



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL
NOROESTE, S. C.

Programa de Estudios de Posgrado

Distribución y abundancia del camarón café
Farfantepenaeus californiensis en el Sistema Lagunar de
Agiabampo, Sonora-Sinaloa, México

T E S I S

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación en Biología Marina)

p r e s e n t a

Mercedes Marlenne Manzano Sarabia

La Paz, B. C. S., Noviembre de 2003

COMITÉ TUTORIAL

Dr. César Augusto Salinas Zavala
Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega
Dr. Daniel Bernardo Lluch Cota

COMITÉ REVISOR DE TESIS

Dr. César Augusto Salinas Zavala
Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega
Dr. Daniel Bernardo Lluch Cota

JURADO DE EXAMEN DE GRADO

Dr. César Augusto Salinas Zavala
Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega
Dr. Daniel Bernardo Lluch Cota
Dr. Sergio Hernández Vázquez (Suplente)

RESUMEN

Distribución y abundancia del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* en el Sistema Lagunar de Agiabampo, Sonora-Sinaloa, México

El presente estudio aborda el papel ecológico del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* en una laguna hipersalina del noroeste de México, el Sistema Lagunar de Agiabampo, Sonora-Sinaloa (SLA). Desde hace unas décadas se ha interrumpido el aporte de agua dulce al SLA, generando cambios en las condiciones de salinidad. En diversos trabajos se ha considerado al camarón café *F. californiensis* como una especie que depende poco de las lagunas costeras y que incluso, puede completar su ciclo de vida sin ingresar a ellas. En contraste, se ha observado en años recientes que esta especie ha predominado en las capturas en el SLA de forma que la permanencia de *F. californiensis* en las lagunas costeras del noroeste de México podría haber cambiado hacia un mayor uso de este hábitat en función de las nuevas condiciones ambientales. El objetivo principal de esta investigación es actualizar el conocimiento que se tiene acerca del uso del hábitat lagunar por parte de esta especie. Se realizaron muestreos de Diciembre de 2001 a Julio de 2002 en la boca del SLA durante la luna nueva y luna llena ± 1 día en el caso de las postlarvas, mientras que para los juveniles, subadultos y adultos el periodo de estudio se realizó de Enero a Diciembre de 2002 durante la luna llena ± 1 día en 24 estaciones georreferenciadas. Los muestreos fueron realizados en cuatro embarcaciones menores, durante la pleamar y bajamar. Se utilizó una red de arrastre conocida como “chango”, donde cada lance tuvo una duración de diez minutos. Los registros biológicos obtenidos

fueron: especie, madurez gonadal, longitud total, peso y sexo. Se elaboraron gráficos de la estructura de tallas, madurez gonadal y se elaboraron mapas de distribución y abundancia del recurso dentro del sistema lagunar utilizando el software Surfer 8.0. Se realizaron análisis entre la abundancia y las variables temperatura, salinidad y precipitación, así como las relaciones interespecíficas. Se realizó una comparación de la variación espacio-temporal del recurso durante un ciclo anual, encontrando que el efecto conjunto entre a) la hidrodinámica y b) las condiciones marinas e hipersalinas y temperatura, son los elementos principales que coadyuvan a que *F. californiensis* se encuentre en el SLA durante un tiempo mayor al reportado en estudios precedentes; en el primer caso permite el ingreso y retención de las postlarvas y la salida de los organismos subadultos y adultos del sistema, mientras que en el segundo favorecen la permanencia de la especie al ser condiciones por las cuales muestra preferencia. Aunado a estos factores, la presencia de áreas de manglar y sedimentos son características del SLA de interés para esta especie.

Palabras clave: camarón café, laguna costera, papel ecológico.

ABSTRACT

Distribution and abundance of the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* in the Agiabampo Lagoon Complex

The ecological role of brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* in the Agiabampo Lagoon Complex (ALC) was analysed. ALC like other coastal lagoons of Northwest Mexico are characterized by low rainfall and no river discharge increasing salinity. Nevertheless, the brown shrimp is a species whose preferred habitat has been considered marine, little dependent on lagoons for completing its life cycle. From recently differences concerning predominance of brown shrimp inside the ALC have been observed suggesting changes on its life history. The objectives of the research were: to examine the temporal patterns of abundance of postlarvae, juvenile and adults brown shrimp in relation to environmental variables and to identify the species composition of penaeoid shrimps of the Agiabampo Lagoon Complex. Brown shrimp postlarvae were collected at the mouth of the lagoon from December 2001 to July 2002 and starting dates of samplings have coincided with new and full moons. Juvenile and adult samples were collected monthly both during the ebb and flood tide from January to December 2002 at 24 stations located in the lagoon, using a trawl net of 15 m long, with a 2.5 cm mesh size. Ten minute sampling were made at each station with simultaneous measurements of temperature and salinity. Abundance values were standardized to $\text{ind}\cdot\text{ha}^{-1}$. Several graphs of the structure of ages and maps of distribution and abundance of the resource within the system were elaborated using Surfer 8.0 software. A comparison was done of the space-temporary variation of the

resource during an annual cycle. Relations among circulation patterns, lunar cycle, environmental variables and abundance were discussed.

Key words: brown shrimp, coastal lagoon, ecological role.

DEDICATORIA

A mis padres, Elizabeth y Héctor y a mi hermana Evelyn, quienes son el eje de mi vida.

Mamá, este trabajo es tuyo y vamos por más.

A la Familia Torres, mi otra familia, especialmente a mi Ma' Pilar y a mi abuelito Vicente Torres (q.e.p.d), cuyas palabras siempre fueron de motivación.

A Miguel Ángel, por ser siempre incondicional.

A César, quien ha sabido ser jefe y principalmente amigo.

A Daniel y Alberto, mis tutores, por su tiempo, ayuda y amistad.

A mis amigos Marina, Laura, Diana, Arturo, Gloria, Karina, Azucena, Susi, Vero, Ehécatl , Alfredo, Abraham, CIBbrothers y a piedra de elfo Francisco, quienes me han acompañado en diversos momentos y a quienes tengo un profundo afecto.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fue realizado bajo el convenio 908-1G celebrado entre el Instituto Nacional de la Pesca y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La sociedad cooperativa “Sylvia Ramírez” brindó el apoyo logístico en el campo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico recibido a través de la beca 166339, así como de infraestructura.

Al Instituto Mexicano del Petróleo por brindarme una beca complementaria por créditos de Maestría a través del Proyecto 988-0.

Al Programa de Ecología Pesquera, dirigido por el Dr. Sergio Hernández Vázquez, por brindar apoyo económico para realizar diversas actividades relacionadas con mi trabajo de tesis a través del proyecto RP6.

A la Dirección de Posgrado a cargo de la Dra. Thelma Rosa Castellanos C., por las facilidades que siempre me brindaron, y especialmente a Osvelia Ibarra, Leticia González, Beatriz Gálvez y Guadalupe Sánchez, por sus finas atenciones desde que era aspirante a ingresar al Programa de Posgrado.

Al Dr. César Augusto Salinas Zavala, porque siempre se encuentra en la mejor disposición de brindarme sus observaciones en todas las actividades concernientes a la realización de mi Maestría, cuya calidad como investigador y persona hace que aun el trabajo más difícil sea fácil.

Al Dr. E. Alberto Aragón Noriega por recibirme en la Unidad Guaymas para realizar una estancia de investigación en dos ocasiones.

A mis compañeros “Sin-Sones”, ya que sin ellos el presente trabajo no se hubiera realizado.

A los investigadores que me impartieron clases, muy especialmente al Dr. Daniel Lluch Cota, autor de la mejor cátedra que he recibido.

A la M. en C. Patricia González Zamorano quien facilitó una capa digitalizada del Sistema Lagunar de Agiabampo así como entrenamiento en el manejo de los SIG.

A mis compañeros del Laboratorio de Pesquerías, Lalita, Carlos, Arminda y del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica quienes crearon un ambiente de trabajo muy agradable.

A Manuel Melero y Horacio Sandoval porque nuestros trabajos no podrían explicarse sin su colaboración y disposición para apoyarnos en todo momento, aun en las circunstancias de saturación de actividades.

A Lawrence Mercier por sus comentarios.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, por toda la infraestructura que nos brinda a los estudiantes.

CONTENIDO	Página
Resumen (Español)	
Resumen (Inglés)	
Dedicatoria	
Agradecimientos	
Lista de Figuras	
Lista de Tablas	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Marco de referencia	1
1.2 La pesquería de camarón en el Golfo de California	4
1.3 Especies registradas en las lagunas costeras del Noroeste del Pacífico Mexicano	6
1.4 Aspectos biológicos y ecológicos del camarón café <i>F.</i> <i>californiensis</i>	7
2. HIPÓTESIS	10
3. OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS PARTICULARES	10
4. MATERIAL Y MÉTODOS	12
4.1 AREA DE ESTUDIO	12
4.1.1 Ubicación geográfica	12
4.1.2 Clima	13
4.1.3 Sedimentos	13
4.1.4 Batimetría	15

4.2 Muestreo de Postlarvas	16
4.3 Muestreo de juveniles, subadultos y adultos	17
5. RESULTADOS	22
5.1 Variables ambientales	22
5.2 Postlarvas	24
5.3 Relación Longitud-Peso	25
5.4 Estructura de tallas	28
5.5 Madurez gonadal de las hembras de <i>F. californiensis</i>	32
5.6 Distribución y abundancia de hembras maduras y desovadas	35
5.7 Distribución y abundancia de juveniles, subadultos y adultos	37
5.8 Relaciones interespecíficas	41
5.9 Relación entre la abundancia y las variables ambientales	44
6. DISCUSIÓN	49
6.1 Inmigración de postlarvas	50
6.2 Relación Longitud-Peso	52
6.3 Estructura de tallas	52
6.4 Madurez gonadal, distribución y abundancia de las hembras de <i>F. californiensis</i>	54
6.5 Distribución y abundancia de juveniles, subadultos y adultos	55

6.6 Relaciones interespecíficas	57
6.7 Relación entre la abundancia y las variables ambientales	58
7. CONCLUSIONES	64
8. RECOMENDACIONES	65
9. LITERATURA CITADA	66
10. ANEXO	74

LISTA DE FIGURAS

Página

- Figura 1 Distribución de especies de camarones peneidos a lo largo del gradiente aguas estuarinas-aguas oceánicas, donde el grosor de la espiral representa la porción del ciclo vital realizada en estuarios. Tomado de Kutkuhn, 1966 (En: García y Le Reste, 1987) 2
- Figura 2 Ubicación del Sistema Lagunar de Agiabampo. Los puntos indican las estaciones de muestreo. En la estación señalada con un círculo también fue realizado el muestreo de postlarvas. Se indican los cuatro esteros que componen al sistema. 12
- Figura 3 Sedimentos, áreas de manglar, zonas inundables, profundidad y canales de riego en el SLA. Tomado de PROFEPA-CIBNOR, (En prensa, 2003). 14
- Figura 4 Batimetría del SLA. Sistema de coordenadas UTM. (Universal Transversal Mercator). Datum WGS-84. (World Geodetic System-84). Tomado de Burrola Sánchez *et al.* (2002). 15
- Figura 5 Salinidad (ups) y TSM (°C) promedio registradas al interior del SLA de enero a diciembre de 2002. Las barras muestran la desviación estándar. 23
- Figura 6 Salinidad promedio (ups) y precipitación mensual acumulada (mm) durante 2002. Las barras muestran la desviación estándar. 24
- Figura 7 Abundancia de postlarvas de *F. californiensis* en la boca del SLA, de diciembre de 2001 a julio de 2002. 25
- Figura 8 Relaciones morfométricas del camarón café *F. californiensis* para: a) Machos, b) Hembras y c) Ambos sexos. 27
- Figura 9 Promedio de la longitud total (mm) de machos y hembras de *F. californiensis*. Las barras muestran los intervalos de confianza al 95%. 29
- Figura 10 Distribución de frecuencias de la longitud total (mm) de *F. californiensis* dentro del SLA. 31

Figura 11	Desarrollo gonadal de hembras de <i>F. californiensis</i> en el SLA. La figura muestra el patrón de maduración de las hembras durante el año de estudio. El porcentaje fue calculado a partir del número de hembras por hectárea.	33
Figura 12	Longitud total promedio de hembras de <i>F. californiensis</i> según estadio de madurez. 1: Inmaduras, 2: madurando, 3: maduras y 4: desovadas.	34
Figura 13	Distribución y abundancia de hembras maduras y desovadas de <i>F. californiensis</i> en el SLA. La escala indica el número de organismos por hectárea barrida.	36
Figura 14	Distribución y abundancia de <i>F. californiensis</i> dentro del SLA. La escala muestra el número de organismos por hectárea y los números señalados dentro de la laguna indican la talla promedio (mm) obtenida en esa estación durante el mes correspondiente a la figura.	40
Figura 15	Porcentaje de especies (No. organismos/ha) de camarones peneidos en el SLA.	41
Figura 16	Patrón anual de distribución y abundancia de cinco especies de camarones peneidos registrados en el Sistema Lagunar de Agiabampo.	43
Figura 17	Distribución y abundancia (No. organismos/ha) de <i>F. californiensis</i> dentro del SLA durante los meses cálidos y fríos. Nótese el cambio en la escala de cada figura, la cual muestra el número de organismos por hectárea.	45
Figura 18	Composición de especies (abundancia expresada en número de organismos/ha transformados a $\ln(x+1)$) y su relación con la época de lluvia y estiaje en el SLA.	47
Figura 19	Composición de especies (abundancia expresada en número de organismos/ha transformados a $\ln(x+1)$) y su relación con la salinidad en el SLA.	47
Figura 20	Composición de especies (abundancia expresada en número de organismos/ha transformados a $\ln(x+1)$) y su relación con la temperatura en el SLA.	48

- Figura 21 Ruta de inmigración de las postlarvas de *F. californiensis* (línea discontinua) y ruta de los organismos que salen de las áreas de crianza hacia la boca del sistema lagunar para dirigirse a aguas profundas (línea continua). El grosor de ambas líneas indica esquemáticamente el grado de abundancia. 62
- Figura 22 Escenarios de cambio de dirección de la corriente. a). Hora 1, inicio del flujo, nótese la formación de remolinos en la boca del SLA; b). Hora 2, transporte de momentum hacia el interior del sistema lagunar; c). Hora 3, convergencia de masas en la hondonada del Estero de Bacorehuis; d). Hora 4, flujo estable hacia el interior del Estero de Bacorehuis. 76
- Figura 23 Zonas de remolinos en el Estero de Jitzámuri (círculo) causadas por la convergencia de la masa de agua que va entrando al estero con la que va saliendo durante el cambio de dirección de la corriente. 77

LISTA DE TABLAS

Página

Tabla I.	Clasificación morfocromática de la madurez gonadal de hembras de camarón café <i>F. californiensis</i> .	19
Tabla II.	Promedio mensual de salinidad (ups) y TSM (°C) \pm una desviación estándar. La precipitación se presenta como la acumulada mensual (mm).	22
Tabla III.	Parámetros obtenidos utilizando la ecuación potencial $W=aLt^b$ para el modelo longitud-peso de <i>F. californiensis</i> .	27
Tabla IV.	Talla promedio para machos y hembras de <i>F. californiensis</i> dentro del SLA durante 2002. Lt= longitud total (mm).	28
Tabla V.	Abundancia promedio de hembras de <i>F. californiensis</i> según estadio de madurez gonadal, expresada en número de hembras por hectárea dentro del SLA.	32
Tabla VI.	Abundancia de especies (No. organismos/ha) de camarones peneidos en el interior del Sistema Lagunar de Agiabampo, Sonora-Sinaloa.	37
Tabla VII.	Coefficientes de Correlación de Pearson (r) entre la abundancia de las especies registradas y tres variables ambientales.	46

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Marco de referencia

El presente estudio aborda el papel ecológico del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* en una laguna hipersalina del noroeste de México, el Sistema Lagunar de Agiabampo, Sonora-Sinaloa (SLA). El objetivo principal de esta investigación es actualizar el conocimiento que se tiene acerca del uso del hábitat lagunar por parte de esta especie para poder realizar recomendaciones de manejo del recurso.

El esquema clásico del ciclo de vida de los camarones peneidos indica que éste es realizado en dos ambientes: el oceánico y el lagunar. La reproducción de los organismos adultos y los desoves son realizados en mar abierto, mientras que las larvas al mismo tiempo que se acercan a la zona costera se van desarrollando, siendo en esta fase cuando ingresan a los estuarios. Posteriormente, cuando son juveniles, migran mar adentro donde alcanzan la etapa adulta.

Se conoce que las diferencias entre las especies de camarones peneidos se presentan en las preferencias de hábitat de postlarvas, juveniles y adultos: dichos estadios pueden ser estuarinos, costeros o marinos; así como demersales o pelágicos (Dall *et al.*, 1990). Kutkuhn (1966, En: García y Le Reste, 1987) propuso una clasificación que considera la distribución de varias especies a lo largo del gradiente estuario-mar (Figura 1), donde el grosor de la espiral indica la permanencia en estuarios durante su ciclo de vida. Como puede observarse

en la figura, el autor ubica a *F. californiensis* junto con las especies que tienen preferencia por ambientes marinos y que permanecen por poco tiempo en los estuarios.

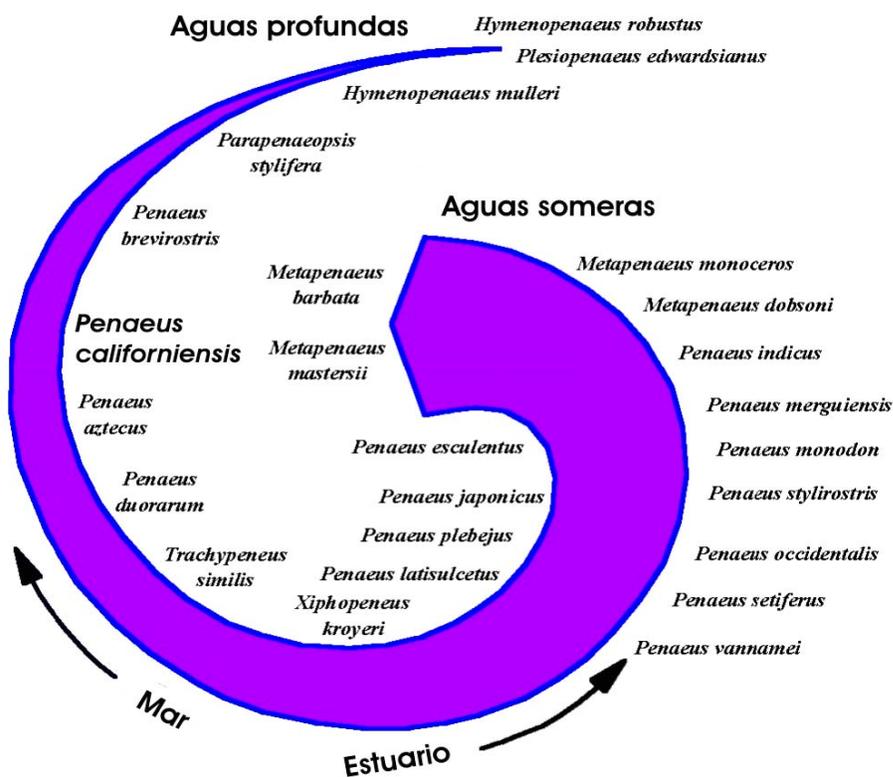


Figura 1. Distribución de especies de camarones peneidos a lo largo del gradiente aguas estuarinas-aguas oceánicas, donde el grosor de la espiral representa la porción del ciclo vital realizada en estuarios. Tomado de Kutkuhn, 1966 (En: García y Le Reste, 1987).

Las lagunas costeras en el Pacífico mexicano son sistemas dinámicos que ocurren en ambientes tropicales, subtropicales y templados (Lankford, 1977). Adicionalmente suelen ser sistemas modificados, como ocurrió a partir de la puesta en marcha del Plan Hidráulico del Noroeste (Hewitt de Alcántara, 1976) que inició formalmente en la década de los 50s y que ocasionó cambios en los aportes de los ríos que drenan hacia las costas del

Golfo de California, disminuyendo con ello el ingreso de agua dulce y sedimentos a las lagunas costeras de esta región.

En diversos trabajos se ha considerado al camarón café *F. californiensis* como una especie que depende poco de las lagunas costeras y que incluso, puede completar su ciclo de vida sin ingresar a ellas (Blake *et al.*, 1979; Mathews, 1981; Del Valle Lucero, 1989; García Borbón *et al.*, 1996; Leal Gaxiola, 1999; De la Rosa Vélez *et al.*, 2000; López Martínez *et al.*, 2002). Rodríguez de la Cruz (1988) mencionó que el camarón café permanece en las lagunas costeras del sur de Sonora solamente de una a cuatro semanas.

No obstante, existe evidencia empírica de que en años recientes el camarón café ha sido la especie que registra el mayor porcentaje en las capturas al interior del SLA (García Juárez, INP-CRIP-Guaymas, com. pers.). Además de que, por su ubicación geográfica, el SLA es un estuario negativo, desde hace unas décadas se ha interrumpido el aporte de agua dulce debido al represamiento del Río Fuerte, generando cambios en las condiciones de salinidad. Actualmente el ingreso de agua dulce al SLA se da por medio de los drenes de riego del Distrito Agrícola del Valle del Carrizo. Esto indica que el SLA se ha venido modificado, de forma que la permanencia de *F. californiensis* en las lagunas costeras podría haber cambiado hacia un mayor uso de este hábitat en función de sus nuevas condiciones ambientales.

1.2 La pesquería de camarón en el Golfo de California

Los camarones peneidos de los géneros *Farfantepenaeus* spp. y *Litopenaeus* spp., son los de mayor importancia comercial debido al beneficio económico que se deriva de su explotación, y constituyen una fuente importante de divisas y empleos en las regiones donde se captura (INP, 2000).

La pesquería de camarón en México es considerada como una actividad secuencial; es decir, es aprovechada por diferentes flotas y artes de pesca en tres fases de su ciclo de vida: i) como adulto, capturado por la flota de altamar o industrial (pesca oceánica); ii) como juvenil, capturado por embarcaciones menores en las zonas someras del litoral, lagunas costeras, esteros y bahías (pesca artesanal); y iii) como postlarvas, capturadas en el medio silvestre para ser cultivadas en estanquería construida para su engorda (García Borbón *et al.*, 1996; INP, 2000).

En el Golfo de California, la pesquería de camarón tanto en altamar como en aguas protegidas se basa en las siguientes especies: camarón café (*Farfantepenaeus californiensis* Holmes 1900), camarón azul (*Litopenaeus stylirostris* Stimpson, 1871), camarón blanco (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) y camarón cristal (*Farfantepenaeus brevirostris* Kingsley, 1878) (Mathews, 1981; Calderón Pérez *et al.*, 1989a). La pesquería inició en 1938, cuando el gobierno mexicano concedió permisos para su operación otorgándole la exclusividad extractiva al sector social, organizado en cooperativas desde ese año (Edwards, 1978a; Thorpe *et al.*, 1999; INP, 2000). A partir de 1940 el desarrollo de esta

pesquería tomó gran importancia, experimentando un gradual incremento en los años siguientes como consecuencia de las condiciones derivadas de la Segunda Guerra Mundial y de la creciente demanda de alimentos (Cárdenas Figueroa, 1947; Edwards, 1978a).

La pesca de camarón en Sonora, se desarrolló en todas las lagunas costeras del estado, siendo primero el camarón azul *L. stylirostris* la especie objeto de búsqueda, e incorporando después al camarón café *F. californiensis* (López Martínez *et al.*, 2000). Cárdenas Figueroa (1947; 1950) describió al SLA, desde finales de la década de los 40s, como una zona de importancia comercial debido al volumen obtenido en las capturas de camarón. Actualmente siguen reportándose capturas importantes al interior de la laguna, por lo que persiste la necesidad de conocer el estado actual del recurso en esta área.

A la fecha se han realizado muy pocos estudios biológicos, la mayoría orientados a organismos planctónicos (Licea Durán, 1974; Gómez Aguirre y Rivero Beltrán, 1987; Ayala Castañares *et al.*, 1990); y de los cuales sólo uno, paralelo al presente trabajo, se refiere a *F. californiensis* (Aguirre Osorio y Romero Sedano, 2002). La alta productividad biológica del SLA (Arias Aréchiga, 1998) ha hecho que converjan en ella los distintos actores de la pesquería de camarón, con los consecuentes problemas por el uso del recurso. Además, el SLA se encuentra en una zona de conflictos constantes ya que ahí se desarrollan diversas actividades socio-económicas. Por otra parte, el sistema lagunar es compartido por los Estados de Sonora y Sinaloa, y en consecuencia, los recursos pesqueros que se explotan en sus aguas pertenecen a la jurisdicción de las autoridades de pesca de ambos estados. El uso de artes de pesca difiere en los dos estados; si bien en ambos se prohíbe el uso de redes

de arrastre conocidas como “chango”, en Sonora se permite utilizar el arte de pesca conocido como chinchorro de línea mientras que en Sinaloa se autoriza el uso de redes de tipo activo conocidas como “dragonas” o “suriperas”. En la práctica, el uso de estos artes de pesca se extiende en todo el sistema lagunar debido a la incursión de pescadores de una jurisdicción a otra.

1.3 Especies registradas en las lagunas costeras del noroeste del Pacífico mexicano

La mayoría de los estudios de la pesca artesanal de camarón se han realizado en lagunas costeras del sur de Sinaloa, caracterizadas por poseer una amplia cobertura de mangle y estar ubicadas en la región tropical. Núñez *et al.* (1951) encontraron en muestras tomadas en “tapos” de los estados de Sinaloa y Nayarit, que *L. vannamei* fue la especie dominante seguida de *L. stylirostris* y *F. californiensis*; ésta última con un 0.69%. No obstante mencionan que la dominancia de *L. vannamei* en aguas interiores sólo se da en esta zona, ya que en otras el camarón azul es la especie principal. Coincidiendo con estos autores, Edwards (1978a, 1978b) reportó que *L. stylirostris* y *L. vannamei* son las especies dominantes en las capturas realizadas al interior de lagunas costeras y considera que la primera domina en las lagunas de Sonora, mientras que la segunda lo hace en las de Sinaloa y Nayarit. Blake *et al.* (1979) encuentran en el Sistema Lagunar de Huizache-Caimanero, Sinaloa, que *L. vannamei* y *L. stylirostris* son las especies dominantes mientras que *F. californiensis* predomina en las capturas de la flota arrastrera, refiriéndose a aquella que se realiza fuera de la laguna. Menz y Bowers (1980) mencionan que *F. californiensis* y *F.*

brevirostris pueden encontrarse en lagunas costeras, aunque son más abundantes en ambientes marinos. Hendrickx (1996), en campañas realizadas en la plataforma continental del sur de Sinaloa, encuentra que las especies que más destacaron fueron *Solenocera mutator*, *Sicyonia disdorsalis*, *S. ingentis*, *Xiphopenaeus riveti* y *F. californiensis*. García Borbón *et al.* (1996) señalan que las especies del género *Litopenaeus* sp. se desarrollan principalmente en zonas cercanas a la costa, mientras que *Farfantepenaeus* sp. suele tener mayor dependencia con el medio marino.

1.4 Aspectos biológicos y ecológicos del camarón café *F. californiensis*

Los miembros de la Familia Penaeidae se caracterizan por presentar un desarrollo similar en su ciclo de vida: inicialmente una larva planctónica, con cinco estadios nauplio, tres protozoa y tres mysis, seguidos de las fases de postlarva, juvenil y adulta. Rodríguez de la Cruz (1981) señala que *F. californiensis* es de hábitos marinos, aunque penetra en aguas interiores durante sus primeros estadios postlarvales para dejarlas cuando ha alcanzado una longitud total promedio de 35 mm. Barreiro Güemes (1986) menciona para esta especie que sus postlarvas no penetran a los sistemas estuarinos, pues raras veces se observan juveniles en aguas interiores, encontrándose éstos en aguas oceánicas y reclutándose a las áreas de pesca en el verano.

F. californiensis presenta dimorfismo sexual, las hembras presentan télico cerrado y son considerados organismos estenohalinos y de hábitos nocturnos. Olguín Palacios (1967)

reportó que la talla de primera madurez sexual de *F. californiensis* se encuentra en el intervalo de 105 a 133 mm. Aguirre Osorio y Romero Sedano (2002) determinaron los parámetros de crecimiento para *F. californiensis* en el SLA de noviembre de 2001 a junio de 2002, encontrando que en la costa de este sistema la talla de primera madurez de las hembras es a los 154 mm, mientras que al interior de la laguna es de 136.3 mm. En la costa sur de Sinaloa, Barreiro Güemes (1986) encontró tres periodos de máxima madurez en mayo, agosto y enero; así como dos periodos de desove, de mayo a septiembre y de enero a febrero. Garduño Argueta (1988) en un estudio en el sur de Sinaloa de 1981 a 1986 encontró que en esta especie existen todas las fases de desarrollo a lo largo del año, aunque con mayores desoves en junio, julio y agosto.

Diversos estudios se han orientado a explicar el efecto que tiene la variación de las variables ambientales en la distribución y abundancia de estos organismos (Cárdenas Figueroa, 1947; Lluch Belda, 1974; Edwards, 1978a; García y Le Reste, 1987; Del Valle Lucero, 1989; López Martínez, 2000). Cárdenas Figueroa (1947) mencionó la posibilidad de que los factores hidrológicos y los climáticos estén relacionados con la migración de los juveniles. Lluch Belda (1974) consideró que las lluvias tienen influencia sobre las capturas de camarón en el Sistema Lagunar Huizache-Caimanero. Para este mismo sistema, Edwards (1978b) realizó un análisis de diversos trabajos sobre la biología de camarones peneidos, notando que en estudios previos se reportaba una correlación positiva entre la precipitación y la abundancia en las capturas; aunque no indicó la composición específica. Del Valle Lucero (1989) señaló que para la pesquería de camarones peneidos en el Sistema Lagunar de Huizache-Caimanero tienen importancia las descargas de los ríos de junio a

septiembre, en función de la dilución del agua hipersalina de las lagunas. López Martínez (2000) reportó que existen cambios interanuales en el ambiente marino que influyen en el litoral sonorense, afectando el crecimiento, la mortalidad y el reclutamiento e induciendo cambios en la población y en las capturas del camarón café.

El manejo y administración de un recurso requiere del conocimiento de las relaciones biológicas y ecológicas de las especies involucradas. El presente trabajo pretende demostrar el cambio de uso del hábitat lagunar de la especie *F. californiensis*, lo cual traería consecuencias importantes para la administración del recurso. El estudio se basa en el análisis de las variaciones en la distribución y abundancia a lo largo de un ciclo anual, del patrón de madurez gonadal de las hembras, de las relaciones interespecíficas, y del efecto de algunas variables ambientales en la abundancia del camarón café.

2. HIPÓTESIS

Las modificaciones ambientales del Sistema Lagunar de Agiabampo, Sonora-Sinaloa hacia condiciones marinas e hipersalinas han favorecido un incremento en el uso de este hábitat por parte del camarón café *Farfantepenaeus californiensis*.

3. OBJETIVO GENERAL

Analizar la distribución, abundancia, el uso de hábitat y las relaciones interespecíficas del camarón café en el Sistema Lagunar de Agiabampo, Sonora-Sinaloa.

OBJETIVOS PARTICULARES

Determinar el tiempo de permanencia del camarón café *F. californiensis* en el Sistema Lagunar de Agiabampo, Sonora-Sinaloa, durante un ciclo anual.

Determinar la abundancia de las postlarvas y analizar las posibles diferencias en la inmigración de éstas debido al efecto lunar.

Determinar la madurez gonadal de las hembras durante el periodo de estudio.

Determinar la estructura de tallas de hembras y machos.

Identificar las zonas del sistema donde existe la mayor abundancia del recurso.

Determinar la distribución espacio-temporal de *F. californiensis* y de otras especies de peneidos que se registren al interior del sistema.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 AREA DE ESTUDIO

4.1.1 Ubicación geográfica

El SLA es compartido por los estados de Sonora y Sinaloa (Figura 2), se localiza en las coordenadas $26^{\circ}05'$ y $26^{\circ}30'$ N y $109^{\circ}05'$ y $109^{\circ}20'$ W, al suroeste del delta del río Mayo y al noroeste del delta del río Fuerte.

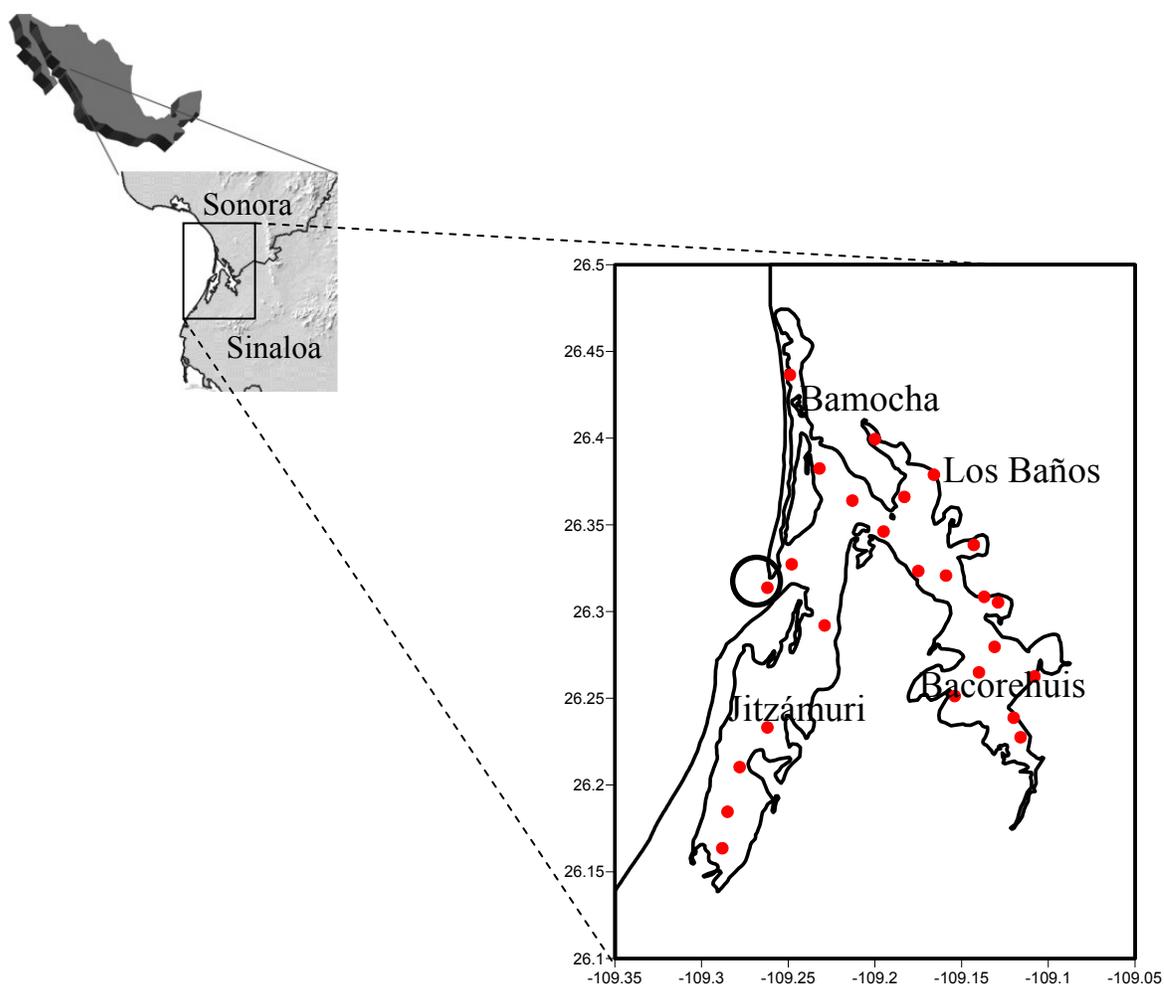


Figura 2. Ubicación del Sistema Lagunar de Agiabampo. Los puntos indican las estaciones de muestreo. En la estación señalada con un círculo también fue realizado el muestreo de postlarvas. Se indican los cuatro esteros que componen al sistema.

El SLA cubre una área aproximada de 184 km² y está conformado por tres cuencas interconectadas entre sí. El cuerpo principal es el Estero de Bacorehuis, que ocupa un 49% del área total, mientras que el 45% corresponde al de Jitzámuri y el 6% al Estero de Bamocha. Se encuentra protegido por dos barreras arenosas y presenta una boca de aproximadamente 2.5 km de amplitud con la que se comunica al Golfo de California.

4.1.2 Clima

La precipitación media anual es del orden de 200 a 400 mm y la temperatura media anual registra valores entre 24 y 26 °C. La evaporación supera a la precipitación, siendo de 2,300 mm anuales. Debido a estas condiciones, y a la carencia de afluentes continentales, el SLA es considerado como un estuario negativo o antiestuario (Gómez Aguirre y Rivero Beltrán, 1987). Rivero Beltrán (1971) y Toledano (1977) mencionan que la laguna no tiene afluentes de agua dulce, pero que la fisiografía actual sugiere una comunicación muy ocasional con los ramales del río Fuerte al SLA, que podrían introducir agua dulce al SLA a través del Estero de Bacorehuis.

4.1.3 Sedimentos

Respecto a la sedimentología de la zona de estudio, Ayala Castañares *et al.* (1990) reportan que las arenas limosas son propias del Estero de Bacorehuis mientras que los

sedimentos arcillo arenosos se localizan en los pantanos de manglar al sur del estero. En un estudio realizado por PROFEPA-CIBNOR (en prensa, 2003), se reportaron diversas características fisiográficas, donde destacan las áreas de manglar del SLA (Figura 3).

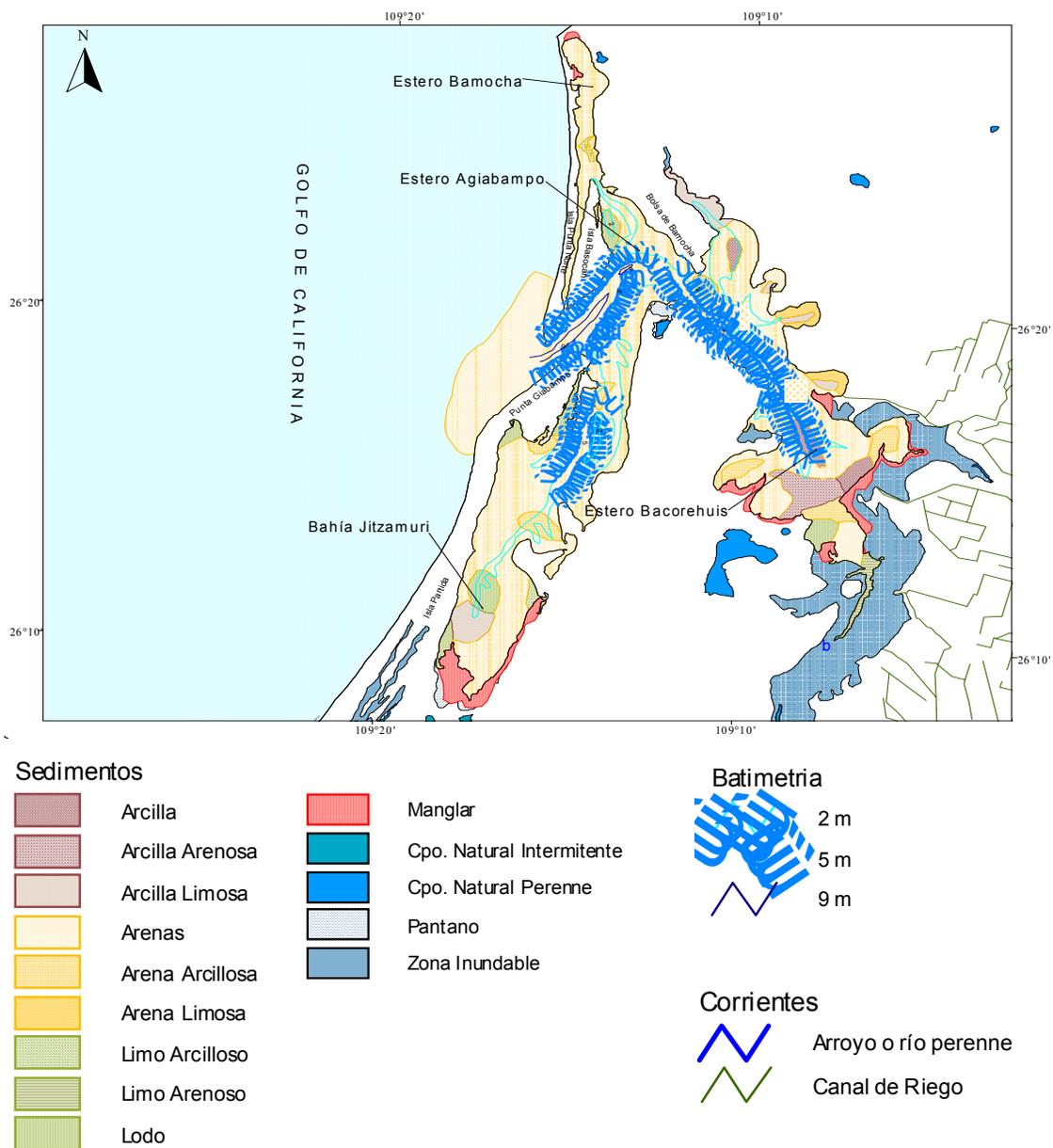


Figura 3. Sedimentos, áreas de manglar, zonas inundables, profundidad y canales de riego en el SLA. Tomado de PROFEPA-CIBNOR, (En prensa, 2003).

4.1.4 Batimetría

Burrola Sánchez *et al.* (2002), realizaron estudios de batimetría en el SLA (Figura 4), así como una simulación de la circulación a partir de un modelo hidrodinámico no calibrado (Anexo I). Encontraron que el sistema en su mayoría presenta zonas someras de menos de 1m de profundidad, siendo la profundidad máxima de 15 m cerca de la boca.

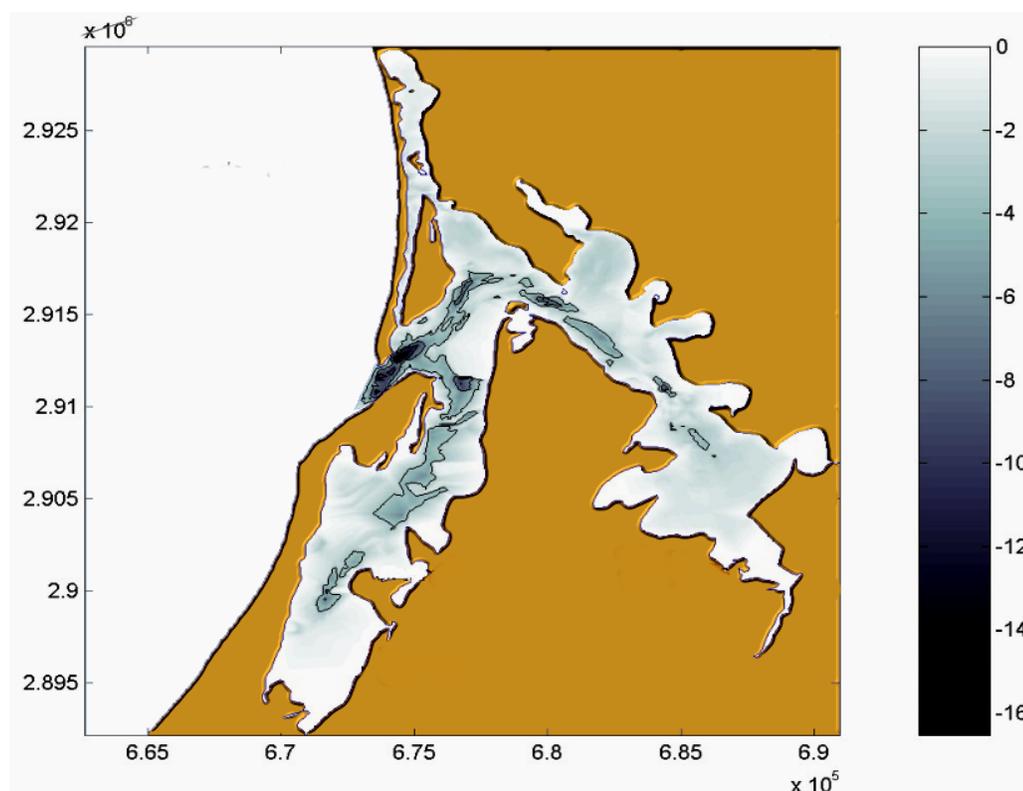


Figura 4. Batimetría del SLA. Sistema de coordenadas UTM. (Universal Transversal Mercator). Datum WGS-84. (World Geodetic System-84). Tomado de Burrola Sánchez *et al.* (2002).

4.2 Muestreo de Postlarvas

El muestreo de las postlarvas se realizó mediante arrastres superficiales con redes de plancton en el centro de la boca del sistema lagunar (Fig. 2), con frecuencia catorcena desde diciembre de 2001 hasta julio de 2002, en las dos fases lunares (luna llena y luna nueva) ± 1 día, durante el flujo y reflujo de la marea. Los arrastres tuvieron una duración de 10 minutos y la elección de los días y periodos de marea se realizó con base en el calendario de mareas que genera el programa computacional Mar V 0.4 diseñado por el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE).

Se utilizaron dos redes de plancton, de 333 y 505 μ de luz de malla y abertura de boca de 30 y 60 cm, respectivamente. Ambas redes estaban equipadas con un flujómetro mecánico. Los organismos se fijaron con formol al 4% neutralizado con borato de sodio y posteriormente se preservaron en alcohol isopropílico al 70%. En el laboratorio se identificaron las postlarvas utilizando las claves propuestas por Calderón Pérez *et al.* (1989a, 1989b).

La densidad de organismos (número de postlarvas \cdot m⁻³) se calculó a partir de las lecturas de calibración del flujómetro utilizado. Para obtener el volumen filtrado (V), las lecturas del medidor del flujo fueron multiplicadas por una constante para obtener la distancia recorrida (d) en cada arrastre.

$$V = (d)(a)$$

donde:

d = distancia recorrida (número de revoluciones \cdot constante de calibración).

a = área de la boca de la red.

La densidad por metro cúbico se obtuvo dividiendo el número de organismos entre el volumen filtrado.

Para determinar si las fases lunares tienen un efecto en la inmigración de las postlarvas, se utilizará una prueba de t si los datos son homocedásticos; en caso contrario, se recurrirá a estadística no paramétrica.

4.3 Muestreo de juveniles, subadultos y adultos

Los muestreos biológicos para los organismos juveniles, subadultos y adultos fueron realizados con frecuencia mensual de enero a diciembre de 2002 (excepto en septiembre), durante tres días centrados en la fase de luna llena. Se consideraron 24 estaciones georreferenciadas, que cubrieron los tres cuerpos principales del SLA (Fig. 2). Se utilizaron cuatro embarcaciones menores de 23 pies de eslora durante la pleamar y la bajamar, realizándose los muestreos de manera simultánea utilizando una red de arrastre denominada “chango”. Este arte es adecuado para estimar la abundancia del recurso, al no ser selectivo a tallas.

Se registró el tiempo de cada uno de los arrastres, los cuales tuvieron una duración promedio de 10 minutos, manteniendo una velocidad de dos nudos ($0.51 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

aproximadamente. En el laboratorio se realizó la biometría de los organismos considerando la longitud total, el peso total, sexo, el estadio de madurez y la especie. Para cada lance se tomó el registro de la temperatura superficial del mar (°C) (TSM). La salinidad (ups) fue tomada en la boca del SLA durante los meses de enero a mayo, julio, octubre y noviembre durante los muestreos de postlarvas. Los datos de precipitación mensual (mm) fueron obtenidos de la Estación Meteorológica Block-2920, ubicada en el Lote 11 del Valle del Yaqui, en las coordenadas 26°59'56" N y 109°49'46" W <<http://pieaes.org.mx>>.

Las relaciones morfométricas de cada uno de los sexos de *F. californiensis* fueron determinadas con el peso total (g) y longitud total (mm), utilizando una ecuación potencial de la forma:

$$W_t = aL_t^b$$

Donde:

W_t es el peso total del organismo, a es el intercepto, L_t es la longitud total y b es la pendiente. El crecimiento se considera isométrico cuando b es cercano al valor de tres.

Se elaboraron figuras mensuales de la estructura de tallas para determinar la tendencia en las progresiones modales. Se utilizó la prueba *a posteriori* de LSD (la diferencia menos significativa) para comparar las tallas de machos y hembras en cada uno de los meses. La madurez del camarón café fue determinada según la escala morfocromática propuesta por Barreiro Güemes (1986) (Tabla I).

Tabla I. Clasificación morfocromática de la madurez gonadal de hembras de camarón café *F. californiensis*.

ETAPA	COLORACIÓN	ASPECTO MACROSCÓPICO
Inmaduras	Transparente	Delgada confinada al abdomen
Madurando	Blanca	Más gruesa, lóbulos cefalotorácicos incipientes
Maduras	Verde oscuro	Muy gruesa y granulosa, ocupando todo el cefalotórax
Desovadas	Transparente	Flácida y delgada

Los registros de madurez de las hembras de *F. californiensis* se presentan en porcentaje a partir del número de hembras por hectárea de cada mes. Se elaboraron figuras de la distribución y abundancia de las hembras maduras y desovadas para determinar si existe un patrón en la distribución de éstas. La abundancia relativa fue determinada por el Método de Área Barrida similar al descrito en Sparre y Venema (1998), expresada en este trabajo como número de organismos por hectárea:

$$A = (c/a) \cdot h$$

Donde: A = número de organismos/ha, c = tamaño de la captura en cada arrastre (número de organismos), a= total del área muestreada en m² (abertura de la red de arrastre (m) multiplicada por la distancia recorrida (m) y h = 10,000 .

Se utilizó h como factor de conversión de metros cuadrados a hectáreas. La abertura de la red de arrastre es la distancia horizontal que existe entre las puertas del arte de pesca

cuando éste se encuentra operando, la cual fue de 5.5 m. Se consideró una área de arrastre constante ya que el tiempo, la velocidad y la abertura de la red se mantuvieron relativamente constantes. La distancia recorrida se calculó a partir de la ecuación:

$$d=v \cdot t$$

donde: d = la distancia recorrida (m), v = la velocidad ($0.51 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) y t = tiempo de arrastre (10 minutos).

Se calculó la abundancia mensual (No. organismos/ha) de *F. californiensis* y se realizaron mapas de distribución y abundancia mensual con el método de interpolación Inverse distance to a power, el cual está incorporado en el programa computacional Surfer 8.0. Este método asigna a los datos una fracción de tal forma que la suma de todos ellos es igual a uno; los valores cercanos al nodo de interpolación tienen mayor influencia que los lejanos.

Para determinar la relación del camarón café con otras especies de camarones peneidos registrados en las capturas, y con objeto definir la posible existencia de un patrón preferencial en la distribución anual de estos organismos al interior de la laguna, se calculó el porcentaje de la abundancia mensual de las especies registradas y se elaboraron mapas de distribución y abundancia anual para cada una de ellas.

Respecto a la relación de la abundancia de *F. californiensis* con las variables ambientales, el análisis se realizó para tres periodos a lo largo del ciclo anual, agrupando los meses de la siguiente manera: enero a abril, mayo a agosto y octubre a diciembre. Para

determinar si existe un patrón de distribución anual de los organismos y las variables ambientales se graficó la abundancia contra la TSM, salinidad y precipitación; la magnitud de la relación se determinó mediante el método de Correlación de Pearson entre la abundancia de las especies de camarones y las variables ambientales anteriormente mencionadas. Para el caso de la relación entre la abundancia y las variables ambientales (precipitación, salinidad y temperatura), la abundancia fue transformada con la ecuación $\ln(x+1)$ para reducir el efecto de los valores extremos, así como para obtener una mejor visualización de la figura.

5. RESULTADOS

5.1 Variables ambientales

En la Tabla II se muestran los registros mensuales de las variables ambientales consideradas en este estudio: salinidad (ups), temperatura superficial del mar (TSM) (°C) y la precipitación pluvial (mm).

Tabla II. Promedio mensual de salinidad (ups) y TSM (°C) \pm una desviación estándar. La precipitación se presenta como la acumulada mensual (mm).

MES	SALINIDAD (ups)	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)
Enero	36.3 \pm 0.3	18.6 \pm 0.4	4
Febrero	35.7 \pm 0.5	20.9 \pm 0.8	14.8
Marzo	35.8 \pm 0.3	21.7 \pm 0.5	0.9
Abril	36.1 \pm 0.2	23.6 \pm 0.3	0.1
Mayo	38.3 \pm 0.8	28.2 \pm 1.4	0.3
Junio	37.6 \pm 0.9	30.3 \pm 0.6	0
Julio	37.5 \pm 0.6	30.9 \pm 1.5	35.6
Agosto	-	31.9 \pm 0.6	29.32
Septiembre	35.5 \pm 0.8	31.4 \pm 0.8	30.8
Octubre	35.4 \pm 0.6	28.0 \pm 0.3	1.6
Noviembre	39.3 \pm 0.6	23.6 \pm 0.3	2.2
Diciembre	-	19.1 \pm 0.8	10.9

En el periodo de enero a abril, se registraron valores ligeramente hipersalinos, con un máximo de 36.3 \pm 0.3 ups en enero (Figura 5). En contraste, de mayo a noviembre se

obtuvieron los valores más altos, a excepción de septiembre y octubre que fueron menores, los cuales coinciden con los registros de precipitación.

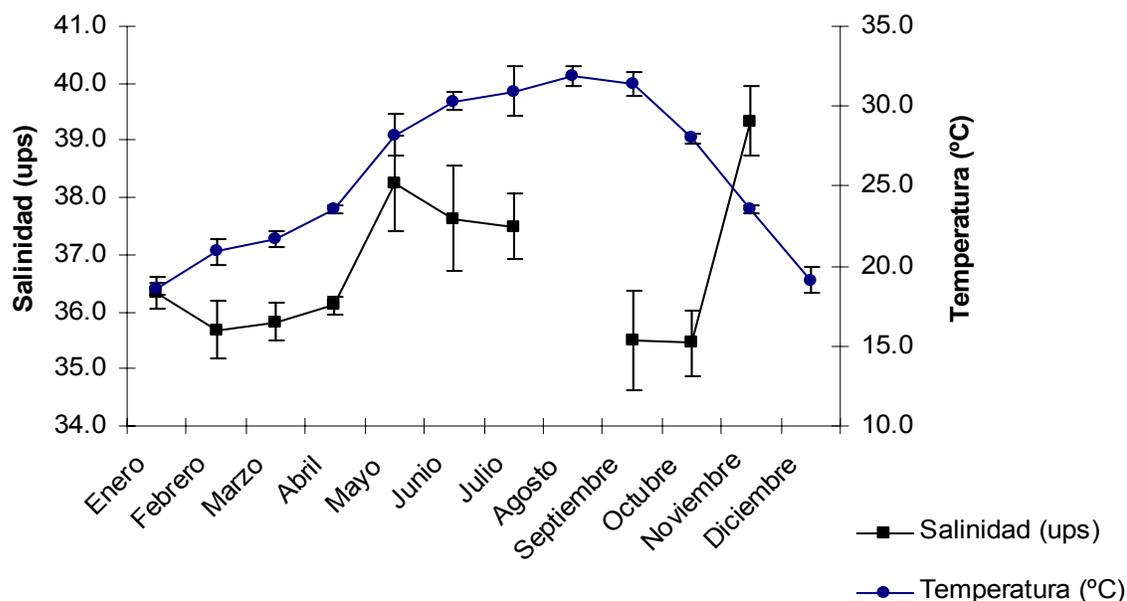


Figura 5. Salinidad (ups) y TSM (°C) promedio registradas al interior del SLA de enero a diciembre de 2002. Las barras muestran la desviación estándar.

La TSM mostró los valores más altos en junio, julio y agosto, con $30.3 \pm 0.6^\circ\text{C}$, $30.9 \pm 1.5^\circ\text{C}$, $31.9 \pm 0.6^\circ\text{C}$ y $31.4 \pm 0.8^\circ\text{C}$, respectivamente (Fig. 5). Respecto a la precipitación se presentaron lluvias principalmente de enero a febrero y de julio a diciembre (Figura 6), siendo los meses de julio y agosto los que registraron valores más altos (35.6 y 29.32 mm, respectivamente). En contraste, el periodo de estiaje inicia en marzo y termina en junio, ya que durante estos meses la precipitación mensual alcanzó valores bajos o nulos.

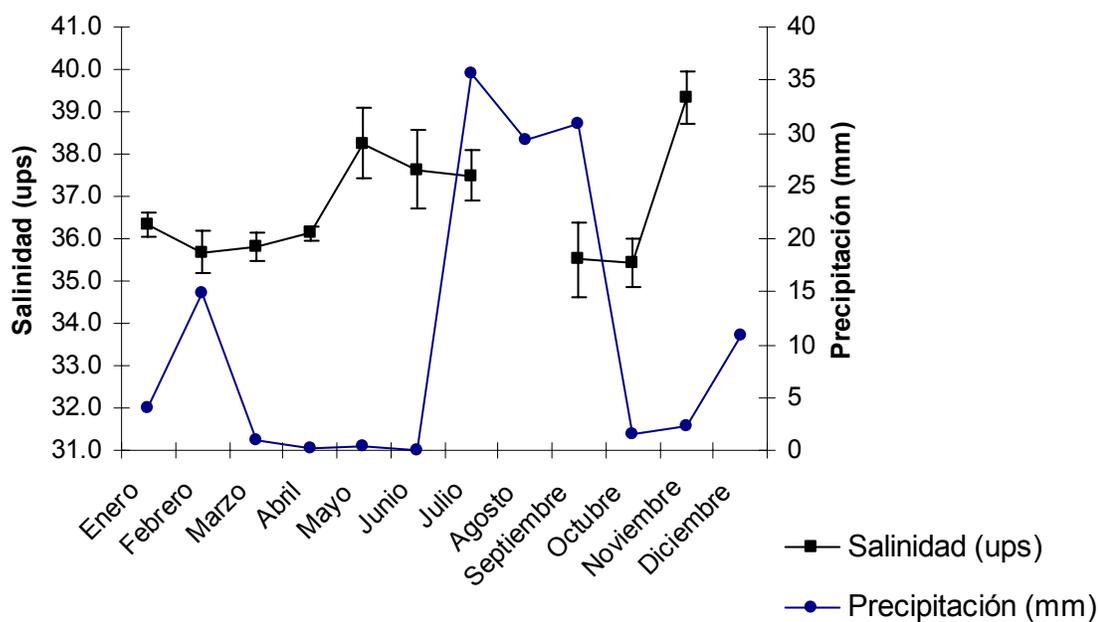


Figura 6. Salinidad promedio (ups) y precipitación mensual acumulada (mm) durante 2002. Las barras muestran la desviación estándar.

5.2 Postlarvas

La mayor abundancia de postlarvas se registró en diciembre y enero, aunque en febrero, marzo y abril se observó un pulso débil. El otro periodo de inmigración fue de junio a julio, aunque de menor importancia que el primero. Aunque en la Figura 7 se presenta la mayor abundancia durante la fase de luna nueva, no se observaron diferencias significativas en la abundancia debido al efecto lunar ($t=1.44$, $p=0.15$).

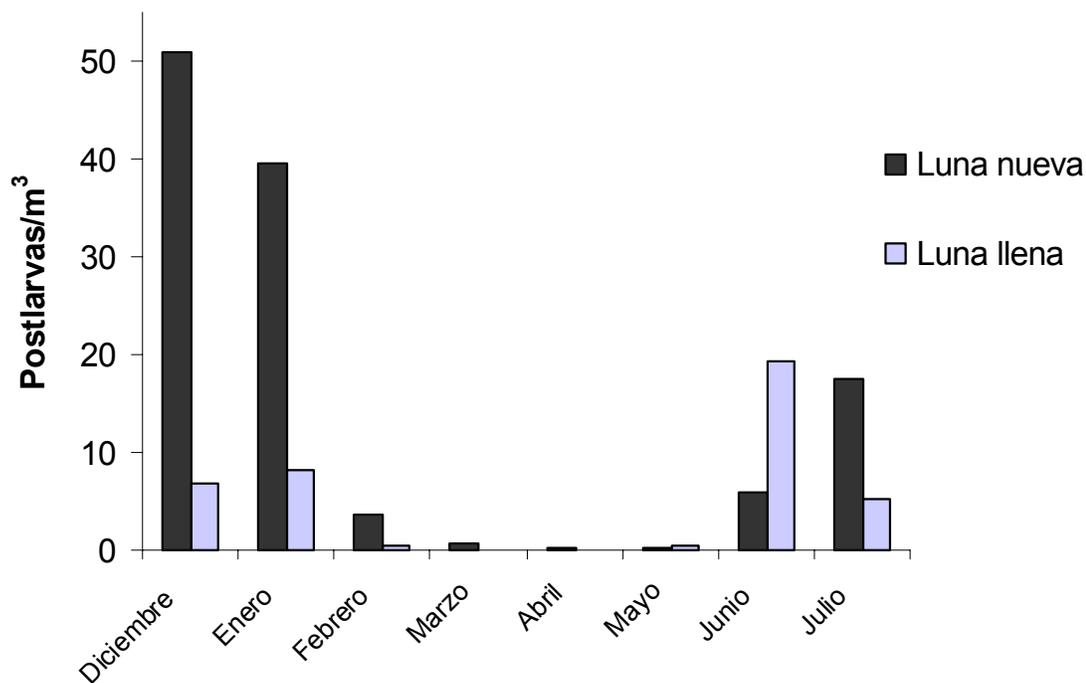
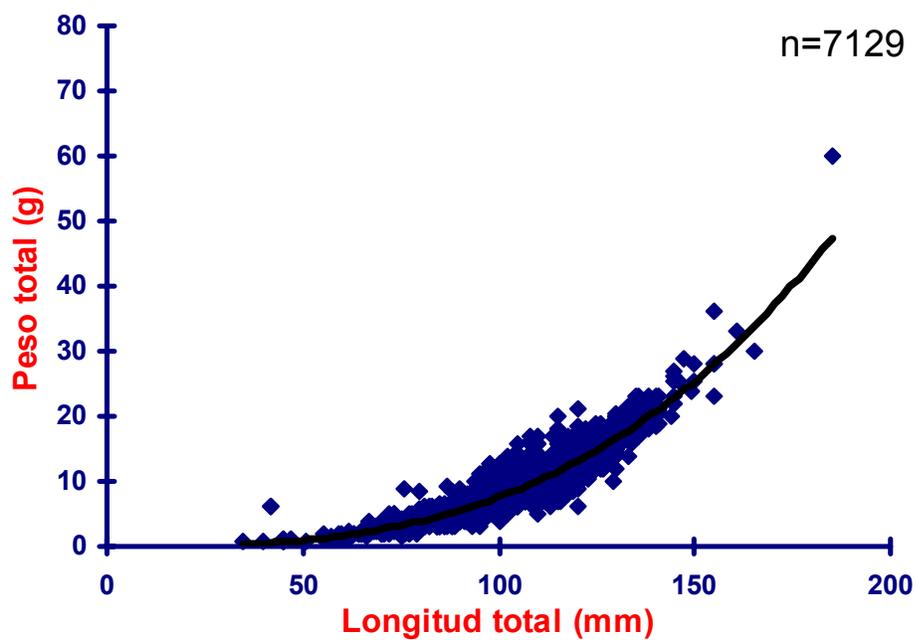


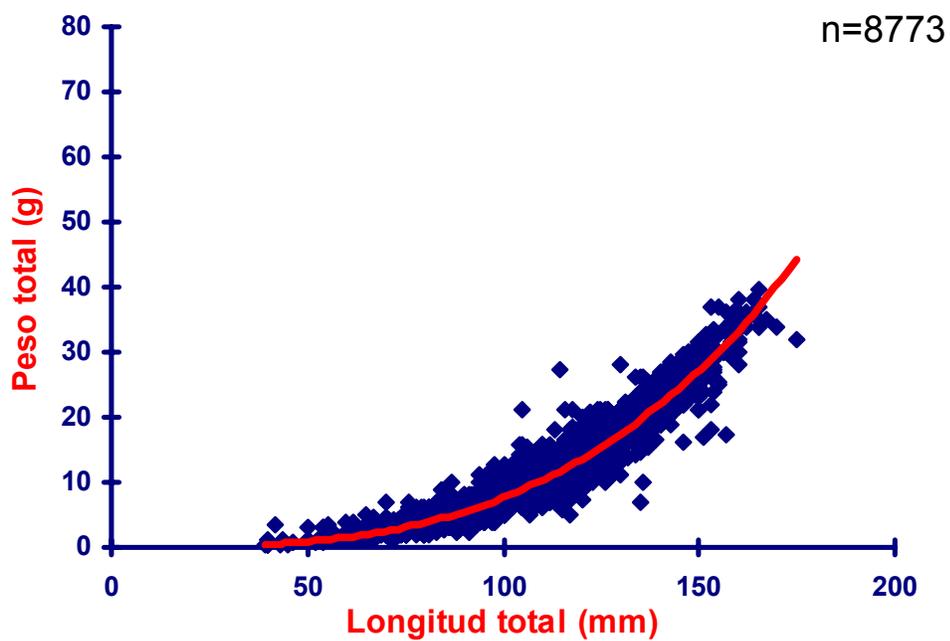
Figura 7. Abundancia de postlarvas de *F. californiensis* en la boca del SLA, de diciembre de 2001 a julio de 2002.

5.3 Relación Longitud-Peso

El cálculo de las relaciones morfométricas registró un valor de $b= 2.97$ en los machos y de $b=3.13$ en las hembras, mientras que para ambos sexos fue de $b=3.08$. (Figura 8, Tabla III). Como estos valores son cercanos a tres, se considera que el crecimiento calculado para *F. californiensis* es isométrico.



a) Machos



b) Hembras

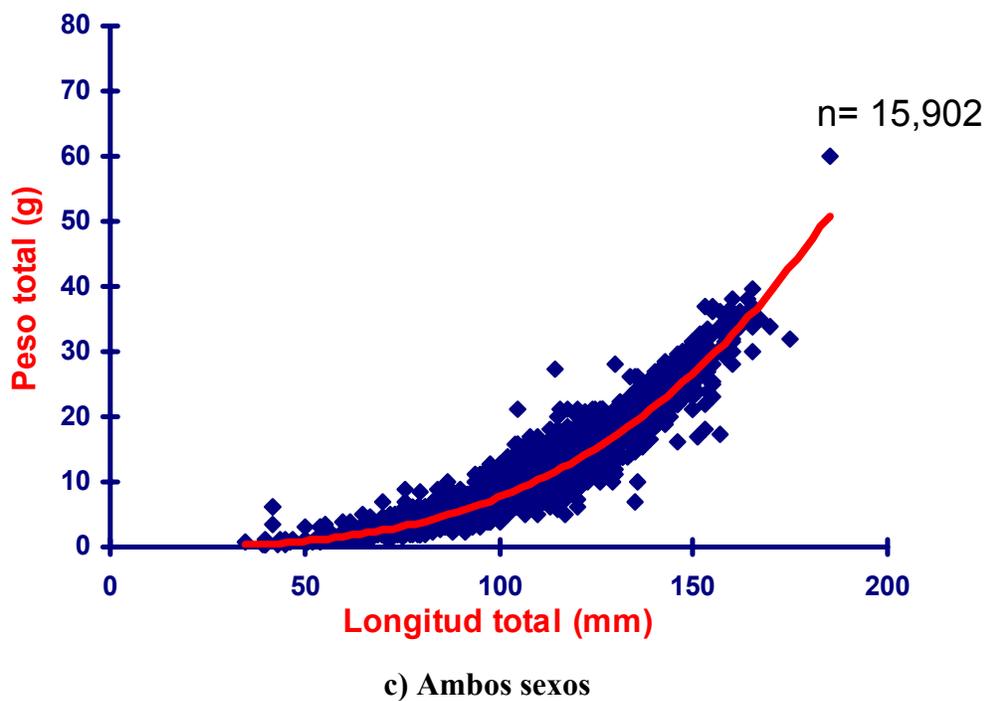


Figura 8. Relaciones morfométricas del camarón café *F. californiensis* para a) Machos, b) Hembras y c) Ambos sexos.

Tabla III. Parámetros obtenidos utilizando la ecuación potencial $W=aL^b$ para el modelo longitud-peso de *F. californiensis*.

SEXO	a	b	R ² p<0.05
Machos	0.000008	2.9759	0.9049
Hembras	0.000005	3.1335	0.9448
Ambos Sexos	0.000005	3.0818	0.9349

5.4 Estructura de tallas

Al graficar la talla promedio para ambos sexos de camarón café, se observó que las hembras presentaron tallas más grandes que los machos (Tabla IV y Figura 9). La prueba de LSD mostró diferencias significativas en la longitud total entre ambos sexos en febrero, marzo, mayo, junio y julio ($p < 0.05$). Se encontró que en enero y julio el valor promedio de los machos fue más grande que el de las hembras, aunque la diferencia sólo fue significativa en julio ($p < 0.005$).

Tabla IV. Talla promedio para machos y hembras de *F. californiensis* dentro del SLA durante 2002. Lt= longitud total (mm).

	Sexo	N	Lt			Moda	Intervalo de Confianza		Desviación Estándar
			Promedio	Mínima	Máxima		-95%	95%	
Enero	<i>Ambos</i>	1727	103.7	55	161	110	103.1	104.3	13.6
	<i>Machos</i>	758	104.1	62	155	100	103.3	104.8	10.5
Febrero	<i>Hembras</i>	969	103.4	55	161	110	102.4	104.4	15.7
	<i>Ambos</i>	918	104.9	68	149	106	104.2	105.7	11.2
Marzo	<i>Machos</i>	459	103.6	72	133	103	102.8	104.5	9.4
	<i>Hembras</i>	459	106.2	68	149	106	105.1	107.4	12.6
Abril	<i>Ambos</i>	1053	102.2	64	158	102	101.3	103.0	14.0
	<i>Machos</i>	482	100.0	64	137	101	98.9	101.0	12.1
Mayo	<i>Hembras</i>	571	104.1	65	158	105	102.8	105.3	15.3
	<i>Ambos</i>	4906	104.0	50	165	110	103.6	104.5	15.9
Junio	<i>Machos</i>	2378	104.0	60	165	110	103.5	104.5	12.8
	<i>Hembras</i>	2528	104.1	50	165	110	103.4	104.8	18.3
Julio	<i>Ambos</i>	2379	110.6	55	161	115	109.9	111.3	16.7
	<i>Machos</i>	1030	109.2	59	145	115	108.4	109.9	12.5
Agosto	<i>Hembras</i>	1349	111.7	55	161	115	110.7	112.7	19.3
	<i>Ambos</i>	1361	121.7	64	162	120	121.0	122.4	13.3
Septiembre	<i>Machos</i>	501	115.8	67	161	115	114.9	116.6	9.3
	<i>Hembras</i>	860	125.2	64	162	120	124.2	126.1	14.1
Octubre	<i>Ambos</i>	1394	96.0	35	158	90	95.1	96.8	15.2
	<i>Machos</i>	667	97.3	35	130	90	96.4	98.3	12.5
Noviembre	<i>Hembras</i>	727	94.7	39	158	90	93.4	96.0	17.3
	<i>Ambos</i>	931	93.2	40	185	90	91.8	94.6	21.9
Diciembre	<i>Machos</i>	286	91.7	63	185	90	89.4	94.0	19.9
	<i>Hembras</i>	645	93.9	40	175	80	92.1	95.6	22.7
Enero	<i>Ambos</i>	346	93.9	44	149	100	91.7	96.0	20.4
	<i>Machos</i>	170	93.3	51	149	102	90.6	96.1	18.3
Febrero	<i>Hembras</i>	176	94.4	44	147	98	91.1	97.7	22.3
	<i>Ambos</i>	532	99.8	65	152	100	98.4	101.2	16.6
Marzo	<i>Machos</i>	233	100.8	70	150	100	98.8	102.8	15.6
	<i>Hembras</i>	299	99.1	65	152	100	97.1	101.0	17.4
Abril	<i>Ambos</i>	355	86.3	43	121	86	84.9	87.6	12.9
	<i>Machos</i>	165	85.7	45	121	86	84.0	87.5	11.5
Mayo	<i>Hembras</i>	190	86.8	43	121	86	84.8	88.8	14.0

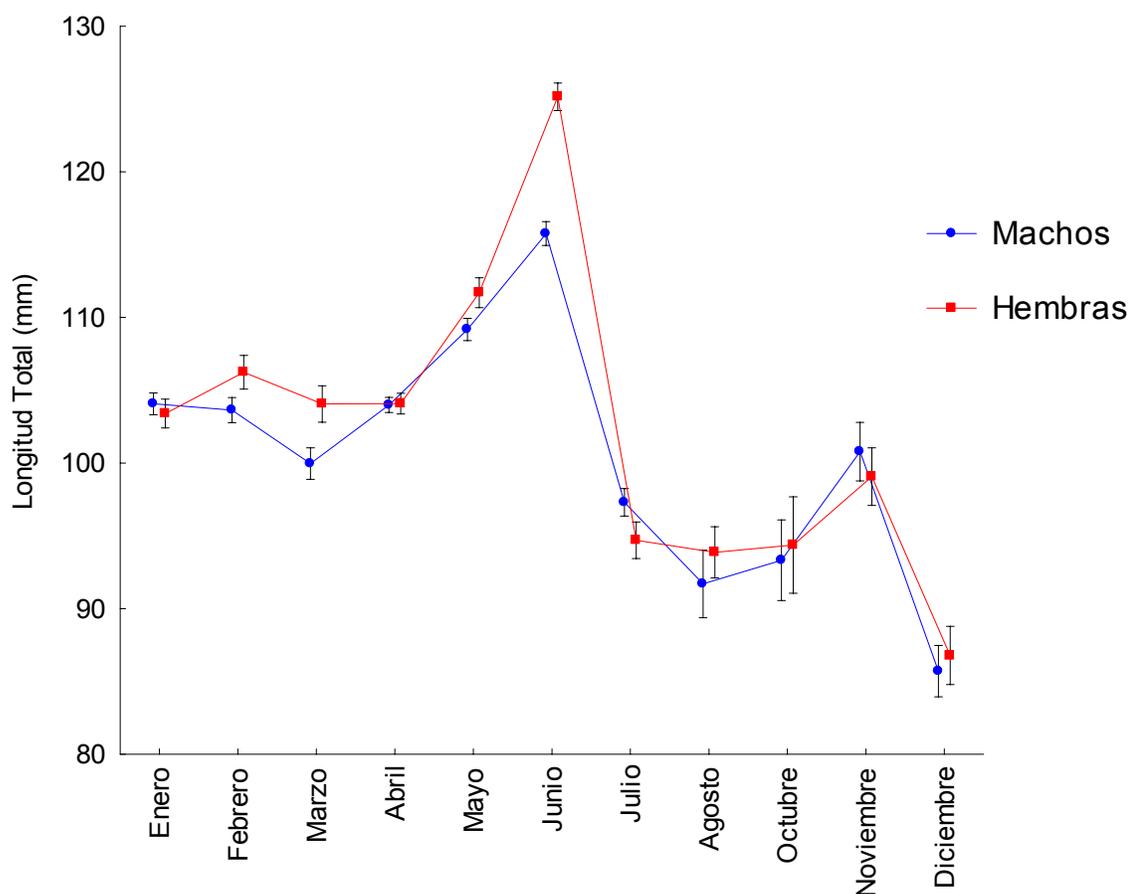


Figura 9. Promedio de la longitud total (mm) de machos y hembras de *F. californiensis*. Las barras muestran los intervalos de confianza al 95%. No se realizaron muestreos en septiembre.

Machos y hembras presentaron tallas promedio de 100 a 106 mm de enero a abril, mientras que en mayo y junio presentaron las tallas más grandes. En este último mes la longitud total promedio más alta fue de 125.2 ± 14.1 mm para las hembras y de 115.8 ± 9.3 mm para los machos. De julio a diciembre se presentaron tallas promedio menores, de 85 a 101 mm, siendo diciembre el mes que registró la menor talla promedio (hembras 86.8 ± 14 mm, machos 85.7 ± 11.5 mm). La Fig. 9 muestra que en agosto, octubre y noviembre, existe el mayor intervalo de tallas.

De abril a junio se registró un claro incremento tanto en la talla promedio como en la moda calculada, lo cual sugiere que el camarón café está creciendo al interior del sistema lagunar. A partir de julio se presentaron organismos cuya moda y talla promedio fue menor a 100 mm, indicando que el camarón café comienza a salir de la laguna entre julio y agosto. Para octubre, noviembre y diciembre, se observó un ligero incremento en las tallas modales (Figura 10), presentándose los organismos más grandes en noviembre, aunque estas longitudes son más pequeñas que las obtenidas en el periodo de abril a junio.

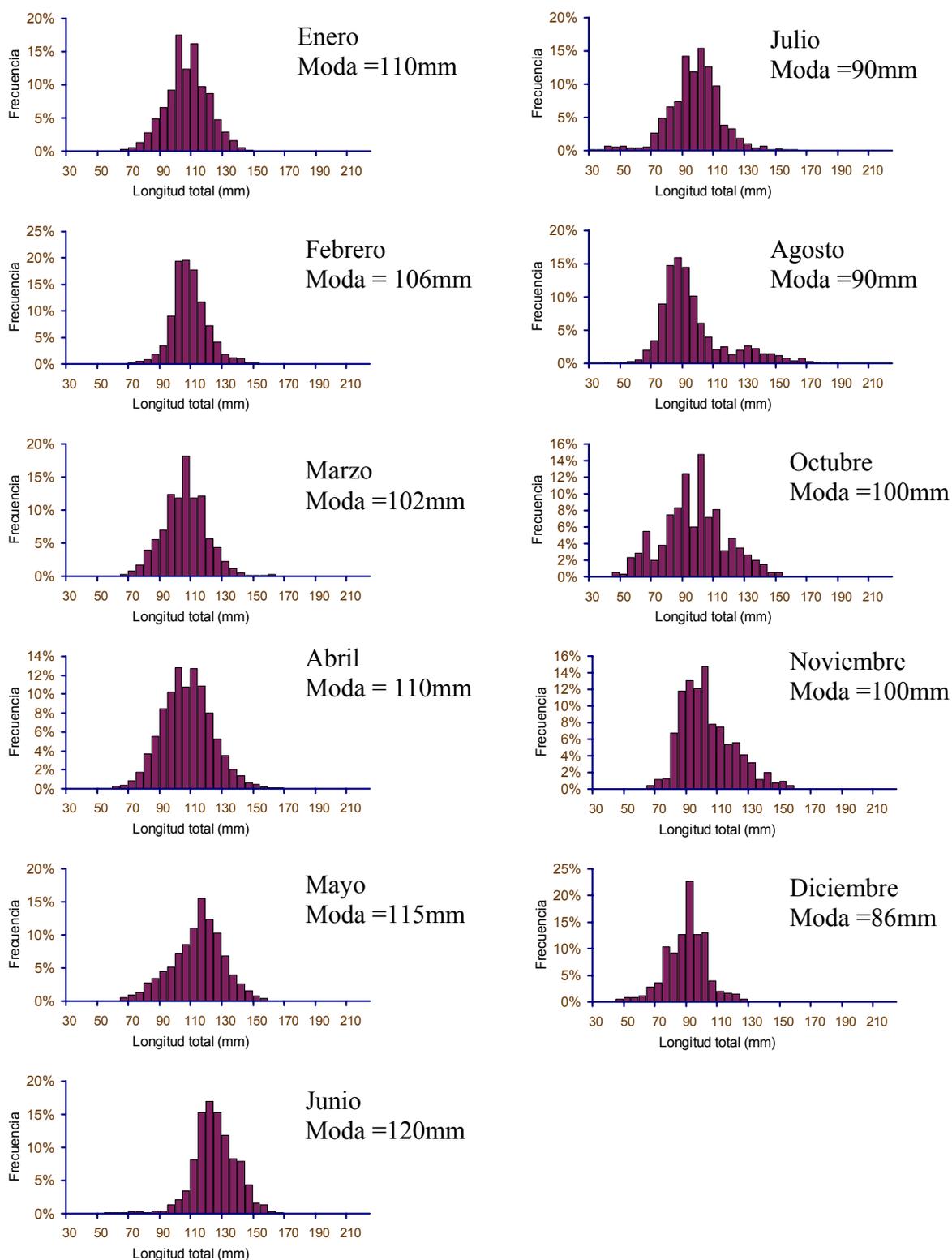


Figura 10. Distribución de frecuencias de la longitud total (mm) de *F. californiensis* dentro del SLA. No se realizaron muestreos en septiembre.

5.5 Madurez gonadal de las hembras de *F. californiensis*

Con respecto al desarrollo gonadal de las hembras de camarón café, las inmaduras obtuvieron la mayor abundancia promedio en todos los meses muestreados (Tabla V). Se registraron hembras maduras y desovadas de mayo a agosto, y en menor abundancia durante noviembre (Figura 11). Se observó un patrón de crecimiento tanto en la abundancia y en la talla promedio de las hembras de abril a junio (Tabla V, Figura 12).

Tabla V. Abundancia promedio de hembras de *F. californiensis* según estadio de madurez gonadal, expresada en número de hembras por hectárea dentro del SLA.

Mes	Inmaduras	Madurando	Maduras	Desovadas
Enero	18	1	0	0
Febrero	81	2	0	0
Marzo	21	0	0	0
Abril	74	8	0	0
Mayo	98	2	1	0
Junio	85	18	5	2
Julio	93	9	2	0
Agosto	122	1	1	2
Octubre	20	0	0	0
Noviembre	52	9	1	1
Diciembre	29	0	0	0

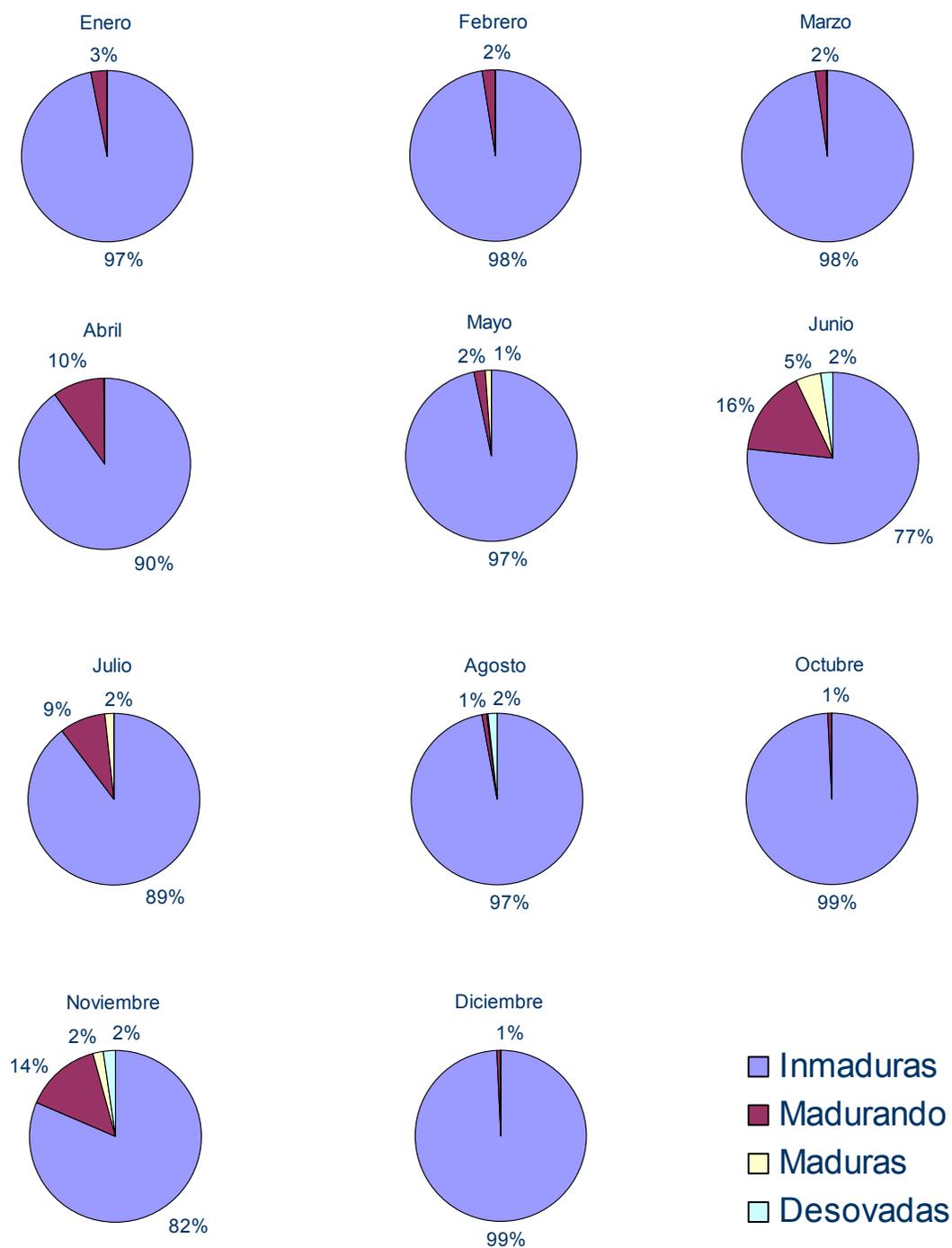


Figura 11. Desarrollo gonadal de hembras de *F. californiensis* en el SLA. La figura muestra el patrón de maduración de las hembras durante el año de estudio. El porcentaje fue calculado a partir del número de hembras por hectárea. No se realizaron muestreos en septiembre.

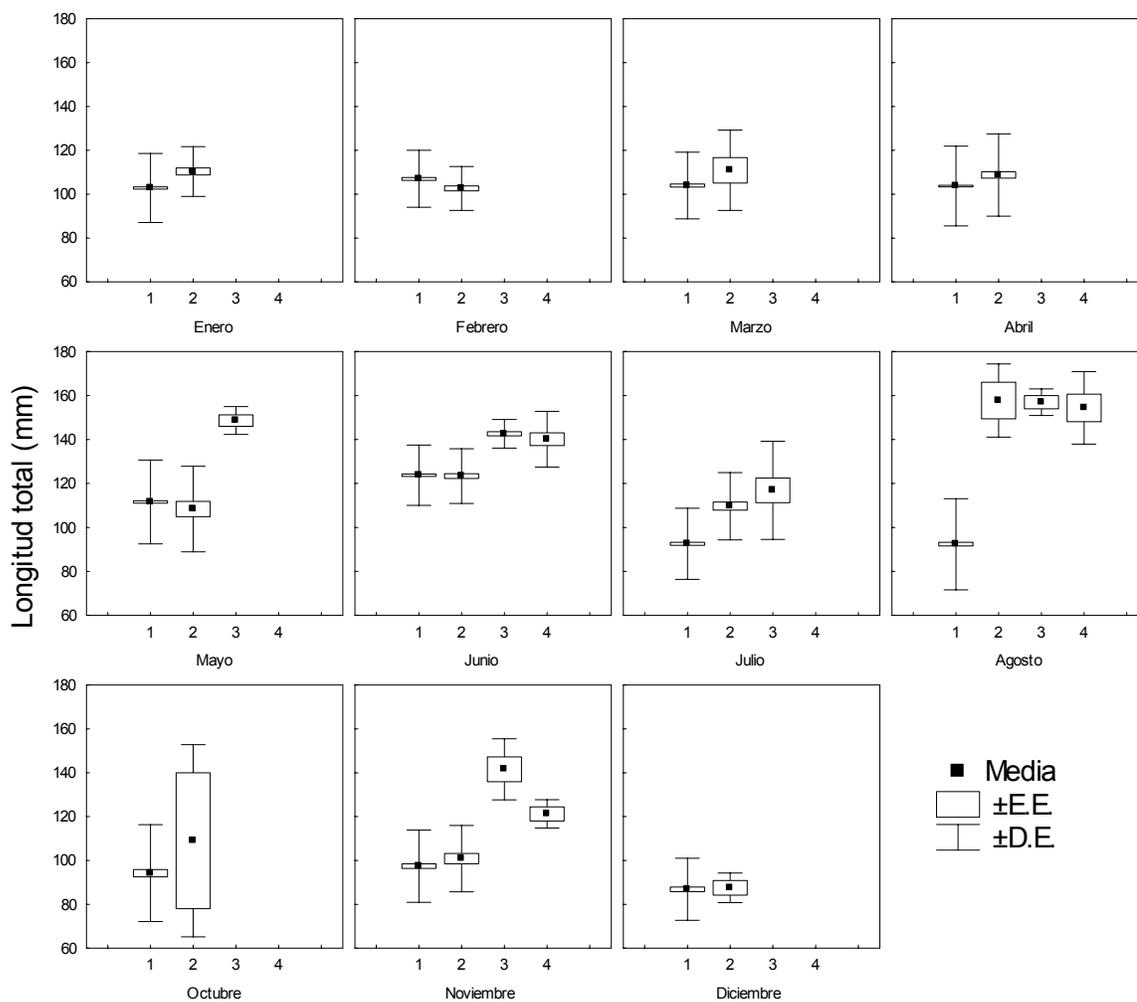
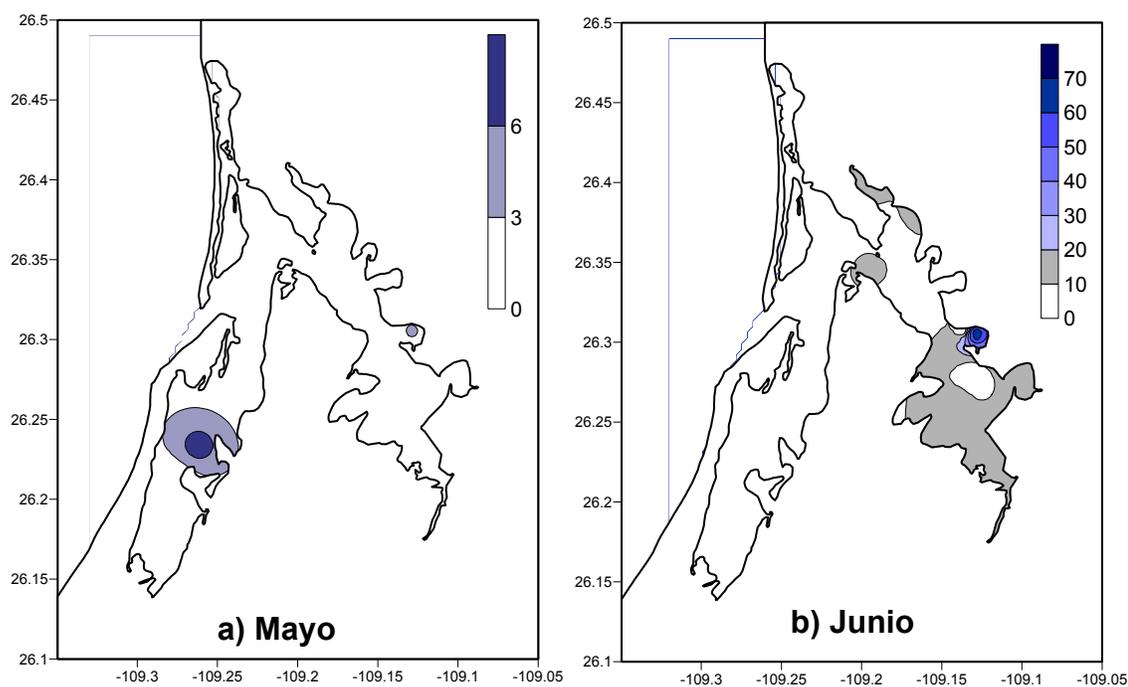


Figura 12. Longitud total promedio de hembras de *F. californiensis* según estadio de madurez. 1: Inmaduras, 2: madurando, 3: maduras y 4: desovadas.

En octubre y noviembre se observó una dispersión alta en las tallas, ya que se encontraron organismos en el intervalo de 50 a 150 mm de longitud total. Para diciembre, se observaron únicamente hembras en estadio inmaduro y madurando, presentando una talla promedio inferior a los 100 mm.

5.6 Distribución y abundancia de hembras maduras y desovadas

Se obtuvieron las figuras de distribución y abundancia de hembras maduras y desovadas (Figura 13), observándose que durante mayo un número reducido de éstas se concentró en el Estero de Jitzámuri (Fig. 13a). En junio se observó la mayor abundancia en el Estero de Bacorehuis (Fig. 13b), mientras que en julio disminuyó la abundancia, concentrándose en la zona cercana a la boca (Fig. 13c) y para agosto en el Estero de Jitzámuri (Fig. 13d). Para noviembre se registraron pocas hembras por hectárea, las cuales se encontraron distribuidas en el Estero de Bacorehuis (Fig. 13e). La Fig. 13f, muestra la tendencia promedio anual de las hembras maduras y desovadas de *F. californiensis*, a concentrarse principalmente en el Estero de Bacorehuis y en menor grado en el de Jitzámuri.



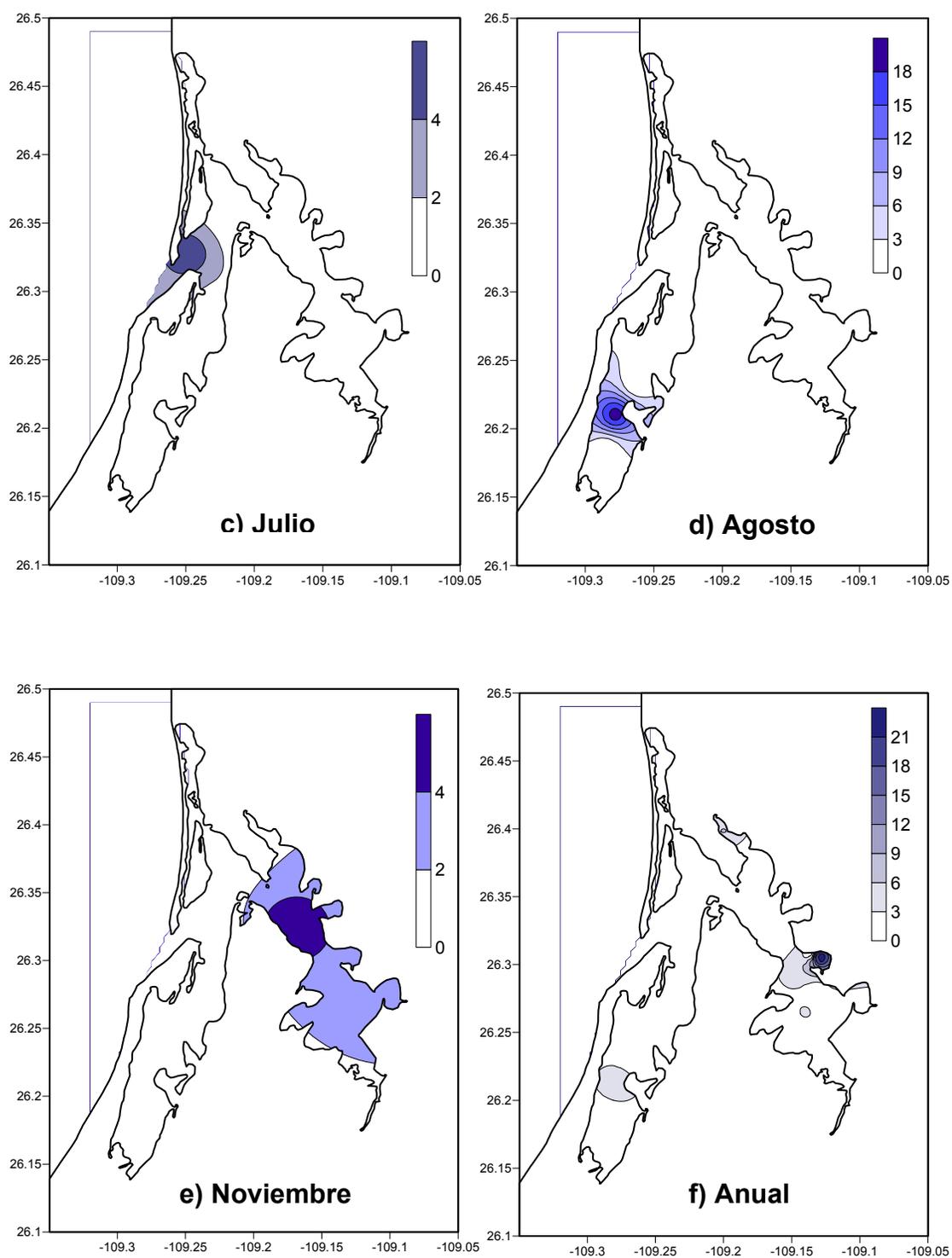


Figura 13. Distribución y abundancia de hembras maduras y desovadas de *F. californiensis* en el SLA. La escala indica el número de organismos por hectárea barrida.

5.7 Distribución y abundancia de juveniles, subadultos y adultos

En los muestreos realizados en el presente estudio se identificaron cinco especies de camarones peneidos con el siguiente orden de importancia en cuanto a su abundancia:

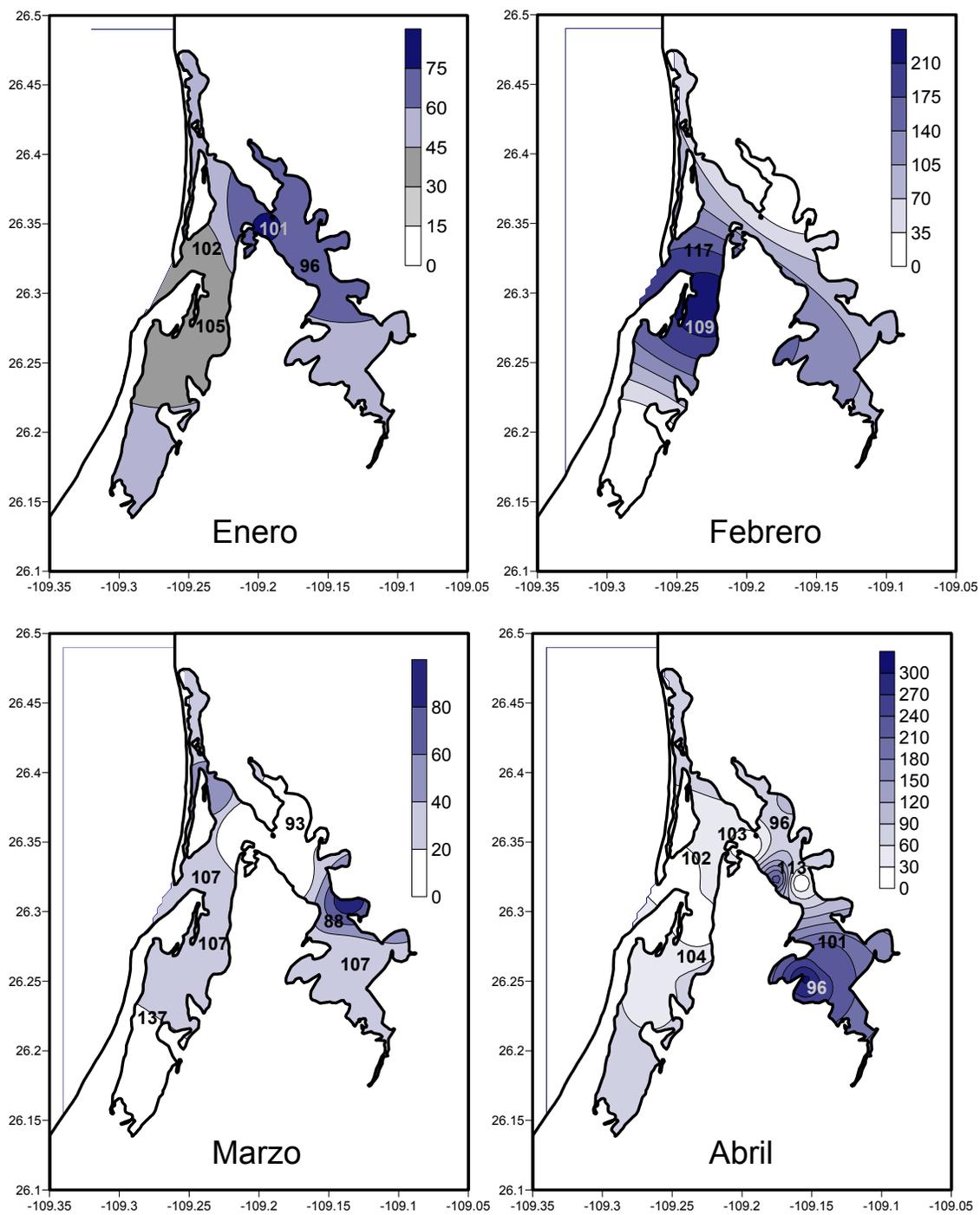
Farfantepenaeus californiensis (Holmes, 1900), *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1974), *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), *Sicyonia penicillata* (Lockington, 1879) y *Sicyonia disdorsalis* (Burkenroad, 1934) (Tabla VI).

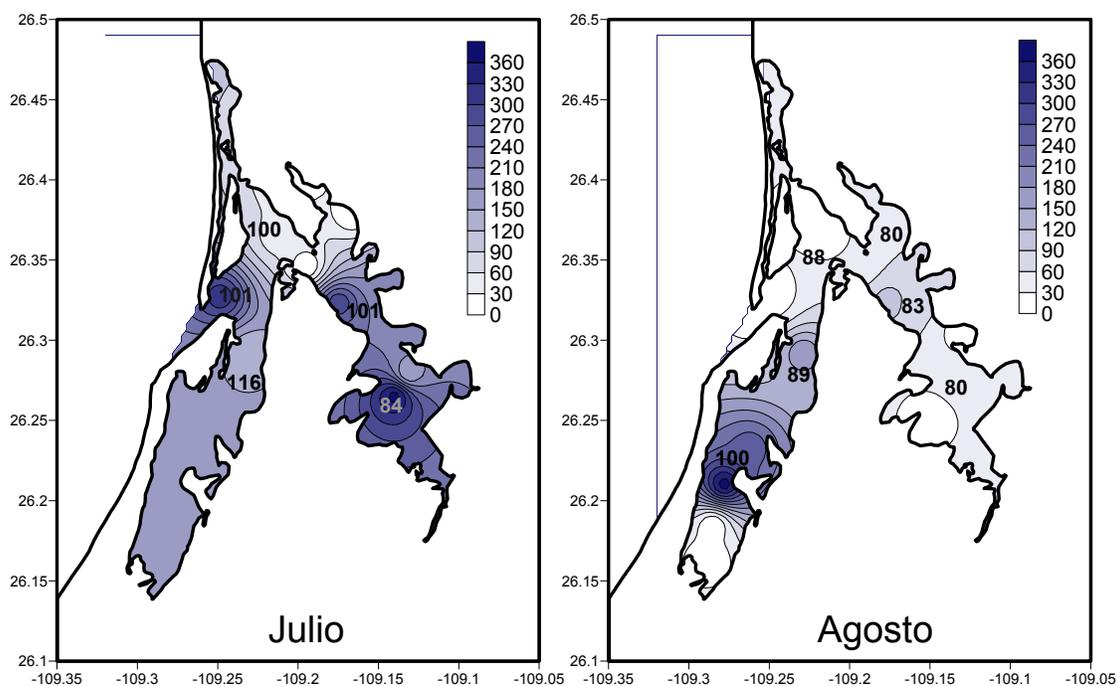
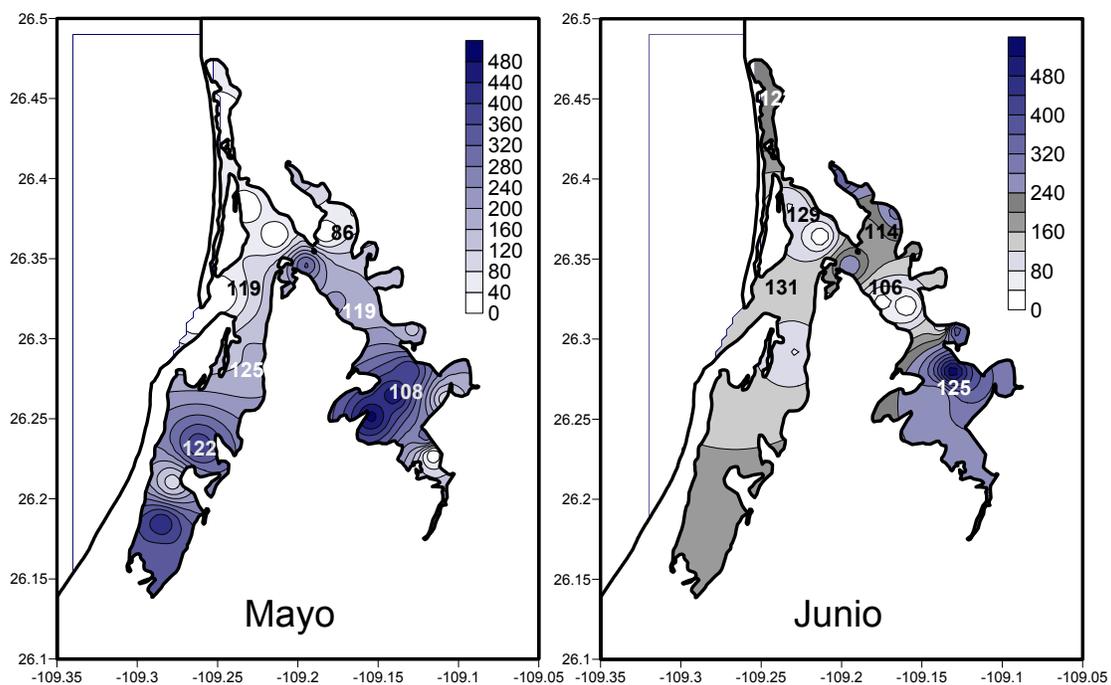
Tabla VI. Abundancia de especies (No. organismos/ha) de camarones peneidos en el interior del Sistema Lagunar de Agiabampo, Sonora-Sinaloa.

	<i>F.californiensis</i>	<i>L. stylirostris</i>	<i>L. vannamei</i>	<i>S. penicillata</i>	<i>S. disdorsalis</i>
Enero	33	0	0	0	0
Febrero	114	1	15	0	0
Marzo	32	0	3	1	0.1
Abril	112	3	2	0.3	0
Mayo	182	1	2	0.2	0
Junio	179	0	0	0	0
Julio	182	15	2	0	0
Agosto	106	43	15	0	0
Septiembre	-	-	-	-	-
Octubre	37	3	1	0	0
Noviembre	113	3	1	0	0
Diciembre	47	1	4	0	0

La Figura 14 corresponde a la distribución espacial y abundancia de *F. californiensis* (No. organismos/ha) en el SLA. Se señalan valores promedio de longitud total (mm) para las estaciones con mayor abundancia mensual. Cabe señalar que las tallas

más pequeñas se encontraron en el Estero de Bacorehuis, siendo menores a 100 mm. excepto en mayo (110.6 mm) y junio (121.7 mm).





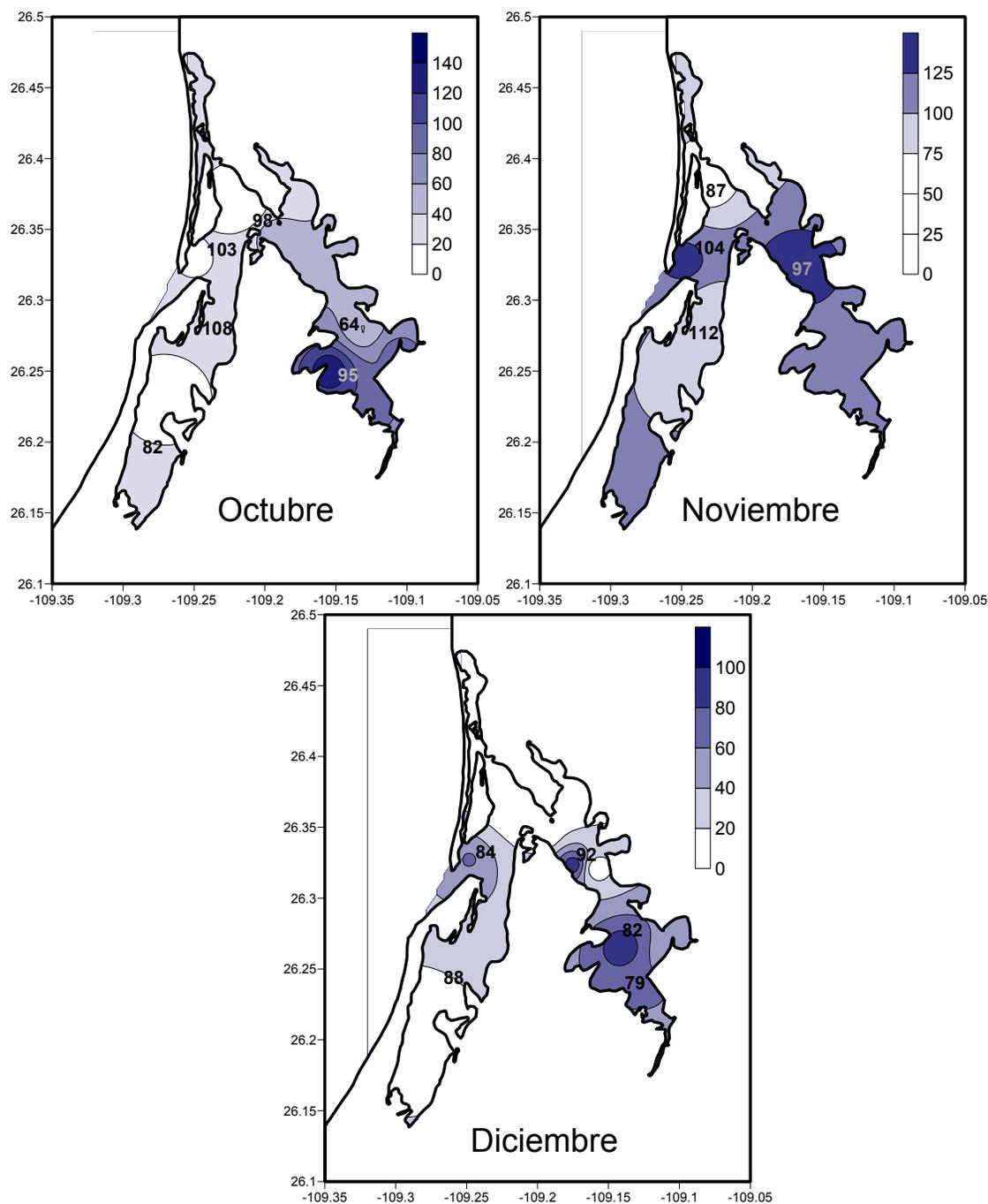


Figura 14 Distribución y abundancia de *F. californiensis* dentro del SLA. La escala muestra el número de organismos por hectárea y los números señalados dentro de la laguna indican la talla promedio (mm) obtenida en esa estación durante el mes correspondiente a la figura.

5.8 Relaciones interespecíficas

La composición específica mensual de las cinco especies de camarones peneidos muestran que el camarón café *F. californiensis* es la especie dominante, principalmente en mayo, junio y julio (Figura 15, Tabla VI).

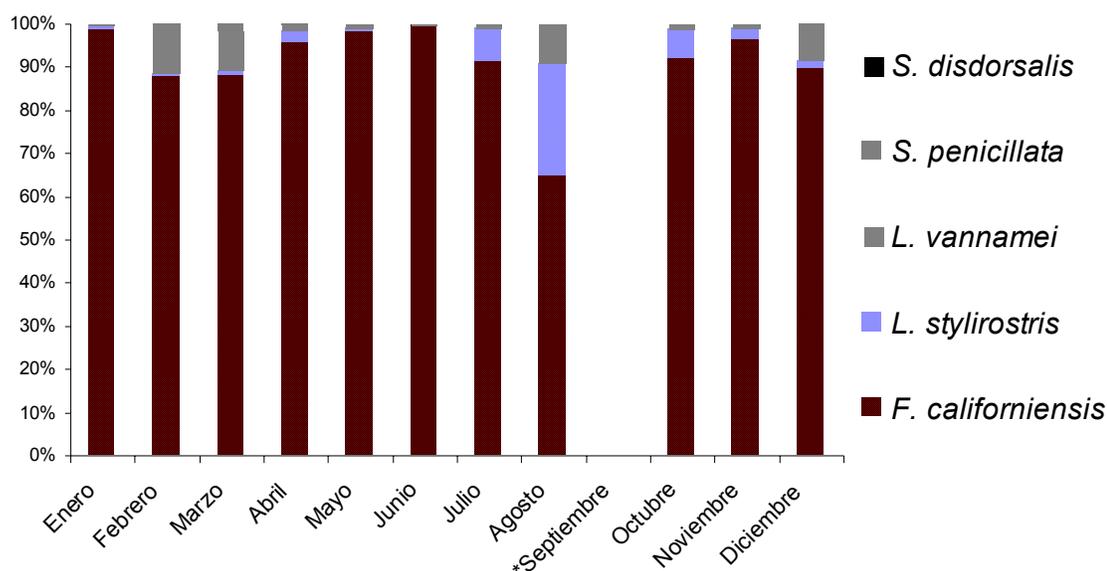
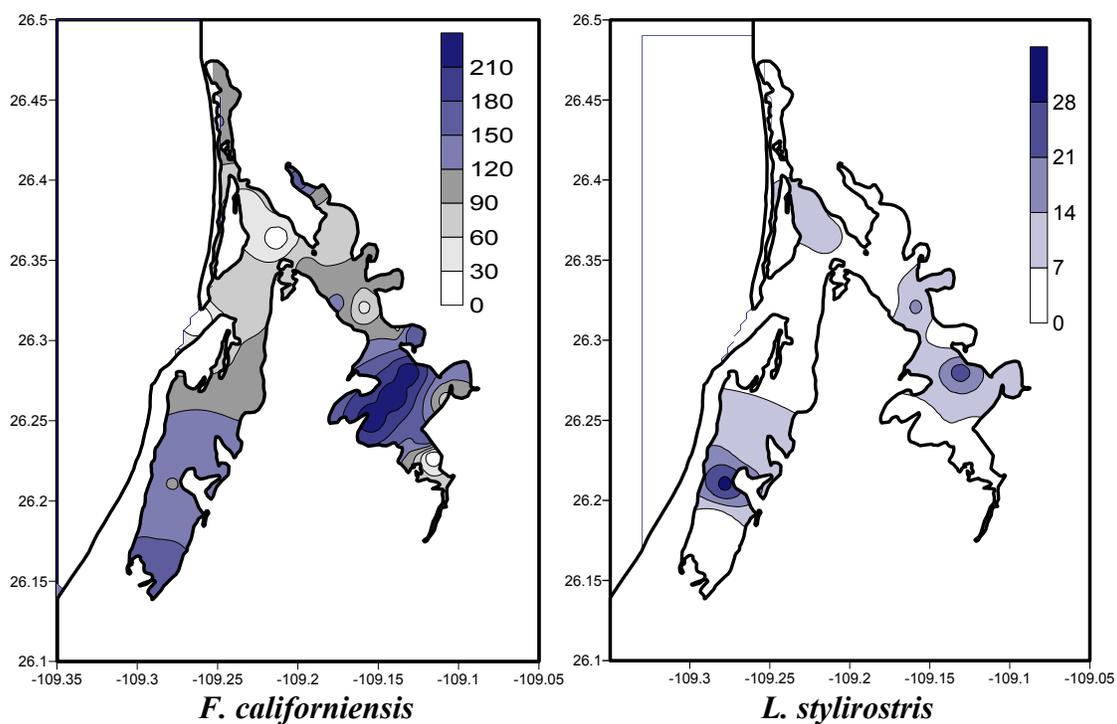


Figura 15. Porcentaje de especies (No. organismos/ha) de camarones peneidos en el SLA.
*No se realizaron muestreos en septiembre.

En contraste, *S. penicillata* y *S. disdorsalis* son las menos abundantes (menores a 1%), la primera se registró de marzo a mayo y la segunda en marzo. *L. stylirostris* fue más abundante que *L. vannamei*, la primera registró el mayor número de organismos en agosto (43 organismos/ha), mientras que la segunda presentó dos picos de abundancia, en febrero y agosto (15 organismos/ha).

Respecto al patrón de distribución anual de la abundancia de las cinco especies (Figura 16), se observa que la mayor abundancia se concentró en el Estero de Bacorehuis, aunque para el caso de *F. californiensis* y *L. stylirostris* se registró también una concentración importante de organismos en el Estero de Jitzámuri.



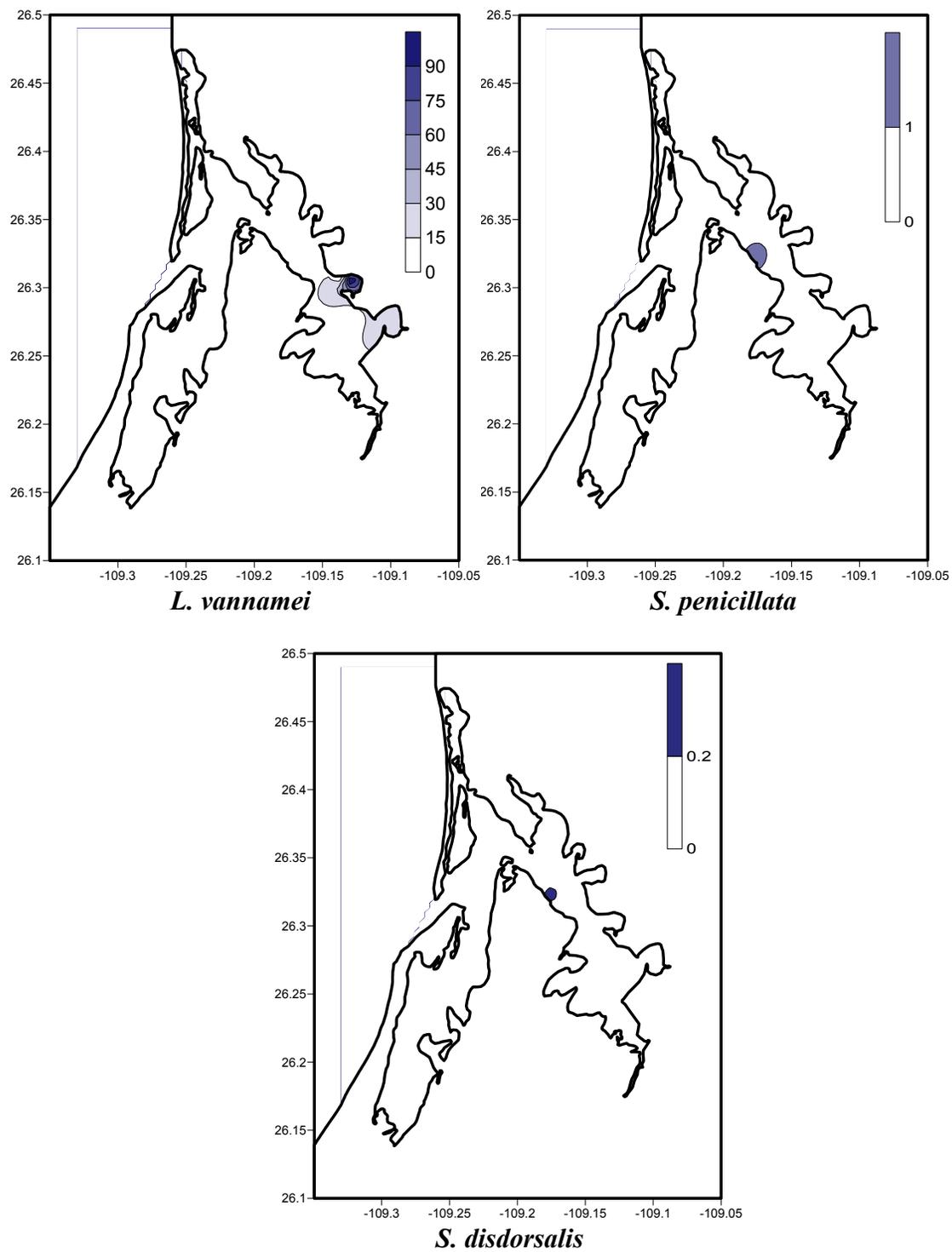
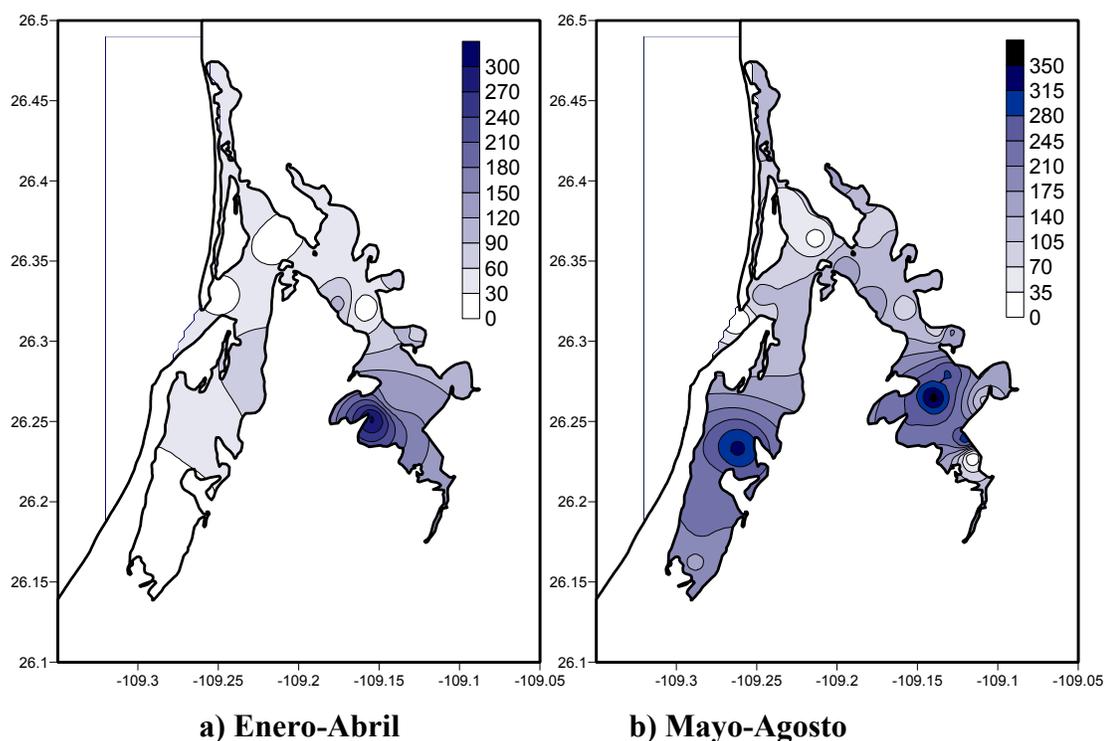


Figura 16. Patrón anual de distribución y abundancia de cinco especies de camarones peneidos registrados en el Sistema Lagunar de Agiabampo.

5.9 Relación entre la abundancia y las variables ambientales

La abundancia de *F. californiensis* se agrupó en tres periodos: a) enero a abril, b) mayo a agosto y c) octubre a diciembre (Figura 17). Se observó un patrón de distribución espacial similar en los periodos de enero-abril y octubre-diciembre (Fig. 17 a y c), ya que en ambos casos la mayor abundancia se concentró en el Estero de Bacorehuis. En los meses cálidos (mayo-agosto) se presentó la mayor abundancia de camarón café en el año y la distribución abarcó los esteros de Jitzámuri y de Bacorehuis (Fig. 17b).



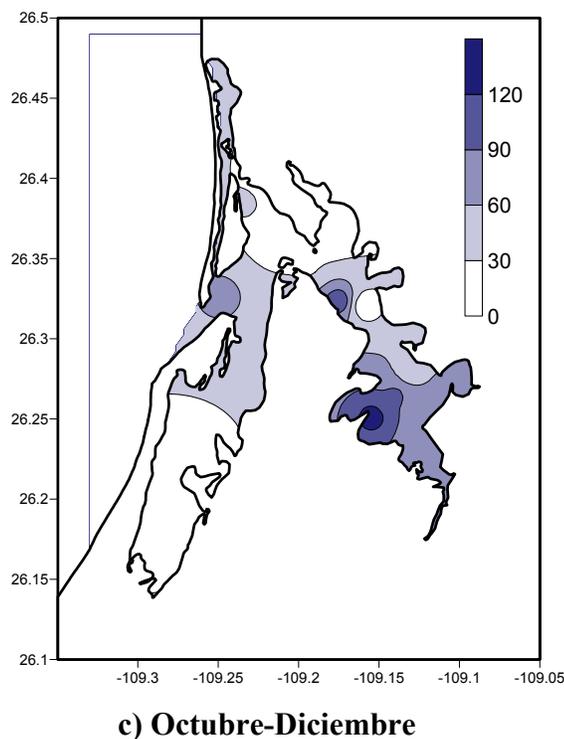


Figura 17. Distribución y abundancia (No. organismos/ha) de *F. californiensis* dentro del SLA durante los meses cálidos y fríos. Nótese el cambio en la escala de cada figura, la cual muestra el número de organismos por hectárea.

Respecto del análisis de la abundancia de las especies de peneidos con las variables ambientales (temperatura, salinidad y precipitación) (Tabla VII), se observó que la mayor abundancia de *F. californiensis* coincide con la época de estiaje de la zona de estudio (de marzo a junio, Figura 18). Al presentarse lluvias en julio, la abundancia del camarón café descende, si bien nunca llega a ser cero. No obstante, no se encontró una correlación significativa entre la abundancia de camarón café y la precipitación ($r=0.26$), lo cual puede deberse a que esta variable no modificó de forma considerable las condiciones físico-químicas del SLA. Por otra parte la correlación fue positiva y significativa con la salinidad y la TSM (Tabla VII, Figura 19 y Figura 20). *F. californiensis* es la especie dominante

durante todo el año, *L. vannamei* y *L. stylirostris* tuvieron mayor presencia durante la época de lluvias, siendo la correlación positiva y significativa en el caso de *L. stylirostris*. Para *L. vannamei* la correlación fue positiva (sin ser significativa) con la temperatura y la precipitación y negativa con la salinidad. Las menores abundancias las registraron *S. penicillata* y *S. disdorsalis*, de marzo a mayo la primera y en marzo la segunda, presentando correlación negativa con las tres variables ambientales, sin llegar a ser significativas (Tabla VII).

Tabla VII. Coeficientes de Correlación de Pearson (r) entre la abundancia de las especies registradas y tres variables ambientales.

Especie	Temperatura(°C)	Salinidad (ups)	Precipitación (mm)
<i>F. californiensis</i>	0.65	0.62	0.27
<i>L. stylirostris</i>	0.58	0.21	0.74
<i>L. vannamei</i>	0.06	-0.36	0.55
<i>S. penicillata</i>	-0.18	-0.23	-0.40
<i>S. disdorsalis</i>	-0.27	-0.40	-0.33

Para *F. californiensis* la correlación fue positiva y significativa con la temperatura y la salinidad, lo cual es confirmado con la Fig. 19 y la Fig. 20 donde se observa que al incrementarse los valores de estas variables, la abundancia también muestra un aumento.

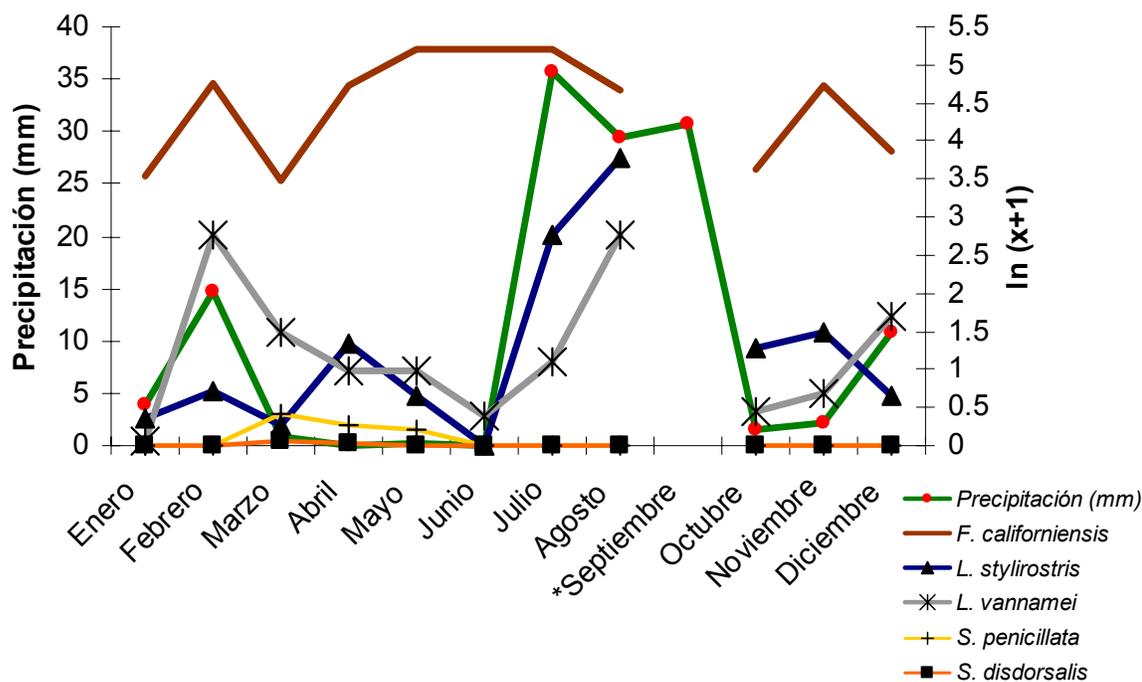


Figura 18. Composición de especies (abundancia expresada en número de organismos/ha transformados a $\ln(x+1)$) y su relación con la época de lluvia y estiaje en el SLA. *No se tienen datos de abundancia en septiembre.

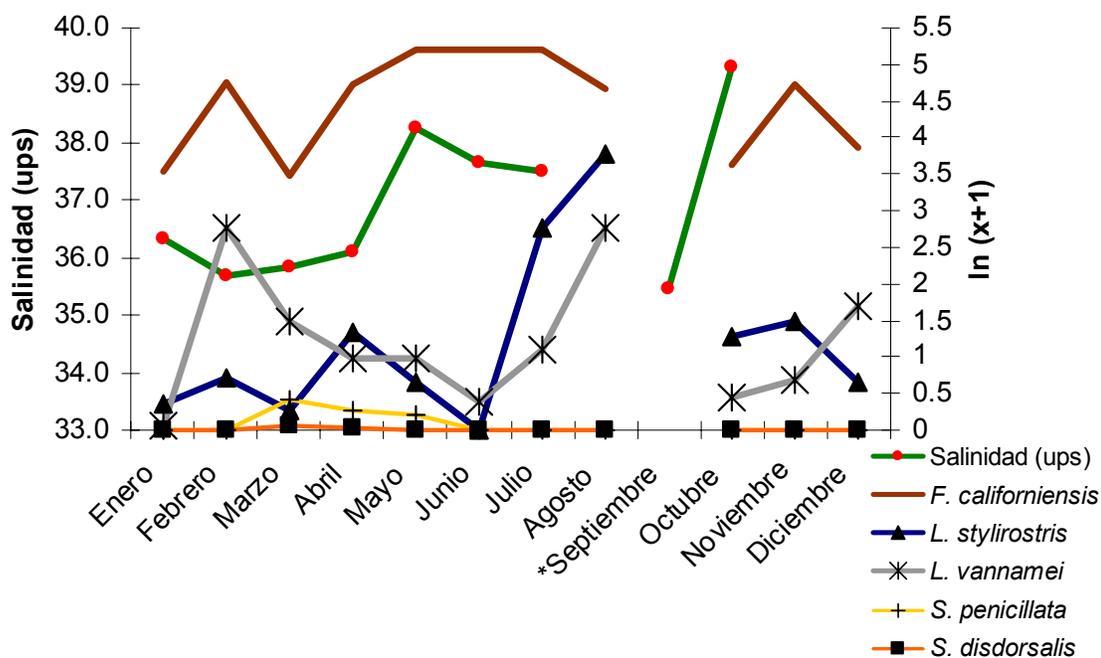


Figura 19. Composición de especies (abundancia expresada en número de organismos/ha transformados a $\ln(x+1)$) y su relación con la salinidad en el SLA. *No se tienen datos de abundancia en septiembre.

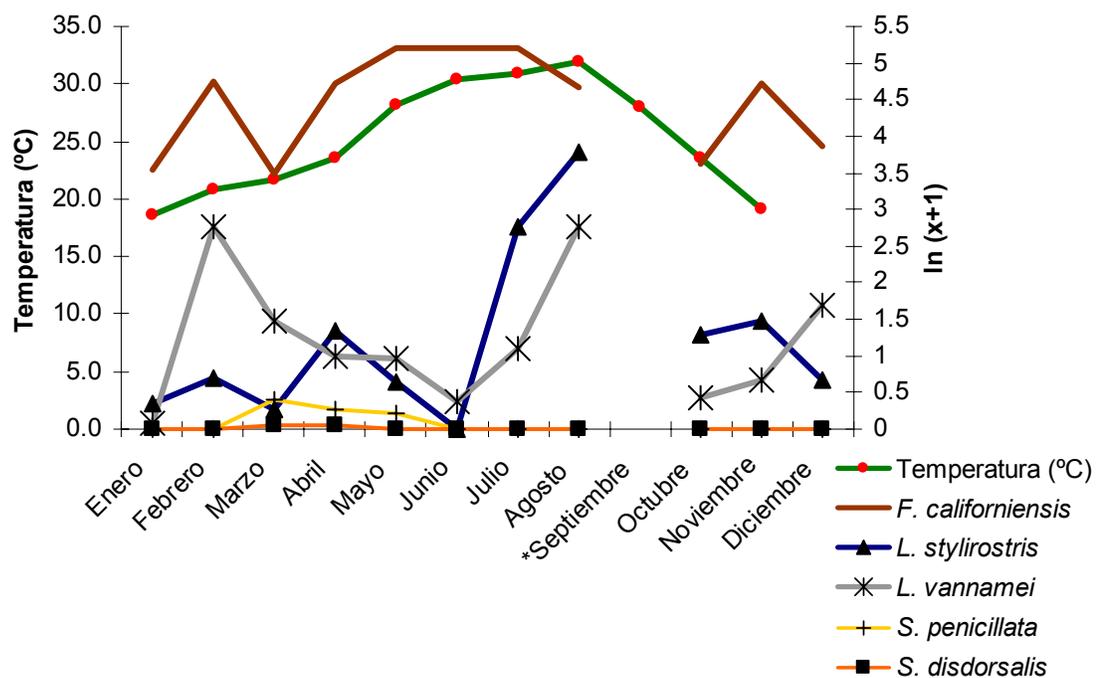


Figura 20. Composición de especies (abundancia expresada en número de organismos/ha transformados a $\ln(x+1)$) y su relación con la temperatura en el SLA.
*No se tienen datos de abundancia en septiembre.

6. DISCUSIÓN

La información analizada respecto a los periodos de inmigración de postlarvas, de estructura de tallas, madurez gonadal de las hembras, distribución y abundancia de juveniles, subadultos y adultos, así como la relación interespecífica del camarón café con otros camarones peneidos y la relación entre la abundancia y las variables ambientales, permitió conocer algunos aspectos ecológicos de su ciclo de vida dentro de una laguna costera que desde hace unas décadas ha sufrido modificaciones en el aporte de agua dulce. Esta situación es común en los sistemas lagunares del noroeste de México, ya que ha disminuido el ingreso de agua dulce proveniente de los ríos que drenan hacia la costa por el represamiento de que han sido objeto. (Hewitt de Alcántara, 1976).

Los resultados del presente estudio se han organizado de la siguiente manera para su discusión:

- a) Inmigración de postlarvas,
- b) Relación Longitud-Peso,
- c) Estructura de Tallas,
- d) Madurez gonadal, distribución y abundancia de las hembras de *F. californiensis*,
- e) Distribución y abundancia de juveniles, subadultos y adultos,
- f) Relaciones interespecíficas y
- g) Relación entre la abundancia y las variables ambientales.

6.1 Inmigración de postlarvas

López Martínez *et al.* (2002) mencionan que en las costas del estado de Sonora la reproducción de *F. californiensis* es continua a lo largo del año, con dos periodos de reproducción masiva: de diciembre a febrero y de mayo a julio. En el presente estudio la mayor abundancia de postlarvas se registró de diciembre de 2001 a enero de 2002 y de junio a julio de 2002, en correspondencia con los periodos de desove mencionados por dichos autores. Cabe señalar que el estadio de postlarva se alcanza aproximadamente a los quince días de ocurrir los desoves, transcurriendo posteriormente de cuatro a quince días para que las postlarvas alcancen las áreas de crianza (Flores Valenzuela, 2002).

Respecto al efecto de las fases lunares en la abundancia de las postlarvas, Dall *et al.* (1990) señalan que la actividad de éstas puede ser influenciada por esos ciclos, aunque en algunas especies no presentan diferencias entre una fase y otra. Criales *et al.* (2002), mencionan que en diversos trabajos se ha encontrado una mayor actividad de las postlarvas de camarones peneidos durante la fase de luna nueva. En el presente estudio se observó mayor abundancia de postlarvas de camarón café durante la luna nueva (Fig. 7), aunque la diferencia no fue significativa, coincidiendo estos resultados con los encontrados por Del Valle (1989) en el Sistema Lagunar Huizache-Caimanero para esta especie.

Es posible, como lo señalan Sánchez Meraz y Martínez Vega (2000), que la acción de las corrientes de marea, el patrón de circulación local y los vientos asociados al patrón de migración vertical sean los procesos que determinan el ingreso de las postlarvas a las

lagunas costeras. Los procesos hidrodinámicos señalados por Burrola Sánchez *et al.* (2002) (Anexo I), sugieren que las posibles áreas de crianza del camarón café son el Estero de Bacorehuis en primer término (Figura 22), y el Estero de Jitzámuri en segundo (Figura 23). La marea se retrasa tres horas en el Estero de Bacorehuis debido a que se encuentra en la parte más alejada del SLA; durante el flujo, este retraso causa que en la boca confluyan las masas de agua que van entrando con las que van saliendo, causando una reducción neta de la velocidad y un movimiento anticiclónico (ANEXO I, Fig.22 a, b y c). Como señalan los autores, este tipo de vorticidad puede conducir a la retención de partículas en suspensión, sedimentos y organismos vivos, sugiriendo que puede ser una área de protección natural para organismos ahí retenidos.

Varios autores mencionan que las postlarvas son transportadas hacia la zona litoral gracias al acoplamiento de su migración vertical con las corrientes generadas por marea (Dall *et al.* 1990; López Martínez, 2000; Sánchez Meraz y Martínez Vega, 2000; Criales *et al.*, 2002). Aunque el muestreo de postlarvas se realizó en la boca del SLA, es posible inferir por medio del estudio hidrodinámico ya señalado, y considerando la distribución, abundancia y tallas promedio mensuales de juveniles y adultos en varios puntos del área de estudio, que las postlarvas entran a este subsistema durante el flujo como lo señalan Dall *et al.* (1990). Posteriormente permanecen en la parte sur del Estero de Bacorehuis, y en menor grado en el Estero de Jitzámuri, donde encuentran refugio y alimentación gracias a que ahí se localizan las principales áreas de manglar, reconocidas como zonas de importancia debido al aporte de materia orgánica que realizan en el sistema (García y Le Reste, 1987; Contreras y Zabalegui, 1988; De La Lanza Espino, 1995; Rönnbäck, 1999).

6.2 Relación Longitud-Peso

La relación longitud-peso indica el tipo de crecimiento del organismo. El cálculo de las relaciones morfométricas de machos, hembras y ambos sexos del camarón café *F. californiensis*, mostró que la relación longitud-peso es isométrica (Fig.8 y Tabla III), coincidiendo con el trabajo realizado por Muhlia *et al.* (1975) y Lluch Belda (1974) quienes reportaron para organismos capturados por la flota camaronera que el crecimiento era isométrico.

6.3 Estructura de tallas

Los resultados obtenidos de las biometrías y del análisis de progresión modal, muestran que *F. californiensis* utiliza el sistema lagunar para crecer desde la talla de postlarva hasta la de juvenil, de enero a junio. En junio los organismos alcanzan su máximo crecimiento, tal y como se observa en el incremento en la moda y en la longitud total promedio calculada para machos, hembras y para ambos sexos (Tabla IV, Fig. 9 y Fig.10). De julio a agosto, la distribución de frecuencias de la longitud total y el promedio de ésta muestra principalmente a organismos juveniles, corroborando que en julio comienza el reclutamiento hacia fuera de la laguna. En estos meses la población de juveniles posiblemente proviene de las postlarvas que ingresaron tardíamente al sistema lagunar (Fig.7) ya que *F. californiensis* muestra desoves continuos. Dall *et al.* (1990), mencionan

que, si la emigración de los juveniles está relacionada con la talla, cerca de la boca de la laguna deben de encontrarse organismos saliendo casi a la misma talla. En la zona cercana a la boca del SLA se encontraron en todos los meses tallas promedio entre 100 y 110 mm excepto en febrero, mayo y junio (Fig. 14). Aguirre Osorio y Romero Sedano (2002) encontraron que de diciembre de 2001 a junio de 2002 la longitud de emigración del camarón café en el SLA es de 117mm de longitud total, lo que permite afirmar que el reclutamiento en el SLA se da entre los 100 y 117 mm de longitud.

Aunque en septiembre no se utilizó la red de arrastre, otros muestreos realizados con red “suripera”, encontraron solamente cuatro organismos de camarón café contra seiscientos sesenta y cuatro de camarón azul en este mes (Aragón Noriega, CIBNOR, Guaymas, Sonora, com. pers.). Cárdenas Figueroa (1947) y Rodríguez de la Cruz (1975) en muestreos realizados en septiembre en lagunas costeras de Sonora, tampoco encontraron organismos de camarón café. Es probable que en septiembre el camarón café abandone el sistema lagunar, reclutándose mar adentro. A partir de octubre vuelve a aparecer en los muestreos, aunque con una menor abundancia y con una amplia dispersión en las tallas, mientras que en noviembre y diciembre los organismos presentan tallas menores (Fig. 10). La presencia de juveniles durante octubre puede explicarse por los desoves que se presentaron en el verano (Fig. 11), mientras que las tallas mayores pueden indicar organismos que se introducen de manera incidental debido a la hidrodinámica de la laguna.

6.4 Madurez gonadal, distribución y abundancia de las hembras de *F. californiensis*

Se encontraron dos periodos definidos de madurez gonadal en las hembras de *F. californiensis*, verano (mayo a agosto) e invierno (noviembre), siendo mayor la abundancia en el primero. Estos periodos coinciden con los reportados por López Martínez *et al.* (2002) en las costas de Sonora, quienes observaron mayor número de hembras maduras y desovadas de mayo a julio. En contraste, para la zona costera del sur de Sinaloa, Barreiro Güemes (1986) reportó que el camarón café presenta tres periodos de madurez en el año, en mayo (madurez de primavera), en agosto (madurez de verano) que es el más conspicuo, y en enero (madurez de invierno). Para el caso del SLA, se confirman los resultados de madurez reportados para el camarón café en las costas de Sonora.

Las figuras de distribución y abundancia de las hembras maduras y desovadas (Fig. 13) indican una distribución diferencial en los meses analizados; durante mayo se concentraron en el Estero de Jitzámuri, para el mes siguiente se encontraron cerca de la boca y hacia el Estero de Bacorehuis, y en julio y agosto permanecen cerca de la boca y en el Estero de Jitzámuri. La mayor abundancia anual se registró en el Estero de Bacorehuis, lo cual coincide con los resultados de distribución y abundancia de organismos juveniles, subadultos y adultos. Estos resultados pueden deberse a la presencia de áreas de manglar y sedimentos arcillo-arenosos en el Estero de Bacorehuis en primer término y en el Estero de Jitzámuri en segundo, ya que son condiciones que favorecen la permanencia de estos organismos.

Los resultados sugieren que las hembras podrían realizar desoves al interior del SLA, aunque no pueden ser concluyentes, ya que el número de hembras maduras y desovadas por hectárea es muy bajo comparado con las hembras inmaduras, estadio que dominó durante todo el año. Lo anterior debe ser apoyado con más estudios. Por lo tanto, se atribuye que la presencia de las hembras maduras y desovadas que fueron registradas ingresaron de forma incidental debido a las condiciones hidrodinámicas del SLA (Anexo I).

6.5 Distribución y abundancia de juveniles, subadultos y adultos

Los resultados de este estudio sugieren que el camarón café hace uso de la mayor parte del SLA y que utiliza los esteros de Bacorehuis y Jitzámuri con fines de refugio y crecimiento. La mayor abundancia y permanencia se observaron en el Estero de Bacorehuis, aparentemente en función de los patrones de retención asociados a la hidrodinámica del SLA (Anexo I), así como a la presencia de sedimentos y áreas de manglar que favorecen su permanencia. Mayo fue el mes de mayor concentración de esta especie en ambos esteros (Fig.14).

El análisis de distribución y abundancia, en conjunto con las tallas promedio, permitió observar que a lo largo del año las tallas más pequeñas se concentraron en el Estero de Bacorehuis, siendo un indicador de que los organismos se refugian y crecen ahí debido a las condiciones hidrodinámicas que favorecen la permanencia de estos organismos aunado a la presencia de áreas de manglar (Fig.14; Anexo I, Fig.22b y Fig.22c). En

contraste, las tallas más grandes (~110 mm) se registraron en la zona cercana a la boca, lo cual muestra la talla aproximada a la que los organismos están saliendo del sistema, así como los que se encuentran en la zona costera y que se acercan a la boca. Aguirre Osorio y Romero Sedano (2002) reportaron que la talla de migración en el SLA se realiza a los 117 mm.

Respecto a la relación de la talla con la profundidad, se observó que los organismos con menor talla tuvieron preferencia por las zonas someras, mientras que los mayores fueron registrados en los canales que presentaron la mayor profundidad en el SLA (Fig.4 y Fig.14). Estos resultados coinciden con los de Rodríguez de la Cruz (1976) y García y Le Reste (1987), quienes señalan que cuando los camarones crecen se desplazan hacia las zonas más profundas, existiendo un gradiente de tallas creciente desde el interior de las lagunas costeras hacia su desembocadura.

En contraste, Burrola Sánchez *et al.* (2002) señalan que la energía generada por el cambio de dirección de la corriente en el SLA se concentra en el área más profunda, sugiriendo la posibilidad de que se produzca dragado natural y por tanto condiciones poco favorables para que los organismos puedan permanecer en el fondo de los canales profundos por mucho tiempo. No obstante, Dall *et al.* (1990) identificaron estrategias que les permiten afrontar corrientes intensas. Para *F. duorarum* encontraron que no muestra ninguna orientación ante corrientes con una velocidad menor a $20 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, mientras que a velocidades mayores optan por enterrarse.

6.6 Relaciones interespecíficas

Aunque en el presente estudio el camarón café fue la especie dominante en comparación con otras cuatro especies de camarones peneidos (Tabla VI, Fig. 15), se observó un patrón de distribución y abundancia diferente para cada una de ellas a lo largo del año de estudio.

El análisis de distribución y abundancia muestra que estas especies coexisten con el camarón café. Tomando como criterio las mayores abundancias anuales registradas, se observó que *L. stylirostris*, *L. vannamei*, *S. penicillata* y *S. disdorsalis* se distribuyeron principalmente en el Estero de Bacorehuis (Fig.16). *L. stylirostris* fue más abundante y se distribuyó más ampliamente que *L. vannamei*, ya que además del estero mencionado, también fue encontrada en el Estero de Jitzámuri y en el Estero de Bamocha. En éste último fue registrada la menor abundancia anual para *F. californiensis*. En estudios realizados por Edwards (1978a) y Del Valle Lucero (1989), *L. vannamei* representó cerca del 90% de las capturas al interior de lagunas costeras de Sinaloa. En contraste, en el SLA, presentó la mayor abundancia en febrero y agosto con 15 organismos por hectárea, representando en los muestreos mensuales el 11 y 9%, respectivamente, muy por debajo de los valores alcanzados por *F. californiensis* (Fig.15). Esta baja abundancia puede obedecer a que el área de estudio está cerca del límite norte de la distribución de *L. vannamei*.

La distribución de *S. penicillata* y *S. disdorsalis* fue similar entre ellas, coincidiendo tanto espacial como temporalmente en la parte norte del Estero de Bacorehuis,

representando porcentajes mínimos en los muestreos (Fig.16). Dado el porcentaje mostrado en las capturas, la presencia de estas especies en el SLA debe considerarse solo como incidental, ya que en diversos trabajos se han encontrado como abundantes en aguas profundas de la parte norte y centro del Golfo de California, junto con el camarón café (Hendrickx, 1984; López Martínez *et al.*, 1999).

6.7 Relación entre la abundancia y las variables ambientales

Estudios previos (Burrola Sánchez *et al.*, 2002; Ayala Castañares *et al.*, 1990), muestran que en el SLA existen condiciones hidrodinámicas diferentes en cada uno de los esteros que lo componen; en particular en la boca del Estero de Bacorehuis se presenta una reducción en la velocidad de corriente al presentarse una aglomeración de las masas de agua que entran con las que salen y un movimiento anticiclónico que favorece la retención de partículas en suspensión, sedimentos y organismos vivos. (Anexo I, Figura 22). Cabe señalar que las masas de agua en este estero tienen un tiempo de residencia de seis horas aproximadamente en cada cambio de marea lo cual es otro factor que favorece la mayor permanencia del camarón café respecto de los otros esteros del SLA.

Los resultados del presente trabajo son congruentes con estas características hidrodinámicas, ya que las mayores abundancias y las tallas menores durante todos los meses se encontraron al sur del Estero de Bacorehuis.

Además de la hidrodinámica y de las áreas de manglar que sirven de refugio a los camarones peneidos, en el SLA y en particular en el Estero de Bacorehuis, se presentan otras condiciones físicas que favorecen la presencia del camarón café. Hendrickx (1996), reporta que *F. californiensis* se encuentra en fondos arenosos o arcillosos y Ayala Castañares *et al.* (1990) encuentran sedimentos arcillo-arenosos y limo-arenosos en los pantanos de manglar al sur del Estero Bacorehuis, mismos que son señalados en el estudio realizado por PROFEPA-CIBNOR (2003).

Otra razón principal de la concurrencia masiva de organismos con hábitos bentónicos como el camarón es la presencia de detritus, ya que su alimentación está basada en la fauna asociada a éste (Edwards, 1978a; Hernández Carballo y Macías, 1996; INP, 2000). Ayala Castañares *et al.* (1990), reportaron que en el Estero de Bacorehuis la fracción orgánica estuvo compuesta por foraminíferos, diatomeas, algas calcáreas, conchas de moluscos, espinas, otolitos y fibras vegetales. Estas características del fondo marino del SLA sugieren que además de brindar protección, es una área de alimentación para *F. californiensis*.

El análisis de correlación entre la abundancia y las variables ambientales mostró que la abundancia de *F. californiensis* varía directamente con la TSM y la salinidad. Dall *et al.* (1990) describieron la dinámica de los camarones peneidos en tres zonas latitudinales: ecuatoriales, tropicales/subtropicales y templadas. Los resultados de la abundancia con la TSM pueden explicarse porque en latitudes alejadas del ecuador la condición térmica requerida para el desarrollo de los organismos se alcanzaría en el verano. Dall *et al.* (1990)

mencionan que los organismos generalmente desovan durante el verano, cuando la temperatura es similar a la que se presenta durante la primavera y el otoño en el patrón tropical.

Respecto a la salinidad, las condiciones marinas e hipersalinas que presenta el SLA permiten que el camarón café permanezca varios meses en su interior. Teóricamente se esperarían valores de salinidad más altos al interior que en la boca del sistema, ya que como mencionan Álvarez Borrego *et al.* (1977), en los antiestuarios la temperatura y la salinidad tienden generalmente a aumentar de la boca hacia el interior; no obstante, en algunas áreas se pueden presentar irregularidades debido a las mareas, vientos y los efectos de calentamiento y evaporación no uniforme por una batimetría irregular con canales y bajos. Las actividades antropogénicas, como es el control de las descargas de un río mediante la construcción de presas, ocasionan cambios en el ambiente. En el Estero de Bacorehuis, descargan varios drenes del sistema de riego del Valle del Carrizo, por lo que éstos ingresan agua dulce, lo que podría ocasionar que en las áreas adyacentes a los drenes la salinidad favorezca la presencia de especies como *L. stylirostris* y *L. vannamei*, sin llegar a ser abundantes.

Como ya ha sido mencionado, las mayores abundancias para todas las especies de camarones peneidos se registraron en este estero. En el caso de *L. stylirostris* se encontró una correlación positiva y significativa con la precipitación y para *L. vannamei* la correlación no fue significativa. En lagunas costeras del sur de Sinaloa se ha registrado que en *L. vannamei* las lluvias tienen un efecto positivo en su abundancia, en el SLA no se

observó esta tendencia ya que la precipitación es de menor magnitud que en el sur de Sinaloa.

Respecto a las especies *S. penicillata* y *S. disdorsalis*, los valores de correlación entre las variables físicas y su abundancia fueron negativos y no significativos. Esto puede explicarse porque estas especies estuvieron poco tiempo en el SLA, tres meses la primera y un mes la segunda. Además, se encuentran en aguas más profundas, prefiriendo temperaturas entre los 13 y 21°C. (Hendrickx, 1996), por lo que la presencia de ambas en el SLA se consideró como incidental.

Con base en los análisis realizados se demostró que al menos para en SLA, *F. californiensis* mostró un cambio en la preferencia de hábitat, ya que trabajos anteriores, sustentados en el análisis proveniente de la información de avisos de arribo consideraban al camarón café una especie con preferencia oceánica, reportándola como secundaria al interior de las lagunas costeras (Blake *et al.*, 1979; Mathews, 1981; Del Valle Lucero, 1989; García Borbón *et al.*, 1996; Leal Gaxiola, 1999; De la Rosa Vélez *et al.*, 2000; López Martínez *et al.*, 2002). A la luz de los resultados presentados en este trabajo, la presencia de camarón café en las lagunas costeras del sur de Sonora y norte Sinaloa, áreas del litoral mexicano con características físicas similares (Contreras, 1985), debe ser nuevamente analizada. Si se ha señalado que el camarón café permanece el 25% de su ciclo de vida (cuatro meses, aproximadamente) en las lagunas costeras, en el presente estudio los resultados señalaron un periodo mayor. En el caso de la cohorte observada desde enero, el tiempo de permanencia de ésta en el SLA es de ocho meses considerando desde el estadio

de postlarvas. Con ello, el concepto del camarón café como una especie que permanece la mayor parte de su vida mar adentro (Fig.1) debe cambiar, al menos para el Noroeste de México. A partir de la abundancia mensual de postlarvas, juveniles, subadultos y adultos, estructura de tallas, madurez gonadal y zonas de distribución de *F. californiensis*, en conjunto con la hidrodinámica del SLA reportada por Burrola *et al.* (2002) (Anexo I), se propone el modelo conceptual de la inmigración de las postlarvas, así como la ruta que siguen los organismos que salen de las áreas de crianza dentro del sistema lagunar para reclutarse al stock adulto mar adentro (Figura 21). Este modelo indica las zonas de mayor uso del camarón café, en primer término el Estero de Bacorehuis y el de Jitzámuri en segundo, considerando el caso de la cohorte que se observó de enero a agosto.

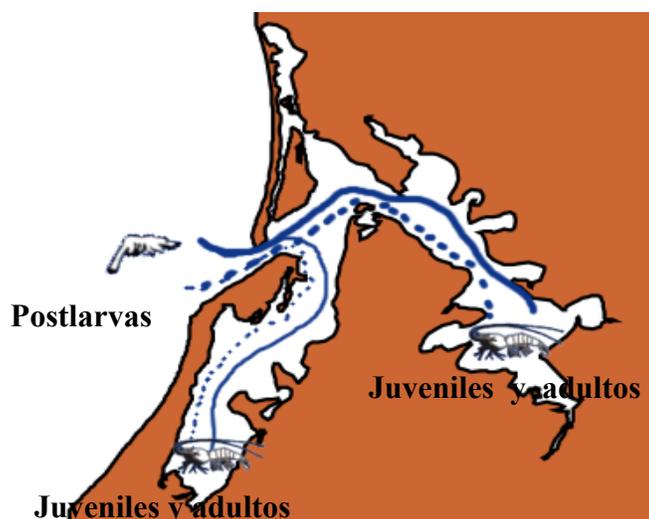


Figura 21. Ruta de inmigración de las postlarvas de *F. californiensis* (línea discontinua) y ruta de los organismos que salen de las áreas de crianza hacia la boca del sistema lagunar para dirigirse a aguas profundas (línea continua). El grosor de ambas líneas indica esquemáticamente el grado de abundancia.

El efecto conjunto entre: a) la hidrodinámica y b) las condiciones marinas e hipersalinas y temperatura, son los elementos principales que coadyuvan a que *F. californiensis* se encuentre en el SLA durante un tiempo mayor al reportado en estudios precedentes; en el primer caso permitiendo el ingreso y retención de las postlarvas y la salida de los organismos subadultos y adultos del sistema, mientras que en el segundo favorecen la permanencia de la especie al ser condiciones por las cuales muestra preferencia. Aunado a estos factores, la presencia de áreas de manglar y sedimentos son otras características del SLA de interés para esta especie.

El cambio en el uso de hábitat, particularmente durante la fase lagunar del camarón café, sin duda tiene implicaciones adaptativas y ecológicas, por lo que es necesario continuar monitoreando otras lagunas similares al SLA para fortalecer esta hipótesis.

7. CONCLUSIONES

Se concluye que el camarón café *F. californiensis* hace uso del Sistema Lagunar de Agiabampo, Sonora-Sinaloa todo el año. Representa un cambio en la preferencia de hábitat, ya que en trabajos anteriores se señalaba que su permanencia dentro de las lagunas costeras era escasa; en el caso de la cohorte observada desde enero, el tiempo de permanencia fue de ocho meses. Es posible que este cambio también se detecte en otras lagunas con condiciones ambientales similares al noroeste de México.

En el caso de las postlarvas, se consideró como importante el efecto de las condiciones hidrodinámicas del SLA en su ingreso y retención, mientras que en el caso de los juveniles, subadultos y adultos, la presencia de sedimentos, áreas de manglar y condiciones marinas e hipersalinas en el Estero de Bacorehuis favorecen la permanencia del camarón café.

F. californiensis fue la especie más abundante durante el año de estudio, principalmente en el verano, el resto de las especies de peneidos registradas en los muestreos fueron *L. stylirostris*, *L. vannamei*, *S. penicillata* y *S. disdorsalis*, considerándose como incidental la presencia de las dos últimas.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar más estudios biológicos en las lagunas costeras de Sonora y norte de Sinaloa, para contar con una serie de datos mayor que permita contrastar hipótesis acerca de cambios en el uso del hábitat y por consiguiente en la historia de vida de *F. californiensis* en lagunas costeras del Noroeste de México.

Como en el SLA se realizan diversas actividades socio-económicas y al encontrarse bajo la jurisdicción de los estados de Sonora y Sinaloa, deben de llevarse a cabo acciones conjuntas que permitan proteger las áreas de crianza y crecimiento del camarón café, en particular las áreas de manglar de los esteros de Bacorehuis y de Jitzámuri.

El esquema de veda actual debe mantenerse, ya que se protegen los periodos de crecimiento y de madurez del camarón café en el SLA. Asimismo, se sugiere realizar más estudios del camarón de roca *Sycionia* spp. ya que el papel de estas especies al interior de las lagunas costeras no ha sido definido.

9. LITERATURA CITADA

- Aguirre Osorio, J. y C. Romero Sedano. 2002. Caracterización del ciclo de vida del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* en la bahía de Agiabampo Sonora-Sinaloa. Instituto Tecnológico del Mar No.3. Guaymas, Sonora, México. Tesis de Licenciatura. 85 pp.
- Álvarez Borrego, S., M. Acosta Ruiz y J. Lara Lara. 1977. Hidrología comparativa de las bocas de dos antiestuarios de Baja California. Ciencias Marinas 4 (1): 1-11.
- Arias Aréchiga, J.P. 1998. Regionalización del Golfo de California: una propuesta a partir de concentración de pigmentos fotosintéticos (CZCS). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 57 pp.
- Ayala Castañares, A., M. Jiménez Estrada y V. Malpica. 1990. Morfosedimentología de la Laguna Agiabampo, Sonora-Sinaloa, México. An.Inst.Cienc.del Mar y Limnol. 17 (2).
- Barreiro Güemes, M. 1986. Estudio sobre la madurez y desove de *Penaeus californiensis* y *Penaeus vannamei* (Crustacea Decapoda, Penaeidae) en la costa sur de Sinaloa. Memorias del Primer Intercambio Académico sobre Investigaciones del Mar de Cortés. Hermosillo, Sonora, México. 30 pp.
- Blake, B.F., A.B. Bowers, and E. Naylor. 1979. Ecology and *Penaeus* fishery of a coastal lagoon system in W. Mexico. Report of the University of Liverpool/National Autonomous University of Mexico. Lagoon Research Project 1973-1979. 56 pp.

- Burrola Sánchez S., D. Urias Laborín y F. Dorado Villanueva. 2002. Simulación de la circulación en el estero Agiabampo. Informe Técnico Interno. Laboratorio Especializado de Manejo Costero, CIBNOR, S.C. Unidad Guaymas, Sonora, México.
- Calderón Pérez, J., E. Macías Regalado, F. A. Abreu Grobois and S. Rendón Rodríguez. 1989a. Antennular flagella: a useful character for distinguishing subgenera among postlarval shrimp of the genus *Penaeus* (Decapoda) from the Gulf of California. *Journal of Crustacean Biology* 9 (39): 482-491.
- Calderón Pérez, J., E. Macías Regalado y S. Rendón Rodríguez. 1989b. Clave de identificación para los estadios de postlarva y primeros juveniles de camarón del género *Penaeus* (Crustacea:Decapoda) del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*, 15(3): 57-70.
- Cárdenas Figueroa, M. 1947. Algunas notas sobre la biología y la pesca de los camarones del Mar de Cortés. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Vol. III.
- Cárdenas Figueroa, M. 1950. Contribución al conocimiento de la biología de los peneidos del noroeste de México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 76 pp.
- Contreras, F. 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Secretaría de Pesca. México, D.F. 263 pp.
- Contreras, F. y L. Zabalegui. 1988. Aprovechamiento del litoral mexicano. Centro de Ecodesarrollo. Secretaría de Pesca. México. 128 pp.
- Criales, M., C.Yeung, F. Amaya, A. López, D. Jones and W.J. Richards. 2002. Larval Supply of Fishes, Shrimps, and Crabs into the Nursery Ground of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. *Caribbean Journal of Science* 38(1-2): 52-65.

- Dall, W., B.J. Hill, P.C. Rothlisberg and D.J. Sharples. 1990. The Biology of the Penaeidae. Academic Press. 489 pp.
- De la Lanza Espino, G., N. Sánchez Santillán, V. Sorani, J.L. Bojórquez Tapia. 1995. Características geológicas, hidrológicas y del manglar en la planicie costera de Nayarit, México. Investigaciones Geográficas Boletín 32: 33-54.
- De la Rosa Vélez, J., R. Escobar Fernández and M. Maqueda Cornejo. 2000. Genetic structure of two commercial penaeids (*Penaeus californiensis* and *P. stylirostris*) from the Gulf of California, as revealed by allozyme variation. Fish.Bull. 98: 674-683.
- Del Valle Lucero, I. 1989. Estrategia de producción y explotación en una laguna costera de México. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, España. 266 pp.
- Edwards, R.R. 1978a. Ecology of a Coastal Lagoon Complex in Mexico. Estuarine and Coastal Marine Science: 75-92.
- Edwards, R.R. 1978b. The Fishery and Fisheries Biology of Penaeid Shrimp on the Pacific Coast of Mexico. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev: 145-180.
- Flores Valenzuela, M. 2002. Abundancia de postlarvas de camarones peneidos en la Bahía de Guásimas. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico del Mar No.3. Guaymas, Sonora, México. 63pp.
- García, S. y L. Le Reste. 1987. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. Documento Técnico de Pesca. FAO. 180 pp.
- García Borbón, J., E. Balart, J.J. Gallo y P. Loreto. 1996. Pesquería de camarón. En: Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (Eds). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja

- California Sur. SEMARNAP, Gob. del Estado de Baja California Sur, FAO, UABCS, CIBNOR, CICIMAR, INP y CETMAR. 188-206.
- Garduño Argueta, H. 1988. Madurez sexual en hembras de camarón (*Penaeus* spp) en el sur de Sinaloa de 1981 a 1986. Boletín Informativo, Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera, Mazatlán, Sinaloa. 23: 3-9.
- Gómez Aguirre S y C. Rivero Beltrán. 1987. Variación estacional de *Sagitta euneritica* (Chaetognatha) en la Laguna de Agiabampo, México. Anales Inst.Biol. UNAM Ser. Zool. 58(2): 697-706.
- Hendrickx, E. 1996. Los camarones Penaeoidea bentónicos (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico Mexicano. CONABIO. UNAM. 147 pp.
- Hernández Carballo, A. y E. Macías. 1996. La pesquería de camarón en aguas protegidas. Pacífico Mexicano. En: INP. Pesquerías relevantes de México. INP, SEMARNAP. México. 65-94.
- Hewitt de Alcántara, C. 1976. Modernizing Mexican Agriculture: Socioeconomic Implications of Technological Change 1940-1970. United Nations Research Institute for Social Development. Ginebra, Suiza. 349 pp.
- INP. 2000. Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y Manejo 1997-1998. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 691 pp.
- Lankford, R. 1977. Coastal lagoons of Mexico, their origin and classification. In: Wiley, M. (Ed). Estuarine Processes Vol. II. Academic Press. New York. 182-215.

- Leal Gaxiola, A. 1999. Análisis de la variabilidad interanual en el patrón reproductivo y talla de primera madurez sexual del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes 1900) en el litoral sonorense. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán, Sinaloa, México. 55 pp.
- Licea Durán, S. 1974. Sistemática y distribución de diatomeas de la Laguna de Agiabampo, Son.-Sin., México. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 1(1): 99-126.
- Lluch-Belda, D. 1974. La Pesquería de camarón de altamar en el noroeste. Un análisis biológico/pesquero. Serie Informativa INP/SI:116. Instituto Nacional de la Pesca. 76 pp.
- López Martínez, J., E. Chávez, S. Hernández Vázquez and E. Alcántara Razo. 1999. Potential yield of a rock shrimp stock, *Sicyonia penicillata* in the northern Gulf of California. *Crustaceana* 72 (6): 582-590.
- López Martínez J. 2000. Dinámica de la pesquería de camarón café (*Penaeus californiensis*) en el litoral sonorense y su relación con algunos parámetros océano-atmosféricos. Tesis Doctoral. CICIMAR, IPN. La Paz, B. C. S. 161 pp.
- López Martínez, J., E. Morales Bojorques, F. Paredes Mallon, D. Lluch Belda y C. Cervantes Valle. 2000. La pesquería de camarón de altamar en Sonora. En: D. Lluch Belda, J. Elorduy Garay. S. Lluch Cota y G. Ponce Díaz. Centros de Actividad

- Biológica del Pacífico Mexicano. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. México. 367 pp.
- López Martínez, J., F. Arreguín Sánchez, S. Hernández Vázquez, E. Herrera Valdivia y A. R. García Juárez. 2002. Dinámica poblacional del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) en el Golfo de California: Variabilidad interanual. En: M. Hendrickx (Ed.). Contribuciones al Estudio de los crustáceos del Pacífico Este. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. p. 209-219.
- Mathews, C.P. 1981. A review of the North American penaeid fisheries, with particular reference to México. *Kwait Bulletin of Marine Science* 2: 325-409.
- Menz, A. and A. B. Bowers. 1980. Bionomics of *Penaeus vannamei* Boone and *Penaeus stylirostris* Stimpson in a Lagoon on the Mexican Pacific Coast. *Estuarine and Coastal Science* 10:685-697.
- Muhlia, A., E. Castellanos, C. B. Kensler y B. C. Bedford. 1975. Relaciones biométricas para tres especies de camarón. Instituto Nacional de la Pesca. 33 pp.
- Núñez, R., H. Chapa Saldaña y E. Chimal. 1951. La pesca del camarón por medio de artes fijas en los estados de Sinaloa y Nayarit. Contribuciones Técnicas. Instituto Nacional de la Pesca. Guaymas, Sonora, México. 23 pp.
- Olgún Palacios, M. 1967. Contribución al estudio de la biología del camarón café *Penaeus californiensis* Holmes. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México, D. F. 56 pp.

- PROFEPA-CIBNOR, S.C. 2003. Anexo Cartográfico. Programa Nacional de Diagnóstico de Ecosistemas Costeros. México. En prensa.
- Rivero Beltrán, C. 1971. Contribución al conocimiento de la ecología de *Sagitta euneritica* Alvaríño, 1961, (Chaetognatha) de la Laguna de Agiabampo, Sonora-Sinaloa. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 37 pp.
- Rodríguez de la Cruz, C. 1975. Resultados de los muestreos en aguas protegidas del litoral sonorense, temporada 1975. INP/SI. 60 pp.
- Rodríguez de la Cruz, C. 1976. Sinopsis biológica de las especies del género *Penaeus* del Pacífico Mexicano. Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica poblacional de camarones. Guaymas, Sonora, México.
- Rodríguez de la Cruz, C. 1981. Estado actual de la pesquería del camarón en el Pacífico Mexicano. Ciencia Pesquera 1 (1): 53-60.
- Rodríguez de la Cruz, C. 1988. Los recursos pesqueros de México y sus pesquerías. Secretaría de Pesca. México. 237 pp.
- Rönnbäck, P. 1999. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. Ecological Economics 29: 235–252.
- Sánchez Meraz, B. y A. Martínez Vega. 2000. Inmigración de postlarvas de camarón *Litopenaeus* sp. y *Farfantepenaeus* sp. a través de la Boca El Oro del Sistema Lagunar Corralero-Alotengo, Oaxaca. Ciencia y Mar 4 (12): 29-46.

Sparre, P. and S.Venema. 1998. Introduction to Tropical Fish Stock. FAO Fisheries Technical Paper. Roma, Italia. 405 pp.

Thorpe, A., A. Aguilar Ibarra, and C. Reid. 1999. The new economic model and fisheries development in Latin America. Centre for the Economics and Management of Aquatic Resources. University of Portsmouth. Research Paper No. 141. 18 pp.

Toledano G.A. 1977. Estudio preliminar de la fauna malacológica de la Laguna de Agiabampo, Sonora, Sinaloa. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 46 pp.

10. ANEXO

Hidrodinámica del SLA

Burrola Sánchez *et al.* (2002), realizaron una simulación de la circulación en el SLA a partir de un modelo hidrodinámico no calibrado, haciendo énfasis en los Esteros de Bacorehuis y Jitzámuri. Mencionan que en el Estero de Bacorehuis la dirección de la corriente cambia con la marea, manteniendo a las aguas en el interior con un tiempo de residencia de 5 a 6h. Observaron que la marea se retrasa 3h en el Estero de Bacorehuis, ya que se encuentra en la parte más alejada del SLA. Durante el flujo, este retraso causa que en la boca se presente una aglomeración de las masas de agua que van entrando al estero con las que van saliendo, causando reducción de la velocidad y movimiento anticiclónico (Figura 22 a, b y c); como señalan los autores, este tipo de vorticidad puede conducir a la retención de partículas en suspensión, sedimentos y organismos vivos, sugiriendo que puede ser una área de protección natural para organismos ahí retenidos.

Para el Estero de Jitzámuri, observaron que la marea se retrasa aproximadamente una hora en relación con la salida al mar, lo que provoca remolinos en la parte más ancha del estero causadas por el encuentro de las aguas que entran al sistema con las que van de salida durante el cambio de dirección de la corriente (Figura 23).

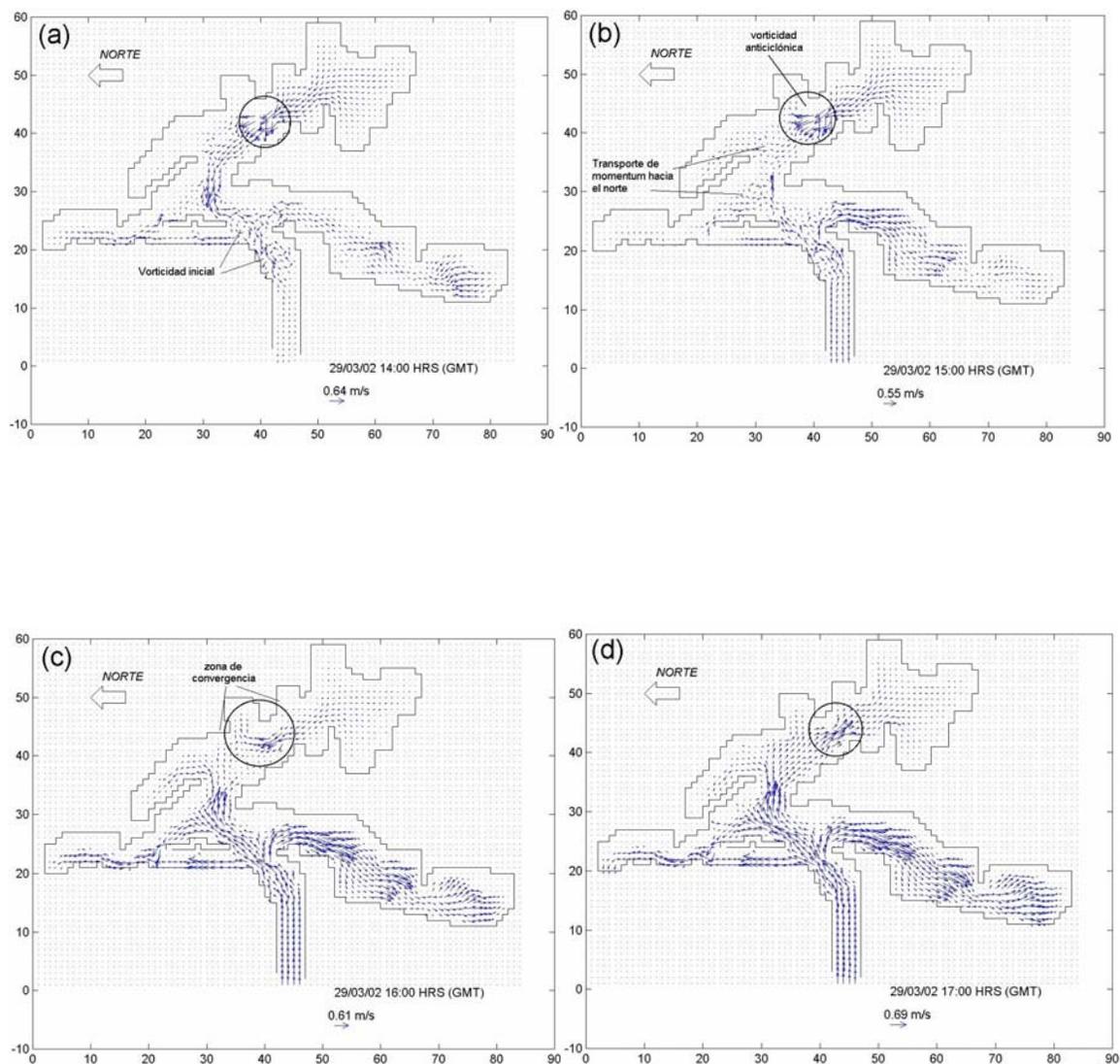


Figura 22. Escenarios de cambio de dirección de la corriente. a). Hora 1, inicio del flujo, formación de remolinos en la boca del SLA; b). Hora 2, transporte de momentum hacia el interior del sistema lagunar; c). Hora 3, convergencia de masas en la hondonada del Estero de Bacorehuis; d). Hora 4, flujo estable hacia el interior del Estero de Bacorehuis.

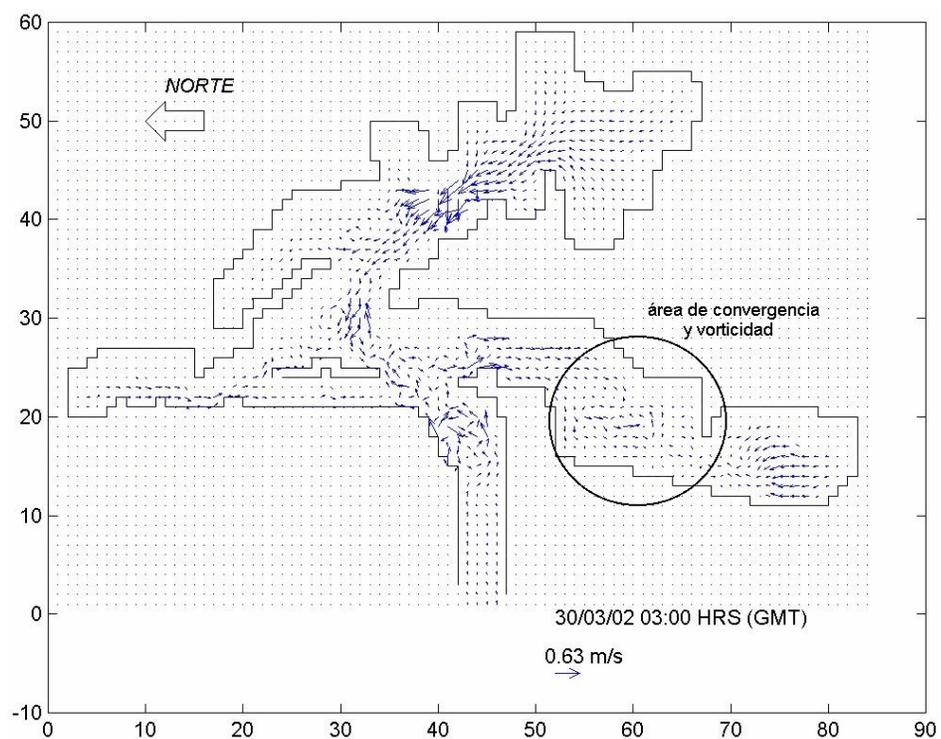


Figura 23. Zonas de remolinos en el Estero de Jitzámuri (círculo) causadas por la convergencia de la masa de agua que va entrando al estero con la que va saliendo durante el cambio de dirección de la corriente.