



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

La pesca del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y café  
(*Farfantepenaeus californiensis*) en el Golfo de Tehuantepec y  
Sistema Lagunar La Joya-Buenvista Chiapas,  
durante las temporadas del 2001 al 2003

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACCADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

(BIOLOGÍA DE SISTEMAS Y RECURSOS ACUÁTICOS)

P R E S E N T A :

BIOL. LUIS MIGUEL MITCHELL ARANA

DIRECTOR DE TESIS: DR. CARLOS JORGE ROBINSON MENDOZA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# INDICE

|                         |    |
|-------------------------|----|
| Resumen .....           | 1  |
| Introducción .....      | 1  |
| Antecedentes .....      | 3  |
| Objetivos .....         | 4  |
| Area de estudio.....    | 4  |
| Metodología .....       | 6  |
| Resultados.....         | 10 |
| Discusión .....         | 31 |
| Conclusiones .....      | 34 |
| Literatura citada ..... | 36 |

# LA PESCA DEL CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*) Y CAFÉ (*Farfantepenaeus californiensis*) EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC Y SISTEMA LAGUNAR LA JOYA-BUENAVISTA CHIAPAS, DURANTE LAS TEMPORADAS DEL 2001 AL 2003

Este trabajo, aunque para efectos administrativos se denomine Tesis, corresponde a un Reporte de Investigación de mi experiencia profesional como Investigador y Subdirector en el Centro de Investigación Pesquera en Salina Cruz, Oax. y forma parte de una de las opciones del programa de graduación que en 2008 autorizó la Facultad de Ciencias y a su vez el Comité Académico del Instituto de Ciencias del Mar (sesión CA/10/08) determinó la pertinencia de mi solicitud para obtener el grado de Maestría bajo el presente formato.

## RESUMEN

En el periodo de estudio predominó la pesca de *F. californiensis* con un 71.3% de abundancia relativa en altamar, lo que muestra una recuperación de esta especie respecto a temporadas anteriores, mientras que *L. vannamei* representó el 21.8%, que refleja un impacto sobre su población considerando las capturas de otros años y que requiere acciones de protección de juveniles en los Sistemas Lagunares, sobre todo considerando que en el caso de La Joya-Buenavista la talla de inmigración promedio anual de *L. vannamei* fue de 4.63 mm y de *F. californiensis* de 7.8 mm y estos valores se reflejan de forma directa en la pesca de altamar donde *L. vannamei* disminuyó su talla media poblacional 4.2 mm, mientras que *F. californiensis* la incrementó 5 mm. Este contraste entre las especies en estudio se observa también en la densidad de postlarvas colectadas donde *F. californiensis* tiene valores de 35.7 postlarvas por m<sup>3</sup> y *L. vannamei* tan sólo de 5.54.

## I. INTRODUCCIÓN

En México, al igual que en otras partes del mundo en donde los camarones y gambas son la base de importantes pesquerías, la explotación se efectúa en distintas etapas, cada una de las cuales captura stocks que corresponden a periodos específicos del ciclo de vida de la especie y en diferentes cuerpos de agua, de ahí que la pesquería sea denominada secuencial (García y Le Reste, 1986). El esquema general de la pesquería mexicana de camarón en el Océano Pacífico, se cubre en dos etapas secuenciales: la pesca de aguas protegidas (bahías y esteros), en donde se emplean sistemas de captura de tipo artesanal dirigidas hacia las etapas postlarval y juvenil, y la pesca de altamar, en donde se capturan principalmente las etapas juvenil, preadulto y adulto mediante sistemas de capturas más tecnificados y con embarcaciones mayores (García-Borbón *et.al.* 1996).

En el año 2000, se desembarcaron en los diferentes puertos del Pacífico Mexicano 891,342 toneladas de productos pesqueros, de los cuales 59,892 toneladas (7%) fueron de camarón y de este total, 4,930 toneladas (8.2%) fueron aportadas por Oaxaca y Chiapas. Del volumen total de estos estados, 2% fue producido por métodos de cultivo en Chiapas, el 78% corresponde a capturas en sistemas lagunares y el 20% a las de altamar (SAGARPA-CONAPESCA, 2000).

De los recursos pesqueros que se explotan en la región del Golfo de Tehuantepec, el camarón constituye la principal pesquería. En altamar, las zonas principales de captura se sitúan entre Punta Chipehua (16°10'N y 98°08'O) en Salina Cruz, Oaxaca y Puerto Madero (14°42'N y 92°25'O), Chiapas, con una área de plataforma continental de 5,988 km<sup>2</sup> y una distancia aproximada entre estos dos puntos de 143 km (Sepúlveda y Soto, 1991). La explotación de este recurso en altamar se realiza con embarcaciones mayores (Reyna-

Cabrera y Ramos-Cruz, 1998) que utilizan el sistema de arrastre convencional camaronero, el cual consiste en una red operada en cada banda del barco (Grande-Vidal y Arias, 1991), destinándose las capturas en su mayor parte hacia la exportación. Este recurso al igual que el atún, la sardina y el abulón, por citar a los más importantes económicamente en el contexto nacional, ha alcanzado un alto índice de explotación que requiere de una evaluación continua con objeto de optimizar su aprovechamiento (Reyna y Ramos-Cruz, *op. cit.*).

Las especies capturadas y comercializadas por la pesquería en esta región son: el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, el café *Farfantepenaeus californiensis*, el azul *L. stylirostris* y el cristal *F. brevisrostris*, constituyendo la tercera pesquería en importancia en el Pacífico Mexicano, después de las de Mazatlán, Sin. y Guaymas, Son. (Sepúlveda y Soto, *op. cit.*).

Referente a la explotación de que es objeto este recurso en los sistemas lagunares, la actividad está basada en el aprovechamiento de la fracción juvenil de la población de camarón blanco, como lo demuestra el estudio de Ramos-Cruz en el 2000, donde encontró que en la composición de las capturas por especie en el área de estudio, *L. vannamei* fue la especie dominante (95%) y el resto fueron *F. californiensis* y *L. stylirostris* (Ramos-Cruz, 2000a). En este ecosistema la pesquería es completamente artesanal, se utilizan embarcaciones menores movidas a remo o con motores fuera de borda y se emplean artes de pesca tradicionales como la atarraya, la red camaronera (chinchorro de línea o manga) y copos. Estas capturas son destinadas por completo al consumo nacional.

En los sistemas lagunares la pesquería únicamente cuenta con la reglamentación de la luz de malla en las atarrayas, la cual de acuerdo con la NOM debe ser de 37.5 mm en todas sus partes. Mientras que en altamar la pesquería es objeto de medidas oficiales de regulación, que consisten en vedas temporales, reglamentación de la luz de malla en las redes de arrastre y delimitación de áreas restringidas a la pesca (Galeana, 2003).

Con la finalidad de incrementar los rendimientos, en los sistemas lagunares se utilizan métodos fuera de los convencionales, como en el caso del sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas, en donde a partir de 1990 se inició una práctica de captura no autorizada conocida como *purineo*, basada en el uso de alimento balanceado para pollo (denunciada en 1998) y que consiste en utilizar este producto como *cebo* para atraer al camarón, con la finalidad de lograr rendimientos superiores a los obtenidos con el método tradicional. El uso de este método puede afectar la calidad del agua del sistema lagunar, sobrecargar de materia orgánica al sedimento y afectar a los estadios larvales del camarón, y al no existir trabajos previos que aborden su impacto en ambientes naturales, es parte de las evaluaciones a realizar en este estudio, relacionando estos resultados con: una caracterización ambiental del sistema lagunar La Pampita-Joya-Buenavista, las tallas de las postlarvas al ingresar al sistema, los periodos de mayor abundancia postlarval y los análisis de las investigaciones realizadas sobre las características biológicas y poblacionales del recurso, tanto en su explotación en sistemas lagunares como en altamar, además de sugerirse mayores esfuerzos de investigación por parte de los sectores involucrados con algunas de las fases del recurso y esas investigaciones deben enfocarse hacia el diseño de un marco normativo de aprovechamiento en estos ambientes, de tal manera que se dé la oportunidad de que una buena parte de la población postlarval llegue a un estado juvenil y preadulto, emigre al mar a reproducirse y se promueva la reposición de la fracción capturada en ambos ecosistemas.

## II. ANTECEDENTES

Referente a las investigaciones efectuadas sobre el recurso en esta área del pacífico mexicano, Cruz y Reyna (1976), determinaron algunos de los primeros parámetros poblacionales del recurso en esta región, efectuando a la vez una evaluación de la pesquería en la que detectaron que las especies de mayor abundancia eran *F. californiensis* y *L. vannamei*, y que las mejores capturas correspondían a los meses de febrero y marzo. Chávez (1979) efectuó un estudio de esta pesquería, determinando que la tasa de mortalidad total (Z) para *F. californiensis* oscilaba entre 0.318 y 0.593 sobre la base de una tasa de cambio mensual. Chávez (1982), al efectuar una evaluación de la pesquería del Golfo de Tehuantepec, recomendó un esfuerzo óptimo de 3,000 viajes con lo cual se aseguraba una captura máxima de 5,000 toneladas por temporada.

El Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Salina Cruz, Oaxaca, ha generado una serie de documentos internos (boletines, informes y opiniones técnicas) en los que se tratan diversos aspectos sobre la biología, dinámica poblacional y pesquería de las especies explotadas comercialmente en el Golfo de Tehuantepec.

En tanto que en los sistemas lagunares algunas de las investigaciones realizadas hacen referencia a la distribución y abundancia del recurso en su fase postlarval; Tena (1980); Pérez, *et.al.* (1991); Sarmiento (1991); Sierra (1993) y Mariano (1994).

Otras están relacionadas con sus aspectos técnico-pesqueros: Acosta (1989), Sierra y Sarmiento (1993) y Pérez, *et.al.* (*op. cit.*).

Los trabajos que abordan estudios sobre el reclutamiento de postlarvas hacia los sistemas lagunares son los de: Chávez, *et al.* (1974), Gezán-Soto (1976) y Macias-Regalado y Calderón-Pérez (1979).

Algunos estudios sobre ecología postlarval en el Golfo de Tehuantepec tratan sobre la evaluación del reclutamiento lagunar (Chávez, *et.al.* 1974; Gezan-Soto, 1976) y la diseminación postlarval (Medina-Reyna, 1986).

Barrera-Huerta (1976), analizó la estructura por tallas de las capturas comerciales de *L. vannamei* en las lagunas: Oriental, Occidental y Marismas de Oaxaca. Anónimo (1993a y 1993b), analizaron aspectos biológicos, de crecimiento y pesqueros de esta especie en las lagunas antes mencionadas y en el Mar Muerto. Ramos-Cruz (1998), efectuó un análisis de la actividad pesquera en este sistema lagunar con base en información de captura y esfuerzo, y Ramos-Cruz (2000a), analizó el ritmo de crecimiento de *L. vannamei* en el Mar Muerto.

Por otro lado, respecto a las investigaciones realizadas de carácter tecnológico, en donde el objetivo es estudiar el efecto de los artes de pesca sobre el recurso, han sido diversos los autores que han abordado el tema; pudiéndose destacar a Lluch (1975), quién analizó la selectividad de diferentes aberturas de mallas en las redes de arrastre y propuso que el tamaño de malla en el cuerpo, alas y copo de las redes de arrastre en el Pacífico Mexicano se reglamentaran a 5.72 cm (2 ¼ de pulgada). Por su parte Grande-Vidal y Arias (1986), estudiaron la selectividad de los principales tipos de redes de arrastre utilizados por la flota comercial de Mazatlán, Sinaloa, concluyendo que la longitud de selección ( $L_{50\%}$ ) del camarón capturado, depende del tipo o diseño de la red y del tamaño de la malla en el bolso. Mientras que Heredia y García (1986), evaluaron el escape en las distintas secciones de las redes, obteniendo resultados de escape de camarón por la parte superior del cuerpo de la red. Sarmiento y Gil en 1996, modificaron el diseño de una red camaronera de arrastre convencional en el Golfo de Tehuantepec, obteniendo una reducción del 25% de Fauna de Acompañamiento de Camarón (FAC) y un incremento del 5% en el volumen de camarón

capturado. Por su parte Grande-Vidal *et.al.* (1998) realizaron un estudio de selectividad en redes de arrastre camaroneras, utilizando mallas tipo diamante y cuadradas con aberturas diferentes en el bolso, concluyendo que en ambos tipos de mallas los índices de retención y escape de FAC fueron similares.

### III. OBJETIVOS

#### III.1 Objetivo General

Generar y analizar información biológica, pesquera y tecnológica de la pesquería de *L. vannamei* y *F. californiensis* en altamar y en el Sistema Lagunar La Joya-Buenavista, para proponer estrategias de manejo y aprovechamiento sustentable de este recurso.

#### III.2 Objetivos específicos

1. Monitorear la pesquería de *L. vannamei* y *F. californiensis* en el Golfo de Tehuantepec, con el propósito de determinar los periodos de cierre y apertura de las temporadas de pesca.
2. Evaluar el reclutamiento anual y tallas de inmigración de las postlarvas de camarón al Sistema Lagunar La Joya-Buenavista, a través de la bocabarra de San Marcos, Chis.
3. Analizar la estructura por tallas de la población de *L. vannamei* y *F. californiensis* y su variación temporal en las principales zonas de pesca del Sistema Lagunar.
4. Caracterizar al sistema lagunar La Joya-Buenavista desde el punto de vista hidrológico, con base en el registro de parámetros ambientales (temperatura, salinidad, pH, nutrientes).
5. Evaluar el impacto del método del purineo sobre la estructura de la población y su efecto sobre el medio ambiente.

### IV. AREA DE ESTUDIO

#### IV.1 Altamar

El área de pesca de camarón en altamar del Golfo de Tehuantepec comprende desde Bahía Chipehua (8 millas al poniente de Salina Cruz, Oaxaca) hasta Puerto Madero, Chiapas (16°0'N; 95°25'O y 14°42'N; 92°30'O) (Reyna-Cabrera y Ramos-Cruz, 1998). En el caso de los muestreos que se realizaron en embarcaciones camaroneras durante las temporadas de veda del 2002 al 2003 se dividieron en cinco subzonas (Fig. 1a), en las cuales se determinó una red de 62 estaciones distribuidas de la siguiente manera: 17 en la subzona 91, 12 en la subzona 92 y 11 en las subzonas 93, 94 y 95. Las profundidades de arrastre se registraron en un intervalo de profundidad de 9 a 72 m.

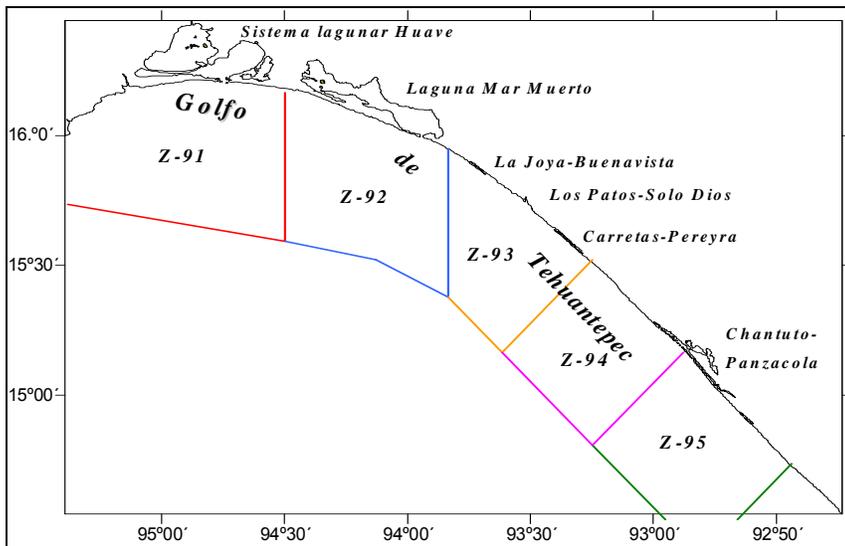


Fig. 1a. Determinación de las zonas de captura en el Golfo de Tehuantepec.

#### IV.2 Sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas

El Sistema Lagunar La Joya-Buenavista tiene una forma irregular y alargada. Su eje principal corre paralelo al litoral chiapaneco con una longitud aproximada de 36.5 km. y una superficie aproximada de 6,172 ha. Se localiza entre las coordenadas 15°45' y 16°0'N y 93°40' y 93°55'O. Está integrado por los cuerpos de agua "La Pampita o Cabeza de Toro" (452 ha), "La Joya" (3,310 ha), "Buenavista" (1,435 ha) y esteros (975 ha), los cuales se encuentran interconectados por canales de dimensiones variables (Fig. 1b). En su conjunto el sistema se conecta de manera natural con el Golfo de Tehuantepec a través de las bocanarras: La Lomita y San Marcos, y de manera artificial por los canales: San Marcos y Tazajeras SEPESCA (1990).

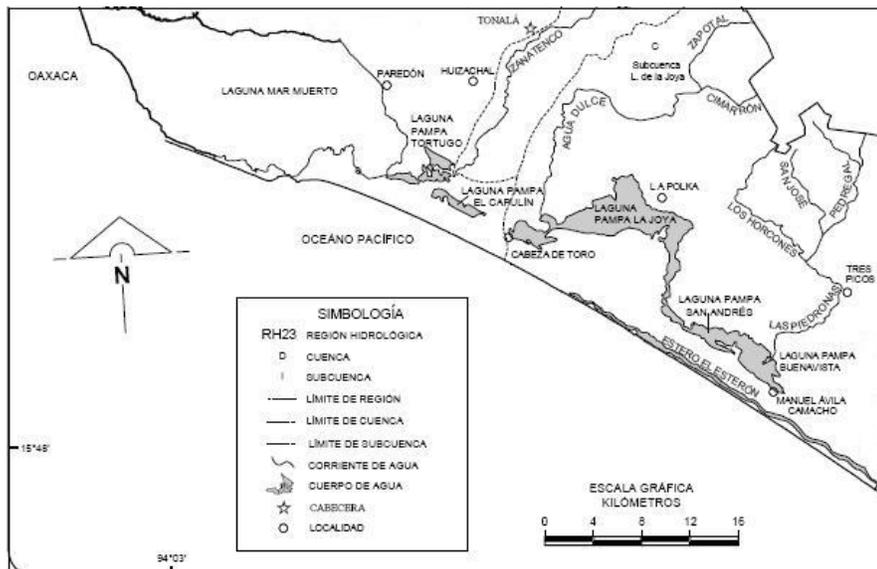


Fig. 1b. Sistema Lagunar La Joya – Buenavista, Chis.

Climáticamente se sitúa en una región del tipo Aw2(w)i que corresponde a un clima tropical lluvioso con fuertes precipitaciones durante el verano, periodo en el que la precipitación media anual es del orden de 1,600 a 2,400 mm<sup>3</sup> (Pastor *et.al.* 1993). La temporada de lluvias se manifiesta de mayo a octubre, con las mayores precipitaciones de mayo a julio,

observándose algunos días lluviosos a finales de agosto. La temperatura mínima atmosférica varía de 10 a 15°C y la máxima alcanza los 40°C (SEPESCA, 1990). En invierno (noviembre a marzo) la región es influenciada por vientos provenientes del NO, mientras que en verano (abril a octubre) la dirección de los vientos es de O al SO con velocidades promedio de 2.6 y 3.5 m/seg. El nivel medio del mar se incrementa en los meses de agosto y septiembre, provocando un mayor aporte de agua marina hacia el interior del sistema. Durante todo el año la hidrodinámica del sistema es afectada principalmente por el régimen de mareas, el cual es de tipo mixto semidiurno con dos pleamares y dos bajamares durante el día. En tanto que durante el periodo de lluvias la hidrología lagunar es influenciada por las descargas de los ríos El Pedregal y Quetzalapa, que son los principales aportes de agua dulce incluso durante el periodo de secas.

La vegetación circundante está compuesta por comunidades de manglar y pastizales halófitos, entre las especies más abundantes se encuentran: *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Atriplex sp.* (chamizo), *Batis maritima* (vidrillo), *Suaeda sp.* (saladillo) y *Abronia maritima* (alfombrilla) (Pastor, et.al. 1993).

El Sistema Lagunar La Joya-Buenavista soporta una pesquería sustentada principalmente en la explotación del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), el cual llega a constituir hasta el 95% en las capturas (Ramos-Cruz, 2000a) y la matrícula de pescadores en la región asciende a 2000 distribuidos en 13 cooperativas.

## V. METODOLOGÍA

El método varió dependiendo del Sistema a muestrear, altamar o lagunar, incluso para altamar fue distinto entre el cierre y la apertura de las temporadas de pesca de camarón, es por esto la siguiente subdivisión:

### V.1 Altamar

#### V.1.1 *Cierre de la temporada de pesca del camarón 2001-2002*

La información correspondiente a los aspectos biológicos y la estructura de tallas de las poblaciones de *L. vannamei* y *F. californiensis*, se generó durante los cruceros efectuados en la veda de junio a agosto del 2001 y a través de un programa continuo de muestreo en la planta procesadora de camarón en Salina Cruz, Oaxaca. En tanto que los registros de captura y esfuerzo fueron captados directamente de los “avisos de arribo” que las cooperativas y permisionarios entregan a las Oficinas de Pesca en Salina Cruz, Oaxaca y Puerto Madero, Chiapas, y en donde se consigna la información referente a la duración del viaje y las características de la captura.

#### V.1.2 *Apertura de la temporada de pesca del camarón 2002-2003*

De acuerdo con la metodología establecida por el Programa Camarón del Instituto Nacional de la Pesca, los muestreos se efectuaron a bordo de las embarcaciones “Ventosa VII” y “12 de Diciembre” de las flotas de Salina Cruz, Oax. y Puerto Madero, Chis., respectivamente. Se realizaron arrastres de una hora con dos redes tipo “volador” y “mixto”, longitudes de 90 pulgadas (relinga superior) y 120 pulgadas (relinga inferior). En el día se muestrearon las estaciones más someras (11 a 31 m) y cercanas a la costa, mientras que en la noche los arrastres fueron más profundos (33 a 64 m)

La profundidad se registró con una videosonda Furuno FCV-667, la temperatura ambiental y del agua superficial con un termómetro de cubeta Brannan, la salinidad superficial con un refractómetro manual con compensación automática por temperatura marca Atago, la

posición geográfica al inicio y término de cada lance se registró con un GPS Garmin Etrex y la captura total se registró en kg por especie con las basculas de cada embarcación.

De cada organismo se registró la especie, talla, sexo y fase de madurez gonádica. Partiendo de la información derivada de las operaciones de pesca, se realizó un estimado de la biomasa en el área de muestreo con base en la siguiente fórmula:

$$A_b = t * v * h * X_2$$

donde:  $A_b$  = área barrida,  $t$  = tiempo efectivo de arrastre,  $v$  = velocidad promedio de la embarcación durante el arrastre,  $h$  = longitud de la relinga superior de la red de arrastre y  $X_2$  = porcentaje de abertura de la red durante el arrastre, que en este caso se consideró al 60%.

Posteriormente, conociendo el área barrida, la biomasa capturada en cada estación y la superficie total de cada una, el resultado se extrapoló al área total de la estación de muestreo, con lo que se obtuvo un estimado de la biomasa existente en la totalidad de las estaciones muestreadas.

### V.1.3 Cierre de la temporada de pesca del camarón 2002-2003

La información analizada para el cierre de esta temporada se basó en los registros de la composición por tallas y grado de madurez gonádica de *L. vannamei* y *F. californiensis* en las capturas comerciales descargadas en las plantas procesadoras de Salina Cruz, Oax. y Puerto Madero, Chis. Esta información fue recabada por personal del CRIP Salina Cruz mediante muestreos biológicos en estas maquiladoras.

El muestreo consistió en tomar con una cubeta una muestra de 5 kg de la cual se separaron y pesaron las especies, para posteriormente tomar una submuestra de 100 ejemplares de cada especie, medir cada individuo y mediante coloración determinar el grado de madurez gonádica de acuerdo a la siguiente escala:

- *Fase I o en desarrollo*: Ovarios opacos y amarillentos, con melanóforos esparcidos.
- *Fase II o inmaduros*: Ovarios más grandes y amarillos, amarillo-naranja, fácilmente reconocibles externamente
- *Fase III o maduros*: Ovario amplio y oscuro. El color varía con la especie y la dieta; anaranjado en *L. vannamei* y verde oscuro en *F. californiensis*. Ovarios virtualmente llenos ocupando todo el espacio entre los otros órganos.
- *Fase IV o desovado*: Ovario flácido acuoso y similar en apariencia externa al estadio II. Ocasionalmente áreas pequeñas de coloración debido a un desove incompleto.

Respecto a la información sobre captura y esfuerzo, ésta se obtuvo directamente de las hojas de Avisos de Arribo proporcionadas por las Subdelegaciones de Pesca en Salina Cruz, Oax. y Tuxtla Gutiérrez, Chis., las cuales registraron la producción/barco/viaje que las congeladoras y cooperativas presentan después de descargar la captura en cada viaje de pesca.

## V.2 Muestreos en el Sistema Lagunar La Joya-Buenavista

### V.2.1 Postlarvas en la Bocabarra de San Marcos.

En el periodo de marzo de 2002 a enero de 2003, se realizaron 22 muestreos catorcenales con influencia lunar (novilunio y plenilunio). Los muestreos se realizaron en la parte media de la bocabarra de San Marcos (15°51'30"N y 93°41'09"O), principal medio de aporte de agua marina al Sistema Lagunar la Joya-Buenavista, a través de un canal de 60 m de ancho en promedio.

Para registrar la temperatura del agua se utilizó un termómetro de cubeta marca Brannan con intervalo de  $-10$  a  $50^{\circ}\text{C} \pm 1$  y para la salinidad se empleó un refractómetro marca Atago graduado de 0 a  $100\text{ups} \pm 1$ .

La recolección de muestras se realizó durante la pleamar con intervalos de 1 hr. utilizando una red de plancton de  $363\mu$  de luz de malla, con una boca de 30 cm de diámetro y 1.5 m de largo, a la cual se le adaptó un flujómetro marca General Oceanic (tipo torpedo) previamente calibrado, para determinar el volumen de agua filtrado. El arrastre se llevó a cabo con una lancha de fibra de vidrio W23 impulsada con un motor fuera de borda de 55 Hp marca Mariner, con recorrido paralelo a la bocabarra y en sentido contrario a la dirección de la corriente de flujo. La duración fue de 5 min. para evitar la saturación de organismos en el colector de la red.

Las muestras se colectaron en frascos de 300 ml y se fijaron con formol al 4% neutralizado con borato de sodio al 10%.

El ciclo mareal se determinó con el calendario gráfico de predicción de mareas 2002 editado por la Dirección General de Oceanografía Naval y referenciado con el meridiano local  $90^{\circ}$ .

El volumen de agua filtrado se calculó con la siguiente fórmula:

$$uf = Nr * F * A$$

donde:  $uf$  = Volumen Filtrado,  $Nr$  = Número de revoluciones del flujómetro (lectura final-lectura inicial),  $F$  = Factor de calibración del flujómetro y  $A$  = Área de la boca de la red ( $\pi r^2$ ).

La estimación de la abundancia de postlarvas de camarón se realizó estimando la media general, que consiste en sumar el total de postlarvas por muestra, entre la sumatoria del volumen de agua filtrado por la red, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Pl's/m^3 = \frac{\sum \text{de Pl's}}{\sum VF}$$

donde:  $pl's/m^3$  = número de postlarvas por metro cúbico.

La composición porcentual por especie se obtuvo multiplicando la suma total de las cuatro especies de postlarvas por 100 y dividiendo este resultado entre el total de cada especie:

En el laboratorio se revisaron 103 muestras, separando las postlarvas de Peneidos del resto del zooplancton. Las muestras con mayor abundancia de postlarvas se dividieron con un fraccionador tipo Folsom. La identificación a nivel de especie de las postlarvas de camarón se realizó con un microscopio compuesto con objetivos de 40X, 10X y 4X., de acuerdo con los criterios propuestos por Calderón-Pérez, *et al.* (1989).

Una vez que las postlarvas fueron identificadas y separadas por especie, se midieron desde el extremo distal del telson hasta la punta del rostro para registrar la longitud total ( $L_t$ ), utilizando un micrómetro marca Meiji Techno graduado en 0.1 mm y adaptado a un microscopio estereoscópico (Calderón-Pérez, *op.cit.*). Bajo este procedimiento se midieron 6,927 organismos de las cuatro especies de camarón.

### V.2.2 Caracterización hidrológica del sistema lagunar.

Los parámetros fisicoquímicos fueron medidos *in situ* a lo largo de cuatro meses, con un multisensor para el monitoreo de la calidad del agua marca HORIBA, serie U – 22, con base a una red de muestreo aleatorio de 32 estaciones superficiales, que pretendió abarcar todo el Sistema Lagunar La Joya – Buenavista, Chis. El análisis estadístico se realizó con el software JUMP y los parámetros fisicoquímicos se evaluaron con análisis multivariados y de agrupación, además de aplicar el método jerárquico de Ward. Con los resultados obtenidos se hizo un dendrograma, en el cual se identificaron los siguientes estratos:

- Zona I: sitios 1 y del 2 al 7.

- Zona II: sitios del 8 al 15.
- Zona III: sitios del 16 al 21, 30 y 31.
- Zona IV: sitios del 22 al 29.

### V.2.3 Estructura por tallas de *Litopenaeus vannamei* en el Sistema Lagunar

De acuerdo con García y Le Reste (1986), quincenalmente se realizó un muestreo de la captura comercial desembarcada en los puntos de recepción de las Sociedades Cooperativas del Sistema Lagunar en referencia. El periodo de muestreo abarcó de abril del 2001 a agosto del 2002 para identificar las cohortes, su tiempo de residencia y calcular las tasas de crecimiento de cada una de ellas. Del total de 29 muestreos, se registró para cada organismo su longitud total ( $L_t$ ), longitud abdominal ( $L_{abd}$ ), peso total ( $P_{tot}$ ) y peso del abdomen ( $P_{abd}$ ).

Para realizar el análisis de la composición por tallas y edad relativa, se construyó un histograma para cada muestra, con un intervalo de tiempo de quince días. La amplitud de cada intervalo fue de 1.70 mm, ya que con esta medida se pudo apreciar más claramente el corrimiento de las modas. Para identificar los componentes gaussianos de cada muestra, se utilizó el método de Bhattacharya incluido en el software FISAT II (Pauly, 1983).

### V.2.4 Evaluación del método de purineo

Con la finalidad de que los resultados fueran comparables entre sí, se realizaron simultáneamente capturas con el mismo arte de pesca (atarraya con abertura de malla de  $\frac{1}{4}$  de pulgada), en una zona sin purineo y otra con purineo, con un tiempo de captura de 1 hora. La biometría consistió en el registro de la talla y peso de los organismos en las capturas con y sin alimento.

Un elemento importante para robustecer el análisis, fue la estimación de la tasa instantánea de mortalidad por pesca ( $F$ ) inherente a cada método, considerando que este parámetro tiene una relación directa con la intensidad de pesca. Para tal efecto se partió de la estimación de la mortalidad ( $Z$ ) con base en el método de la curva de captura en talla según Sparre y Venema (1995), y en este caso tomar la parte decreciente derecha de la mencionada curva. Posteriormente, se utilizó la ecuación empírica de Pauly (*op. cit.*), para estimar el valor del coeficiente de la mortalidad natural ( $M$ ) y de la diferencia entre ambos parámetros ( $Z-M$ ) se obtuvo el correspondiente a la mortalidad por pesca ( $F$ ).

De manera complementaria al experimento de captura, se registraron *in situ* parámetros ambientales tales como pH, oxígeno disuelto, temperatura y salinidad de la columna de agua, con un sensor multiparamétrico marca HORIBA. Además, fueron tomados tres núcleos de sedimento en tres zonas diferentes del Sistema Lagunar, con el fin de evaluar la carga de materia orgánica al sustrato sedimentario. Uno de los núcleos fue tomado en el sitio donde se realizó el *purineo* experimental (La Grillita) y los otros dos en zonas donde la captura de camarón es intensa (La Joya y Buenavista). Los núcleos fueron extraídos manualmente con un tubo de PVC de 10 cm de diámetro y 30 cm de longitud. Se conservaron en congelamiento hasta su análisis en laboratorio, en donde fueron sometidos a un proceso de secado a temperatura ambiente y homogenizados, para posteriormente tomar una submuestra y analizar el carbono orgánico ( $C_{org}$ ) con un analizador Carlo Erba (Verardo *et al.* 1990).

## VI. RESULTADOS

### VI.1 Pesquería de Altamar

#### VI.1.1 Cierre de la temporada de pesca del camarón 2001-2002.

##### VI.1.1.1 *Litopenaeus vannamei*

*Estructura por tallas.* Entre junio de 2001 y enero de 2002 se registraron las tallas de 6,393 ejemplares. Las tallas mínimas fluctuaron entre 50 (julio-01) y 85 mm (enero-02), ubicándose el valor promedio en 67.9 mm de longitud abdominal (Fig. 2). La talla máxima varió entre 130 (enero-02) y 145 mm (jun-oct-01), con un valor promedio de 141.4 mm. La talla promedio se registró entre 103.2 (ene-02) y 116.9 mm (oct-01), ubicándose el valor promedio en 111 mm de longitud abdominal. La figura 2 muestra también que de junio a agosto-01 la talla media se contrae, para luego incrementarse en septiembre de 2001, alcanzando su valor máximo en octubre del mismo año, para posteriormente decrecer hasta sus valores mínimos para el periodo del registro.

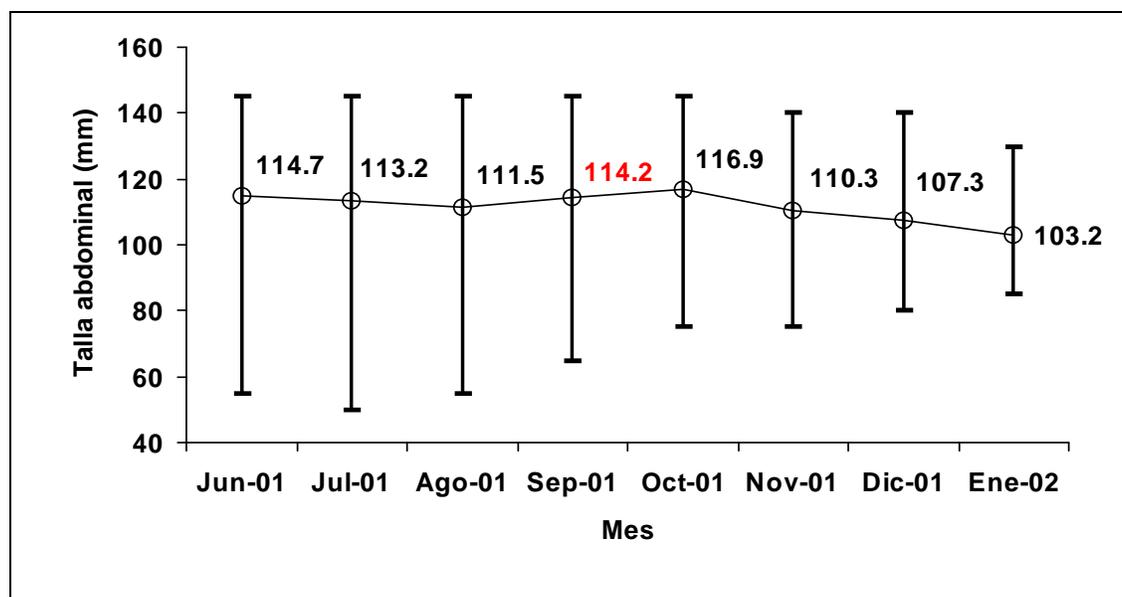


Fig. 2. Tallas mínimas, máximas y promedio de *L. vannamei* en el Golfo de Tehuantepec de junio de 2001 a enero de 2002

*Madurez gonádica.* El comportamiento de las diferentes fases gonádicas de esta especie se presenta en la figura 3, en donde se observa que el periodo en el que ocurrieron con mayor intensidad los procesos de maduración y reproducción, se ubicó de junio a octubre de 2001. Mientras que de septiembre de 2001 a enero de 2002 la población estuvo integrada en una gran proporción por organismos en fase I y IV.

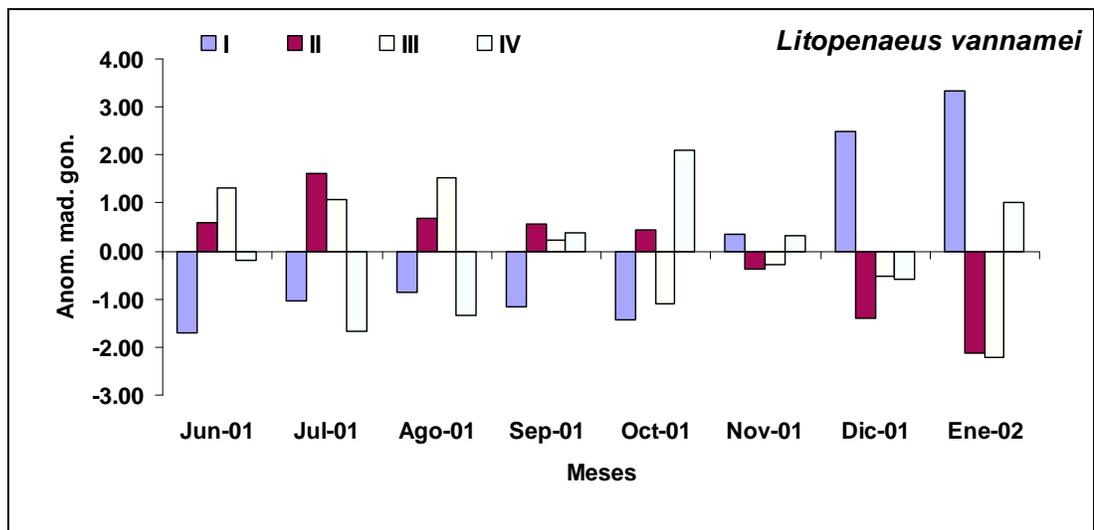


Fig. 3. Desarrollo gonádico de *L. vannamei* en el Golfo de Tehuantepec de junio del 2001 a enero del 2002.

#### VI.1.1.2 *Farfantepenaeus californiensis*

**Estructura por tallas.** Para el periodo que se analiza, se registraron las características biométricas y biológicas de 10,739 individuos de esta especie. La talla mínima individual varió entre 50 (jul-01) y 75 mm (oct-01 a ene-02), con un promedio de 67.1 mm de longitud abdominal (Fig. 4). La longitud máxima fluctuó entre 130 (nov-01) y 145 mm (jul-01) y un valor promedio en 137.1 mm. La talla promedio presentó valores extremos de 94.5 mm en junio de 2001 y 106.2 mm en noviembre del mismo año. Entre junio y julio de 2001 la talla media disminuyó 5.6 mm, para luego iniciar un crecimiento constante de agosto a noviembre de 2001, periodo en los que se registraron incrementos máximos de 7.2 mm/mes.

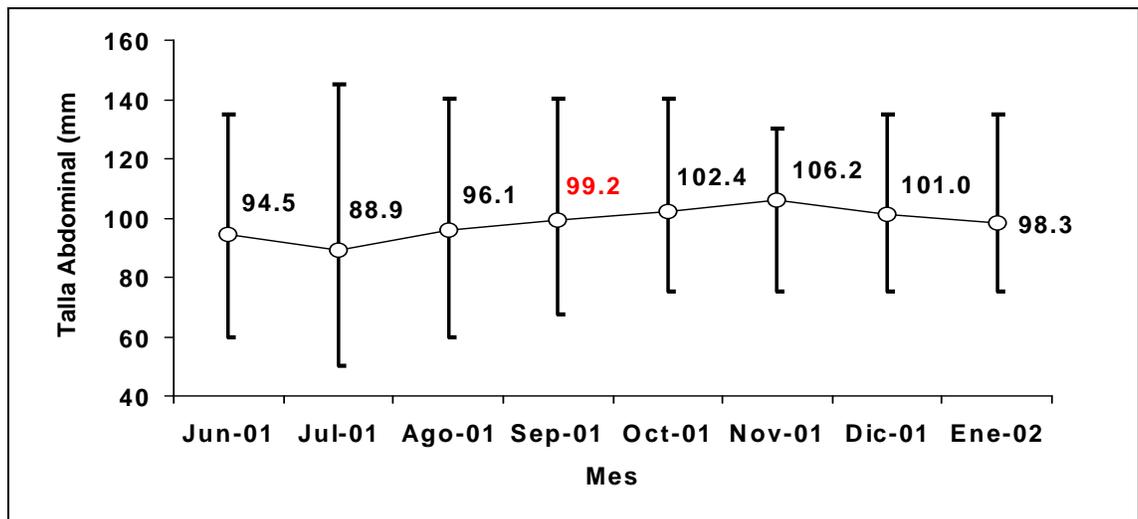


Fig. 4. Tallas mínimas, máximas y promedio de *F. californiensis* en el Golfo de Tehuantepec de junio del 2001 a enero del 2002

**Madurez gonádica.** Los resultados obtenidos revelan que de junio a diciembre de 2001 la población de *F. californiensis* mostró un proceso de maduración y reproducción de gran intensidad, excepto en los meses de julio y noviembre, donde predominaron los estadios I y II, respectivamente (Fig. 5).

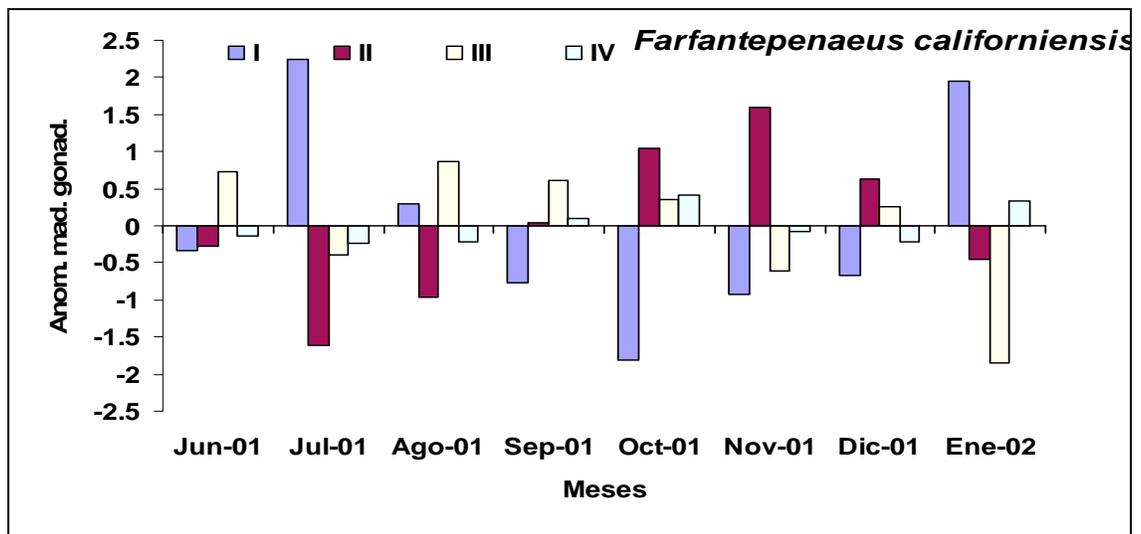


Fig. 5. Desarrollo gonádico de *F. californiensis* en el Golfo de Tehuantepec de junio del 2001 a enero del 2002.

### VI.1.1.3 Captura y esfuerzo

Durante el periodo de muestreo la captura total de camarón en el Golfo de Tehuantepec se realizó de la siguiente forma: 69.5% se desembarcó en Puerto Madero, Chis. y 30.5% en Salina Cruz, Oax. Hasta la semana 22 (3-9/02/02) se obtuvo una captura de 897.7 toneladas, de las cuales el 97.3% era de camarón blanco (*L. vannamei*) y café (*F. californiensis*) mientras que el 2.7% restante fue de botalón (*Xiphopenaeus riveti*).

En cuanto a la composición de especies, el camarón blanco constituyó el 24.7%, el café 58.6% y el cristal 16.7%.

Comparando el registro histórico de las capturas, se observa que *L. vannamei* tuvo capturas inferiores a las registradas en las temporadas de 1999 a 2000 y del 2000 al 2001 (Fig. 6), mientras que las de *F. californiensis* superaron las descargas en los periodos anteriores.

Sin embargo, un aspecto importante que se observó, fue que ambas especies mostraron disminuciones poblacionales drásticas lo que seguramente repercutirá en la intensidad del repunte al finalizar febrero del 2002.

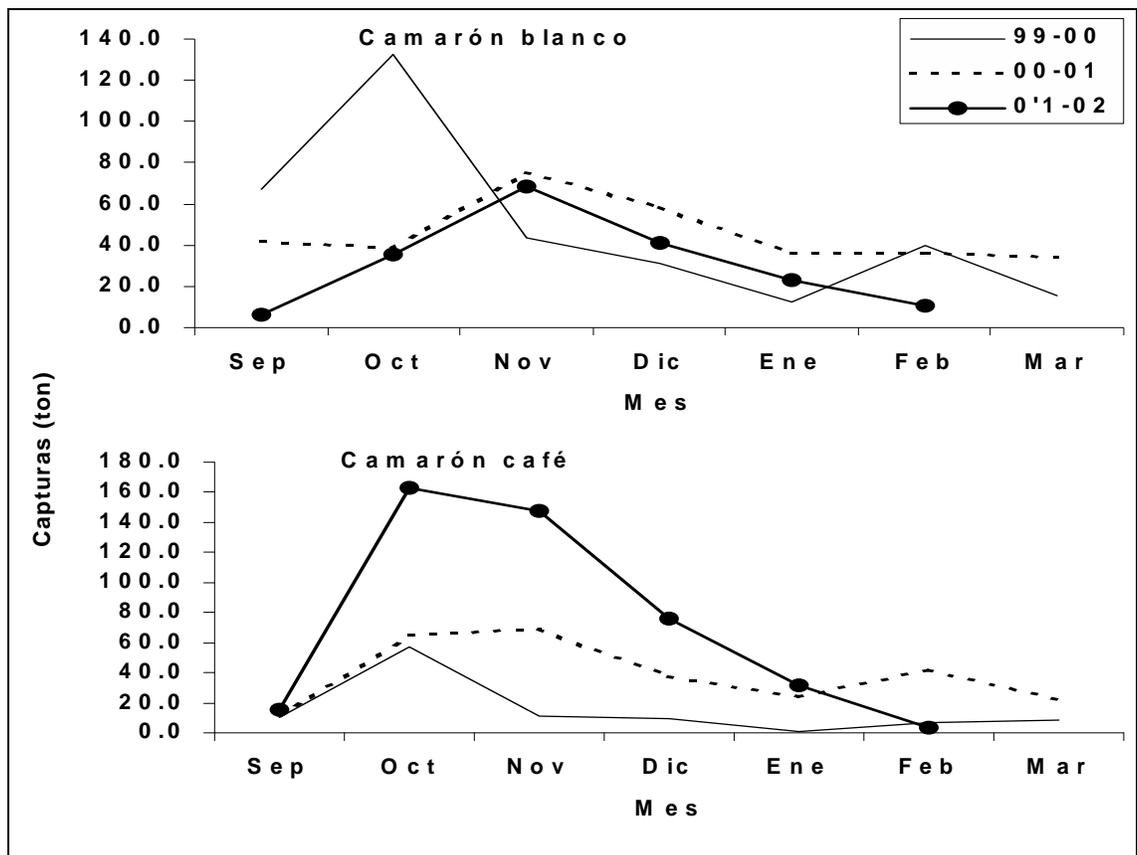


Fig. 6. Capturas de *L. vannamei* y *F. californiensis* en el Golfo de Tehuantepec durante las temporadas 1999 a 2001.

Respecto al esfuerzo realizado en la temporada 2001-02, se tiene el registro de 179 embarcaciones, de las cuales el 21.5% corresponde a la flota de Chiapas, el 22.1% a la del Norte y el 56.4% a la de Salina Cruz, Oaxaca. Estas embarcaciones realizaron en el periodo de registro 669 viajes. El 35.7% de los viajes se hicieron entre las semanas 1 a la 9, el 46.3% de la 10 a la 18 y el 17.9% de la 19 a la 22.

La captura por unidad de esfuerzo (cpue), considerando el número de embarcaciones por semana, ha variado entre 469.4 y 1,906.2 kg, con una cpue media de 1,258.4 kg. En tanto que al considerar el esfuerzo como el número días/semana, la cpue varía entre 57.7 y 139.4 kg, y un promedio de 103.9 kg (Fig. 7).

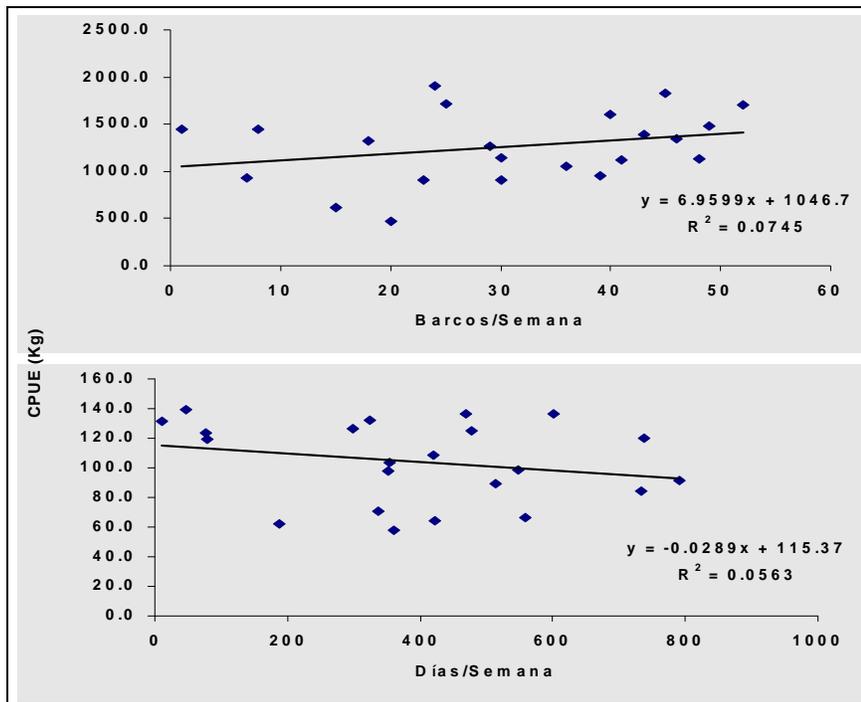


Fig. 7. Tendencia de la cpue (barcos/semana y días/semana) en el Golfo de Tehuantepec, en la temporada de pesca 2001-2002.

#### VI.1.2 Apertura de la temporada de pesca 2002-2003, en el Golfo de Tehuantepec

##### VI.1.2.1 *Litopenaeus vannamei*.

*Estructura por tallas.* Durante el primer crucero (junio 2002) se registraron datos de 827 individuos de esta especie, cuyas tallas se distribuyeron en el intervalo de 92 a 230 mm de longitud total, ubicándose la talla media poblacional en los  $175.1 \pm 1.65$  mm ( $\alpha=0.05$ ,  $ds = 24.27$ ) (Fig. 8).

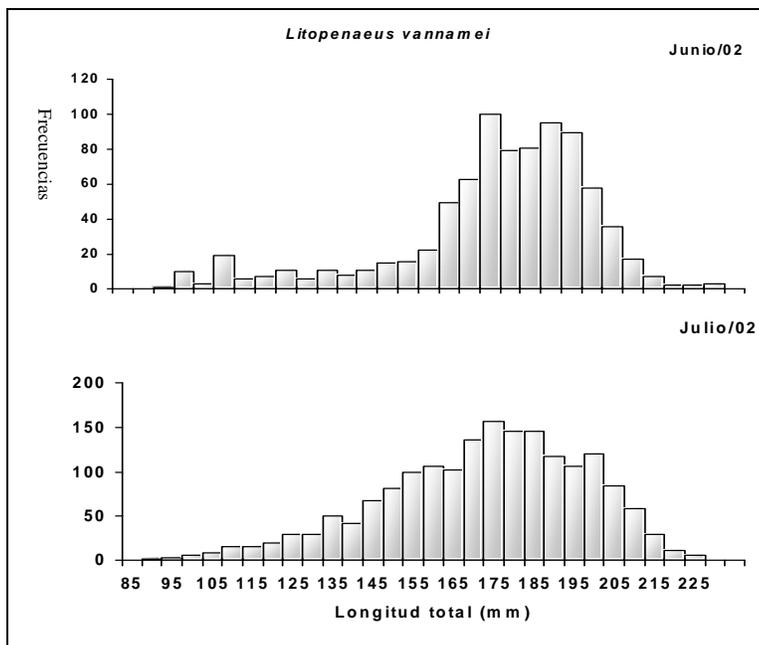


Fig. 8. Frecuencias de tallas de *L. vannamei* en el Golfo de Tehuantepec durante junio y julio del 2002.

Del total de los organismos de esta muestra el 61.4% fueron hembras y el 38.6% machos, con una proporción sexual de 1.6:1 h/m. En relación a la madurez gonádica, el 18.4% de las hembras estaban en fase I, el 29.2% en fase II, el 33.1% en fase III (maduras) y el 19.3% en fase IV (desovadas).

En lo que se refiere al segundo crucero (julio 2002) la muestra fue de 1,788 organismos. El 57.3% hembras y el 42.7% machos, equivalente a una proporción sexual de 1.3 hembras por cada macho. Las tallas registradas se distribuyeron en un intervalo de 89 a 225 mm y una talla promedio de  $170.9 \pm 1.15$  mm ( $\alpha=0.05$ ,  $ds = 24.9027$ ) (Fig. 8).

**Madurez gonádica.** En cuanto al desarrollo gonádico de los organismos, se observó que en ese mes, el 19.2% de las hembras se encontraba con gónadas en fase I, el 29.2% en fase II, el 30.4% con gónadas maduras (III) y el 21.2% con gónadas vacías (IV).

### VI.1.2.2 *Farfantepenaeus californiensis*

**Estructura por tallas.** En lo que respecta al camarón café para los mismos cruceros, en el mes de junio de 2002 se analizó una muestra integrada por 2,101 ejemplares de esta especie, cuyas tallas se distribuyeron en un intervalo de 75 a 222 mm de longitud total y talla promedio de  $148.8 \pm 0.88$  mm ( $\alpha = 0.05$ ,  $ds = 20.4887$ ) (Fig. 9).

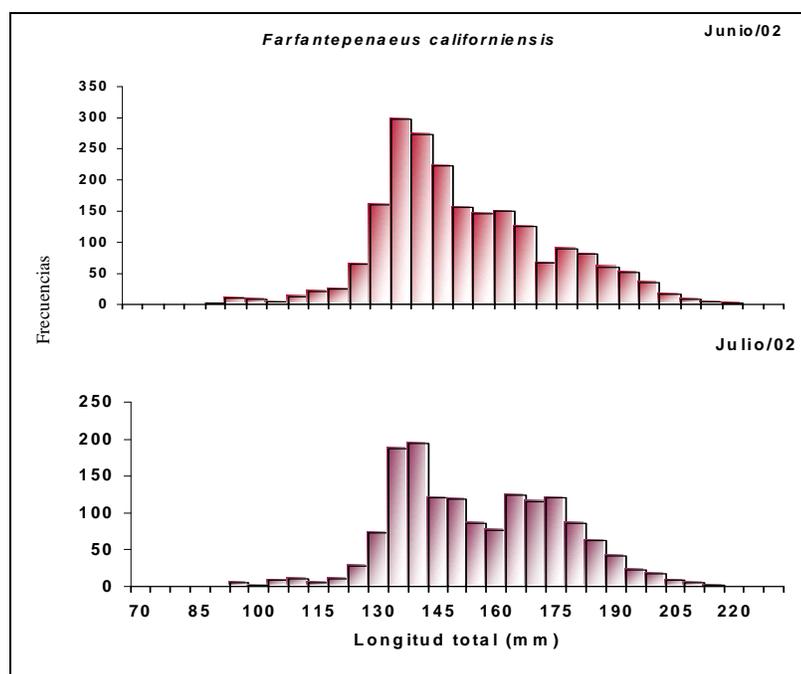


Fig. 9. Frecuencia de tallas de *F. californiensis* en el Golfo de Tehuantepec durante junio y julio del 2002.

En este mes las hembras representaron el 54.3% y los machos el 45.7%. Respecto al grado de madurez gonádica que presentaba la fracción de hembras, se observó que el 21.4% se encontraba con gónadas en desarrollo, el 36.5% con gónadas inmaduras, el 25.9% con gónadas maduras y el restante 16.2% con gónadas vacías.

De los 1,533 organismos muestreados en julio de ese mismo año, la población estuvo integrada por organismos con una longitud total entre 92 y 214 mm y una talla promedio de  $153.8 \pm 1.04$  mm ( $\alpha=0.05$ ,  $ds = 20.7853$ ) (Fig. 9). En ese mes, el 40% fueron machos y el 60% hembras, lo que dio una proporción de 1.5:1 h/m.

*Madurez gonádica.* Respecto a la madurez gonádica de las hembras el 10.5% se encontraba en fase I, el 34.4% en fase II, el 31% en fase III y el 24.1% en fase IV.

### VI.1.2.3 Captura y esfuerzo

En junio se efectuaron 57 lances en igual número de estaciones, en un tiempo efectivo de pesca de 56.6 horas, obteniéndose una captura de 154.1 kg que equivalen a un rendimiento de 2.7 kg/hora/lance. La profundidad de trabajo varió entre los 11 y 64 metros, con una profundidad promedio de 30 metros. De la captura total registrada, el 64.3% fue *F. californiensis*, 32.1% *L. vannamei*, el 3.4% *L. stylirostris* y 0.06% *F. brevirostris*.

En julio se realizaron 44 lances en un tiempo de 44 horas, registrándose una captura de 189.2 kg, que equivalen a un rendimiento de 4.3 kg/hora/lance. *L. vannamei* representó el 48.4%, *F. californiensis* el 42.2%, *L. stylirostris* el 8.2% y *F. brevirostris* el 1.1%. Los arrastres se efectuaron en el intervalo de profundidades de 15 a 59 metros, con una media de 31 metros.

Los rendimientos registrados en cada subzona se muestran en la tabla 1:

| Crucero | Subz  | 91    | 92    | 93    | 94    | 95    | Gral. |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Jun/02  | kg/hr | 1.835 | 2.589 | 3.425 | 3.469 | 2.554 | 2.7   |
| Jul/02  | kg/hr | 0.8   | 3.7   | 4.8   | 4.7   | 4.2   | 4.3   |

Tabla 1. Rendimientos (kg/hr) registrados en junio y julio de 1991 a 1995, en el Golfo de Tehuantepec.

### VI.1.3 Cierre de la temporada de pesca 2002-2003, en el Golfo de Tehuantepec

#### VI.1.3.1 *Litopenaeus vannamei*.

*Estructura por tallas.* En octubre del 2002 se analizó una muestra de 707 individuos, cuyas tallas se distribuyeron en un intervalo de 65 a 145 mm de longitud abdominal y talla promedio de  $114.5 \pm 1.03$  mm, mostrando la población como un grupo compacto (Fig. 10). El histograma correspondiente a noviembre muestra a una población disminuida por efectos de la pesca principalmente del lado derecho en donde se localiza la fracción adulta. A pesar de lo anterior, se presentó un significativo incremento de las tallas mínima y máxima, al obtener valores de 80 y 160 mm de longitud abdominal respectivamente, no así en la talla media de la población que disminuyó ligeramente respecto a la del mes anterior ( $107.4 \pm 0.72$  mm.). En diciembre la población siguió mostrando cambios importantes en su estructura, a tal grado que la fracción adulta (>115 mm de longitud abdominal) prácticamente desapareció, disminuyendo no solamente la talla máxima a 145 mm, sino también la talla media poblacional ( $106 \pm 1.04$  mm.), aún cuando la talla mínima permaneció en 80 mm. En enero del 2003 la población mostró una ligera recuperación (Fig. 10), pues a pesar de que la talla máxima se mantuvo en los 145 mm, las tallas mínima y promedio se incrementaron a 90 y  $115.2 \pm 1.3$  mm. En esta recuperación tienen mucho que ver las condiciones ambientales que prevalecieron en el Golfo de Tehuantepec para ese mes y año, ya que en diciembre las actividades pesqueras se vieron afectadas por fuertes vientos del norte, que obligaron a las embarcaciones mayores a permanecer en puerto.

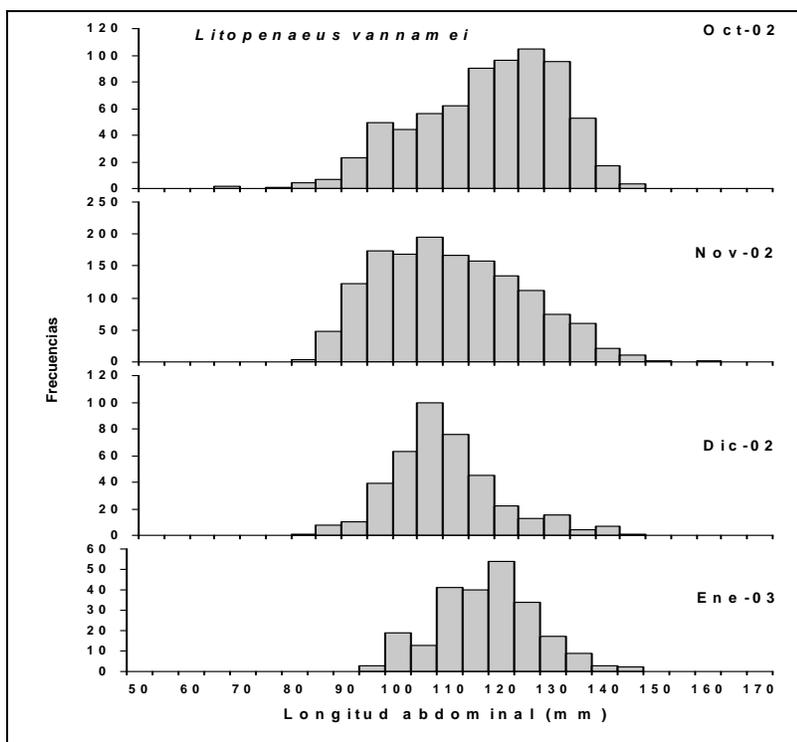


Fig. 10. Frecuencia de tallas de *Litopenaeus vannamei* de octubre de 2002 a enero de 2003

En octubre del 2002 la población estuvo integrada en un 57% de hembras y 43% de machos, lo que equivale a una proporción de 1.3h:1m. En tanto que en noviembre la fracción de hembras se incrementó a 59% representando los machos el 41% y una proporción sexual de 1.4:1h/m, respecto al mes anterior. En diciembre la proporción sexual nuevamente se ubicó en 1.3h:1m, debido a que la proporción de hembras regresó al 57%, mientras que en enero representaron el 65%, aumentando la proporción a 1.8h:1m.

**Madurez gonádica.** En la figura 11 se muestra el comportamiento mensual del desarrollo gonádico de las hembras durante el periodo analizado. En el caso de la fase I que integra a los organismos recién reclutados de las zonas lagunares, así como a aquellos que nuevamente están iniciando el proceso de maduración, se observa que su porcentaje se incrementó a partir de octubre cuando el 26% de la población de hembras se encontraba en esta condición, hasta alcanzar el 48% en diciembre para luego descender hasta el 10% en enero. En el caso de las hembras con grado de desarrollo gonádico II, su porcentaje más alto se registró en octubre (17%) y su mínimo en diciembre (8%), para después recuperarse en enero del 2003 al 13%. Respecto a la fase III en la que se clasifican a las hembras con gónadas maduras y próximas a desovar, se observa que su porcentaje disminuye desde 19% en octubre hasta 12% en diciembre, para en enero de 2003 volver a incrementarse hasta un 18%. Finalmente la fracción en fase IV (desovados) se mantuvo en porcentajes altos de octubre a diciembre (>30%) para en enero del 2003 presentar un porcentaje aún mayor que los anteriores.

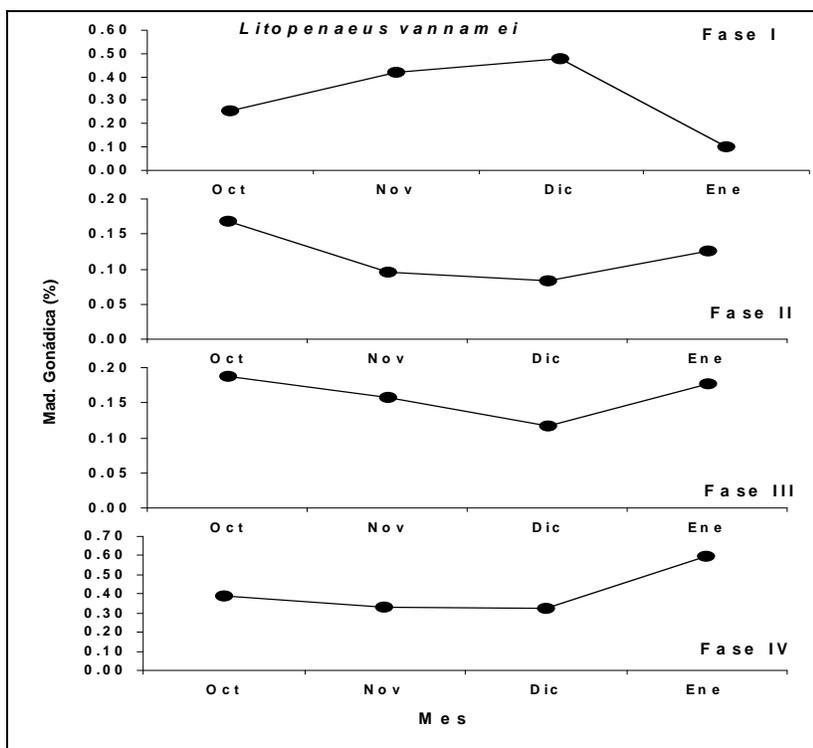


Fig. 11. Fases gonádicas de *Litopenaeus vannamei* de octubre de 2002 a enero de 2003

En el periodo del muestreo se presentaron dos importantes pulsos de maduración para *L. vannamei*, el primero y más importante ocurrió en octubre del 2002 y estuvieron involucradas el 36% de las hembras (17% en II y 19% en III) y el segundo de menor intensidad se presentó en enero de 2003, en el que participó el 31% de las hembras (13% en II y 18% en III) (Fig. 12).

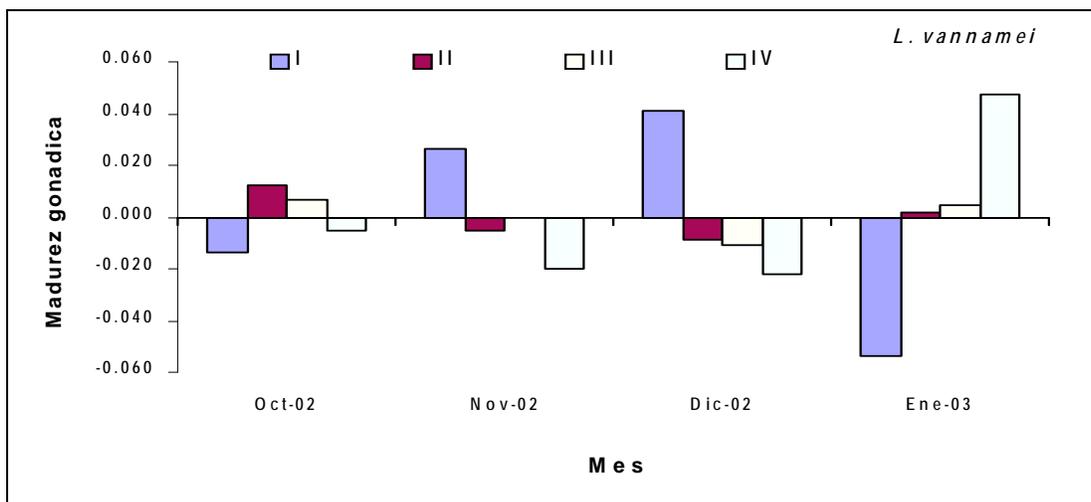


Fig. 12. Fases gonádicas de *L. vannamei* durante la temporada de pesca de camarón 2002-2003

Al comparar los porcentajes de la fase III con sus promedios históricos (Fig. 13), se observa que los meses de junio, julio y octubre del 2002, así como enero de 2003, rebasan los valores de los registros históricos.

Considerando que la tendencia de los valores registrados en la temporada de pesca de camarón 2002-03 son semejantes a los históricos se puede deducir un patrón reproductivo semejante al de años anteriores.

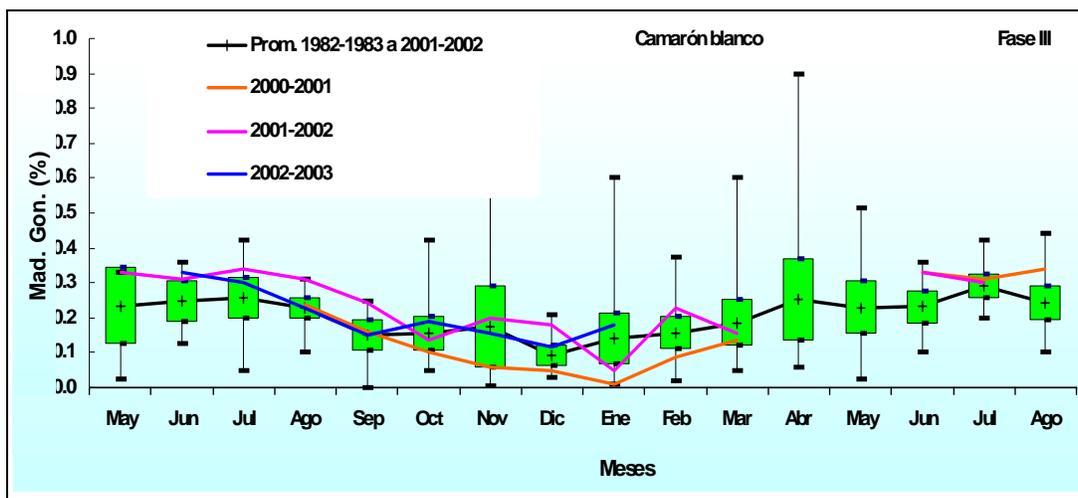


Fig. 13. Tendencia histórica de la fase III en hembras de *L. vannamei*.

### VI.1.3.2 *Farfantepenaeus californiensis*

**Estructura por tallas.** En octubre la población de esta especie estuvo integrada por dos grupos, el primero integrado por juveniles recién reclutados y el segundo por la población adulta. Las tallas de los organismos se distribuyeron en un intervalo de 75 a 140 mm con una talla promedio de  $108 \pm 0.5$  mm de longitud abdominal. En noviembre la población continuó integrada por los mismos grupos con un ligero incremento en la talla mínima, con un valor de 77 mm y manteniendo las tallas máxima y promedio sin cambios significativos ( $139$  y  $106 \pm 0.6$  mm de longitud abdominal). En diciembre la talla mínima se incrementó a 82 mm, al igual que las tallas máxima y promedio, con valores de 142 y  $109.3 \pm 1.0$  mm., pero estas características no pudieron mantenerse en enero, donde la talla mínima si tuvo un incremento (90 mm) pero la talla máxima disminuyó a 131 mm y por consiguiente la talla promedio también bajó a  $107 \pm 1.3$  mm de longitud abdominal. En términos generales, se observó un incremento de 15 mm en la talla mínima de agosto de 2002 a enero de 2003, mientras que en las tallas máxima y promedio las variaciones pueden considerarse sin cambios relevantes.

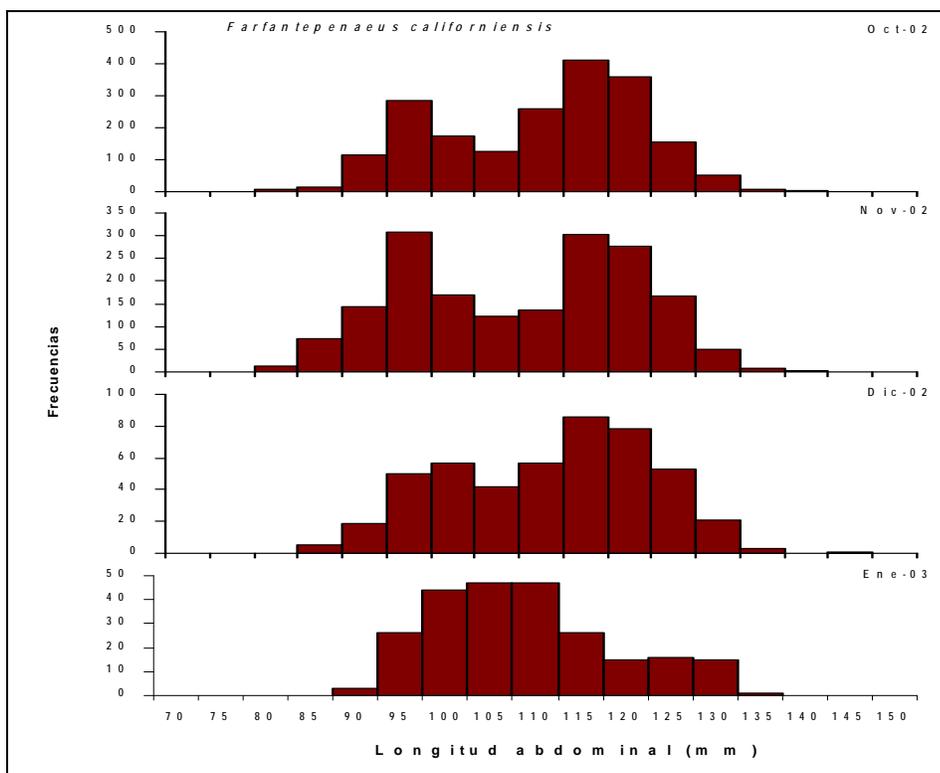


Fig. 14. Frecuencia de tallas de *F. californiensis* de octubre de 2002 a enero de 2003

En la temporada de pesca de camarón 2002-03, la población de *F. californiensis* mostró una alta dominancia de las hembras sobre los machos. En la tabla siguiente se muestran los porcentajes correspondientes a cada mes así como sus proporciones:

| Mes/Prop.     | Hembra (%) | Machos (%) | Prop (H/M) |
|---------------|------------|------------|------------|
| <b>Oct-02</b> | 0.80       | 0.20       | 3.1        |
| <b>Nov-02</b> | 0.70       | 0.30       | 2.4        |
| <b>Dic-02</b> | 0.80       | 0.20       | 3.6        |
| <b>Ene-03</b> | 0.80       | 0.20       | 3.4        |

Tabla 2. Proporción de sexos en la población de *F. californiensis*

**Madurez gonádica.** El comportamiento de las diferentes fases gonádicas se muestra en la figura 15, en donde se observa que la fase I presentó valores altos en noviembre de 2002 (13%) y enero de 2003 (12%), en tanto que los porcentajes de organismos en fase II se mantuvieron en el intervalo de 32 a 34%. La fase III obtuvo valores por encima del 20%, lo que indica una gran actividad reproductiva y un importante pulso en diciembre, manteniendo porcentajes de organismos desovados entre 30 y 39% (Fig. 15).

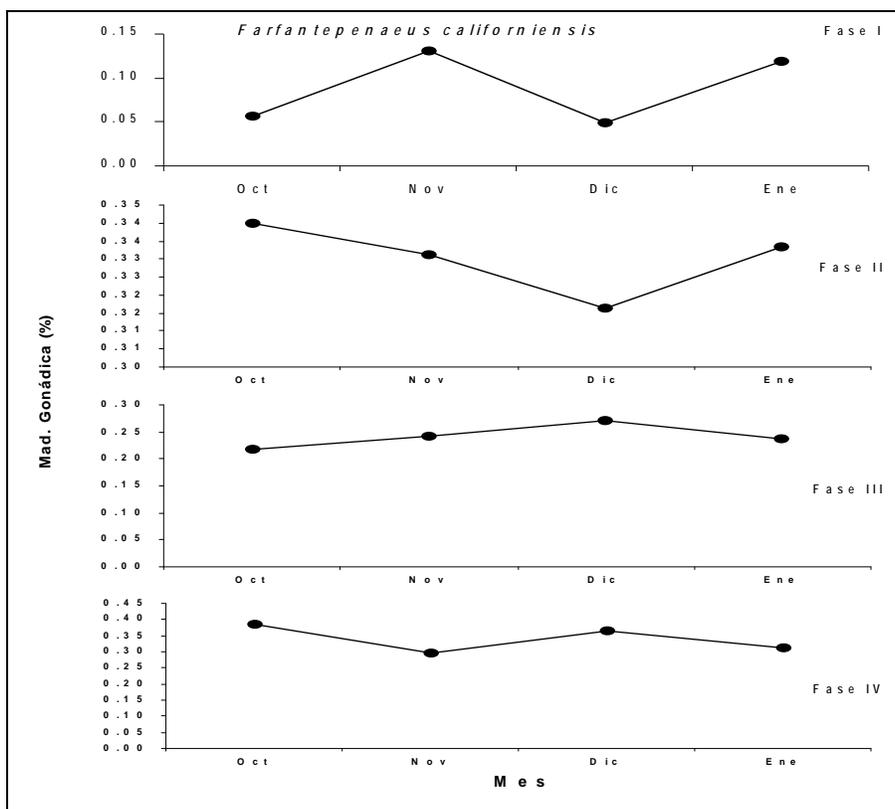


Fig. 15. Fases gonádicas de *F. californiensis* en el Golfo de Tehuantepec de octubre de 2002 a enero de 2003

De acuerdo con la figura 16 los valores registrados fluctúan alrededor de la media histórica y se espera que a partir de febrero del 2003 los porcentajes de madurez gonádica se incrementen de acuerdo con el patrón reproductivo que la especie ha exhibido a lo largo de varias temporadas de pesca.

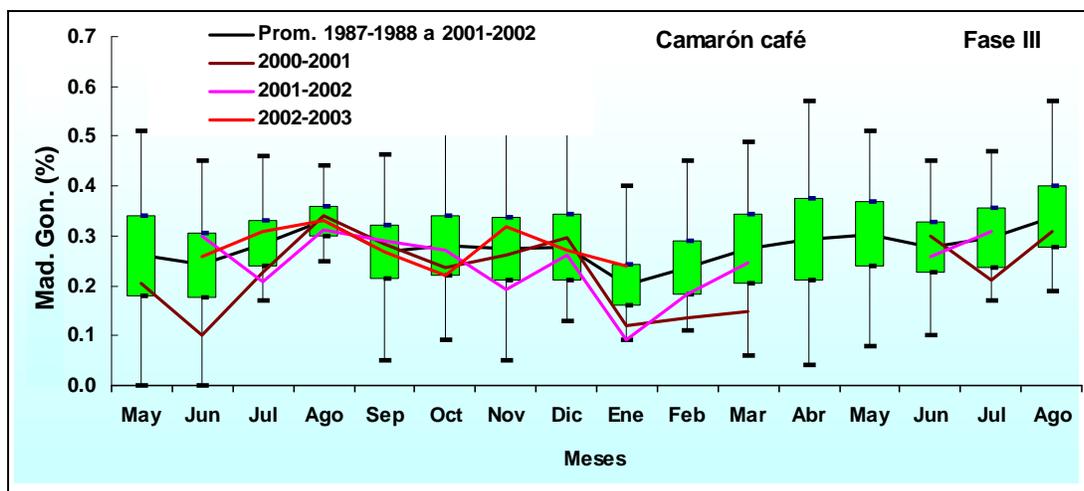


Fig. 16. Tendencia histórica de la fase III en hembras de *F. californiensis*

### VI.1.3.3 Captura y esfuerzo

Hasta diciembre del 2002 se tuvo una captura acumulada de 457.1 toneladas, faltando por incorporar las descargas de diciembre realizadas en Puerto Madero. La flota que extrajo esta captura estuvo integrada por 147 embarcaciones, de las cuales 74 fueron

de la flota de Salina Cruz con un aporte del 52%, 21 de Chiapas con 21% de la captura y 43 del Noreste con el restante 27%. Del total desembarcado, *L. vannamei* representó el 33.6% y *F. californiensis* el 66.4 %.

En la siguiente tabla se muestran las capturas totales de septiembre a diciembre de 1998 a 2003 en el Golfo de Tehuantepec:

| Mes/Temp     | 1998/1999     | 1999/2000    | 2000/2001    | 2001/2002     | 2002/2003    |
|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Sep          | 42.9          | 89.5         | 60.5         | 22.8          | 4.3          |
| Oct          | 214.7         | 219.0        | 137.2        | 230.6         | 204.9        |
| Nov          | 293.5         | 86.7         | 196.8        | 288.1         | 162.3        |
| Dic          | 191.1         | 70.0         | 135.8        | 179.2         | 85.6*        |
| <b>Total</b> | <b>742.3</b>  | <b>465.3</b> | <b>530.3</b> | <b>720.8</b>  | <b>457.1</b> |
| <b>Dif</b>   | <b>-285.2</b> | <b>-8.2</b>  | <b>-73.2</b> | <b>-263.7</b> |              |

\* Captura de Salina Cruz, Oax., falta Puerto Madero, Chis.

Tabla 3. Capturas (Tons) en las temporadas de pesca de camarón de 1998 a 2003

## VI.2 Pesquería Lagunar

### VI.2.1 *Reclutamiento anual y tallas de inmigración de postlarvas de camarón en el Sistema Lagunar La Joya-Buenavista ( marzo de 2002 a enero de 2003).*

#### VI.2.1.1 *Temperatura y Salinidad*

La temperatura y salinidad son 2 parámetros de gran importancia para la sobrevivencia de las especies, sobre todo durante los primeros estadios en los cuales son más susceptibles a sus variaciones.

Durante el periodo de muestreo la salinidad presentó una variación más amplia que la temperatura. Los registros más bajos (5 y 6 ppm) se obtuvieron los días 5 y 22 de septiembre de 2002, coincidiendo con el periodo de mayor intensidad lluviosa. Los registros máximos de este parámetro fueron 5 y 38 ppm, con una media anual de  $31 \pm 1.199$  ( $\alpha = 0.05$ ,  $DS = 6.1774$ ), (Fig. 17).

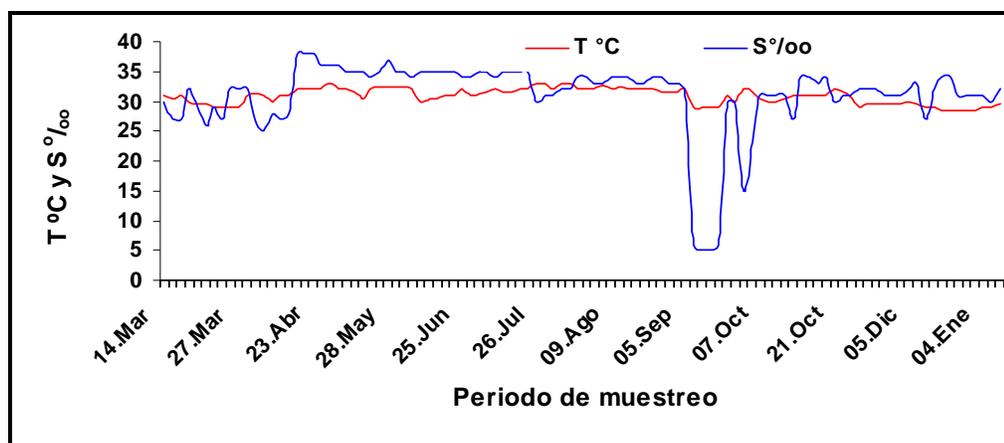


Fig. 17. Registros de temperatura y la salinidad en la boca barra de San Marcos, Chis. de marzo de 2002 a enero de 2003.

La Tabla 4 presenta los valores promedio de estos parámetros. La temperatura registrada se encontró en un intervalo de 29.2 (27/05/02) y 32.8°C (26/07/02), mientras que el registro más bajo de salinidad fue de 13.7 (22/09/02) y la más alta de 37.5 (23/04/02).

| Fecha     | T°C  | S°/oo | Fecha     | T°C  | S°/oo |
|-----------|------|-------|-----------|------|-------|
| 14/Mar/02 | 30.6 | 29.0  | 22/Ago/02 | 32.1 | 33.5  |
| 27/Mar/02 | 29.2 | 29.2  | 05/Sep/02 | 31.7 | 33.2  |
| 12/Abr/02 | 30.9 | 27.8  | 22/Sep/02 | 29.5 | 13.7  |
| 23/Abr/02 | 32.0 | 37.5  | 07/Oct/02 | 30.8 | 27.0  |
| 13/May/02 | 31.8 | 35.4  | 21/Oct/02 | 31.0 | 32.4  |
| 28/May/02 | 32.3 | 35.0  | 05/Nov/02 | 30.8 | 31.0  |
| 10/Jun/02 | 30.6 | 35.0  | 20/Nov/02 | 29.5 | 31.7  |
| 25/Jun/02 | 31.6 | 34.4  | 05/Dic/02 | 29.6 | 31.8  |
| 08/Jul/02 | 31.8 | 35.0  | 20/Dic/02 | 28.8 | 31.8  |
| 26/Jul/02 | 32.8 | 31.2  | 04/Ene/03 | 28.6 | 31.0  |
| 09/Ago/02 | 32.2 | 33.6  | 16/Ene/03 | 29.3 | 31.0  |

Tabla 4. Registros de temperatura y salinidad en la boca barra de San Marcos, Chis.

La Figura 18, muestra en la primera gráfica, una serie de picos que representan frecuentes anomalías cálidas durante el periodo de muestreo, mientras que en la segunda gráfica, los valores de salinidad representan un ambiente predominantemente marino.

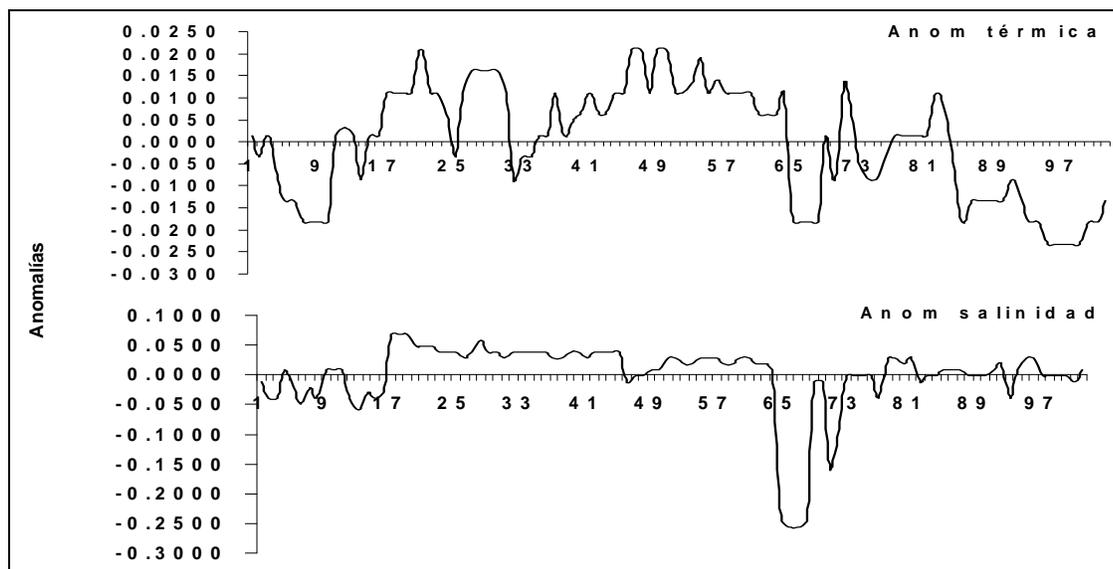


Fig. 18. Anomalías térmicas y salinas en la boca barra de San Marcos, Chis. de marzo de 2002 a enero de 2003.

#### VI.2.1.2 Abundancia postlarval

En el periodo del 14 de marzo de 2002 al 16 de enero de 2003, se realizaron 22 muestreos en el Sistema Lagunar, los cuales incluyeron un total de 102 arrastres de plancton. En ellos se identificaron 41,165 postlarvas de camarón, el 61% de *F. californiensis*, el 21% de *L. vannamei*, el 14% de *F. brevisrostris* y el 4% de *L. stylirostris*. El 81% de las postlarvas fueron colectadas en fase de luna llena y el 19% en luna nueva.

***Litopenaeus vannamei*.** La abundancia de esta especie varió de 4 a 2,132 postlarvas, incrementándose el primer semestre del 2002 cuando representó el 59% de la captura total.

La abundancia máxima de esta especie se presentó el 10 de junio de 2002, con una captura de 2,132 individuos y una abundancia relativa del 5.5% (Fig. 19). En la misma figura se observan 7 pulsos de reclutamiento con densidades de 2.5, 1.6, 5.5, 2.2, 0.2, 3.4 y 1.9 postlarvas por m<sup>3</sup>.

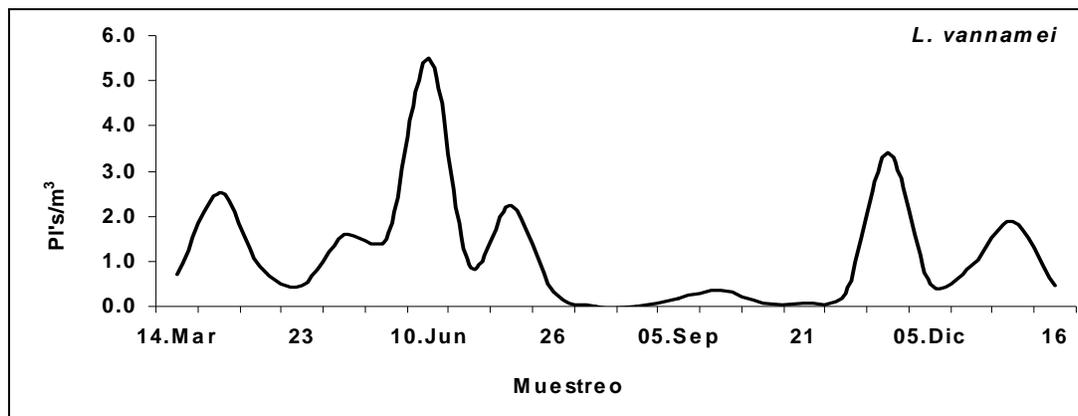


Fig. 19. Reclutamiento de postlarvas de *L. vannamei* en la boca barra San Marcos, Chis. de marzo a diciembre de 2002.

***Farfantepenaeus californiensis***. Las postlarvas de esta especie representaron el 61% del total de la colecta, registrando las capturas más abundantes en periodo de luna llena con 22,308 postlarvas, que representaron el 99% de la abundancia relativa. El reclutamiento más importante se presentó el 20 de noviembre con 35.7 postlarvas por metro cúbico (Fig. 20). En términos generales, con excepción de este importante pulso, el resto del 2002, la captura de postlarvas de esta especie fue muy inferior a las de *L. vannamei*.

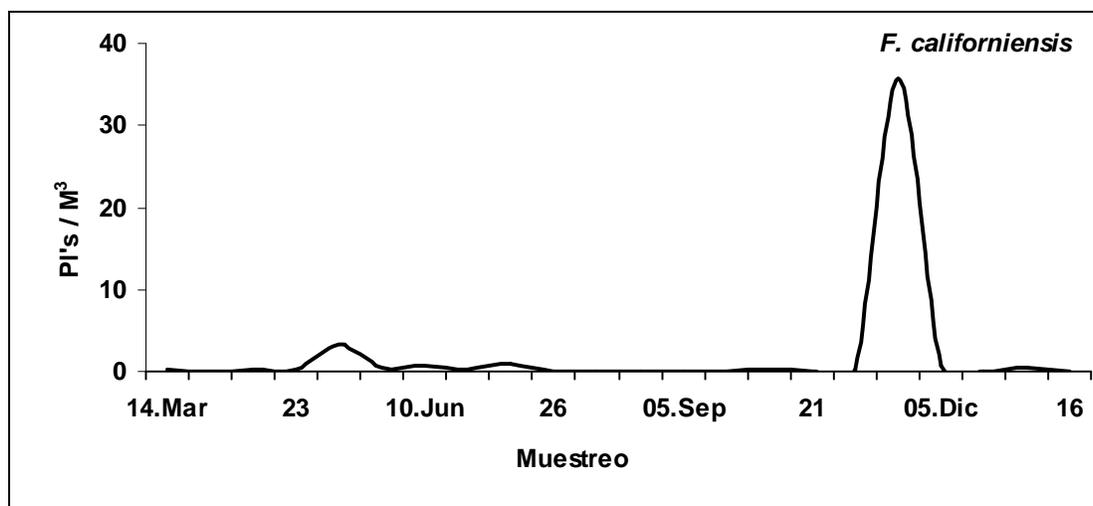


Fig. 20. Reclutamiento de postlarvas de *F. californiensis* en la boca barra San Marcos, Chis. de marzo a diciembre de 2002.

### VI.2.1.3 Tallas de inmigración postlarval

***Litopenaeus vannamei***. La talla mínima de inmigración de esta especie varió entre 4 y 5.5 mm, con un valor promedio de 4.63 mm, en tanto que la talla máxima fluctuó entre 5.5 y 7.6 mm y un promedio de 6.46 mm. La talla más pequeña fue de 4 mm (26/07/02) y la mayor de 7.6 mm (2/02/2002). La figura 21 muestra una amplia fluctuación en las tallas durante el periodo de estudio, lo cual probablemente tenga

una mayor relación con la distancia del área de desove, que con la variación de algunos de los parámetros ambientales.

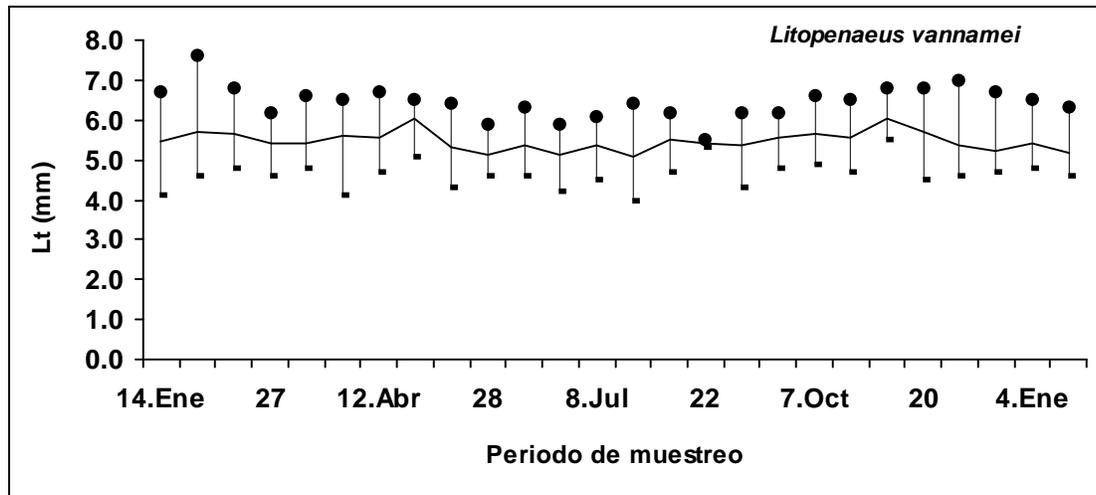


Fig. 21. Tallas mínima, máxima y promedio de postlarvas de *L. vannamei* en la boca barra de San marcos, Chis.

***Farfantepenaeus californiensis*.** La talla mínima de esta especie varió entre 6 y 7.8 mm, con un promedio de 6.7 mm, mientras que la máxima fluctuó entre 7.9 y 10.9 mm, con un promedio de 9 mm. Las longitudes promedio variaron entre 6.9 y 8.7, estimándose la talla promedio anual en 7.8 mm (Fig. 22).

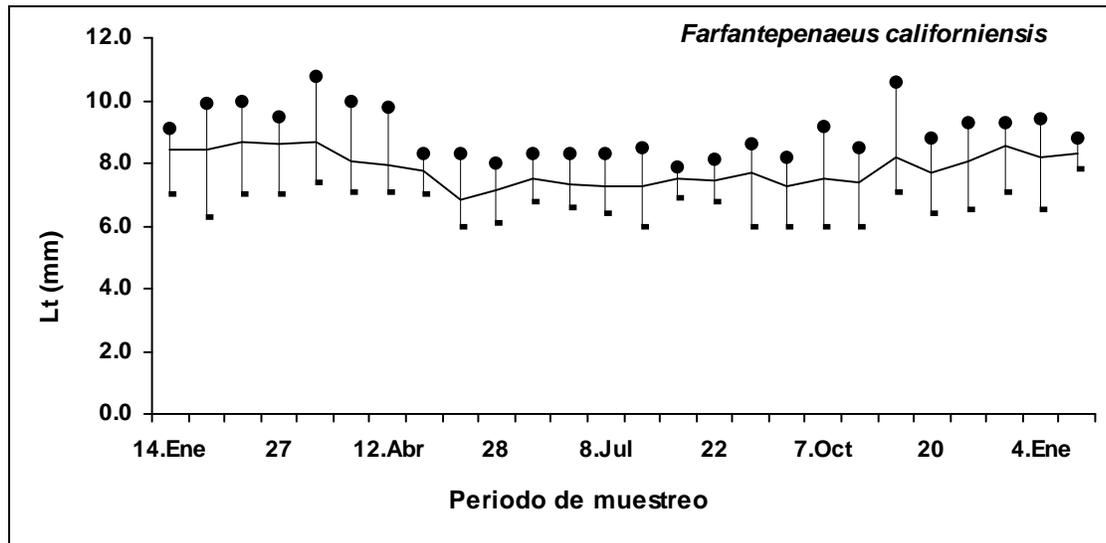


Fig. 22. Tallas mínima, máxima y promedio de postlarvas de *F. californiensis* en la boca barra de San marcos, Chis. de enero de 2002 a enero de 2003

### VI.2.1.3 Caracterización hidrológica

Se aplicó un análisis de agrupación de acuerdo al método de Ward para clasificar las estaciones de muestreo por similitud de los valores paramétricos evaluados (Fig. 23).

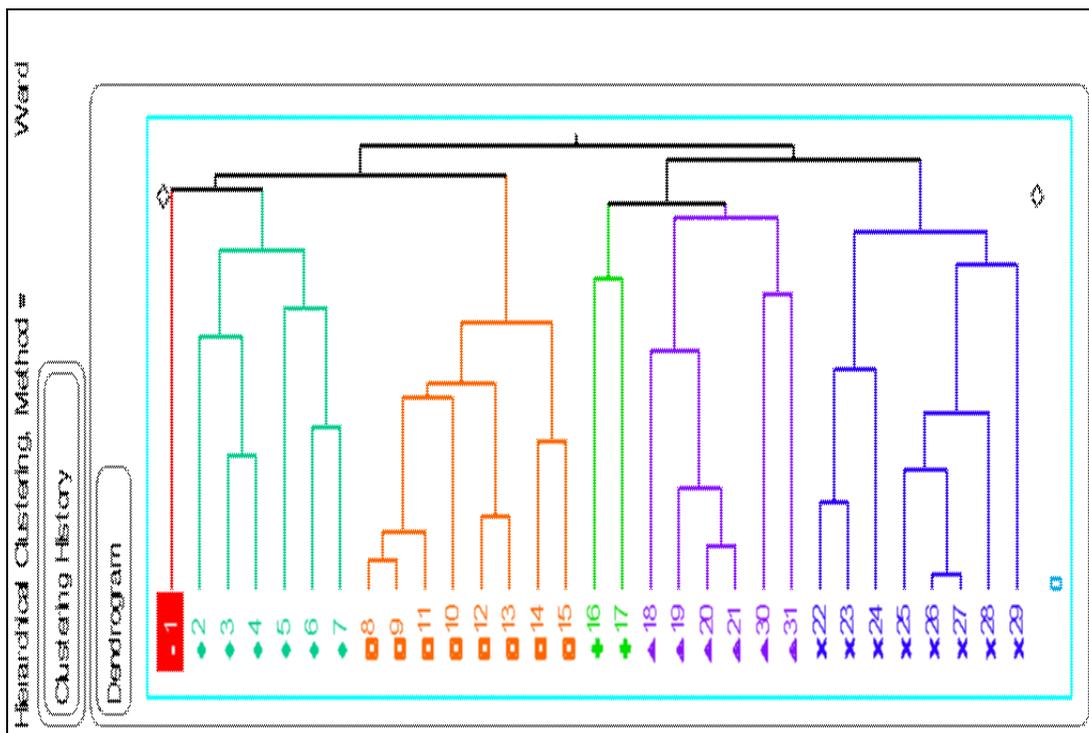


Fig. 23. Parámetros ambientales del sistema lagunar La Pampita-Joya-Buenavista, Chiapas.

La Fig. 23 muestra cuatro estratos que caracterizan al Sistema Lagunar desde el punto de vista hidrológico: el primero relaciona la salinidad, densidad del agua de mar, conductividad y SDT, el segundo la temperatura, pH y OD, el tercero el potencial REDOX y el cuarto la turbidez.

### VI.2.1.4 Estructura por tallas de *L. vannamei*.

*Composición por tallas.* En 29 muestras procesadas se identificaron un total de 8,010 organismos. La talla mínima fue de 36 mm y la máxima de 96 mm, con una media total de longitud de 83.4 mm. La figura 24 muestra el comportamiento general de las cohortes.

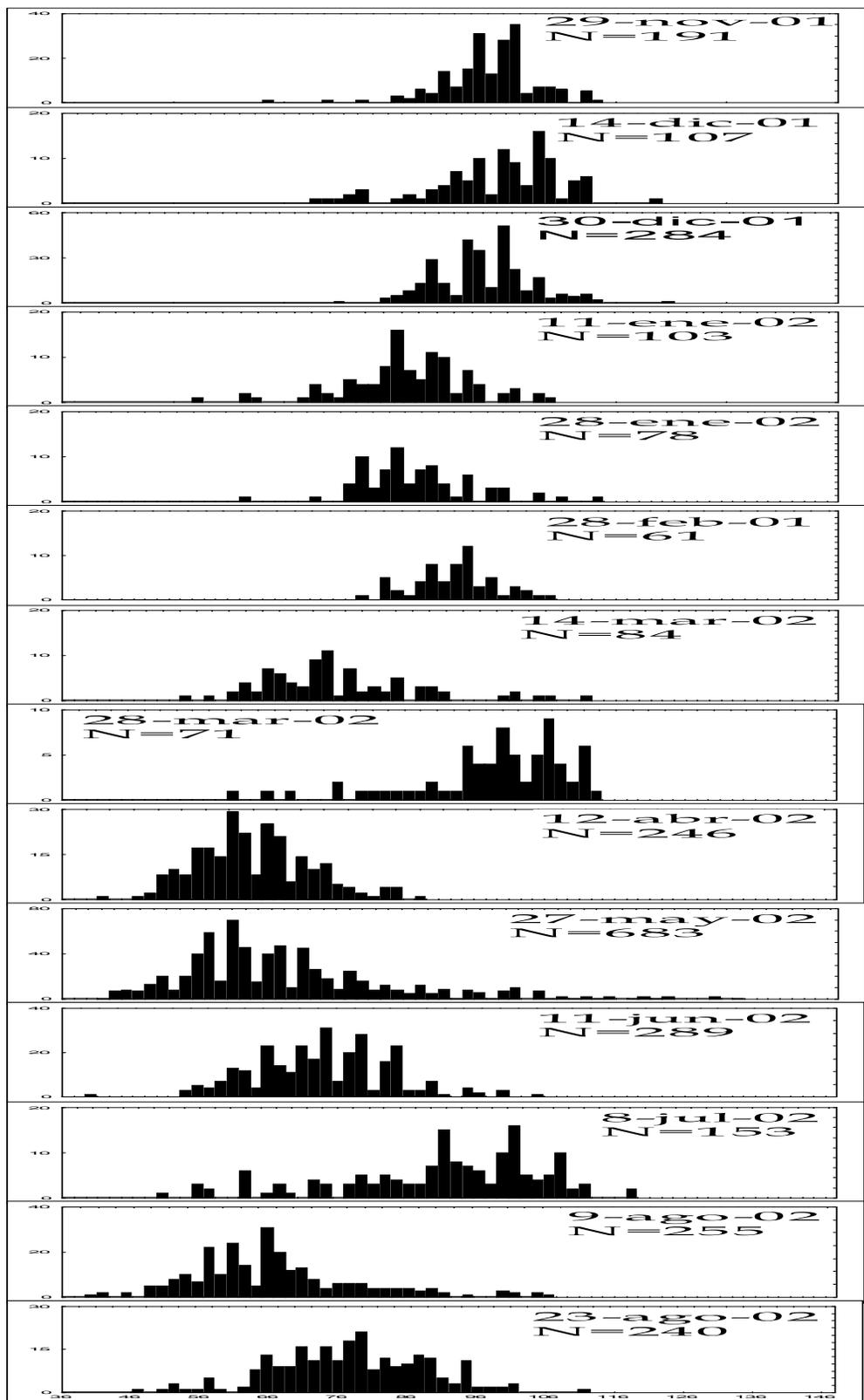


Fig. 24. Frecuencia de tallas de *L. vannamei* en el Sistema Lagunar Cabeza de Toro-La Joya-Buenavista, Chiapas.

En junio y julio se presentó la mayor variación en la talla de esta especie. El histograma de frecuencias (Fig. 25) muestra que: durante los primeros tres muestreos

la talla se mantuvo constante, en junio y julio tuvo más fluctuación la distribución de tallas y modas, y para agosto y septiembre se volvió a estabilizar, ya que la variabilidad vuelve a ser similar que en abril y mayo. En octubre se presentó la media más baja.

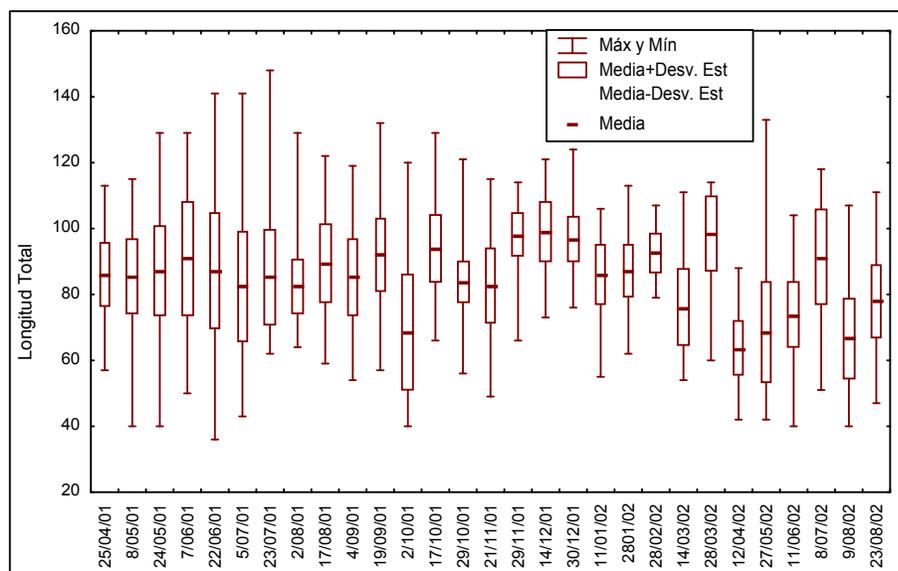


Fig. 25. Tallas mínimas, máxima y promedio de *L. vannamei* en el Sistema Lagunar Cabeza de Toro-La Joya-Buenavista, Chiapas.

El número de modas detectadas en los histogramas de frecuencias varía de 4 (Feb 02) a 14 (May 02) y la talla media modal mínima fue de 42.8 mm (Ago 02) y la máxima de 126.1 mm (Jun 01).

#### VI.2.1.5 Evaluación del método del purineo

Los resultados obtenidos de los parámetros ambientales evaluados se muestran en la tabla 5, donde se observa una gran similitud entre los valores mínimos, máximos y promedios tanto para las zonas evaluadas con el método de purineo como para las del método tradicional.

| Sin alimento |          |            |             |           |
|--------------|----------|------------|-------------|-----------|
| Parámetros   | pH       | Oxígeno D. | Temperatura | Salinidad |
| Prom.        | 8.5±0.06 | 1.3±0.02   | 32.0±0.08   | 1.3±0.01  |
| Desv. Estd,  | 0.2      | 0.1        | 0.2         | 0.0       |
| Máximo       | 8.6      | 1.3        | 32.3        | 1.3       |
| Mínimo       | 7.7      | 1.1        | 31.7        | 1.2       |
| Varianza     | 0.03     | 0.003      | 0.06        | 0.00      |
| N            | 35       | 35         | 35          | 35        |
| Con alimento |          |            |             |           |
| Prom.        | 8.6±0.06 | 1.3±0.02   | 31.6±0.04   | 1.3±0.0   |
| Desv. Estd.  | 0.02     | 0.1        | 0.1         | 0.0       |
| Máximo       | 8.6      | 1.3        | 31.7        | 1.3       |
| Mínimo       | 8.5      | 1.2        | 31.4        | 1.3       |
| Varianza     | 0.00     | 0.00       | 0.01        | 0.00      |
| N            | 31       | 31         | 31          | 31        |

Tabla 5. Parámetros ambientales registrados en el Sistema Lagunar La Joya-Buenavista, Chis.

## Carbono sedimentario

Otro parámetro ambiental que se consideró para evaluar el impacto del método de purineo en el medio fue el  $C_{org}$  sedimentario para lo cual se determinaron tres zonas (Fig. 26).

Los resultados obtenidos para Barrio Pobre muestran que la materia orgánica se degrada en los primeros 10 cm de profundidad del sedimento, presentando marcadas variaciones en los niveles de  $C_{org}$ . En la Joya – Buenavista el  $C_{org}$  registró valores relativos altos y prácticamente constantes desde los primeros centímetros (0.583 a 0.605%), lo que implica una buena preservación de la materia orgánica. Por último, en La Grillita es notoria la gran cantidad de carbono inorgánico, incluso se obtuvo más del 4% de valores anormales que en ambientes similares, esto podría deberse a la gran cantidad de conchas de moluscos encontrados en los sedimentos de esta localidad. En cuanto a la carga de  $C_{org}$ , se observa que la remineralización de la materia orgánica se lleva a cabo en condiciones oxidantes, principalmente con oxígeno y no con sulfatos.

En general, el contenido de  $C_{org}$  sedimentario se incrementa en los primeros 10 cm en un 0.074-0.714%, bajo esta consideración: Barrio Pobre y La Grillita presentaron un perfil de degradación de materia orgánica típico (menor materia orgánica en la superficie y mayor en el fondo de la columna sedimentaria), pero La Joya – Buenavista si se sale de este contexto con valores altos o fuera del intervalo especificado.

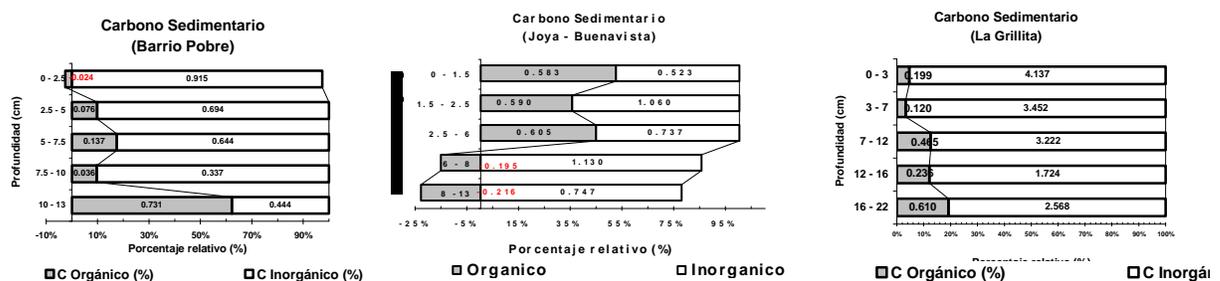


Fig. 26. Contenido de carbono orgánico e inorgánico en núcleo sedimentario.

### VI.2.1.5.1 Estructura por peso y talla

La muestra evaluada para esta determinación tuvo un peso de 1,955.3 gr. El 34.5% se capturó mediante el método de purineo y el 65.5% con el método tradicional. La tabla 6 y la figura 27 reflejan las diferencias importantes en los registros biométricos de los organismos capturados con cada método, por ejemplo, la talla máxima con el método tradicional fue de 115 mm y un peso de 10.8 gr, y con el método de purineo fue de 109 mm y 8.6 gr, mientras que la talla mínima registrada con el método tradicional fue de 74 mm y un peso de 2.8 gr, y con el método de purineo fue de 46 mm y 0.6 gr. En tanto que al comparar las medias de estos mismos parámetros, la registrada con el método tradicional fue de  $98.3 \pm 1.23$  mm y  $7.1 \pm 0.27$  gr, mientras que con el método de purineo fue de  $78.6 \pm 1.06$  mm y  $3.4 \pm 0.15$  gr. [Aplicar prueba de t para ver las diferencias estadísticas](#)

| Parámetro | Método tradicional |          | Método purineo |          |
|-----------|--------------------|----------|----------------|----------|
|           | Lt (mm)            | Pt (gr)  | Lt (mm)        | Pt (gr)  |
| Media     | 98.3±1.23          | 7.1±0.27 | 78.6±1.06      | 3.4±0.15 |
| Desvest   | 7.51828            | 1.65111  | 8.96235        | 1.23992  |
| Varianza  | 56.5245            | 2.72615  | 80.3237        | 1.53739  |
| Mínimo    | 74                 | 2.8      | 46             | 0.5      |
| Máximo    | 115                | 10.8     | 109            | 8.6      |
| Suma      | 14148              | 1015.3   | 21455          | 940      |
| n         | 144                | 144      | 273            | 273      |

Tabla 6. Estadística descriptiva de los organismos en las capturas.

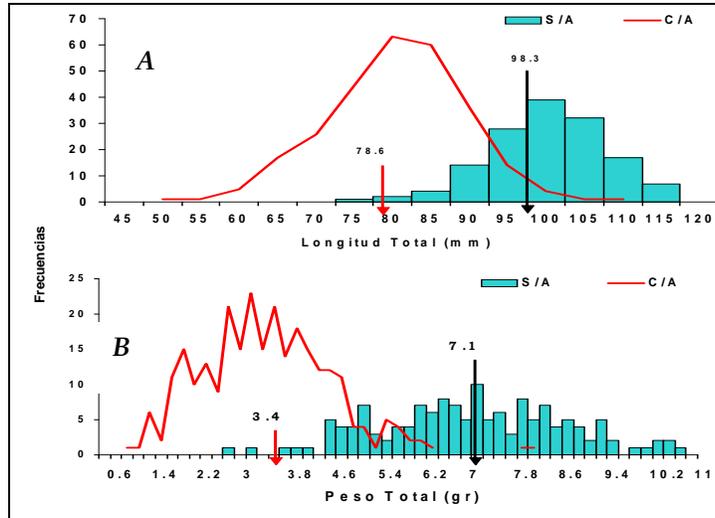


Fig. 27. Frecuencia de talla y peso correspondientes a las capturas con alimento y sin alimento en el Sistema Lagunar La Joya-Buenavista, Chis.

#### VI.2.1.5.2 Mortalidad

Al realizar el ajuste por medio de una regresión lineal simple entre las tallas mejor representadas e integrarlas en la rama derecha de las curvas de captura (Fig. 28), se obtuvieron los valores de los coeficientes de mortalidad total (Z), natural (M) y por pesca (F) (Tabla 7).

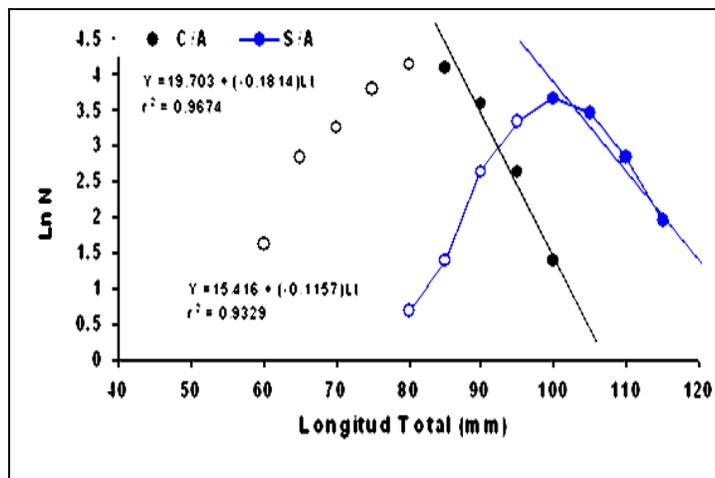


Fig. 28. Estimación de la mortalidad total (Z) a través de una curva de captura considerando las tallas.

| <b>Método tradicional</b> |               |               |               |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>r<sup>2</sup>=0.97</b> | <b>Z=0.18</b> | <b>M=0.08</b> | <b>F=0.10</b> |
| <b>Método purineo</b>     |               |               |               |
| <b>r<sup>2</sup>=0.93</b> | <b>Z=0.16</b> | <b>M=0.08</b> | <b>F=0.08</b> |

Tabla 7. Coeficientes de mortalidad total, natural y por pesca.

## VII. DISCUSIÓN

### VII.1 Altamar

#### VII.1.1 *Cierre de la temporada de pesca del camarón 2001-2002.*

La comparación de la captura histórica muestra una disminución en el intervalo de tallas y en la talla media poblacional de *L. vannamei*, lo cual, al relacionarlo con los resultados obtenidos en el Sistema Lagunar, puede deberse a una sobrepesca de juveniles y por consiguiente ocasionar una disminución periódica en la talla y número de reclutas a la zona marina. En el caso de *F. californiensis* esta disminución no fue tan marcada, lo que se puede explicar considerando dos factores: el primero, es que la presión pesquera por su valor y demanda en el mercado, es menor que la de *L. vannamei* y el segundo, es que esta especie ha sido colectada en pequeñas áreas aledañas al Sistema Lagunar La Joya-Buenavista, en donde los nuevos reclutas únicamente son afectados por la mortalidad natural.

#### VII.1.2 *Apertura de la temporada de pesca del camarón 2002-2003.*

En los muestreos de junio de 2002 la especie con mayor abundancia relativa fue *F. californiensis*, que representó el 69.7% de la muestra analizada, en tanto que en julio *L. vannamei* fue la más abundante con un 49.4%. En términos de biomasa *L. vannamei* fue la especie dominante a diferencia de muestreos anteriores en donde el *F. californiensis* registró los valores más altos. Esta alternancia en la abundancia de especies y la mayor biomasa de *L. vannamei* se relaciona con la cobertura del área de distribución de los organismos, ya que durante el primer crucero (junio 2002) se muestrearon más estaciones y por lo tanto la cobertura del área de arrastre respecto a la zona de estudio fue mayor que para el segundo crucero (julio 2002), además de que para este último no se muestreó la Subzona 91 (de Punta Chipehua a Cerro Pelón, Oax.) en donde, los datos del primer crucero y los históricos reflejan que en esta región las especies dominantes son: *F. californiensis* y *F. brevirostris*. Otro aspecto que influye en los resultados, es la variación en la luz de malla de las artes de pesca utilizadas en los muestreos, ya que al ser sorteadas las embarcaciones participantes, se presenta esta variante, y en el caso de este estudio durante el primer crucero se utilizó una red con mallas de 1¾ en el cuerpo y bolso, mientras que en el segundo se trabajó con una luz de malla de 2¼.

Respecto a la estructura sexual, se tuvo una proporción mayor de hembras que de machos, lo que se considera normal, considerando la distribución diferencial de hembras y machos en crustáceos y como se comprueba también en las estadísticas de los muestreos que se realizan en las plantas procesadoras a lo largo de la temporada de pesca.

En junio la población de *L. vannamei* presentó una talla media de 175.1, agrupándose la mayor parte de las frecuencias entre los 165 y 205 mm, mientras que en julio la talla media disminuyó en aproximadamente 5 mm y el mayor porcentaje de las frecuencias se ubicó entre los 135 y 210 mm. El análisis de varianza revela diferencias

significativas ( $\alpha=0.05$ ) entre ambas distribuciones, lo cual se atribuye a la variación en la selectividad del arte de pesca.

En lo que respecta a *F. californiensis*, la talla media observada en junio (148.8 mm) se incrementó 5 mm. (153.8 mm) en julio, aún cuando esta variación parece mínima al realizar el análisis de varianza muestra diferencias entre las distribuciones de frecuencias ( $\alpha=0.05$ ), las cuales también son atribuibles a los cambios en la luz de malla de las redes.

En cuanto a la estructura sexual se observó que en junio el 62.3% de las hembras de *L. vannamei* se encontraba en proceso de maduración y reproducción, mientras que en julio el porcentaje disminuyó al 59.6%, de cualquier forma puede considerarse que ambos resultados indican niveles altos de reproducción al compararse con el registro histórico.

En lo que respecta a *F. californiensis* se observó que en junio el 62.4% de las hembras se encontraba en esta misma fase y en julio el 65.4%, lo que indica que la veda fue aplicada correctamente.

Uno de los problemas que se presentan regularmente durante los muestreos en periodo de veda, es que la variación en las condiciones meteorológicas y tecnológicas de las embarcaciones, impiden que los muestreos se realicen de acuerdo al diseño de muestreo planeado inicialmente, sobretodo en cuanto al número y ubicación de las estaciones, por ejemplo, en el caso de este estudio, aunque se tenían considerados 62 sitios de muestreo, en junio se hicieron 57 y en julio 44. No obstante que en el segundo periodo el número de arrastres fue menor, al comparar los resultados muestran un mayor volumen de captura que en el primer periodo, lo que indica una rápida recuperación de estas poblaciones cuando no son sometidas a presiones de pesca. El rendimiento general registrado para la zona 90 durante el primer crucero fue de 2.7 kg/hora de arrastre, en tanto que en el segundo fue de 4.3 kg/hora de arrastre, rendimiento que representa un incremento de 159.3%, en ambos la especie dominante fue *L. vannamei*.

### VII.1.3 Cierre de la temporada de pesca del camarón 2001-2002.

Los resultados de los muestreos nos indican que las poblaciones de *L. vannamei* y *F. californiensis* redujeron de forma importante su abundancia de tallas grandes, con un mayor impacto en la pesquería de *L. vannamei*, donde se observó que al paso del tiempo la fracción adulta desapareció y los juveniles fueron cada vez más, el grueso de la población capturada. Esta situación tiene un efecto directo sobre el proceso de reproducción, ya que impide que los organismos recién reclutados de los sistemas lagunares y que constituyeron cerca del 75% de la población en 2002, alcancen la talla y madurez necesaria para reproducirse.

Los registros de las capturas muestran que la temporada de pesca de camarón 2002-03, fue mala en comparación con la 2001-02 y semejante a la 2000-2001, aunque esta disminución puede fundamentarse en la variación de las condiciones meteorológicas en el Golfo de Tehuantepec, ya que en 2002-03 el patrón de los vientos del Norte fue más irregular que en los años anteriores (principalmente en noviembre de 2002) SEPESCA (1990).

## VII.2 Sistema Lagunar

### VII.2.1 Abundancia Postlarval.

Los resultados de este estudio muestran que *L. vannamei* presentó desoves importantes en marzo y de mayo a julio de 2002 (periodo regular de reproducción) y desoves parciales en noviembre de 2002 y enero de 2003. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Medina-Reyna en 1991, que mediante muestreos planctónicos en la zona marina de la región, encontró que las mayores abundancias de postlarvas, tanto de esta especie como para *F. californiensis*, se presentaron de junio a agosto (mayor incidencia en junio) y con los obtenidos por Mariano (1994) en la bocabarra de Tonalá, donde la mayor abundancia la obtuvo en: febrero, julio, octubre y diciembre, mientras que en el frente de playa en: febrero, abril, julio y diciembre. En el caso de *F. californiensis* la abundancia postlarval también es comparable con los resultados obtenidos por los mismos autores, en el caso de Mariano (*op.cit.*), la mayor abundancia para esta especie la obtuvo en: mayo, julio, noviembre y diciembre, mientras que en frente de playa en: enero, abril y octubre, aunque las tallas más grandes para esta especie se presentaron en noviembre del 2002 y enero del 2003, y el ejemplar de mayor talla (10.9 mm) se capturó en noviembre de 2002.

#### VII.2.2 Tallas de inmigración postlarval.

En el caso de la talla promedio con la que los primeros estadios de las especies evaluadas penetran al Sistema Lagunar fueron de: 6.46 mm para *L. vannamei* y de 9 mm para *F. californiensis*. Estos resultados se consideran normales, tomando en consideración lo señalado por Macías-Regalado y Calderón-Pérez (1979) para el Sistema Lagunar Huizáche-Caimanero, Sin., quienes mencionan que el ingreso de esta fase la realizan con una talla mayor de 8 mm en periodo de secas y menor a la misma en lluvias.

#### VII.2.3 Parámetros ambientales.

Una de las preocupaciones de la comunidad pesquera en del Sistema Lagunar es el posible deterioro del ambiente por el uso reiterado del método de purineo en la captura de camarón, es por esto que se realizó la determinación de parámetros fisicoquímicos en agua, sin embargo, los valores obtenidos no comprueban esa hipótesis, ya que los valores obtenidos tanto para el método tradicional como el del purineo no mostraron diferencias estadísticas significativas. El bajo nivel de oxígeno disuelto (1.43 mg/L), con un valor similar en ambos métodos, puede deberse a diferencias entre las tasas fotosintéticas y respiratorias (comunes en Sistemas Lagunares), o a que en ambientes con poca circulación cíclica es posible registrar condiciones prácticamente anaeróbicas (menores a 1.0 ml/L) (De La Lanza-Espino y Cáceres-Martínez, 1994), o bien a que el Sistema Lagunar en cuestión presenta zonas críticas, debido al cierre de bocabarras y a la disminución de la superficie de manglares (Rendón-Von Osten, *et al.* 1994), pero esto es tan sólo una hipótesis.

Respecto a los altos niveles de SDT, se observó una relación directa con la salinidad, no obstante los valores extremos de sólidos disueltos totales, que representan una variación local, principalmente entre las estaciones 10 y 17.

En cuanto al pH y OD, los resultados obtenidos muestran una correlación con la temperatura y esto puede deberse a la profundidad promedio del Sistema Lagunar (< 2m), razón por la cual habría mayor evaporación sobre todo en la bocabarra.

El potencial REDOX y la turbidez mostraron un comportamiento distinto a los demás parámetros, además, entre sí muestran un comportamiento independiente y sin una tendencia definida. La turbidez es un índice indirecto de la cantidad de sólidos en suspensión y se obtuvieron valores altos (excepto en las estaciones 21 a 29), la razón

pudo ser la poca influencia de los vientos y circulación del agua en los puntos de muestreo. Se recomienda continuar con el monitoreo de estos parámetros variando los sitios muestreados para confirmar o descartar estas suposiciones.

#### VII.2.4 Carbono sedimentario

Otra forma de evaluar el posible impacto del método de *purineo* en la zona de estudio fue a través de la estructura sedimentaria, debido a que representa el sitio en donde se deposita el material en suspensión. La concentración de  $C_{org}$  en sedimentos marinos es controlada por una variedad de procesos que regulan el aporte, la degradación y la preservación de varios componentes. La mayoría de la materia orgánica aportada a los sedimentos es fácilmente degradada y reciclada, siendo sólo un pequeño porcentaje el que se entierra permanentemente. En este proceso el oxígeno y el sulfato intervienen como los agentes oxidantes más importantes (Middelburg, 1992).

Entre los resultados obtenidos se encuentran algunos valores negativos, los cuales se asocian a un error analítico en la cuantificación del  $C_{org}$ , además de que en términos generales no son representativos, ni significativos.

En los tres sitios de muestreo el nivel de  $C_{org}$  es contrastante. En los primeros 10 cm de la columna sedimentaria en Barrio Pobre, el agente oxidante fue el oxígeno, mientras que en el resto fue el sulfato, debido a las condiciones prácticamente anóxicas de esta fracción. En la Joya Buenavista los primeros 10 cm presentaron concentraciones altas de  $C_{org}$  ( $\approx 0.590$ ) y sobrecarga de materia orgánica, esto pudo deberse a que las condiciones hidrodinámicas de la laguna no favorecen la recirculación del agua. La Grillita, presentó un perfil típico de zonas con buena circulación de la columna de agua y remineralización de la materia orgánica.

#### VII.2.5 Estructura por talla

Es relevante la presencia de dos grupos principales de modas en junio y julio de 2002, lo que podría estar indicando la presencia de dos niveles máximos de reclutamiento.

A pesar de no tener resultados de todos los meses del 2002, ese año, la media de las tallas fue menor que las del año anterior. Durante abril, mayo y junio del 2002, la media de los valores de la talla descendió considerablemente (83.4 mm). Estos cambios pueden relacionarse con el reclutamiento, el crecimiento individual y la mortalidad de los organismos de acuerdo con los valores obtenidos en este estudio para cada rubro.

## VIII CONCLUSIONES

### VIII.1 Altamar

#### VIII.1.1 Conclusiones cierre de la temporada de pesca en el Golfo de Tehuantepec 2001-02

- La temporada de pesca 2001-02 estuvo predominantemente integrada por camarón café (71.3%), el cual mostró una importante recuperación respecto a las dos temporadas anteriores. En tanto que las capturas de *L. vannamei* representaron el 21.8% respecto a las capturas de las temporadas 1999-00 (40.4%) y 2000-01 (37.8%), lo que implica un impacto sobre la población que requiere de acciones de protección de juveniles en los Sistemas Lagunares para recuperar la población adulta en altamar.
- El periodo de mayor actividad reproductiva de *L. vannamei* fue de junio a octubre de 2001, en tanto que el de *F. californiensis* abarcó de junio a diciembre de 2001.

- Los rendimientos obtenidos de ambas especies en el mes de febrero, se ubican en niveles inferiores a los registrados en las últimas dos temporadas de pesca. Lo que refleja una severa disminución de ambas poblaciones, al grado que el repunte que debiera darse en ese mes para el próximo año, probablemente no sea de la misma magnitud que en la temporada evaluada.

Con base en estas conclusiones y considerando la necesidad de evitar un mayor deterioro de ambas poblaciones, protegiendo a los reclutas y buscando afrontar el próximo periodo reproductivo con una mayor abundancia de reproductores, se recomienda que la fecha del cierre de la temporada de pesca en el Golfo de Tehuantepec se realice antes de la primera quincena de marzo.

#### *VIII.2.1 Conclusiones apertura de la temporada de pesca en el Golfo de Tehuantepec 2002-03*

- *L. vannamei* disminuyó su talla media poblacional 4.2 mm, mientras que *F. californiensis* la incrementó 5 mm.
- Ambas especies tuvieron altos índices reproductivos, lo que justificó la aplicación de la veda en el periodo determinado.
- Los rendimientos generales (kg/hora de arrastre) mostraron un importante incremento del primero al segundo crucero (junio a julio de 2002).
- De acuerdo con los resultados obtenidos se consideró que la siguiente temporada de pesca pudiera iniciar en septiembre y se estimó que durante los primeros 3 meses se podrían capturar 420 toneladas de camarón.

#### *VIII.3.1 Conclusiones para el Cierre de la temporada de pesca del camarón 2002-2003.*

- La población de *L. vannamei* presentó una disminución importante en su estructura por tallas, no así la de *F. californiensis* que se mantuvo sin cambios significativos que evidenciaran los efectos de la pesca.
- Ambas poblaciones muestran una mayor abundancia de hembras en relación con los machos.
- *L. vannamei* presentó un par de pulsos reproductivos, el primero en octubre de 2002 con un 36% de abundancia relativa de las hembras y el segundo en enero de 2003 con 31% de hembras.
- El desarrollo gonádico de *L. vannamei* se encontró en un intervalo de valores que coincidió con la tendencia histórica, por lo que el alto porcentaje de madurez gonádica obtenido en enero del 2003, mostró que el inicio de su ciclo reproductivo estaba próximo.
- Los valores de madurez gonádica que se tuvieron para *F. californiensis* fluctuaron cerca de la media histórica, por lo que se prospectó que a partir de febrero del 2003 hubiera un incremento en la población de esta especie.
- Durante los muestreos realizados para el cierre de la temporada de pesca de camarón 2002-03 se registró una captura acumulada de 457 toneladas con un esfuerzo de 147 embarcaciones, en las cuales *F. californiensis* representó el 66% de las capturas desembarcadas contra el 33.6% de *L. vannamei*.
- Un factor que influyó en la disminución de la captura fueron los fuertes vientos presentados en el Golfo de Tehuantepec durante los meses de muestreo durante 2002, ya que el cierre de los Puertos impidió que las embarcaciones salieran a pescar durante varios días.

- De acuerdo con el ligero incremento que tuvieron los rendimientos en enero del 2003, se consideró que se podría mantener la pesca hasta febrero, prolongándose incluso hasta mediados de marzo.
- Con la finalidad de permitir la incorporación de un mayor número de juveniles a la zona marina, se recomendó que durante el periodo de veda, no se utilicen artes de pesca fijos (tapos y atravesadas) y se incremente la vigilancia para impedir el uso de copos en los Sistemas Lagunares.

## VIII.2 Sistema Lagunar

### VIII.2.1 *Reclutamiento y tallas de inmigración de postlarvas.*

El área de estudio puede caracterizarse como una zona sujeta a anomalías cálidas durante la mayor parte del año, mientras que en términos de salinidad se consideró como una zona con un ambiente predominantemente marino.

Del total de postlarvas colectadas, el 61% fueron de *F. californiensis* y 21% de *L. vannamei*.

Las postlarvas de *L. vannamei* estuvieron presentes en todas las colectas con densidades de 3.41 a 5.54 postlarvas por m<sup>3</sup>, mientras que la mayor abundancia relativa de postlarvas de *F. californiensis* fue de 35.7 postlarvas por m<sup>3</sup>.

La talla de inmigración promedio anual de *L. vannamei* fue de 4.63 mm y la de *F. californiensis* de 7.8 mm.

### VIII.2.2 *Caracterización hidrológica*

De acuerdo con los resultados obtenidos, el Sistema Lagunar La Joya-Buenavista se caracterizó como mesohalino tropical ( $29 \pm 2.6^{\circ}\text{C}$ ). Mantuvo un oxígeno disuelto de  $2.88 \pm 1.12$  mg/L y un pH de  $9.12 \pm 0.67$ , valores que representan niveles óptimos para el crecimiento del camarón. Esto no fue así en cuanto a los valores obtenidos para sólidos disueltos totales que en algunos sitios tuvieron niveles altos, adversos para el desarrollo del camarón, he inclusive hasta para la sobrevivencia de algún crustáceo.

### VIII.2.3 *Estructura por talla de juveniles de L. vannamei*

El intervalo de talla mejor representado fue de 76 a 96 mm de longitud total, con una mayor variación en junio y julio cuando se da la mayor migración al sistema marino, por lo que los cambios en la talla se relacionan con el crecimiento, migración y mortalidad, tanto natural como por pesca.

### VIII.2.4 *Método purineo*

Los parámetros fisicoquímicos evaluados para conocer la calidad del agua, no mostraron diferencias significativas que permitan considerar que el *purineo* afecte el ambiente lagunar, ya que solamente la estructura sedimentaria presentó valores adversos pero atribuibles a las condiciones hidrodinámicas que prevalecieron en la temporada de muestreo, más que al método en sí, sin embargo, desde el punto de vista pesquero, si tiene un impacto negativo sobre la estructura poblacional, ya que al capturar una alta proporción de tallas pequeñas se incrementa la mortalidad de los individuos que podrían alcanzar tallas reproductivas y esto impacta la pesquería de estos organismos.

## IX LITERATURA CITADA

Acosta C. J. R. 1989. Evaluación técnica, social y económica del sistema de cultivo artesanal de camarón en la costa de Chiapas. *Sepesca*; México. 125 p.

- Anónimo. 1993A. Caracterización biológico pesquera del camarón en la laguna Mar Muerto y Marismas del estado de Oaxaca. Estudio técnico que para obtener la concesión para la captura de camarón presenta la Soc. Coop. de Prod. Pesq. "Ixhuatán", S. C. L. *Sría. de Pesca. Dir. Gral. de Admón. de Pesquerías*. México. 146 p + anexos.
- Anónimo. 1993B. Caracterización biológico pesquera del camarón en las lagunas Occidental, Oriental y Marismas del estado de Oaxaca. Estudio técnico que para obtener la concesión para la captura de camarón presenta la Soc. Coop. de Prod. Pesq. "Jaltepec de la Mar", S. C. L. *Sría. de Pesca. Dir. Gral. de Admón. de Pesquerías*. México.
- Barrera-Huerta, R. R. 1976. Estudio sobre los tamaños de captura comercial de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en las lagunas Oriental y Occidental y Marismas de Oaxaca, México. *Mem. del Simp. sobre Biol. y Din. Pobl. de Camarones, Guaymas, Son. Del 8 al 13 de agosto*. 114 - 128.
- Chávez, E. A., Castro-Aguirre, J. L., Sevilla, M. L., Hidalgo, E., Parra, M. J., García-Camacho, A. y Castro-Ortiz, J. L., 1974. Estudio para determinar la época de entrada de post-larvas de camarón a las lagunas Oriental y Occidental de Oaxaca. *Inf. Def. Esc. Nal. Cienc. Biol. Contrato N°, AC-E-73-6 Cen. Sria. de Recs. Hidr. México, D. F.* 1-269.
- Chávez, E. A. 1979. Diagnósis de la pesquería de camarón del Golfo de Tehuantepec, Pacífico Sur de México. *An. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 6 (2): 7-14.
- Chávez, E. A. 1982. Evaluación y diagnóstico de la pesquería del camarón en el Golfo de Tehuantepec. CINVESTAV, Mérida.
- Cruz-Romero, M. e I. Reyna, C. 1976. Análisis de algunos parámetros poblacionales del camarón de altamar de Salina Cruz, Oaxaca. *Mem. Simp. Biol. Dinam. Pobl. Camarones, Guaymas (Méx)*. Agosto 8 al 13; 1976. 1:387-408. 9 figs.
- Csirke, B. J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, DOC. Téc. Pesca, (192): 82 p.
- De la Lanza – Espino, Guadalupe (1994). Química de las Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano. En: *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. Guadalupe de la lanza espino y Carlos Cáceres Martínez (Eds.). UABCS. Pp.: 127 – 189.
- Galeana, I. 2003. Estudio de la selectividad en la bolsa de las redes de arrastre camaroneras del pacífico mexicano. Taller nacional sobre selectividad de sistemas de pesca de arrastre para camarón. Implicaciones para el ordenamiento pesquero. CONAPESCA-SAGARPA. 83 p.
- García-Borbón, A. J., E. F. Balart, J. de J. Gallo, P. A. Loreto, C. Pesquería de camarón. 186 - 206 pp. En: *Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur*. Casas-Valdez, M. y Ponce-Díaz (eds.). Vol. I; 350
- García, S. y L. Le Reste. 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO Doc. Téc. Pesca, (203); 180 p.
- Gezán-Soto, L. N., 1976. Estudio de postlarvas de camarón y otros parámetros para normar el criterio de operación de una estructura de control de niveles. En: Castro-Aguirre, J. L. (ed.). *Mem. Simp. Biología y Dinámica Poblacional de camarones*. SIC/Subsecretaría de Pesca. Inst. Nac. De la Pesca. 8-13 ago. 1976. Guaymas, Son. México 2: 228-264.
- Grande Vidal, J. M. y A. Arias. (1986) Selectividad de los principales tipos de redes de arrastre camaroneras utilizadas por la flota comercial de Mazatlán, Sin. FAO Expert Consultation on selective shrimp trawl development. Mazatlán, Sin. México (24-28 nov.1986). *Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca, Sría. De Pesca. México* (8) 83-106. (1991).

- Grande-Vidal J. M. y A. Arias, U. 1991. Selectividad de los principales tipos de redes de arrastre camaroneras utilizadas por la flota comercial de Mazatlán, Sin. *Ciencia Pesquera*, Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca. México. (8): 83-106.
- Grande Vidal, J. M.; D. Aguilar R.; H. A. Gil-López y S. Sarmiento-Náfate. 1998. Pesca experimental comparativa de las redes de arrastre camaroneras utilizadas en el Golfo de Tehuantepec. SEMARNAP/INP. Informe de investigación. 20 p.
- Grande-Vidal, M. *et al.* 1988. Informe técnico de avance, de la evaluación biotecnológica de los sistemas de captura del camarón, en el Mar Muerto. Centro Reg. de Invest. Pesq. Salina Cruz, Oaxaca. *Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca.* México. 8 p + anexos.
- INP. 1989. Dictamen técnico para dar por concluido el periodo de veda en aguas de altamar de la plataforma continental del Pacífico mexicano e iniciar la temporada de pesca 1989-1990. Centro Reg. de Invest. Pesquera Mazatlán, Sinaloa, *Inst. Nal. de la Pesca.* México. 76 p.
- INP. 1990. Dictamen técnico para implantar la veda de camarón de altamar en aguas del Pacífico mexicano. Centro Reg. de Invest. Pesq. Mazatlán, Sin. *Inst. Nal. de la Pesca.* México. 34 p.
- INP, 2000. Sustentabilidad y pesca responsable en México: evaluación y manejo 1997-1998.
- Macías-Regalado, E. y A. Calderón-Pérez. 1979. Talla de inmigración de postlarvas de camarón al sistema lagunar Huizáche-Caimanero, Sinaloa, México. (Crustacea, Decapoda, *Penaeus*). An. Centro de Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Vol. 6(2) 99-106.
- Mariano, A. A. M. 1994. Incidencia postlarval de tres especies de camarón del género *Penaeus* (*P. vannamei*, Boone, 1931; *P. stylirostris*, Stimpson, 1874 y *P. californiensis*, Holmes, 1900), Crustácea: Decapoda, en un ciclo anual en la boca barra de Tonalá, Chiapas, México. *Tesis de Lic., Fac. de Biol., Univ. Veracruzana, Tuxpan, Ver.*, 58 p.
- Medina-Reyna, C. E. 1986. Muestreo preliminar de postlarvas de camarón. Inf. Activ. Realizadas. Rep. Manuscrito. Centr. De Est. Tec. Del Mar, Salina Cruz, Oax. 34 p.
- Middelburg, Jack J. (1992). Organic Matter Decomposition in the Marine Environment. *Eyclopedia of Earth System Science, Volume 3.* Academic Press, Inc. USA. Pp.: 493 – 499.
- Pastor *et.al.* 1993. Caracterización ambiental y de los recursos biológicos pesqueros de los sistemas lagunares Huave, Chacahua-La Pastoría, Oax., La Joya-Buenavista, Carretas-Pereyra, Cordón Estuárico-Mar Muerto, Chis. INP. Dir. de Anál. de Pesquerías. Subdir. de Invest. en Acuacult. y Pesquerías. Secretaría de Pesca. México. 126 p.
- Pauly D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *FAO. Doc. Tec. Pesca.* (234):49 p.
- Pérez, P. A. M., I. E. Reyna, C., H. T. Salinas, O., S. Sarmiento N. y H. A. Gil, L. 1991. Resultados del estudio sobre el recurso camarón (*Penaeus* spp) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. Centro Reg. de Invest. Pesq. Salina Cruz, Oaxaca. *Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca.* México. 15 p + anexos.
- Ramos-Cruz, S. 1998. Análisis de la pesquería del camarón *Penaeus spp* en la laguna del Mar Muerto Oaxaca-Chiapas, México. *Jaina.* EPOMEX. Univ. Autón. Campeche. 9(3): 8-10.
- Ramos-Cruz, S. 2000a. Composición por tallas, edad y crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Natantia:Penaeidae), en la Laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México. *Rev. Biol. Trop.*, 48(4): 873-882.
- Ramos-Cruz, S. 2000b. Propuesta fundamentada para la apertura de la temporada de pesca de camarón 2000-2001, en el Golfo de Tehuantepec, México. Informe técnico del

- Centro Reg. de Invest. Pesquera, Salina Cruz, Oaxaca. *Inst. Nal. de la Pesca*. México. 7 p.
- Ramos-Cruz, S. 2001. Análisis de los resultados de los cruceros de veda del camarón en el Golfo de Tehuantepec, México (Junio-Agosto del 2001) y propuesta para apertura de la temporada de pesca 2001-2002. Informe técnico del Centro Reg. de Invest. Pesquera, Salina Cruz, Oaxaca. *Inst. Nal. de la Pesca*. México. 10 p.
- Rendón-von Osten, J., Vásquez – Sánchez, M. A. e I. J. March. 1994. Calidad del agua y captura de camarón en el sistema lagunar La Joya – Buenavista, Chiapas, México. Documento de el Colegio de la Frontera Sur. Colocación TE 628.11 6097 R4. S/F.
- Reyna-Cabrera, I. E., I. Tamaríz, H. y G. Oviedo, R. 1995. Dictamen para recomendar el inicio de la temporada de captura 1994-1995 del camarón de altamar en el litoral de Oaxaca y Chiapas. Informe técnico del Centro Reg. de Invest. Pesquera, Salina Cruz, Oaxaca. *Inst. Nal. de la Pesca*. México. 2 p.
- Reyna-Cabrera, I. E. y G. Oviedo, R. 1996. Resultados de los muestreos de camarón de altamar efectuados durante la veda de 1996, en las costas de Oaxaca y Chiapas, México. Informe técnico del Centro Reg. de Invest. Pesquera, Salina Cruz, Oaxaca. *Inst. Nal. de la Pesca*. México. 6 p.
- Reyna-Cabrera, I. E., G. Oviedo, R. e I. Tamaríz, H. 1997. Evaluación del recurso camaronero de altamar para el cierre de veda e inicio de captura de la temporada 1996-1997. Informe técnico del Centro Reg. de Invest. Pesquera, Salina Cruz, Oaxaca. *Inst. Nal. de la Pesca*. México. 11 p.
- Reyna-Cabrera, I. E. y S. Ramos-Cruz. 1998. La pesquería de camarón de altamar. Cap.12, 163-178. *En: M. Tapia-García (ed.) El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. Univ. Autón Metrop-Iztap, México* 240 p.
- Reyna-Cabrera, I. E., I. Tamaríz, H. y G. Oviedo, R. 1998. Dictamen para cierre de veda e inicio de la temporada de captura de camarón de altamar 1997-1998, en el Golfo de Tehuantepec, México. Informe técnico del Centro Reg. de Invest. Pesquera, Salina Cruz, Oaxaca. *Inst. Nal. de la Pesca*. México. 6 p.
- SAGARPA-CONAPESCA. 2000. Anuario estadístico de pesca. 271 p.
- Sarmiento, N. S. 1991. Estudio para la determinación de abundancia de postlarvas de peneidos en frentes de playa del litoral chiapaneco (Pacífico sur mexicano). *Centro Reg. de Invest. Pesq. Salina Cruz, Oax., Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca*. México. 34 p.
- Sarmiento-Náfate, S. y H.A. Gil-López. 1996. Efecto de la modificación de una red camaronera para la reducción de la captura de Fauna Acompañante del Camarón, en el Golfo de Tehuantepec. SEMARNAP/INP/ Informe técnico interno. 23 p.
- SEPESCA, 1990. Bases para el ordenamiento costero-pesquero de Oaxaca y Chiapas (Aspectos generales). Secretaría de Pesca, México. 219 p
- Sepúlveda, M. A. y Soto, G. L. A. 1991. Relación de la precipitación pluvial y la temperatura atmosférica sobre la producción camaronera del Golfo de Tehuantepec, México. 665-677. *VII Congreso Nal. De Oceanografía*. Tomo II. Pesca.
- Sierra, R. P. 1993. Abundancia estacional de postlarvas de *P. vannamei* en la bocabarra de Tonalá, Chiapas (Investigaciones del CRIP Salina Cruz hasta 1992). *Centro Reg. de Invest. Pesq. Salina Cruz, Oaxaca. Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca*. México. 3 p.
- Sierra, R. P. y S. Sarmiento, N. 1993. Selectividad y captura de dos redes agalleras utilizadas para la pesca de camarón en la laguna del Mar Muerto. *Centro Reg. de Invest. Pesq. Salina Cruz, Oax., Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca*. México. 21 p

- Sparre, P. y S. C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte I Manual. FAO Doc. Téc. de pesca. No. 306.1, Rev. 1. Valparaiso (Chile), 420 p.
- Tena, V. F. 1980. La disponibilidad de postlarvas de camarón para la actividad acuacultural de la costa de Chiapas. *Depto. de Acuacultura. Sría. de Pesca. Deleg. Fed. de Pesca, Chiapas.*
- Verardo, D.J., P.N. Froelich y A. McIntyre (1990). Determination of organic carbon and nitrogen in marine sediments using the Carlo Erba NA-1500 Analyzer. *Deep Sea Research*, Vol. 37 (1). Pp.: 157 – 165.
- Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil. 1988. Metodología en la evaluación de recursos demersales tropicales: Tendencias y orientación. Cap. 8, 175-208. En: A. Yáñez-Arancibia y P. Sánchez-Gil. *Ecología de los recursos demersales marinos: fundamentos en costas tropicales*. AGT Editor, S. A. 228 p.