulated *Spartina* structure on predation rates. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 72: 211-231.
- Norse, E. 1972. Preliminary study of six jamaican blue crabs genus, *Callinectes* (Decápoda: Portunidae). *Atoll. Res. Bull.* 152:5 (abstract).
- Olmi, E.J. III y J.M. Bishop. 1983 Variation in total width relationship of blue crab *Callinectes sapidus* in relation to sex, maturity molts stage in and carapace form. *J. Crust. Biol.* 3:575-581.
- Pauly, D., 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. Documento técnico de pesca. 234:49p
- Pérez-Farfante, I. y B. Kensley. 1997. Penaeoid and Sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. *Mémoires du Muséum national d' Histoire naturelle.* Tome 175. París. 233 p.
- Pérez-Farfante, I. 1988. Illustrated key to Penaeoid shrimps of commerce in the Americas. NOAA Tech. Rep. NMFS 64. 32 p.
- Restrepo, V.R. y R.A. Watson. 1991 An approach to modeling crustacean egg-bearing fractions as a function of size and season. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 1431-1436.
- Ryer, C.H. 1987. Temporal patterns of feeding by blue crabs (*Callinectes sapidus*) in a tidal marsh creek and adjacent seagrass meadow in the lower Chesapeake Bay. *Estuaries.* 10:136-140.
- Sánchez, A.J. y L.A. Soto. 1987. Camarones de la Superfamilia Penaeoidea (Rafinesque, 1815) distribuidos en la plataforma continental del Sureste del Golfo de México. *An. Ins. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México,* 14(2): 157-180.
- Seijo, J.C., O. Defeo y S. Salas. 1997. Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo. FAO. No. 38. Documento técnico de pesca. Roma. 176 p.

- Stearns S.C. y J.C. Koella. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in life-history traits: predictions of reaction norms for age and size at maturity. *Evolution* 40: 893-913.
- Trippel, E.A. y H.H. Harvey. 1991 Comparison of methods used to estimate age and length of fishes at sexual maturity using populations of White Sucker (*Catostomus commersoni*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 1446-1459.
- Vance, D.J., D.J. Staples y J.D. Kerr. 1985. Factors affecting year-to-year variation in the catch of banana prawns (*Penaeus merguensis*) in the Gulf of Carpentaria, Australia. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 42: 83-97.
- Williams, A.B. 1984. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decápoda: Portunidae). *Fish. Bull.* 72:-685-798.
- Zar, J.H., 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.