



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Los camarones peneidos
y su relación con el recurso pesquero camarón en
Laguna de Tamiahua, Veracruz y Laguna Madre, Tamaulipas.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

ABRIL CID SALINAS



**FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM**

DIRECTORA:

DRA. ANDREA RAZ-GUZMAN MACBETH

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Raz-Guzman Macbeth por su apoyo, dedicación, estímulo constante y sobre todo, por su paciencia en la dirección de este trabajo.

A los miembros del jurado: Dr. Luis Soto González, Dr. José Luis Villalobos Hiriart, Dra. Martha Reguero Reza y a la Dra. Leticia Huidobro Campos, por la revisión de este trabajo y por sus aportaciones tan valiosas.

Al Laboratorio de Ecología del Bentos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, particularmente al Biólogo Carlos Illescas Monterroso.

A P. Peralta, P. Rangel, E. Barba y A. Sánchez, por su colaboración en el trabajo de campo.

A R. Rodríguez por su colaboración en la realización de los mapas.

A la CONABIO por su apoyo en el proyecto H258, a partir del cual se obtuvieron los datos empleados en este estudio.

<p>1. Datos del alumno</p> <p>Cid Salinas Abril 53350557 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biología 30009071-4</p>
<p>2. Datos del tutor</p> <p>Dra. Raz-Guzman Macbeth Andrea</p>
<p>3. Datos del sinodal 1</p> <p>Dr. Soto González Luis Arturo</p>
<p>4. Datos del sinodal 2</p> <p>Dr. Villalobos Hiriart José Luis</p>
<p>5. Datos del sinodal 3</p> <p>Dra. Huidobro Campos Leticia</p>
<p>6. Datos del sinodal 4</p> <p>Dra. Reguero Reza Martha</p>
<p>7. Datos del trabajo escrito</p> <p>Los camarones peneidos y su relación con el recurso</p>

pesquero camarón en
Laguna de Tamiahua, Veracruz
y Laguna Madre, Tamaulipas.

74 p.

2008

ÍNDICE

	Página
Resumen	2
Introducción	3
Antecedentes	4
Objetivos	5
Área de estudio	5
Laguna de Tamiahua.....	5
Laguna Madre.....	7
Material y Método	9
Resultados	17
Prejuveniles.....	17
Laguna de Tamiahua.....	17
Agosto.....	17
Diciembre.....	20
Variación estacional.....	23
Laguna Madre.....	27
Agosto.....	27
Diciembre.....	30
Variación estacional.....	33
Análisis comparativo de Laguna de Tamiahua y Laguna Madre....	38
Discusión	44
Prejuveniles.....	44
Laguna de Tamiahua y Laguna Madre.....	45
Pesquería artesanal.....	54
Conclusiones	62
Agradecimientos	64
Literatura citada	65

RESUMEN

Los camarones peneidos son especies económicamente importantes para el hombre, puesto que constituyen la base de grandes pesquerías. Las tres especies de mayor valor en el Golfo de México son *Farfantepenaeus aztecus*, *F. duorarum* y *Litopenaeus setiferus*. El objetivo de este trabajo fue describir la distribución, densidad y relación con el hábitat de las poblaciones de camarones peneidos en la Laguna de Tamiahua y Laguna Madre y, establecer su relación con la pesquería artesanal que se desarrolla en ambos sistemas lagunares. Los ejemplares se recolectaron con red Renfro y red de prueba camaronesa (chango). En agosto de 1996, se muestrearon 34 localidades en Tamiahua y 75 en Madre, y en diciembre del mismo año se realizaron 23 muestreos en Tamiahua y 32 en Madre, para los cuales se registraron datos morfológicos, de abundancia y de biomasa. Las mayores densidades de camarones se registraron en la Laguna Madre, lo cual se relaciona con su extensión, su comunicación con el mar y los ceibadales que proporcionan hábitats ideales para los camarones juveniles. La mayor abundancia de camarones se registró en ambas lagunas en diciembre, lo cual se relaciona con las corrientes neríticas frente a las costas de Tamaulipas y Veracruz que viajan hacia el sur en invierno y, junto con el transporte de Ekman, favorecen la inmigración de postlarvas a las dos lagunas. La especie dominante en cuanto a abundancia en ambas lagunas durante los dos muestreos fue *F. aztecus*. Las tallas más frecuentes de esta especie en ambas lagunas fueron de juveniles, particularmente en diciembre, y esto se debe a que el reclutamiento de postlarvas de esta especie a esta región es constante a lo largo del año. En el caso de *F. duorarum* y *L. setiferus*, la frecuencia de tallas varió con respecto a la época y en cada laguna. Las mayores densidades de los juveniles, particularmente los del género *Farfantepenaeus*, se registraron en fondos someros, en localidades cercanas a las bocas, y en sustratos con cubierta vegetal. Los juveniles de *L. setiferus* se asociaron a regiones sin vegetación acuática sumergida cerca de las bocas y a regiones internas dentro de ambas lagunas. Los subadultos presentaron una distribución mucho más amplia que la de los juveniles, abarcando regiones más profundas (>90 cm) cercanas a las bocas y regiones más internas a lo largo del margen interno (costa tierra) en ambas lagunas, y no estuvo asociada a sustratos con cubierta vegetal. En la Laguna de Tamiahua los subadultos de las tres especies se distribuyeron en zonas internas, mientras que en la Laguna Madre abarcaron desde las bocas hasta las zonas internas de la laguna. La distribución espacial de las poblaciones de camarón tiene implicaciones importantes puesto que es necesario que las zonas de crianza críticas sean excluidas de las áreas de la pesquería artesanal con el fin de reducir la captura del componente más joven y vulnerable de las poblaciones y de evitar la degradación de las áreas de crianza por impacto antropogénico. En la Laguna de Tamiahua el mayor esfuerzo de pesca se aplica en la región circundante a la Isla del Ídolo donde se concentran las mayores abundancias y biomásas de camarones subadultos en agosto, mientras que la presión es menor en regiones asociadas a esteros y hacia el centro de la laguna donde se concentran las mayores densidades en diciembre. En la Laguna Madre, las regiones con mayor esfuerzo pesquero coinciden con las densidades más altas en diciembre, a diferencia de agosto cuando la mayor densidad de camarones se concentró en regiones relativamente protegidas alejadas de las charangas. La pesquería de camarón es tan importante a nivel socio-económico, que la protección de áreas de crianza específicas dentro de ambas lagunas debe ser una alternativa para sostener la pesquería de la región, tanto artesanal como industrial, a largo plazo.

INTRODUCCIÓN

Los camarones peneidos son de importancia económica para el hombre, puesto que son la base de grandes pesquerías (Hemminga & Duarte, 2000). En el litoral del Golfo de México, el camarón es la tercera pesquería en cuanto a volumen, pero en cuanto a valor económico se refiere e infraestructura utilizada en su explotación, este recurso representa la pesquería más importante en el Golfo de México y mar Caribe (Fernández *et al.*, 2000). En el Golfo de México, las tres especies de camarones peneidos de mayor importancia comercial son el camarón café *Farfantepenaeus aztecus* Ives, 1981, el camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad, 1939 y el camarón blanco *Litopenaeus setiferus* Linnaeus, 1767.

La red trófica que se presenta en las lagunas costeras se basa principalmente en la descomposición de detrito (Mason & Varnell, 1996) y, debido a que la alimentación de los camarones se basa en el detrito (Pérez-Farfante, 1969) entre otras cosas, éstos juegan un papel importante en el flujo de energía de los productores primarios (microalgas y detrito) a niveles tróficos mayores (peces) (Hemminga & Duarte, 2000)

El ciclo de vida del camarón peneido ocurre en diversos ambientes: la primera fase de vida tiene lugar en el mar después del desove (fase larvaria). Las postlarvas planctónicas resultantes llegan a zonas más someras en la entrada de los estuarios y lagunas costeras, y esto se conoce como inmigración y está condicionada por mecanismos pasivos (procesos hidrodinámicos que comprenden ciclos de marea, corrientes, entre otras) y activos (reotaxia positiva) (García & Le Reste, 1981; Rulifson, 1983). Después de su entrada, las postlarvas se concentran en las zonas de profundidades menores a 1 m y presentan una distribución heterogénea debido a que los camarones migran hacia las zonas más profundas mientras van creciendo (García & Le Reste, 1981). Conforme se van desarrollando, los camarones subadultos migran hacia el mar (reclutamiento) donde alcanzan la madurez sexual y, posteriormente, tiene lugar el desove (García & Le Reste, 1981).

En las lagunas costeras, los factores que mayor influencia tienen sobre la distribución de los camarones juveniles son la salinidad por el efecto que tiene sobre la fisiología de las especies,

la presencia de vegetación acuática sumergida puesto que constituye áreas de alimentación y refugio importantes e influyen en las relaciones depredador-presa (Kneib, 1991), y la distancia a lo largo del hábitat estuarino entre la boca y las regiones internas del sistema (Zimmerman *et al.*, 1990; Howe & Wallace, 2000; Hass *et al.*, 2001; Pérez-Castañeda & Defeo, 2001; 2004; Ahmad-Adnan *et al.*, 2002). En particular, Pérez-Castañeda y Defeo (2004) observaron que la distancia desde la boca de la laguna es una de las variables que mayor influencia tiene sobre la distribución de los camarones que recientemente entraron a la laguna, así como que la abundancia de éstos es mayor en las regiones cercanas a las bocas y disminuye conforme aumenta la distancia hacia el interior de la laguna.

Con respecto a las actividades pesqueras, el oeste del Golfo de México, en la región litoral de Tamaulipas y Veracruz, aportó en 2004 el 63% de la captura del golfo y el 18% de la captura nacional de camarón (D.O.F. 15/03/04). La pesquería artesanal de camarón en la región camaronera de Tamaulipas-norte de Veracruz se efectúa principalmente en la Laguna Madre, Tamaulipas y en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, explotando a los camarones juveniles de 2-3 meses de edad. La captura en esta región se compone del 87 al 94% de camarón café *F. aztecus* y el remanente de camarón blanco *L. setiferus* y camarón rosado *F. duorarum* (Latournerie, 2007). La pesquería de camarón café *F. aztecus*, en esta región, es la que sostiene a la pesquería de camarón en el Golfo de México y constituye alrededor del 83% de la captura total en esta zona (Medellín, 2002).

Debido a que el camarón es uno de los principales recursos pesqueros del Golfo de México, la información generada en relación a las etapas particularmente vulnerables de su ciclo de vida, como lo es la transición del ambiente planctónico al bentónico y su desarrollo en zonas protegidas como las lagunas costeras, representa una herramienta imprescindible en el cuidado y manejo de las áreas de crianza. Cualquier perturbación en dichas zonas, afectará directamente a la población reproductora en altamar y, en consecuencia, a la pesquería de la región. El presente trabajo estudió la distribución espacial de la población recluta del camarón dentro de un hábitat juvenil, con el fin de identificar las zonas de crianza críticas que deben ser excluidas de las actividades de explotación para reducir la captura del componente juvenil.

Antecedentes

Los camarones peneidos han sido un grupo ampliamente estudiado. Entre los trabajos que abordan los aspectos biológicos generales de las tres principales especies de camarones peneidos del Golfo de México se encuentran los de Pérez-Farfante (1969; 1970) y Williams (1984). Dentro del estudio de la fase juvenil de los camarones peneidos en regiones estuarinas del Golfo de México, se encuentran los trabajos de Giles & Zamora (1973), Sánchez (1981), Aguilar (1985), Minello y Zimmerman (1985 y 1991), Zein-Eldin y Renaud (1986), Rogers *et al.* (1993), Sánchez y Soto (1993), Flores (1993), Sánchez (1997), Pérez-Castañeda y Defeo (2001, 2003 y 2004) y, May-Kú y Ordóñez-López (2006).

Los estudios sobre aspectos biológicos del camarón peneido enfocados particularmente a las zonas lagunares de la región de Tamaulipas-norte de Veracruz son escasos y, no abarcan necesariamente los sistemas lagunares en su totalidad. En la Laguna Madre, se encuentran los de: Sánchez *et al.* (1991), Barba (1993), Leija Tristán *et al.* (1995), Raz-Guzman y Huidobro (2002). En la Laguna de Tamiahua, se encuentran los de: Ferris *et al.* (1986), González y Martínez (1987), González (1988), Fajardo (1990), Luna (1990) y Raz-Guzman y Sánchez (1996).

Entre los trabajos que se enfocan en temas generales de la pesquería de camarón en el Golfo de México se encuentran los de Castro y Arreguín (1991), Arreguín-Sánchez *et al.* (1997), Gracia (1997), Fernández (2000, 2001a, 2001b y 2006), Medellín (2002), Hernández y Willet (2003) y el de Castillo (2006). Los estudios enfocados a evaluar la pesquería de la región camaronera de Tamaulipas-Norte de Veracruz son considerables debido a la importancia comercial del recurso, entre éstos se incluyen el de Ortiz (1998) y aquellos generados por dependencias gubernamentales como la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA), como son los Anuarios Estadísticos de Pesca y la Carta Nacional Pesquera.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es describir la distribución y densidad de las poblaciones de los camarones peneidos en la Laguna de Tamiahua, Veracruz y en Laguna Madre, Tamaulipas y, establecer su relación con la pesquería artesanal que se desarrolla en ambos sistemas lagunares.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar las especies de camarones peneidos recolectadas en las lagunas de Tamiahua y Madre.
- Determinar la distribución de las especies en ambas lagunas y para dos épocas del año, agosto (lluvias) y diciembre (nortes).
- Determinar la densidad, en función de la abundancia y la biomasa, de las especies en ambas lagunas y para las dos épocas del año.
- Establecer una relación entre los datos recabados en este estudio y el desarrollo de las actividades de pesca artesanal en ambos sistemas lagunares, mediante el análisis de diversas fuentes de información.

ÁREA DE ESTUDIO

LAGUNA DE TAMIAHUA

Por sus dimensiones, la Laguna de Tamiahua ocupa el tercer lugar en tamaño en México. Se localiza en el litoral occidental del Golfo de México entre los paralelos 21°06' y 22°06' Norte y los meridianos 97°22' y 97°46' Oeste, la limitan dos ríos importantes: el Pánuco al norte y el Tuxpan al sur. La Laguna de Tamiahua presenta una superficie aproximada de 750 km², es alargada con rumbo NW-SE, tiene 85 km de longitud y alcanza 20 km de anchura máxima (de la Lanza & Cáceres, 1994). Se encuentra separada del Golfo de México por una barrera arenosa llamada Cabo Rojo, que va desde la desembocadura del Río Pánuco hacia el SE hasta el paralelo 21°23', donde cambia rumbo SW hasta el paralelo 21°15', con una anchura máxima de 6 km y mínima de 500 m (Fig. 1). Esta barrera representa un área de importancia zoogeográfica debido a que establece el límite de transición entre las provincias Templada-Carolineana y Tropical-Caribeña de las comunidades de invertebrados marinos de aguas someras (Thurman, 1987) (Fig. 1).

La laguna tiene una profundidad promedio de 2 a 3 m, con la mayor de 5.1 m entre la Isla del Ídolo y el margen continental (de la Lanza & Cáceres, 1994). En la parte occidental de la laguna y al sur de la Isla del Ídolo hay fondos someros, ya que la pendiente del fondo es menor en el borde occidental que en las proximidades de sotavento de la barrera arenosa, probablemente por efecto erosivo de las corrientes de marea (Ayala-Castañares *et al.*, 1969). La comunicación con el medio marino se efectúa por medio de la Boca de Tampachichi al norte, que fue construida por dragado y la Boca de Corazones al sur, de origen natural (Villalobos *et al.*, 1976).

Geomorfológicamente se pueden distinguir tres regiones dentro de la laguna: la norte, desde la boca de Tampachichi hasta la punta sur de la isla Juana Ramírez; la central, más extensa con profundidades hasta de 3 m en cuya parte media se encuentra emplazada la Isla del Toro, hasta la punta norte de la isla del Ídolo y la sur, muy somera, que se angosta hasta la boca de Corazones (Fig. 1).

La laguna recibe la descarga de varios arroyos con flujo estacional, entre los que destacan La Laja, Cucharas, Tancochín, Tampache, San Jerónimo y Milpas. Los sedimentos de la

laguna son principalmente de tipo limo arcilloso (Cruz, 1968). El régimen de mareas en la laguna es del tipo mixto con amplitud variable (Villalobos *et al.*, 1976).

La salinidad varía de 22 a 38_{ups} y la temperatura del agua en verano es de 28-35°C y de 22-27°C en invierno. El clima es del tipo AW2 €, cálido subhúmedo, con lluvias en verano y seco en invierno, a excepción de lluvias ocasionales y con frecuencia prolongadas, originadas por los vientos del norte. La precipitación media anual que se ha calculado oscila entre 1340 y 1500 mm (Villalobos *et al.*, 1976).

La vegetación marginal de la laguna está constituida principalmente por mangle rojo *Rhizophora mangle* L., el mangle blanco *Laguncularia racemosa* (L.)C.F. Gaertner, *Avicennia germinans* L.(L.) y el mangle botoncillo *Conocarpus erectus* L. (Barba & Sánchez, 1981).

La vegetación acuática sumergida que se encuentra en el margen interno de la barrera está caracterizada por el pasto marino *Halodule wrightii* Aschers y macroalgas feofitas, rodófitas y clorofitas (Humm & Hildebrand, 1962; Sánchez-Martínez, 1965).

LAGUNA MADRE

La Laguna Madre se localiza en la costa occidental del Golfo de México, entre el delta del Río Bravo, en el norte y el Río Soto la Marina, al sur. Se ubica entre los paralelos 23°10' y 25°30' Norte y los meridianos 97°20' y 97°50' Oeste en el estado de Tamaulipas. Esta laguna está conformada por dos cuencas separadas por el delta del Río San Fernando. La cuenca septentrional tiene una superficie de 1100 km², una longitud de 65 km y una anchura promedio de 17 km, y la cuenca meridional tiene una superficie de 900 km², una longitud de 125 km y una anchura promedio de 6.5 km. La superficie total es aproximadamente de 2000 km² y es el mayor de los sistemas lagunares mexicanos. El vaso de la laguna está separado del Golfo de México por una barrera arenosa de 180 km de longitud (Fig. 2). Es una laguna somera, con profundidades máximas de 3 m en la parte central de la cuenca septentrional, mientras que la cuenca sur (meridional) se registran profundidades máximas de 1 m (Tunnell, 2002) (Fig. 2).

La laguna se puede separar en 4 regiones: la zona norte, hasta el delta del río San Fernando; la zona central, hasta la boca de Catán; la zona sur, hasta el río Soto la Marina y la Laguna de Catán.

La evaporación que se ha registrado en el área excede la precipitación, al presentar salinidades de 33 a 62_{ups} y temperaturas entre 25 y 35°C en verano y 19 y 25° en invierno. El aporte de agua dulce es poco o nulo, y el intercambio de agua marina con el Golfo esta limitado a la apertura estacional de las bocas, que en 1996 eran la Boca de Mezquital, Boca Ciega, Boca de Catán y Boca de Caballo. Como resultado de lo anterior, y el hecho de que el régimen de mareas es micromareal, la circulación del agua en esta laguna se debe principalmente al viento (Tunnell, 2002).

En este sistema lagunar se presenta lo que se conoce como el Problema del Cinturón Climático de Trewartha (1961). Se refiere a que la Laguna Madre representa un área semiárida localizada entre regiones húmedas. Mientras que la laguna presenta un promedio de 635 mm por año de precipitación, Veracruz presenta 1524 mm. Trewartha (1961) atribuye el clima semiárido a la deficiencia en la precipitación de verano.

La presencia de manglar es escasa debido a las bajas temperaturas que se presentan en la laguna durante el invierno (temporada de nortes), salvo por la existencia de arbustos aislados de *Avicennia germinans* (L.) L. y de botoncillo *Conocarpus erectus* en diciembre (Tunnell, 2002). En relación a la vegetación acuática sumergida, se ha registrado la presencia del pasto marino *Halodule wrightii* principalmente a lo largo del margen interno de la barrera y hacia el norte.

MATERIAL Y MÉTODO

Actividades de campo

Los muestreos en los sistemas lagunares de Madre y Tamiahua se llevaron a cabo en localidades que representan la variedad de condiciones ambientales de ambas lagunas, tales como la presencia o ausencia de vegetación acuática sumergida, tipo de sedimento y proximidad a las bocas e islas (Figs. 3, 4, 5 y 6). Los muestreos se realizaron en agosto y diciembre de 1996 para representar las épocas climáticas de verano seco e invierno con tormentas del norte, respectivamente esta región. En la Laguna de Tamiahua se muestreó en 34 localidades en agosto (Fig. 3) y 23 en diciembre (Fig. 4), mientras que en Laguna Madre se ubicaron 75 localidades en agosto (Fig. 5) y 32 en diciembre (Fig. 6). Para ambas lagunas, la zona ubicada a lo largo del margen interno de la barrera arenosa se denomina “costa mar” y la zona a lo largo del margen continental de la laguna se denomina “costa tierra”.

En cada localidad se registró la fecha y hora, y la temperatura con termómetro de cubeta, salinidad con un refractómetro de campo y la profundidad con un estadal.

Las muestras de epifauna y vegetación acuática sumergida se recolectaron mediante arrastres lineales con una red de barra tipo Renfro de 1 mm de luz de malla y un área de arrastre de 50 m², y una red de prueba camaronera (chango) de 1 cm de luz de malla y una captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de 1.5 a 3 minutos de arrastre. El material biológico se fijó en formol al 10% y se transportó en bolsas etiquetadas al laboratorio.

Actividades de laboratorio

Las muestras de epifauna se lavaron y se preservaron en alcohol al 70%. De las muestras se separaron los camarones peneidos para ser identificados por especie, y separados por sexos y tallas. La identificación taxonómica de los camarones se realizó con base en las claves de Pérez-Farfante (1969) y Williams (1984) para adultos, y de Pérez-Farfante (1970) y Williams (1984) para subadultos y juveniles. Las muestras de vegetación acuática sumergida se separaron en pastos marinos y en macroalgas.

Las tallas de los ejemplares recolectados se registraron considerando que los camarones que se encuentran en las lagunas están en distintas etapas de su ciclo de vida. Las tallas registradas incluyen la longitud cefalotorácica LCT (del margen orbital al margen medio-

posterior del cefalotórax) y la longitud total LT (de la punta del rostro a la punta del telson) para separar los ejemplares, prejuveniles, juveniles y subadultos (Fig. 2).

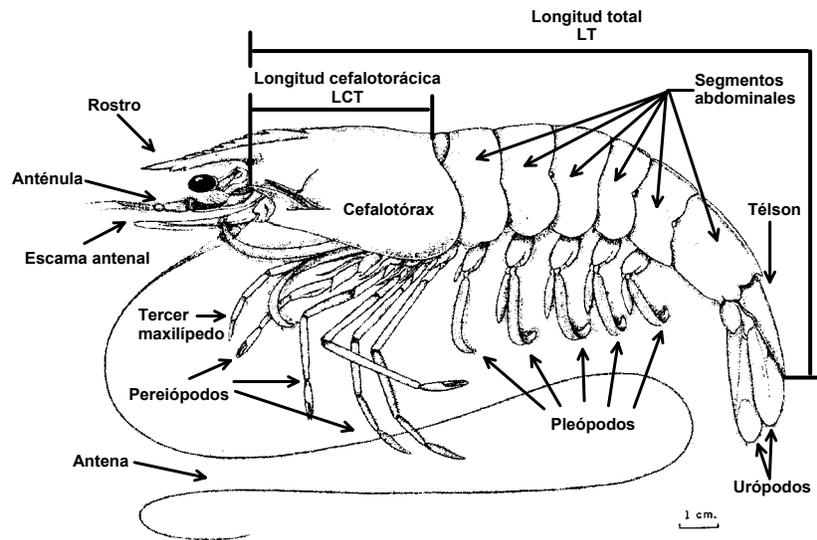


Figura 2. Morfología general del camarón peneido.

Cabe resaltar que la etapa del ciclo de vida del camarón que se ubica entre el estadio de postlarva y el de juvenil presenta una dificultad para su determinación taxonómica, dado que estos organismos han perdido los caracteres que se usan para identificar a las postlarvas (Williams, 1959; Ringo & Zamora, 1968; Cook, 1966 y García-Pinto, 1971) y los caracteres utilizados para clasificar a los juveniles (Pérez-Farfante, 1970 y 1997) no han sido desarrollados. Considerando lo anterior, en este trabajo se denominan prejuveniles aquellos organismos que presentan una longitud cefalotorácica LCT menor a 8 mm (28 mm LT) (va de 10-12 mm a 28-30 mm LT) y su posición taxonómica se dejó al nivel de género *Farfantepenaeus*. Los intervalos de tallas en LCT y LT para cada etapa de desarrollo de las tres especies recolectadas en ambas lagunas se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Intervalos de longitud cefalotorácica (LCT) (Pérez-Farfante 1969, 1970, 1997), de cada etapa de desarrollo por especie de camarones recolectados en ambas lagunas.

Especie	Etapa	LCT (mm)
<i>F. aztecus</i>	juvenil	8-18
	subadulto	18-23
<i>F. duorarum</i>	juvenil	8-15
	subadulto	15-21
<i>L. setiferus</i>	juvenil	8-17
	subadulto	17-28

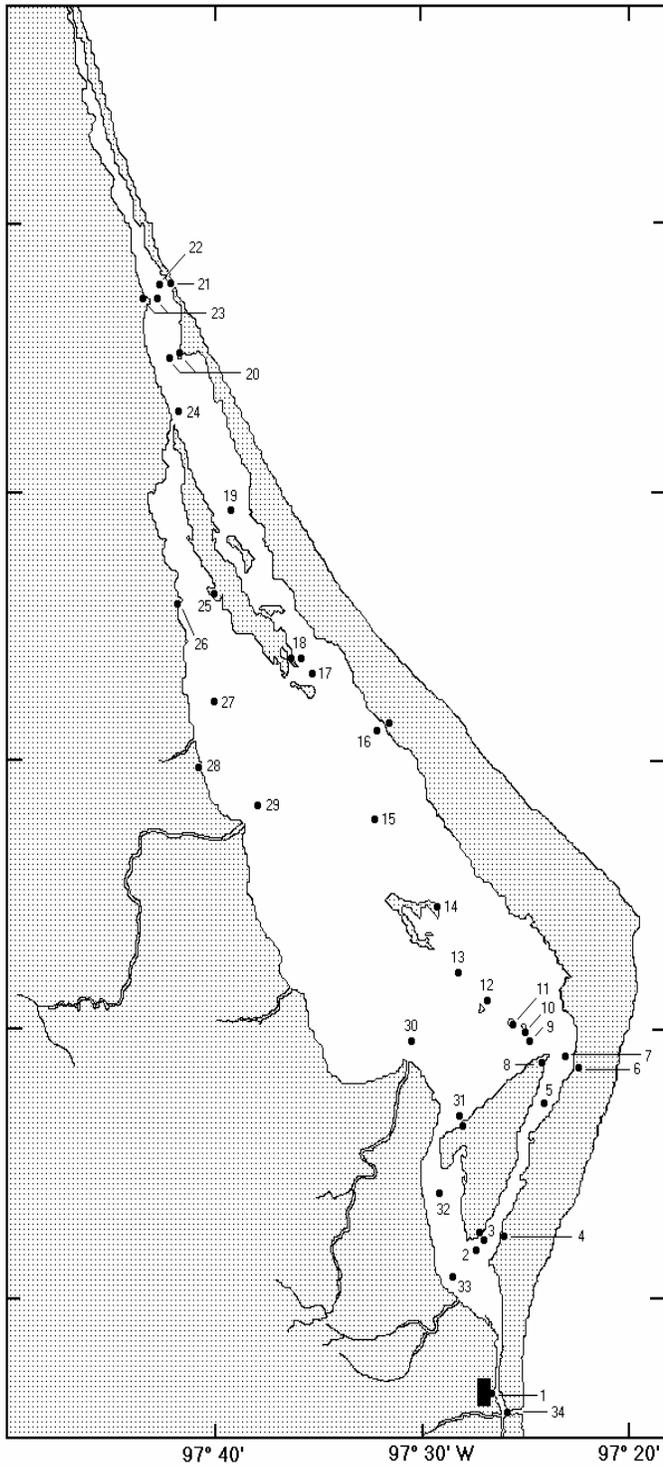
Adicionalmente a los datos morfométricos, se registraron también la biomasa (g) en peso húmedo de cada ejemplar y la abundancia de cada especie. Los datos de abundancia y biomasa se manejaron como datos de densidad. Las referencias de “abundancia” en el texto significan “densidad en función de la abundancia” y las de “biomasa” significan “densidad en función de la biomasa”. Asimismo, los organismos recolectados con la red Renfro se refieren en el texto como “juveniles” y sus datos se representan con unidades de individuos/m² y de g/m² para la abundancia y biomasa respectivamente, mientras que los organismos recolectados con el chango se refieren en el texto como “subadultos” y sus datos utilizan unidades de individuos/min y g/min para la abundancia y biomasa, respectivamente.

La distribución de los valores de densidad, en función de la abundancia y la biomasa, de los camarones muestreados se representó en mapas para ambas lagunas y las dos estaciones del año de muestreo.

Se utilizó la prueba de normalidad Smirnov-Kolmogorov para saber si los valores de densidad registrados presentaban una distribución normal y, en base a esto, se les aplicó la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney (Zar, 1999) para comparar las diferencias entre los valores de densidad entre ambas lagunas.

La pesquería artesanal se analizó en ambos sistemas lagunares mediante el uso de diversas fuentes de información, entre las que se encuentran reportes técnicos del INP y artículos de divulgación científica, esto con la finalidad de establecer la relación entre los datos obtenidos en este estudio y el desarrollo de esta actividad.

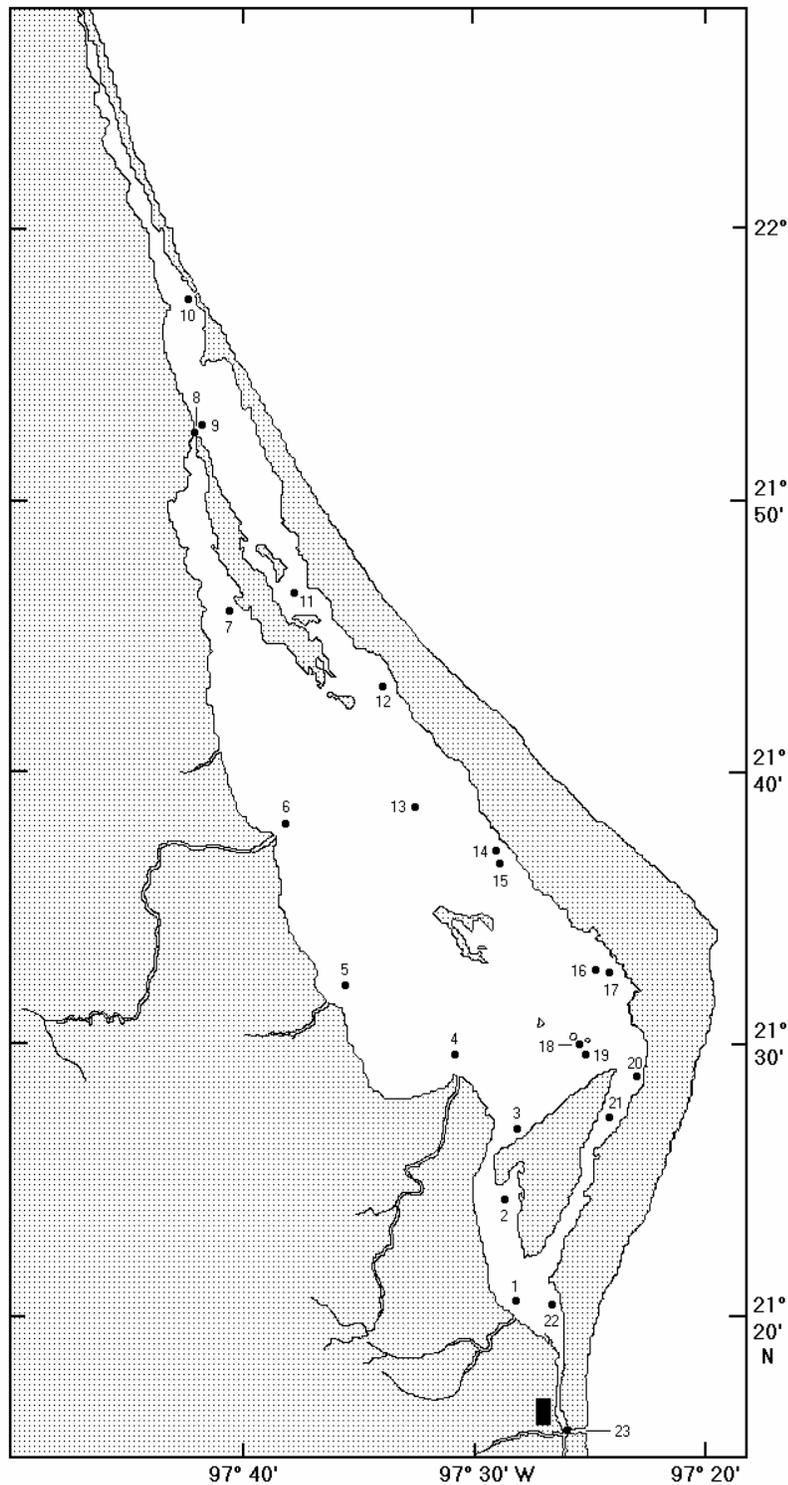
Los ejemplares recolectados se encuentran depositados en la Colección de Crustáceos del Laboratorio de Ecología del Bentos, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.



Localidades:

1. Tamiahua
2. Punta sur de Isla del Ídolo
3. Punta sur de Isla del Ídolo
4. frente a la punta sur de Isla del Ídolo
5. frente a el Ídolo
6. Nuestra Señora
7. Nuestra Señora
8. Punta de Martínez
9. entre Punta de Martínez e islas Frijoles
10. Isla Frijoles Este
11. Isla Frijoles Oeste
12. Isla Pájaros
13. entre Isla Pájaros e Isla del Toro
14. punta noreste de Isla del Toro
15. entre Isla del Toro e Isla Juana Ramírez
16. La Restinga
17. al norte de Isla Burros
18. punta sur de Isla Juana Ramírez
19. al norte de Isla Frontón
20. al sureste de Las Chacas
21. Boca de Tampachichi
22. al oeste de Boca de Tampachichi
23. Las Chacas
24. punta norte de Isla Juana Ramírez
25. punto medio costa oeste de Isla Juana Ramírez
26. frente a la localidad 25
27. al noreste de La Laja
28. El Tigre
29. frente al estero Cucharas
30. frente al estero Tancochín
31. Los Pipianes
32. Ensenada Grande
33. frente al estero Tampache
34. Boca de Corazones

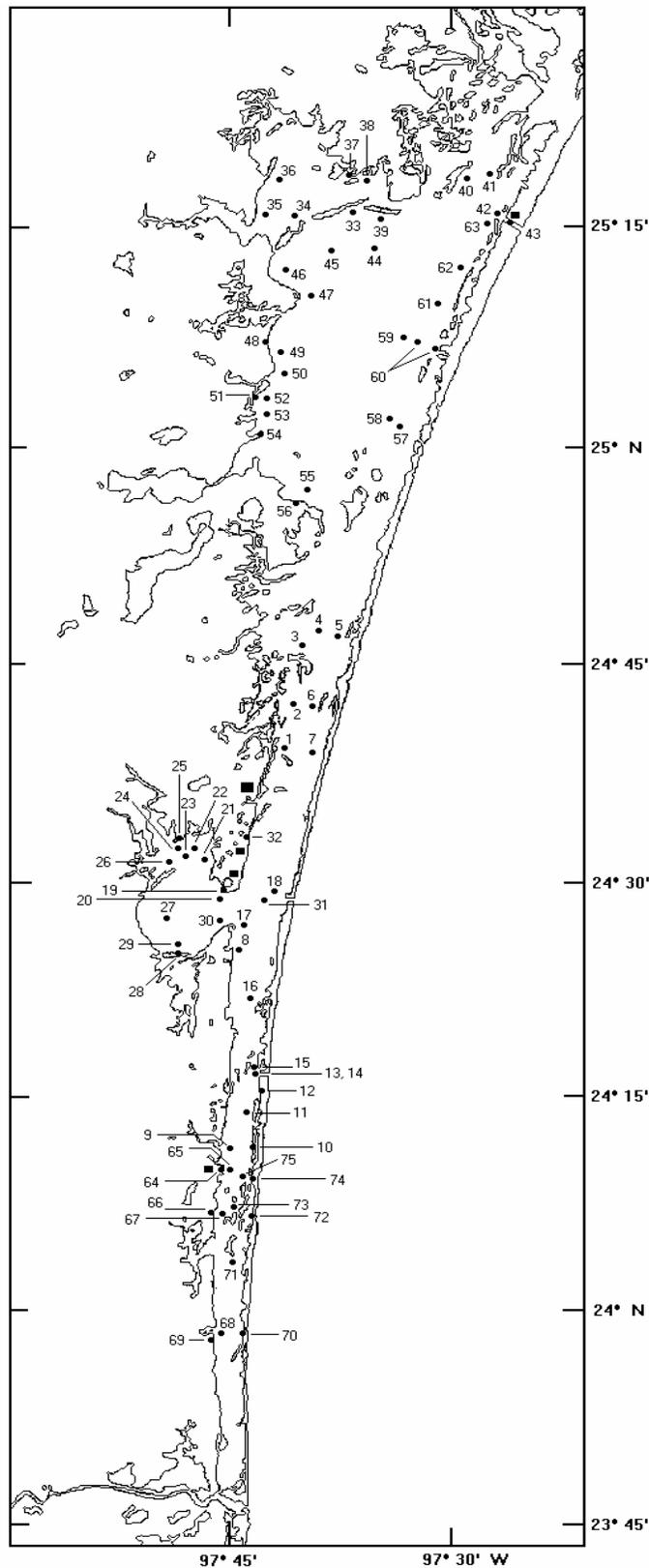
Figura 3. Localidades muestreadas en agosto, en la Laguna de Tamiahua, Veracruz.



Localidades:

1. frente al estero Tampache
2. Ensenada Grande
3. Los Pipianes
4. frente al estero Tancochín
5. frente al estero San Jerónimo
6. frente al estero Cucharas
7. punto medio costa oeste Isla Juana Ramírez
8. punta norte Isla Juana Ramírez
9. punta norte Isla Juana Ramírez
10. Boca de Tampachichi
11. al sur de Isla Frontón
12. al noreste de Isla Burros
13. entre Isla del Toro e Isla Juana Ramírez
14. al noreste de Isla del Toro
15. al noreste de Isla del Toro
16. al norte de islas Frijoles
17. al norte de islas Frijoles
18. Isla Frijoles Este
19. entre Punta de Martínez e islas Frijoles
20. Nuestra Señora
21. frente a El Ídolo
22. La Lata
23. Boca de Corazones

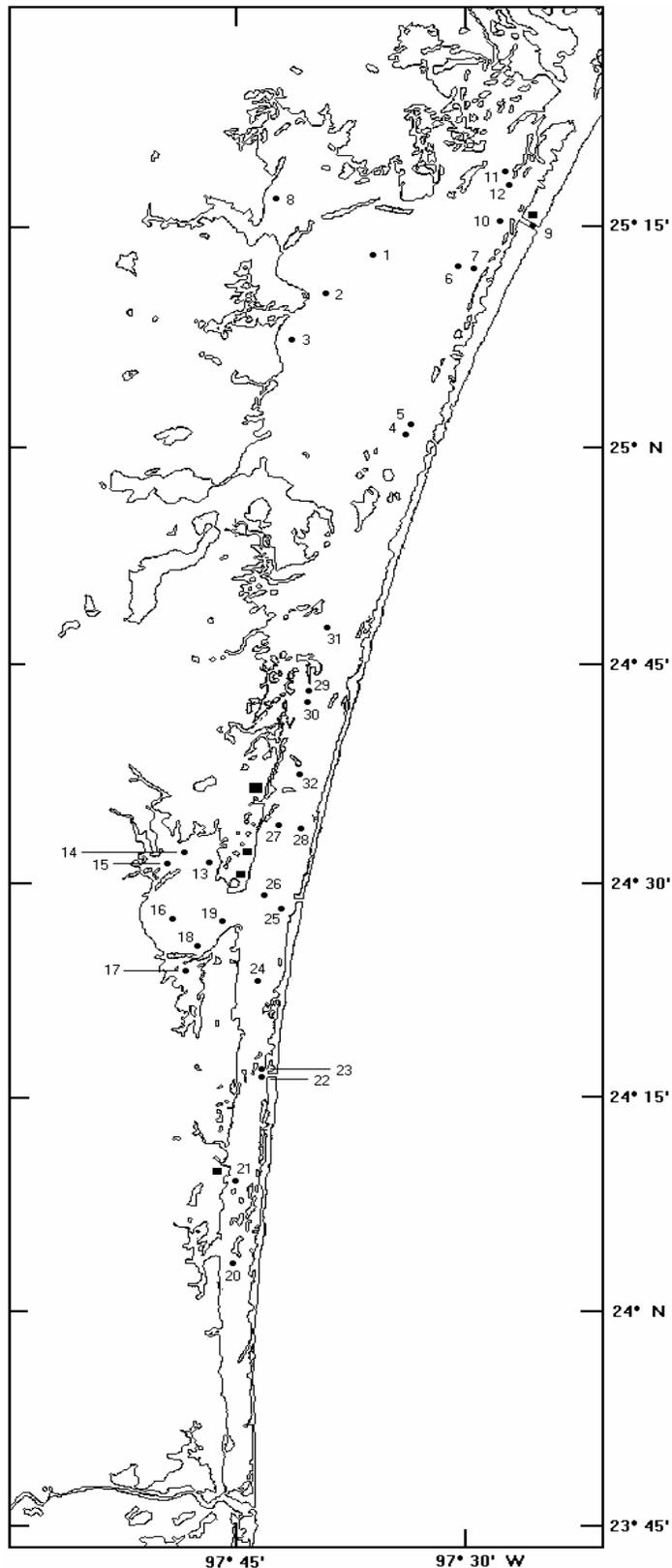
Figura 4. Localidades muestreadas en diciembre, en la Laguna de Tamiahua, Veracruz.



Localidades:

- 1.- Isla Pita
- 2.- al sur de Isla Coyota
- 3.- al norte de Isla Coyota
- 4.- al sur de Isla Venados
- 5.- frente a Isla Venados en costa mar
- 6.- Isla Vaca
- 7.- frente a Isla Pita
- 8.- Los Troncos
- 9.- al norte de Enrramadas
- 10.- al norte de Enrramadas en costa mar
- 11.- Punta La Yegua
- 12.- entre Punta La Yegua y Boca de Caballo
- 13.- Boca de Caballo
- 14.- Boca de Caballo
- 15.- al norte de Boca de Caballo
- 16.- La Mediación
- 17.- Punta Algodones
- 18.- al norte de Boca de Catán
- 19.- al oeste de Punta Piedra
- 20.- al sur de La Muela
- 21.- frente a Los Legales
- 22.- al noreste de Los Jiotos
- 23.- al suroeste de Los Jiotos
- 24.- frente a la Isla del Perro
- 25.- frente a la Isla del Perro
- 26.- Bayuco del Perro
- 27.- al oeste de La Florida
- 28.- El Árbol
- 29.- frente a El Árbol
- 30.- al oeste de Punta Algodones
- 31.- frente a Boca de Catán
- 32.- entre Carbonera y Punta Alambre
- 33.- Isla La Quemada
- 34.- al noroeste de Isla La Mula
- 35.- Poza San Juan
- 36.- al sur de Buenavista
- 37.- al sureste de Buenavista
- 38.- al sureste de Buenavista
- 39.- Isla Larga
- 40.- Isla del Padre
- 41.- Isla Mano de León
- 42.- frente a Mezquital
- 43.- Boca de Mezquital
- 44.- al sur de Isla La Quemada
- 45.- al sur de Isla La Mula
- 46.- La Ensenada
- 47.- La Media Luna
- 48.- Balsora
- 49.- al sur de Balsora
- 50.- al norte de Ensenada de Barrancón
- 51.- Ensenada de Barrancón
- 52.- Ensenada de Barrancón
- 53.- al norte de Barrancón
- 54.- Barrancón
- 55.- al noreste del delta del Río San Fernando
- 56.- al noreste del delta del Río San Fernando
- 57.- frente a Boca Ciega
- 58.- frente a Boca Ciega
- 59.- al suroeste de San Juan
- 60.- al suroeste de San Juan
- 61.- entre San Juan y Buenos Aires
- 62.- Buenos Aires
- 63.- Isla Té
- 64.- El Rastro
- 65.- El Rastro
- 66.- El Carrizo
- 67.- Islas Cortitas
- 68.- Barrancón
- 69.- Ensenada de Las Piedras
- 70.- frente a Barrancón en costa mar
- 71.- al sur de Isla Los Federales
- 72.- frente a islas Cortitas en costa mar
- 73.- al noreste de islas Cortitas
- 74.- frente a El Rastro en costa mar
- 75.- frente a El Rastro en costa mar

Figura 5. Localidades muestreadas en agosto, en la Laguna Madre, Tamaulipas.



Localidades:

- 1.- al sur de Isla La Quemada
- 2.- La Media Luna
- 3.- Balsora
- 4.- frente a Boca Ciega
- 5.- frente a Boca Ciega
- 6.- Buenos Aires
- 7.- Buenos Aires
- 8.- Poza San Juan
- 9.- Boca de Mezquital
- 10.- Isla Té
- 11.- Isla Mano de León
- 12.- punta sur de Isla Mano de León
- 13.- frente a Los Legales
- 14.- frente a la Isla del Perro
- 15.- Bayuco del Perro
- 16.- al oeste de La Florida
- 17.- Bayuco de Oro
- 18.- en la entrada al Bayuco de Oro
- 19.- al oeste de Punta Algodones
- 20.- al sur de Isla Los Federales
- 21.- El Rastro
- 22.- Boca de Caballo
- 23.- al norte de Boca de Caballo
- 24.- La Mediación
- 25.- al sur de Boca de Catán
- 26.- frente a Boca de Catán
- 27.- al sureste de Carbonera
- 28.- al sureste de Carbonera en costa mar
- 29.- al sur de Isla Coyota
- 30.- al sur de la localidad 29
- 31.- al sur de Isla Venados
- 32.- al sur de Isla Venados

Figura 6. Localidades muestreadas en diciembre, en la Laguna Madre, Tamaulipas.

RESULTADOS

Prejuveniles

Un total de 132 camarones se recolectaron en etapa prejuvenil (<8 mm LCT, <28 mm LT) y se clasificaron hasta el nivel taxonómico de género como *Farfantepenaeus*. Del total, 45 se registraron en la Laguna de Tamiahua y 87 en la Laguna Madre. En la Laguna de Tamiahua sólo el 7% del total se colectó en agosto mientras que el 93% restante se colectó en diciembre, y en la Laguna Madre el 23% del total se colectó en agosto y el 77% restante en diciembre. La distribución de los prejuveniles en las dos lagunas estuvo asociada a ceibadales del pasto marino *Halodule wrightii*, y en Laguna Madre se asoció a las bocas de Mezquital y de Caballo.

LAGUNA DE TAMIAHUA

AGOSTO

Se recolectó un total de 53 camarones peneidos, de los cuales *Farfantepenaeus aztecus* comprendió el 49%, *Farfantepenaeus duorarum* el 38% y *Litopenaeus setiferus* el 13% (Fig. 7). La proporción hembras:machos fue de 1.89:1.

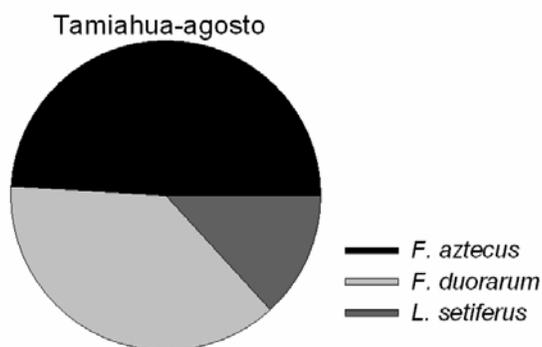


Figura 7. Abundancia relativa de las tres especies de camarones peneidos recolectados para agosto en Laguna de Tamiahua, Ver.

Composición por tallas

Los intervalos de tallas más frecuentes registrados en agosto fueron de 10-20 mm LCT para *F. aztecus*, 8-18 mm LCT para *F. duorarum*, y 14-26 mm de LCT para *L. setiferus* (Fig. 8).

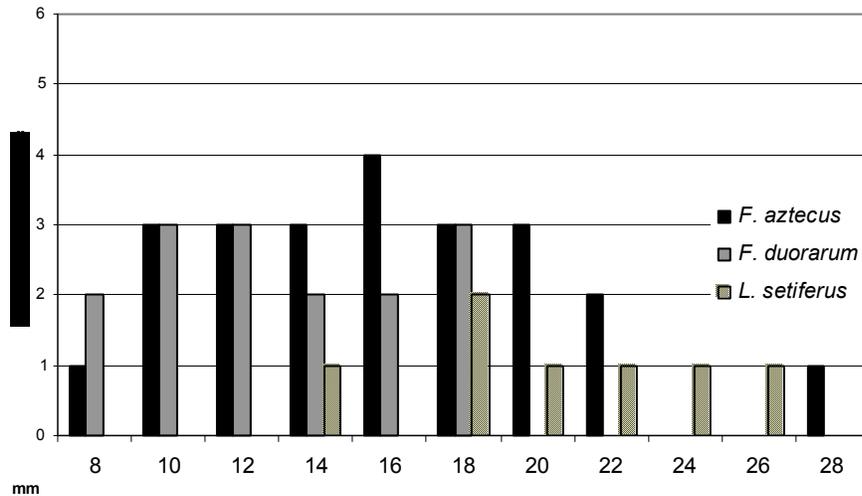


Figura 8. Intervalos de tallas de longitud cefalotorácica (LCT mm) registradas en agosto en la Laguna de Tamiahua, Ver.

Distribución espacial

La mayor abundancia de juveniles se concentró en la región norte de la laguna, cerca de la boca de Tampachichi (loc. 23) y también en la región central, en La Restinga (loc. 16) sobre costa mar. En contraste, la mayor abundancia de los subadultos se distribuyó en la región sur de la laguna, cerca de la boca de Corazones (loc. 34) y en Ensenada Grande (loc. 32) sobre costa tierra, mientras que hacia el norte se concentró en la punta norte de la Isla Juana Ramírez (loc. 24) (Fig. 9).

La distribución de la mayor biomasa de los juveniles coincide con la distribución de la abundancia, mientras que la mayor biomasa de los subadultos se concentró al sur y norte de la laguna, en las localidades de Ensenada Grande (loc. 32) y al noroeste del estero La Laja (loc. 27) en costa tierra, respectivamente (Fig. 9).

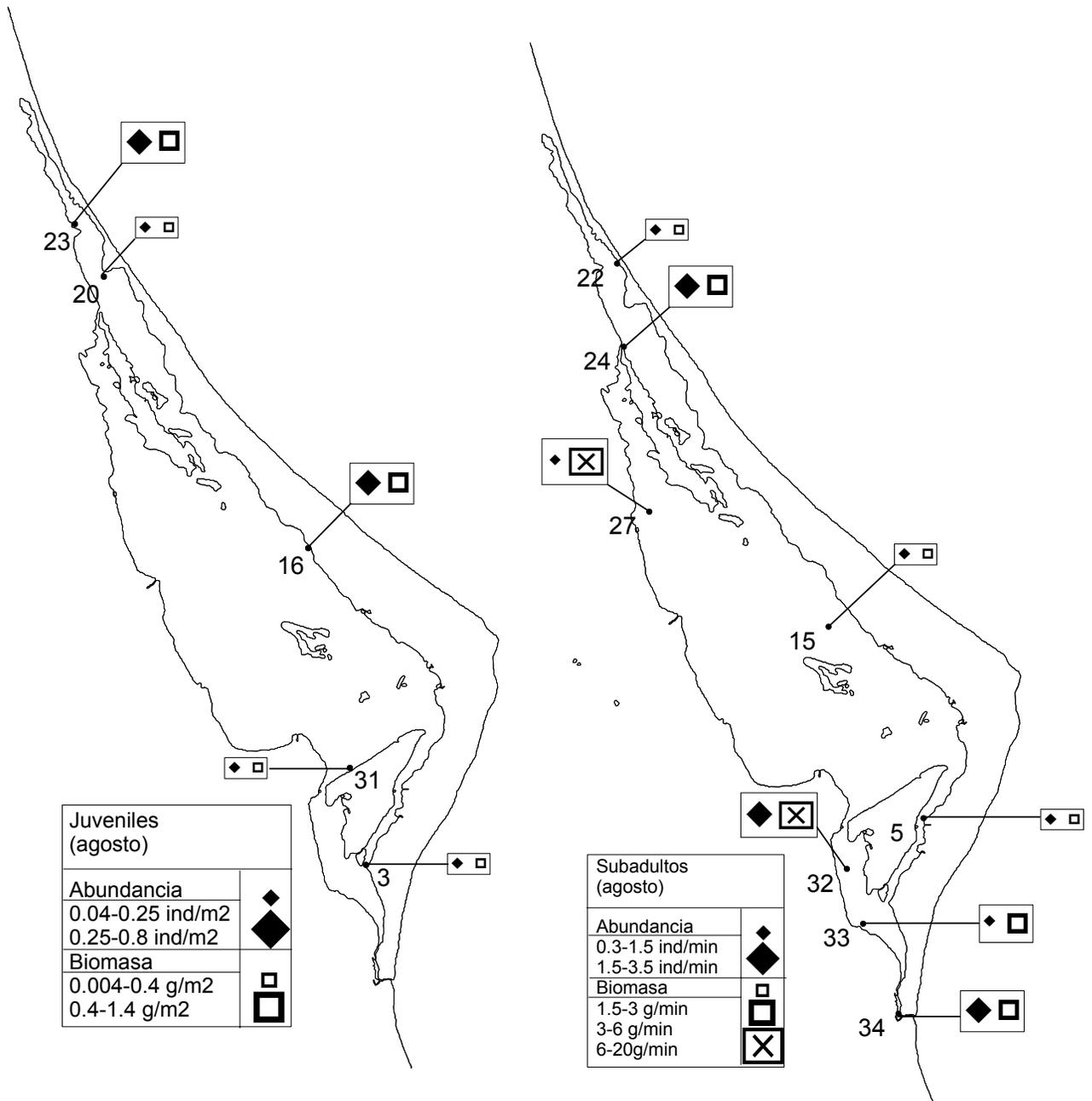


Figura 9. Distribución de la densidad en función de la abundancia y biomasa de los camarones juveniles (recolección renfro) y subadultos (recolección chango) durante en agosto en la Laguna de Tamiahua, Ver.

En particular para cada especie, la distribución del camarón café *F. aztecus*, en agosto, fue la más amplia de las tres especies. La mayor abundancia de juveniles se concentró en la región norte de la laguna, en la localidad de Las Chacas (loc. 23), donde la temperatura registrada fue de 31°C y la salinidad de 26_{ups} y se registró la presencia de pasto marino *H. wrightii*. En contraste, los subadultos se

distribuyeron en áreas con macroalgas al norte, en las localidades al noroeste del estero La Laja (loc. 27), con 32°C y 26_{ups} y en la punta norte de la Isla Juana Ramírez (loc. 24), con 32°C y 24_{ups}. La mayor biomasa de los juveniles se concentró en la región central de la laguna, en La Restinga (loc. 16) (32°C y 27_{ups}), mientras que la mayor biomasa de subadultos se concentró al norte y sur de la misma, en las localidades de la Laja (loc. 27) y en la boca de Corazones (loc. 34), respectivamente, donde la temperatura registrada en la loc. 34 fue de 28°C y la salinidad de 34_{ups} y se registró la presencia de macroalgas rodofitas (ver Fig. 15-A).

La distribución de camarón rosado *F. duorarum* se restringió al norte de la laguna. Los juveniles presentaron una distribución similar a la de *F. aztecus* al concentrarse la mayor abundancia al norte (loc. 23) y la mayor biomasa en la región central sobre costa mar (loc. 16), en tanto que la mayor densidad en función de la abundancia y biomasa de los subadultos se concentró al norte, en la punta norte de la isla Juana Ramírez (loc. 24) (ver Fig. 15-A).

En el caso del camarón blanco *L. setiferus*, la densidad en general, tanto con respecto a la abundancia como a la biomasa, se restringió al sur de la laguna al concentrarse los juveniles en la localidad frente al estero Tampache (loc. 33) donde se registró una temperatura de 28°C y una salinidad de 33_{ups}, mientras que los subadultos se concentraron en la localidad de Ensenada Grande (loc. 32) donde la temperatura fue de 28.5°C y la salinidad de 35_{ups} (ver Fig. 15-A).

DICIEMBRE

La recolección total fue de 89 camarones. La abundancia relativa por especie fue de 43%, 37% y 20% para *F. aztecus*, *F. duorarum* y *L. setiferus*, respectivamente (Fig. 10). La proporción sexual hembras:machos fue de 1.05:1.

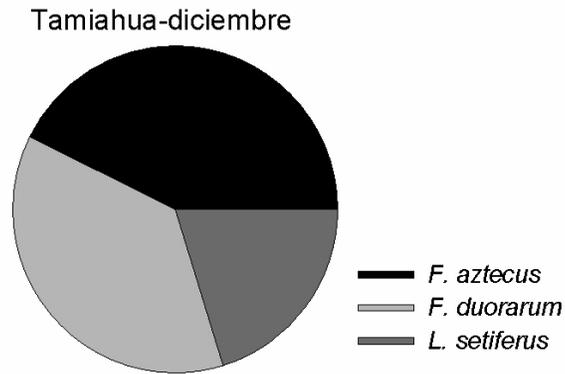


Figura 10. Abundancia relativa de las tres especies de camarones peneidos recolectados en Laguna de Tamiahua en diciembre.

Composición por tallas

Para diciembre, los intervalos de tallas más frecuentes fueron de 8-18 mm LCT para *F. aztecus*, de 8-20 mm LCT para *F. duorarum*, y de 12-24 mm LCT para *L. setiferus* (Fig. 11).

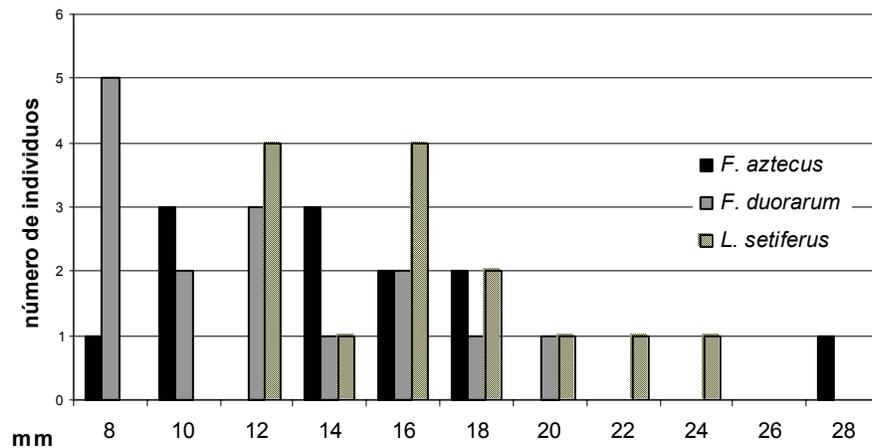


Figura 11. Intervalos de tallas de longitud cefalotorácica (LCT mm) registradas en diciembre en la Laguna de Tamiahua.

Distribución espacial

La abundancia más alta de los juveniles se concentró en la región sur de la laguna, en las localidades de islas Frijoles (loc. 18), Nuestra Señora (loc. 20) y La Lata (loc. 22). La mayor abundancia de subadultos se concentró en la región norte y centro de la laguna, en localidades sobre costa tierra cercanas al estero San Jerónimo (loc. 5) y en la punta norte de la isla Juana Ramírez (loc. 9), respectivamente (Fig. 12).

En general, la mayor biomasa de los juveniles presentó una distribución similar a la de la abundancia, junto con la localidad al norte de la isla Frijoles (loc. 17). La mayor biomasa de los subadultos se concentró en la región central y sur de la laguna, en las localidades frente al estero San Jerónimo (loc. 5), entre la isla del Toro e isla Juana Ramírez (loc. 13), y frente al estero Tampache (loc. 1) (Fig. 12).

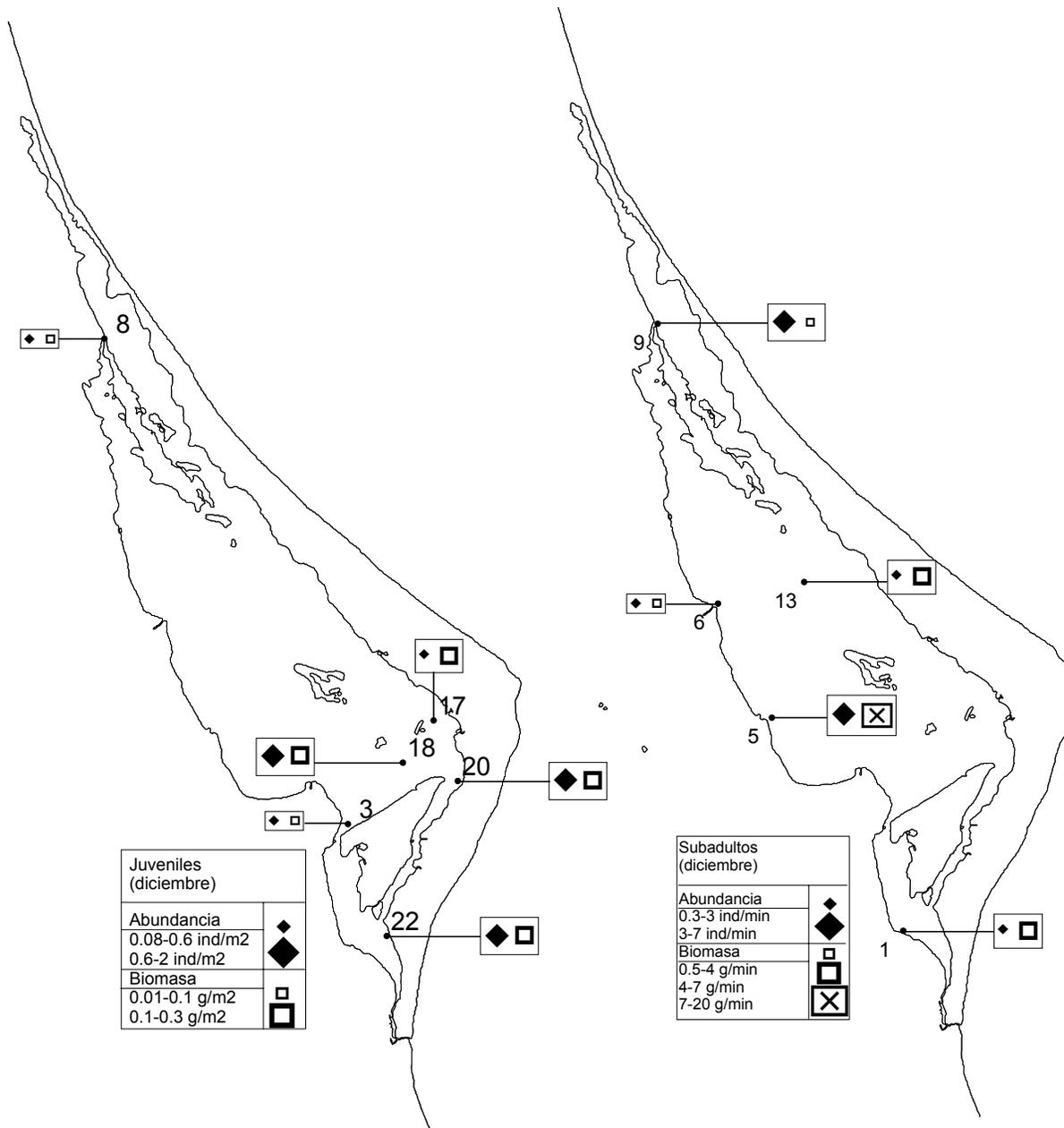


Figura 12. Distribución de la densidad en función de la abundancia y biomasa de los camarones juveniles y subadultos en la Laguna de Tamiahua, durante diciembre.

En cuanto a cada especie, la distribución del camarón café *F. aztecus*, en diciembre, se desplazó hacia el sur, al concentrarse la abundancia más alta de juveniles en las localidades de La Lata (loc. 22), donde se registró una temperatura de 27°C y una salinidad de 30_{ups} y en Nuestra Señora (loc. 20), con 27°C y 28_{ups}, en áreas con macroalgas y el pasto marino *H. wrightii*, mientras que la mayor biomasa de juveniles se concentró al este de las islas Frijoles (loc. 18),

con 26°C y 28_{ups}. Los subadultos de *F. aztecus* concentraron su densidad más alta, tanto en función de la abundancia como de la biomasa, en la localidad frente al estero Tampache (loc. 1), donde la temperatura registrada fue de 24°C y la salinidad de 33_{ups} (ver Fig. 15-B).

La distribución del camarón rosado *F. duorarum* fue mas amplia que en agosto, al concentrarse la mayor densidad, en cuanto a abundancia y biomasa de juveniles, al sur de la laguna, en la localidad de La Lata (loc. 22). La densidad más alta, en cuanto a la abundancia de los subadultos de esta especie, se concentró al norte de la laguna, en la punta norte de la Isla Juana Ramírez (loc. 9), con 25°C y 30_{ups}, y la densidad más alta, en función a la biomasa se concentró en costa tierra frente al estero San Jerónimo (loc. 5), con una temperatura de 24°C y una salinidad de 28_{ups} (ver Fig. 15-B).

La mayor densidad, en cuanto a abundancia y biomasa de los juveniles y subadultos de camarón blanco *L. setiferus*, se restringió al sur de la laguna, frente al estero San Jerónimo (loc. 5) (ver Fig. 15-B).

VARIACIÓN ESTACIONAL

En la Laguna de Tamiahua se recolectó un total de 142 organismos, de los cuales el camarón café *F. aztecus* representó el 45%, le siguió el camarón rosado *F. duorarum* con 37% y por último el camarón blanco *L. setiferus* con 18% (Fig. 13). La variación temporal de los porcentajes de cada especie fue mínima y, en ambos meses, dominó el camarón café *F. aztecus*.

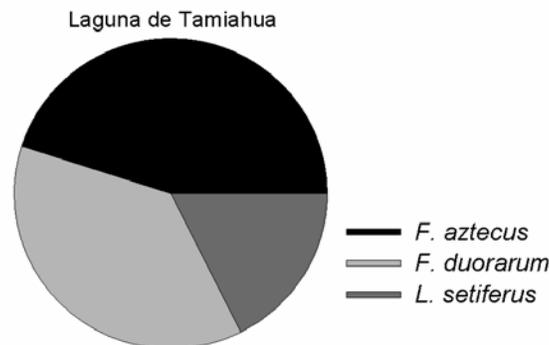


Figura 13. Abundancia relativa de las tres especies de camarones peneidos recolectados en la Laguna de Tamiahua, en ambas estaciones del año (agosto-verano y diciembre-invierno).

En el mes de diciembre se capturó un mayor número de camarones, por lo que la densidad con respecto a la abundancia, tanto de juveniles como de subadultos, fue mayor en diciembre. En contraste, la biomasa de ambas tallas fue mayor en agosto.

Considerando la muestra total, la proporción de hembras:machos fue de 1.3:1. La proporción de hembras fue ligeramente mayor que la de machos y la diferencia fue también un poco más grande en agosto.

Con respecto a la presencia de las diferentes tallas, de las tres especies de camarones en las dos épocas del año, las tallas juveniles se registraron con mayor frecuencia para el camarón rosado *F. duorarum* en diciembre y para el camarón café *F. aztecus*, en agosto. En contraste, la presencia de subadultos, aunque en frecuencias bajas, se registró para *F. aztecus* y *L. setiferus* en ambos meses. Las localidades en las que se concentraron las densidades más altas de juveniles de *F. duorarum* y de *F. aztecus*, en ambos meses, se ubicaron a lo largo de costa

mar en donde se establecen extensos ceibadales de *H. wrightii*. La localidad (La Lata, al sur de la laguna, loc. 22) donde se registró la presencia de juveniles de *F. duorarum*, en diciembre, no presentaron cubierta vegetal. Por su parte, las densidades más altas de subadultos de *F. aztecus* y *L. setiferus*, en ambos meses, se distribuyeron a lo largo de costa tierra. En el caso particular de agosto, en estas localidades se registraron macroalgas y fondos lodosos (Fig. 14).

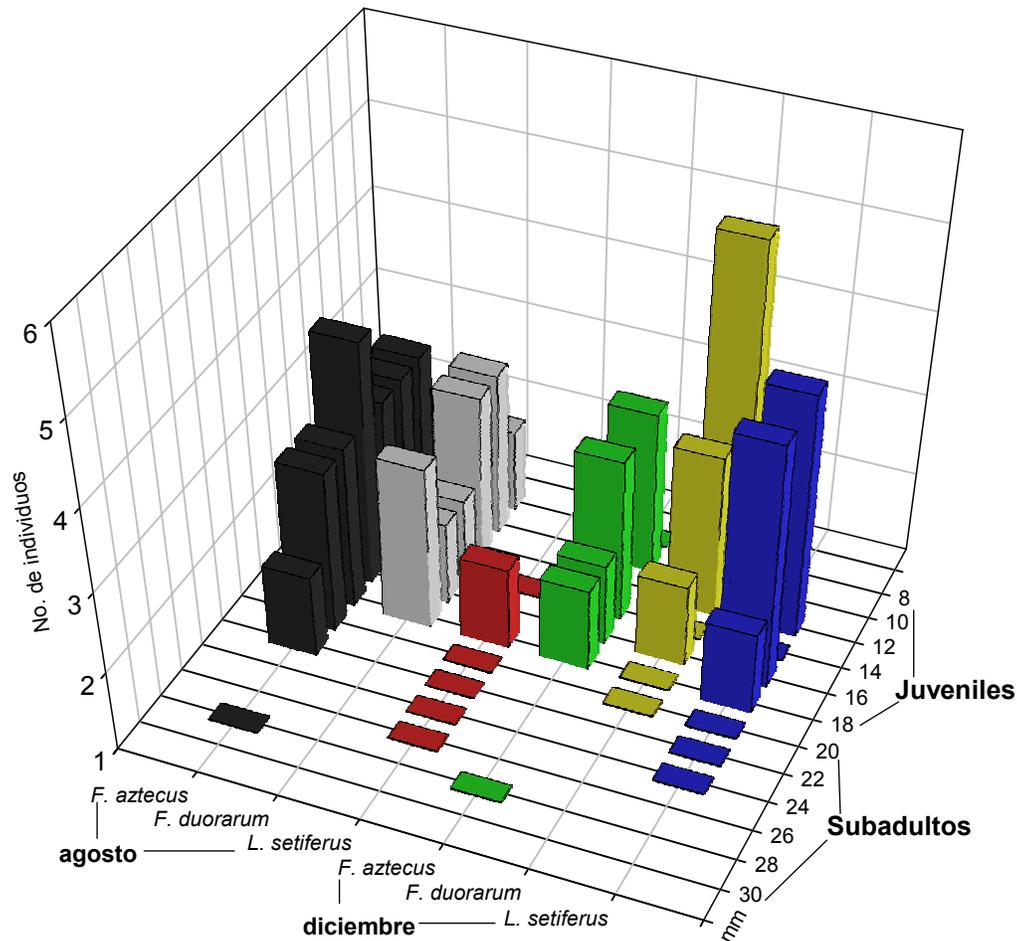


Figura 14. Frecuencia de tallas de longitud cefalotorácica (LCT mm) de las tres especies de camarones peneidos recolectados en la Laguna de Tamiahua en los meses de agosto y diciembre.

En cuanto a la distribución de los camarones, la mayor densidad de juveniles en función de la abundancia y biomasa registrada en agosto se concentró al norte, centro y sur de la laguna, mientras que, en diciembre, esta distribución se desplazó hacia el centro y sur de la laguna. La mayor densidad de subadultos se asoció a las condiciones prevalentes en las bocas y esteros de la laguna. La

abundancia se concentró cerca de las bocas en agosto y cerca de los esteros en diciembre, mientras que la biomasa sólo se concentró cerca de los esteros en ambos meses. La distribución de los subadultos fue más amplia que la de los juveniles en las dos estaciones del año.

La distribución del camarón café *F. aztecus* fue la mas amplia de las tres. La densidad de juveniles de esta especie, en agosto, se concentró en el centro (loc. 16) y norte (loc. 23) de la laguna y, en diciembre, se desplazó hacia el sur, en las localidades 18, 20 y 22. La densidad de subadultos, en agosto, se concentró al norte (loc. 24 y 27) y sur (loc. 34) de la laguna, mientras que en diciembre presentó una distribución restringida al sur de la laguna, frente al estero Tampache (loc. 1) (Fig. 15, Tabla 2).

La densidad de juveniles de camarón rosado *F. duorarum*, en el mes de agosto, se distribuyó al norte (loc. 23) y centro (loc. 16) de la laguna, mientras que en diciembre se restringió al sur (loc. 22). La distribución de los subadultos de esta especie, en agosto, estuvo restringida al norte (loc. 24) y en diciembre fue mas amplia, al concentrarse al norte (loc. 9) y centro (loc. 5) de la laguna (Fig. 15, Tabla 2).

La distribución de camarón blanco *L. setiferus* fue la más restringida de las tres especies, debido a que se mantuvo asociada a los esteros y únicamente al sur de la laguna, en ambos meses. Los juveniles se concentraron frente al estero Tampache (loc. 33) en agosto y frente al estero San Jerónimo (loc. 5) en diciembre, mientras que los subadultos se concentraron en Ensenada Grande (loc. 32) en agosto y frente al estero San Jerónimo (loc. 5) en diciembre, al igual que los juveniles (Fig. 15, Tabla 2).

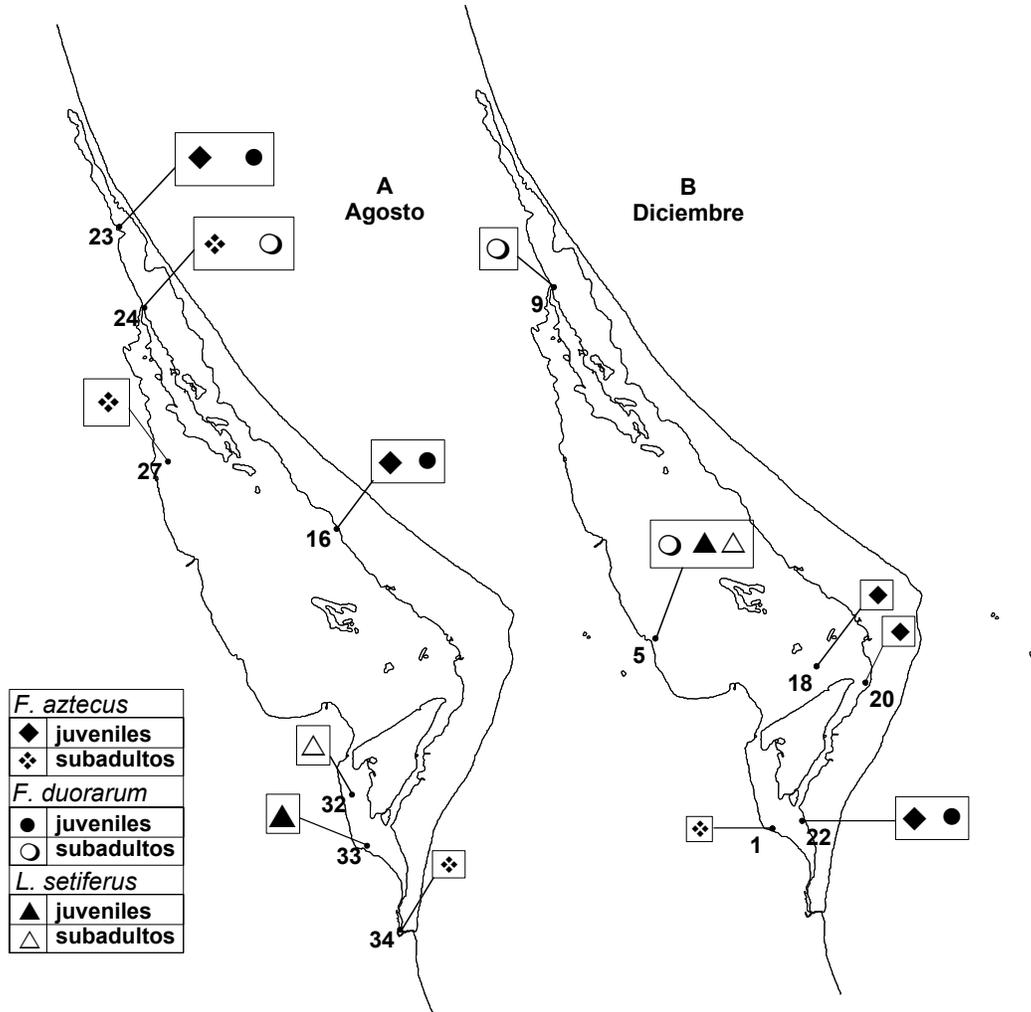


Figura 15. Distribución de las densidades más altas de las tres especies en agosto (A) y diciembre (B) en la Laguna de Tamiahua.

Tabla 2. Distribución de las densidades más altas, en función de la abundancia (ind) y biomasa (g), de las tres especies de camarones penidos recolectados en la Laguna de Tamiahua en agosto (A) y en diciembre (B), con la red Renfro (R) y el chango (Ch). El triángulo sólido representa juveniles recolectados con el chango.

Especie	Ago	Localidad	Dic	Localidad				
<i>F. aztecus</i>	R	0.3 ind/m ²	Las Chacas	23	R	0.4 ind/m ²	La Lata	22
	◆	0.7 g/m ²	La Restinga	16	◆	0.9 g/m ²	Isla Frijoles Este	18
	Ch	1.3 ind/min	Isla Juana Ramírez	24	Ch	2 ind/min	frente al	
		1.3 ind/min	al noreste de			4.5 g/min	Estero Tampache	1
	◆	9.8 g/min	La Laja	27	◆	3.2 g/min	Boca de Corazones	34
	◆	3.2 g/min	Boca de Corazones	34	◆	4.5 g/min	Estero Tampache	1
<i>F. duorarum</i>	R	0.4 ind/m ²	Las Chacas	23	R	0.6 ind/m ²	La Lata	22
	●	0.6 g/m ²	La Restinga	16	●	0.2 g/m ²	La Lata	22
	Ch	1 ind/min	punta norte de		Ch	2 ind/min	Isla Juana Ramírez	9
	○	0.9 g/min	Isla Juana Ramírez	24	○	3.7 g/min	Estero S. Jerónimo	5
<i>L. setiferus</i>	Ch	1.3 ind/min	frente al		Ch	3.7 ind/min	frente al	
	▲	4.8 g/min	estero Tampache	33	▲	5.6 g/min	frente al	
	Ch	3.3 ind/min			Ch	1.3 ind/min	Estero	
	△	19 g/min	Ensenada Grande	32	△	7 g/min	S. Jerónimo	5

LAGUNA MADRE

AGOSTO

Se recolectaron 163 camarones peneidos, lo que representó el 22% en la Laguna Madre. El camarón café *F. aztecus* representó el 85% del total, el camarón rosado *F. duorarum* el 12% y el camarón blanco *L. setiferus* el 4% (Fig. 16). La proporción sexual de hembras:machos fue de 1:1.07.

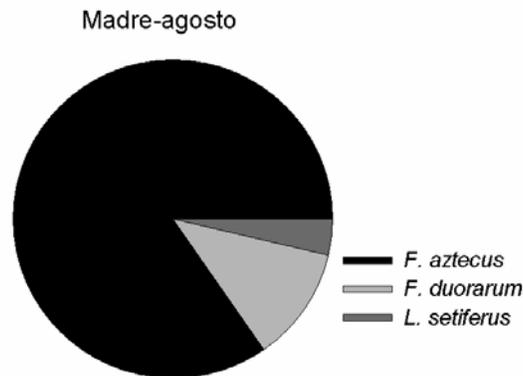


Figura 16. Abundancia relativa de las tres especies de camarones peneidos recolectados en Laguna Madre durante agosto.

Composición por tallas

Los intervalos de tallas más frecuentes en agosto fueron de 8-18 mm LCT para *F. aztecus*, de 10-16 mm LCT para *F. duorarum* y de 16-20 mm LCT para *L. setiferus* (Fig. 17).

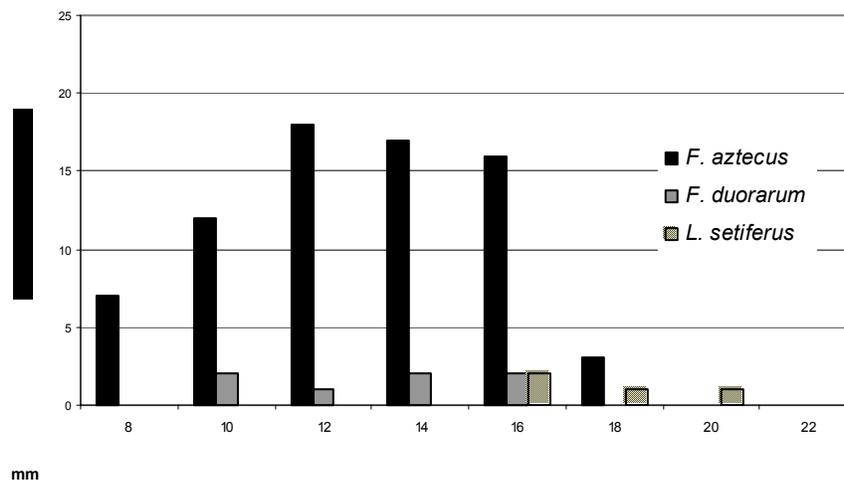


Figura 17. Intervalos de tallas de longitud cefalotorácica (LCT mm) registradas durante agosto en Laguna Madre, Tamps.

Distribución espacial

La distribución de la mayor abundancia de juveniles se concentró al norte de la laguna en las localidades frente al Mezquital (loc. 42) y en la isla la Quemada (loc. 33), mientras que, dentro de la Laguna de Catán, se concentró frente a isla del Perro (loc. 24). La mayor abundancia de los subadultos se registró al norte (loc. 33 y 36), sur de la laguna (loc. 17) y dentro de la laguna de Catán (loc. 21 y 29) (Fig. 18).

La distribución de la mayor densidad, en función de la biomasa de los juveniles, en general coincidió con la distribución de la abundancia, en tanto que la mayor biomasa de los subadultos se concentró en la región norte (loc. 33 y 36), central (loc. 17) y dentro de la Laguna de Catán (loc. 21) (Fig. 18).

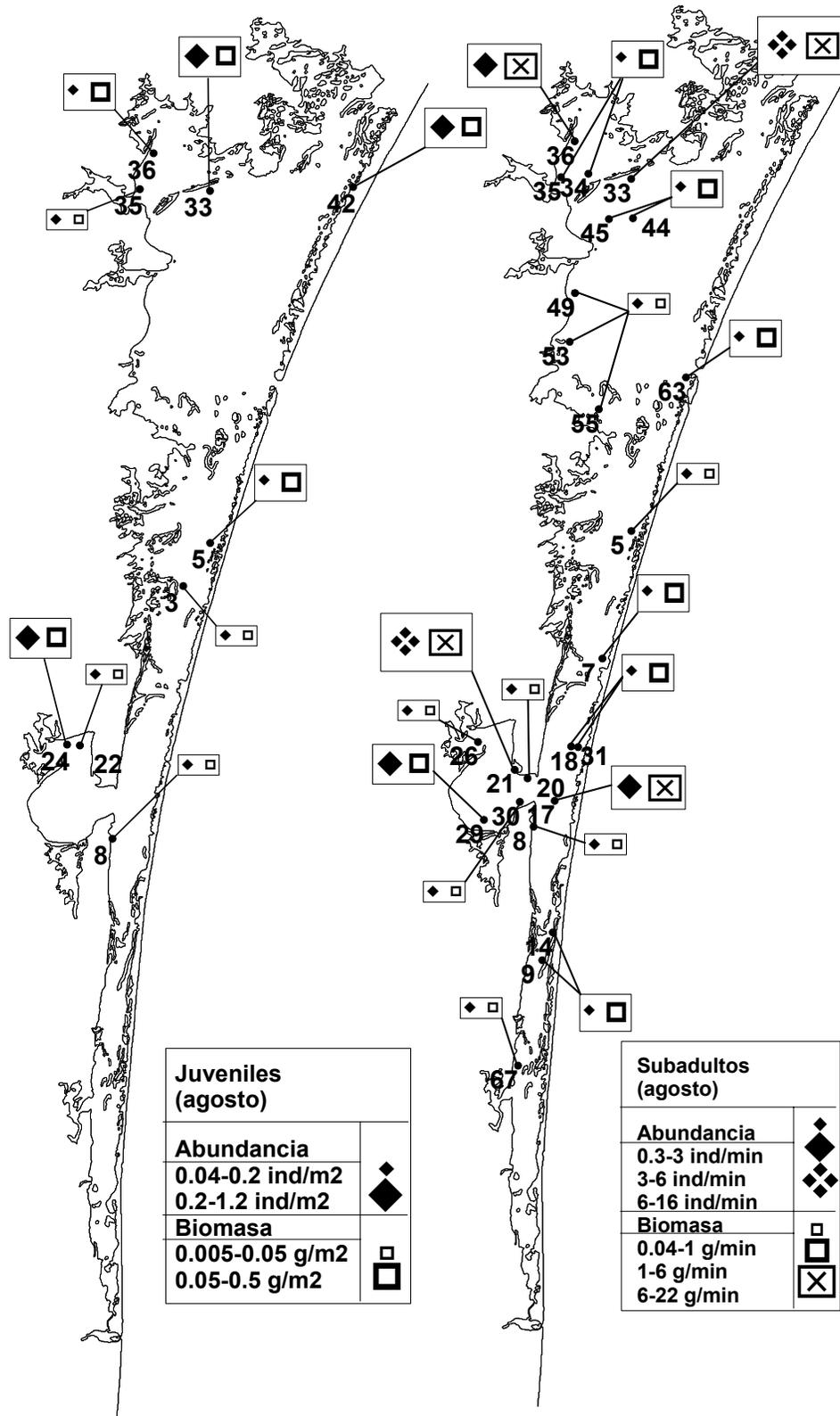


Figura 18. Distribución espacial de la densidad en cuanto a abundancia y biomasa de los camarones penidos juveniles y subadultos en Laguna Madre, durante agosto.

La mayor abundancia de los juveniles del camarón café *F. aztecus* se concentró al norte de la laguna, frente a Mezquital (loc. 42) a una temperatura y salinidad registradas de 31°C y 39_{ups}, y se presentaron rodofitas y *H. wrightii*, mientras que al sur de la laguna se concentraron frente a isla del Perro (loc. 24) donde se registraron macroalgas a una temperatura de 32°C y una salinidad de 55_{ups}. Por su parte, los subadultos de *F. aztecus* se concentraron dentro de la Laguna de Catán, frente a Los Legales (loc. 21), y se registró la presencia de rodofitas a una temperatura de 28°C y salinidad de 50_{ups} (ver Fig. 24-A).

La mayor biomasa, tanto de juveniles como de subadultos, de *F. aztecus* se concentró al norte de la laguna, en la isla La Quemada (loc. 33) a una temperatura de 29°C y una salinidad de 53_{ups}, y se registró la presencia de *H. wrightii* y macroalgas rodofitas (ver Fig. 24-A).

La distribución de la abundancia más alta de los juveniles del camarón rosado *F. duorarum* se concentró al norte de la laguna, en la isla la Quemada (loc. 33), mientras que la de los subadultos se concentró al sur de la laguna, en la boca de Caballo (loc. 14) donde se registró una temperatura de 26°C y una salinidad de 34_{ups}. La distribución de la mayor biomasa de *F. duorarum* se restringió al norte de la laguna (loc. 42 y 33) (ver Fig. 24-A).

La mayor densidad (abundancia y biomasa) de juveniles de camarón blanco *L. setiferus* se concentró al norte de la laguna, al noroeste de la Isla Mula (loc. 34) donde la salinidad registrada fue de 49_{ups} a la temperatura de 29°C. La mayor abundancia de subadultos se concentró al norte (loc. 33) y centro de la laguna, en Punta Algodones (loc. 17) donde se registró la presencia de macroalgas a una temperatura de 30°C y una salinidad de 37_{ups}. La biomasa más alta de subadultos se concentró en la región central (loc. 17) (ver Fig. 24-A).

DICIEMBRE

Se recolectaron 590 camarones peneidos, lo cual representó el 78% de la recolección total. De éstos, *F. aztecus* comprendió el 59%, *F. duorarum* el 18% y *L. setiferus* el 23% (Fig. 19). La proporción sexual hembras:machos fue de 1.03:1.

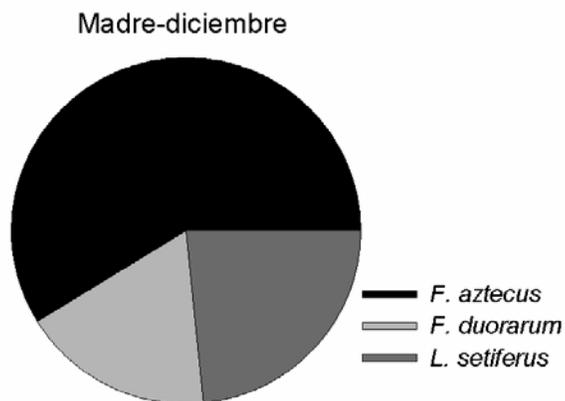


Figura 19. Abundancia relativa de las tres especies de camarones peneidos recolectados en Laguna Madre en diciembre.

Composición por tallas

Para diciembre, los intervalos de tallas más frecuentes fueron de 8-22 mm LCT para *F. aztecus*, de 8-20 mm LCT para *F. duorarum* y de 8-32 mm LCT para *L. setiferus* (Fig. 20).

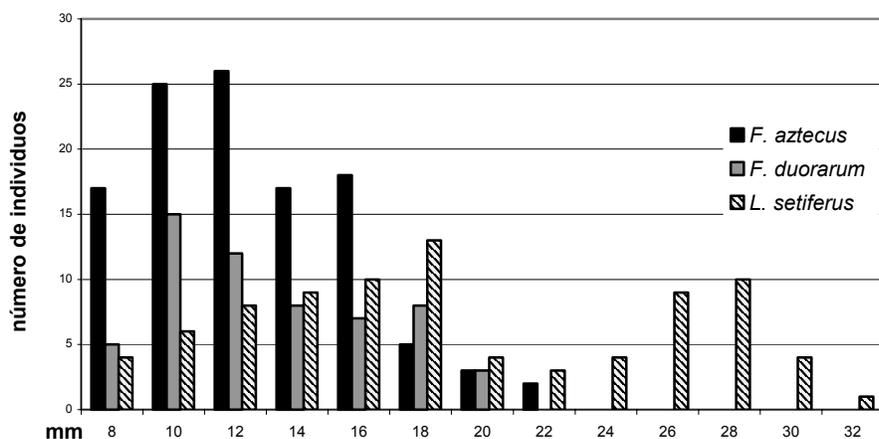


Figura 20. Intervalo de tallas de longitud cefalotorácica (LCT mm) registradas en diciembre en Laguna Madre, Tamps.

Distribución espacial

La abundancia más alta de los juveniles se registró al norte (loc. 5), centro (loc. 32 y 29) y sur de la laguna (loc. 23). La mayor abundancia de subadultos se concentró tanto al norte, en las localidades de isla Té (loc. 10), isla Mano de León (loc. 11) y Poza San Juan (loc. 8), como al sur de la laguna, frente a la Boca de Caballo (loc. 22) (Fig. 21).

La biomasa más alta de juveniles se registró al norte (loc. 12) y al sur de la laguna (loc. 23), mientras que la de los subadultos se registró en el norte de la laguna (loc. 8 y 10), y en el sur de la laguna (loc. 22) (Fig. 21).

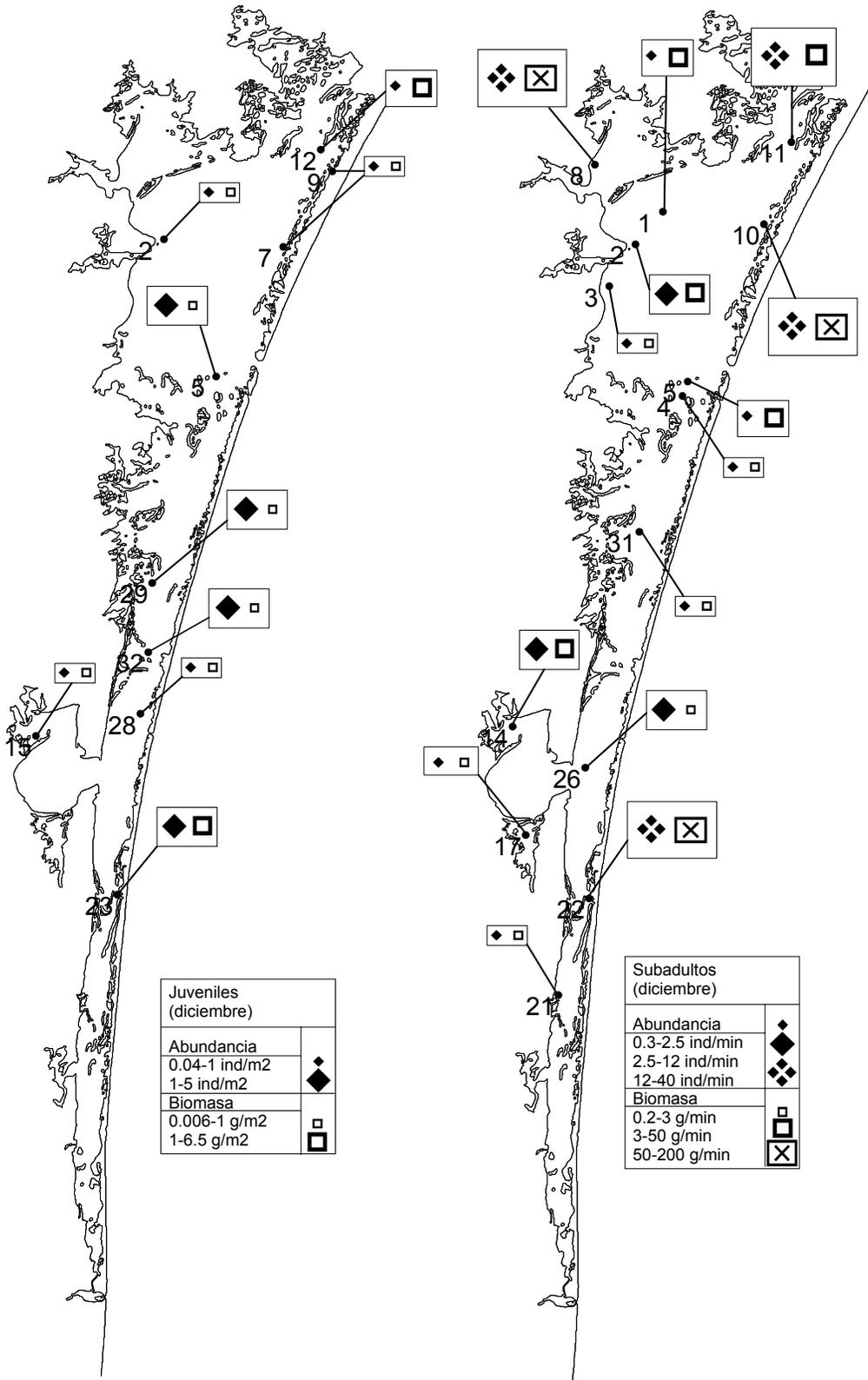


Figura 21. Distribución espacial de la densidad en cuanto a abundancia y biomasa de los camaros peneidos juveniles y subadultos en Laguna Madre, durante diciembre.

Con respecto a la distribución particular de cada especie, la del camarón café *F. aztecus* fue más restringida en diciembre, al concentrarse la mayor abundancia de los juveniles en la región sur de la laguna en la boca de Caballo (loc. 23), en la que se registró la presencia de rodofitas a una temperatura de 22°C y una salinidad de 37_{ups}, en tanto que los subadultos se concentraron al norte de la laguna, en la Poza San Juan (loc. 8), con 22.5°C y 34_{ups} cerca de costa tierra. Las biomásas más altas presentaron la misma distribución que la abundancia, tanto para juveniles como para subadultos (ver Fig. 24-B).

La distribución del camarón rosado *F. duorarum*, en diciembre, se restringió al norte de la laguna. La mayor abundancia de los juveniles se concentró frente a boca Ciega (loc. 5), en ella se registró la presencia de *H. wrightii*, a 22°C y 37_{ups}, mientras que los subadultos se concentraron en la isla Mano de León (loc. 11) con 22°C y 36_{ups}. La mayor biomasa de esta especie, tanto de juveniles como de subadultos, presentó la misma distribución que la abundancia (ver Fig. 24-B).

La mayor abundancia de los juveniles de *L. setiferus* se concentró dentro de la Laguna de Catán, en Bayuco del Perro (loc. 15), donde se registró la presencia de *H. wrightii* a una temperatura de 19°C y una salinidad de 37_{ups}, mientras que la de los subadultos se concentró al sur de la laguna, en la boca de Caballo (loc. 22) a una temperatura de 22°C y una salinidad de 37_{ups}. La mayor biomasa de los juveniles de esta especie se concentró en el sur de la laguna (loc. 23), mientras que la de los subadultos se concentró al norte de la laguna en la isla Té (loc. 10) donde se registró la presencia de rodofitas a una temperatura de 21°C y salinidad de 40_{ups} (ver Fig. 24-B).

VARIACIÓN ESTACIONAL

En la Laguna Madre se recolectó un total de 753 camarones peneidos, donde *F. aztecus* representó el 64%, *F. duorarum* el 16%, y *L. setiferus* el 19% (Fig. 22). En relación a la variación temporal de la abundancia relativa de las tres especies recolectadas, el camarón café *F. aztecus* fue dominante en ambos meses, con una presencia marcadamente mayor en agosto (con el 85% de la recolección en ese mes).

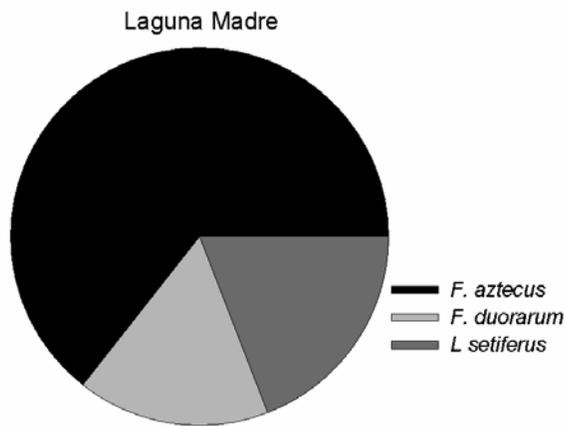


Figura 22. Abundancia relativa de las tres especies de camarones peneidos recolectados en la Laguna Madre, para agosto y diciembre.

Considerando la recolección total, la proporción sexual de hembras:machos fue de 1.01:1.

Con respecto a la variación temporal de los intervalos de tallas observados para las tres especies de camarones peneidos recolectados, las frecuencias más altas de tallas juveniles en agosto las presentó *F. aztecus*, mientras que en diciembre las tres especies presentaron una frecuencia alta de juveniles, siendo la de *F. aztecus* considerablemente mayor que la de las otras dos especies. La mayoría de las localidades donde se concentró la mayor densidad de juveniles de *F. aztecus*, en ambos meses, se caracterizaron por la presencia de *H. wrightii* y macroalgas, y en agosto se ubicaron en áreas protegidas como la Laguna de Catán, o en regiones cercanas a las bocas de Catán y Mezquital, mientras que en diciembre se concentraron en la boca de Caballo. El camarón blanco, *L. setiferus*, fue la especie que presentó las tallas más grandes de subadultos, aunque con valores

bajos de frecuencia. Las localidades donde se concentró la densidad más alta de subadultos de camarón blanco se caracterizaron por su cercanía a las bocas de la laguna y por la presencia de macroalgas rodofitas y *H. wrightii* (Fig. 23).

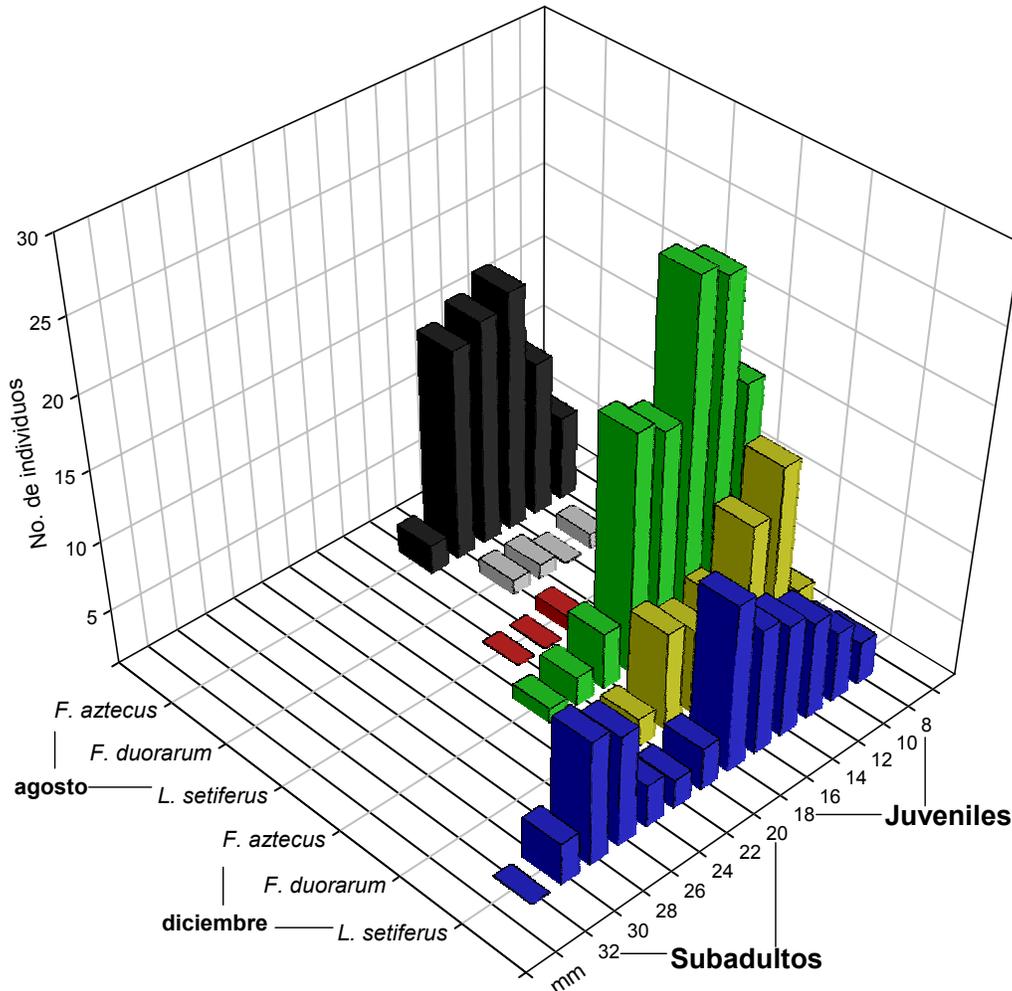


Figura 23. Frecuencia de tallas de longitud cefalotorácica (LCT mm) de las tres especies de camarones peneidos recolectados en Laguna Madre en agosto y diciembre.

Con base en el total de camarones recolectados, la captura de diciembre registró la mayor densidad en función de la abundancia y biomasa tanto de juveniles como de subadultos, en comparación con la captura de agosto.

La mayor abundancia de juveniles se distribuyó en regiones particulares dentro de la laguna en ambos meses al concentrarse en regiones donde la influencia marina fue marcada (bocas) en ambos meses y en zonas protegidas, dentro de la Laguna

de Catán. La distribución de la mayor abundancia de subadultos fue más amplia en agosto al registrarse en un mayor número de localidades, mientras que en diciembre se observó una distribución más restringida a localidades cercanas a las bocas de la laguna.

La mayor densidad con respecto a la biomasa de los juveniles, en agosto, se concentró en áreas protegidas al norte y centro de la laguna, mientras que en diciembre se concentró en regiones cercanas a las bocas al norte y sur de la laguna. La distribución de la biomasa de los subadultos, en agosto, se concentró en áreas protegidas dentro de la Laguna de Catán, al centro y norte de la laguna, mientras que en diciembre se concentró en localidades asociadas a las bocas al norte y sur de la laguna.

La distribución del camarón café *F. aztecus* fue mas amplia en agosto que en diciembre. En agosto, los juveniles se concentraron al norte de la laguna en zonas protegidas (loc. 33 y 24) y cerca de la Boca Mezquital (loc. 42) y, en diciembre, se restringieron al sur de la laguna cerca de la Boca de Caballo (loc. 23). Los subadultos de esta especie se concentraron en zonas protegidas (loc. 33, 21 y 8) al interior de la laguna, en ambos meses (Fig. 24, Tabla 3).

La distribución del camarón rosado *F. duorarum* fue relativamente amplia en agosto y restringida al norte de la laguna en diciembre. Los juveniles de esta especie mantuvieron una distribución restringida al norte en ambos meses, ya que en agosto se concentraron cerca de la boca de Mezquital (loc. 42), y en zonas en zonas protegidas (isla la Quemada, loc. 33) al noroeste de la laguna, mientras que en diciembre se concentraron cerca de boca Ciega (loc. 5). Los subadultos presentaron una distribución más amplia en agosto, al concentrarse en regiones cercanas a la boca de Caballo (loc. 14), al sur de la laguna y, en zonas protegidas, al norte de la laguna (loc. 33 y 11) (Fig. 24, Tabla 3).

El camarón blanco *L. setiferus* tuvo una distribución similar en ambos meses. La distribución de los juveniles de esta especie se restringió, en agosto, al norte de la laguna (loc. 34 y 15), mientras que en diciembre se restringió al sur de la laguna, cerca de boca de Caballo (loc. 22). Los subadultos, en agosto, se concentraron en zonas protegidas al norte (loc. 33) y al centro de la laguna, (loc. 17), mientras que en diciembre presentaron una distribución cercana a las bocas al norte (loc. 10) y sur de la laguna (loc. 22 y 23) (Fig. 24, Tabla 3).

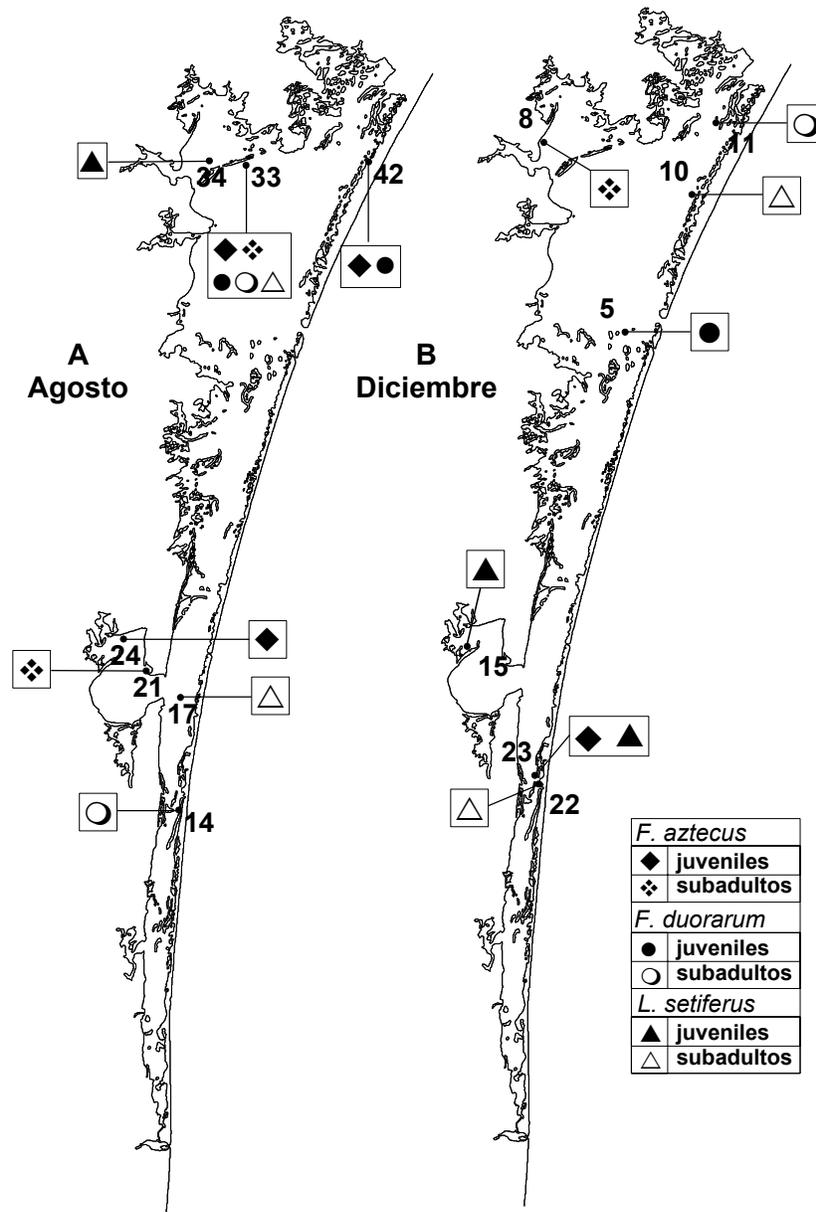


Figura 24. Distribución de las localidades donde se concentró la mayor densidad de cada una de las especies de camarones peneidos en agosto (A) y diciembre (B), en Laguna Madre.

Tabla 3. Distribución de las densidades más altas, en función de la abundancia (ind) y biomasa (g), de las tres especies de camarones peneidos registrados en Laguna Madre en agosto (Fig. 5) y en diciembre (Fig. 6). El triángulo sólido representa juveniles recolectados con el chango.

Especie	Ago		Localidad		Dic		Localidad	
<i>F. aztecus</i>	R	0.4 ind/m ²	frente Isla del Perro	24	R	2.6 ind/m ²	Al norte de	23
	◆	0.5 g/m ²	frente a Mezquital	42	◆	1.9 g/m ²	boca de Caballo	
	Ch	13.3 ind/min	frente a Los Legales	21	Ch	30 ind/min	Poza San Juan	8
	❖	15.4 g/min	Isla La Quemada	33	❖	44 g/min		
<i>F. duorarum</i>	R	0.2 ind/m ²	Isla La Quemada	33	R	1.1 ind/m ²	Frente a	5
	●	0.1 g/m ²	frente a Mezquital	42	●	0.7 g/m ²	boca Ciega	
	Ch	1 ind/min	Boca de Caballo	14	Ch	4.33 ind/min	Isla Mano de León	11
	○	1.7 g/min	Isla La Quemada	33	○	12.2 g/min		
<i>L. setiferus</i>	Ch	0.67 ind/min	al NE de	34	R	0.2 ind/m ²	Bayuco del Perro	15
	●	1.53 g/min	Isla Mula		▲	0.1 g/m ²	N boca de Caballo	23
	Ch	1.3 ind/min	Isla La Quemada	33	Ch	12.7 ind/min	Boca de Caballo	22
			Punta Algodones	17				
	△	5.9 g/min	Punta Algodones	17	△	142 g/min	Isla Té	10

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAGUNA DE TAMIHUA Y LAGUNA MADRE

El total de camarones recolectados fue de 895, de los cuales el 84% se extrajo de la Laguna Madre y el 16% de la Laguna de Tamiahua (Fig. 25). La recolección del mes de agosto representó el 24% del total, de la cual lo extraído de la Laguna de Tamiahua representó el 25% y lo de Laguna Madre el 75%. La recolección de diciembre representó el 76% del total, en la que el porcentaje recolectado en la Laguna de Tamiahua fue de 13% y en la Laguna Madre fue de 87%.

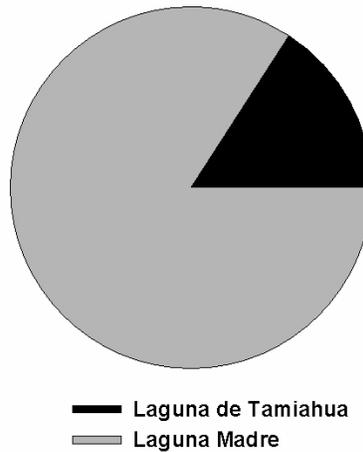


Figura 25. Proporción del total que representó a la Laguna de Tamiahua y a la Laguna Madre.

Del total de los camarones recolectados, el 61% correspondió al camarón café *F. aztecus*, el 20% lo ocupó el camarón rosado *F. duorarum* y el camarón blanco *L. setiferus* representó el 19% (Fig. 26). En agosto se recolectó un total de 216 camarones, con porcentajes por especies de 76%, 18% y 6% correspondientes a *F. aztecus*, *F. duorarum* y *L. setiferus* respectivamente, mientras que, en diciembre, se recolectó un total de 679 camarones, en donde los porcentajes de 57%, 20% y 23% correspondieron a *F. aztecus*, *F. duorarum* y *L. setiferus*, respectivamente.

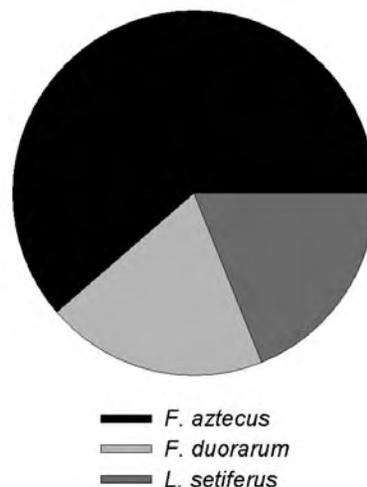


Figura 26. Abundancia relativa de cada una de las tres especies de camarones peneidos identificada en la recolección total.

Con respecto a las características ambientales de las localidades en donde se recolectaron los camarones peneidos, los valores de temperatura del agua registrados en ambas lagunas en agosto fueron similares (28.5-32°C), mientras que en diciembre, en la Laguna Madre, se presentaron valores más bajos, de 21-22.5°C. En el caso de la salinidad, los valores registrados en la Laguna Madre fueron más altos que los de la Laguna de Tamiahua, particularmente en agosto, cuando las características hidrológicas de esta zona geográfica favorecieron el establecimiento de condiciones hipersalinas, a excepción de las localidades cercanas a la boca de Caballo, en donde se registró una salinidad de 34_{ups}. En la Laguna de Tamiahua se registraron condiciones polihalinas (18-30_{ups}) cerca de

los esteros y aguas con una marcada influencia marina cerca de las bocas. Las profundidades en las que se recolectaron las especies fueron similares en ambas lagunas. Los juveniles (Juv) se encontraron en áreas someras, mientras que los subadultos (Subad) se encontraron en profundidades mayores a 90 cm (Tabla 4).

En cuanto a la relación entre la vegetación acuática sumergida y la presencia de camarones, en agosto, los juveniles de *F. aztecus* y *F. duorarum* de la Laguna de Tamiahua se encontraron en zonas con el pasto marino *H. wrightii*, en tanto que los subadultos de las mismas especies se recolectaron en áreas con macroalgas. El camarón blanco *L. setiferus* fue el único que presentó una distribución no relacionada con la vegetación acuática sumergida (o sea, pasto marino y macroalgas). En el caso de Laguna Madre, la distribución de los juveniles y subadultos de las tres especies se asoció a la presencia de vegetación acuática sumergida en esta época del año (agosto), con excepción de los juveniles de *L. setiferus* (Tabla 4).

Durante el mes de diciembre, en la Laguna de Tamiahua sólo los juveniles de *F. aztecus* se asociaron a vegetación acuática sumergida, mientras que las otras dos especies presentaron una distribución independiente de la presencia de vegetación acuática. En la Laguna Madre, las tres especies se registraron en áreas con vegetación acuática sumergida, con el camarón blanco *L. setiferus* y los juveniles de *F. aztecus* asociados a macroalgas y los demás a pastos marinos (Tabla 4).

Considerando la distribución de los camarones con respecto a los esteros y bocas de las lagunas, de las tres especies recolectadas en agosto, en la Laguna de Tamiahua, sólo *L. setiferus* se concentró lejos de las bocas y, junto con los subadultos de *F. aztecus*, fueron los únicos que se encontraron en regiones cercanas a los esteros al interior de la laguna. En el caso de Laguna Madre, sólo los subadultos de *F. aztecus* y los juveniles de *L. setiferus* se concentraron en localidades alejadas de las bocas de la laguna (Tabla 4).

En diciembre, los subadultos de *F. duorarum* de la Laguna de Tamiahua se asociaron a una boca, mientras que la distribución de las tres especies se asoció a la presencia de esteros. En el caso de Laguna Madre, sólo los subadultos de *F. aztecus* se concentraron lejos de las bocas de la laguna (Tabla 4).

Tabla 4. Relación entre parámetros ambientales (temperatura, salinidad y profundidad), presencia de *H. wrightii* y macroalgas, especies de camarones recolectadas (y sus tallas de LCT y LT), y registros en bocas y esteros. En Laguna de Tamiahua: BCz–boca de Corazones, BT–boca de Tampachichi, LL–La Laja, SJ–San Jerónimo, Tmp–Tampache. En Laguna Madre: BM–boca de Mezquitil, BCb–boca de Caballo, BCt–boca de Catán, BCg–boca Ciega.

	AGOSTO											
	Tamiahua						Madre					
	<i>F. aztecus</i>		<i>F. duorarum</i>		<i>L. setiferus</i>		<i>F. aztecus</i>		<i>F. duorarum</i>		<i>L. setiferus</i>	
	Juv.	Subad.	Juv.	Subad.	Juv.	Subad.	Juv.	Subad.	Juv.	Subad.	Juv.	Subad.
LCT (mm)	8-12	18	8	18	14	18	8	18	6-8	16	8	16-20
LT (mm)	30-50	80-90	30-40	70-90	70	90	30	80-90	25	60-70	20	85
Temp. (°C)	31-32	28-32	31-32	32	33	28.5	29-32	28-29	29-31	26-29	29	29-30
Salinidad ups	26-27	24-34	26-27	24	28	35	39-55	50-53	39-53	34-53	49	37-53
Prof. (cm)	30-80	90-200	30-80	90	90	120	30-40	30-150	30	120-220	150	120-150
<i>H. wrightii</i>	sí	---	sí	---	---	---	sí	sí	sí	sí	---	sí
Macroalgas	---	sí	---	sí	---	---	sí	sí	sí	sí	---	sí
Bocas	BT	BCz	BT	BT	---	---	BM	---	BM	BCb	---	BCt
Esteros	---	LL	---	---	Tmp	Tmp	---	---	---	---	---	---

	DICIEMBRE											
	Tamiahua						Madre					
	<i>F. aztecus</i>		<i>F. duorarum</i>		<i>L. setiferus</i>		<i>F. aztecus</i>		<i>F. duorarum</i>		<i>L. setiferus</i>	
	Juv.	Subad.	Juv.	Subad.	Juv.	Subad.	Juv.	Subad.	Juv.	Subad.	Juv.	Subad.
LCT (mm)	8	18	8	16	12-16	18-24	8	18	8-10	18	8	18 y 28
LT (mm)	20	100	30	70-80	50-70	80-110	20-30	80	30-40	80-90	20-30	80 y 140
Temp. (°C)	26-27	24	27	24-25	24	24	22	22.5	22	22	22	21-22
Salinidad ups	28-30	30	30	30	28	28	37	34	37	36	37	37-40
Prof. (cm)	30-40	100	40	100-160	150	150	80	120	70	150	20-80	200-300
<i>H. wrightii</i>	sí	---	---	---	---	---	---	sí	sí	sí	sí	---
Macroalgas	sí	---	---	---	---	---	sí	---	---	---	sí	sí
Bocas	---	---	---	BT	---	---	BCb	---	BCg	BM	BCb	BCb
Esteros	Tmp	Tmp	Tmp	SJ	SJ	SJ	---	---	---	---	---	---

El intervalo de tallas más frecuente que se registró en ambas lagunas fue el de tallas juveniles y se registró durante el mes de diciembre. Las especies que lo presentaron fueron *F. aztecus* y *F. duorarum*, y la distribución de los juveniles de ambas especies fue similar dentro de cada laguna, ya que se concentraron en

regiones donde se registró la presencia del pasto marino *H. wrightii* o de macroalgas y en el caso particular de Laguna Madre se distribuyeron en localidades cercanas a las bocas (Fig. 27).

La frecuencia de las tallas de subadultos fue muy baja en ambos meses y estuvo representada por *L. setiferus* en las dos lagunas y por *F. aztecus* en la Laguna de Tamiahua. La distribución de *L. setiferus* en las dos lagunas fue diferente, ya que en la Laguna de Tamiahua se caracterizó por encontrarse en zonas protegidas al interior donde se registró la presencia de macroalgas y fondos lodosos, mientras que en Laguna Madre se concentró cerca de las bocas en diciembre y en zonas interiores protegidas en agosto, y su distribución se asoció a la presencia de *H. wrightii* y rodofitas en ambos meses. La distribución de subadultos de *F. aztecus* en la Laguna de Tamiahua se concentró cerca de las bocas y de los esteros (Fig. 27).

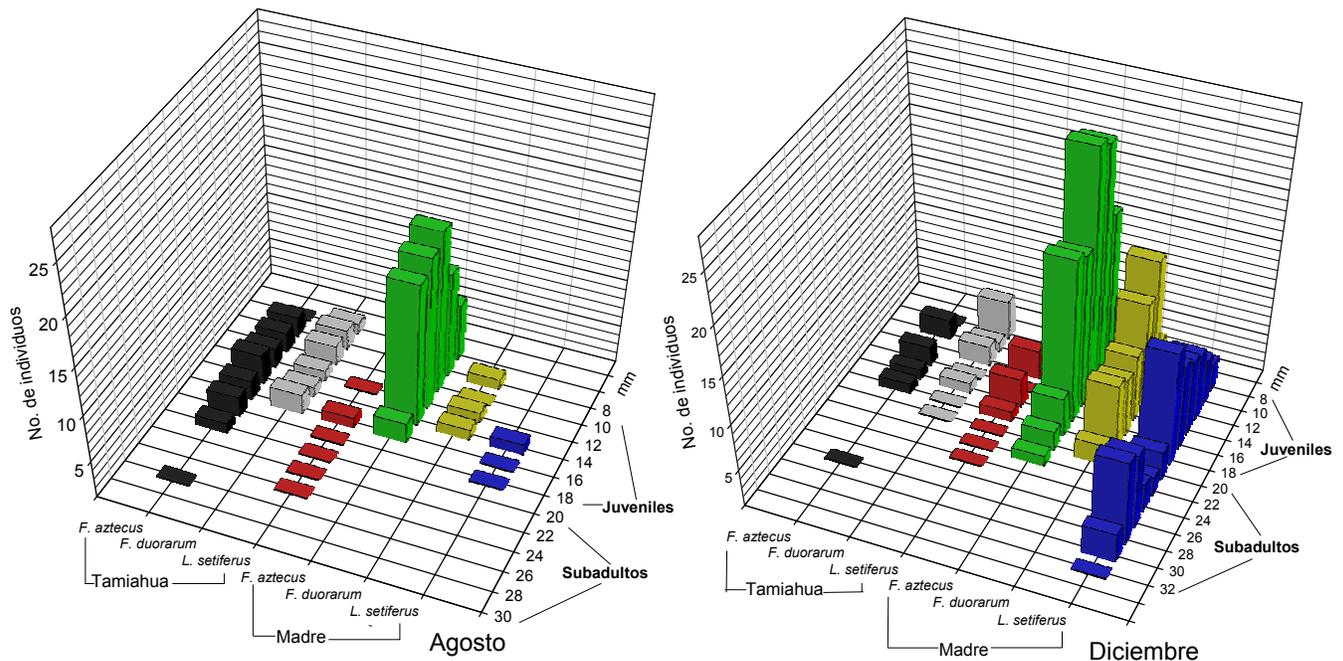


Figura 27. Frecuencia de tallas de longitud cefalotorácica (LCT mm) de las tres especies de camarones peneidos recolectados en la Laguna de Tamiahua y la Laguna Madre en los meses de agosto y diciembre.

Se puede observar una variedad de intervalos de tallas para las tres especies en general, pero destaca que el intervalo de tallas que presentó *L. setiferus* en Laguna Madre cambió notablemente en las dos épocas del año, ya que en agosto presentó un intervalo de tallas muy restringido y con una frecuencia muy baja, mientras que en diciembre el intervalo de tallas que presentó fue muy amplio, con presencia de tallas juveniles y subadultos (Fig. 27).

Del camarón café *F. aztecus*, destaca que, durante agosto, la presencia de subadultos se registró sólo en la Laguna de Tamiahua, mientras que en diciembre las tallas más frecuentes fueron las de juveniles en ambas lagunas. En tanto que, para *F. duorarum*, el intervalo de tallas de subadultos estuvo ausente durante el mes de agosto y presente durante diciembre, en ambas lagunas (Fig. 27).

La comparación de datos, tanto para las dos lagunas como para las dos épocas del año, proporcionó los siguientes patrones. La densidad promedio, en función de la abundancia, tanto de juveniles como de subadultos, fue mayor en Laguna Madre que en Laguna de Tamiahua en ambos meses, y fue mayor en diciembre que en agosto en ambas lagunas. A diferencia de la abundancia promedio, la biomasa promedio de juveniles en el mes de agosto y subadultos fue mayor en Laguna de Tamiahua (negritas en Tabla 5) que en Laguna Madre. En diciembre, la biomasa promedio de juveniles y subadultos fue mayor en Laguna Madre que en la Laguna de Tamiahua. En la Laguna de Tamiahua, la biomasa promedio de los juveniles fue mayor en agosto que en diciembre (negritas) (Tabla 5, Fig. 28).

Tabla 5. Valores promedio de densidad en función de la abundancia y la biomasa, de juveniles y subadultos, de Laguna de Tamiahua (Lt) y Laguna Madre (LM), en agosto (verano) y diciembre (invierno).

	Juveniles				Subadultos			
	Abundancia ind/m ²		Biomasa g/m ²		Abundancia ind/min		Biomasa g/min	
	Lt	LM	Lt	LM	Lt	LM	Lt	LM
AGO	0.272	0.298	0.484	0.173	1.458	2.621	5.873	3.824
DIC	0.667	1.264	0.103	1.134	2.667	8.119	7.031	26.300

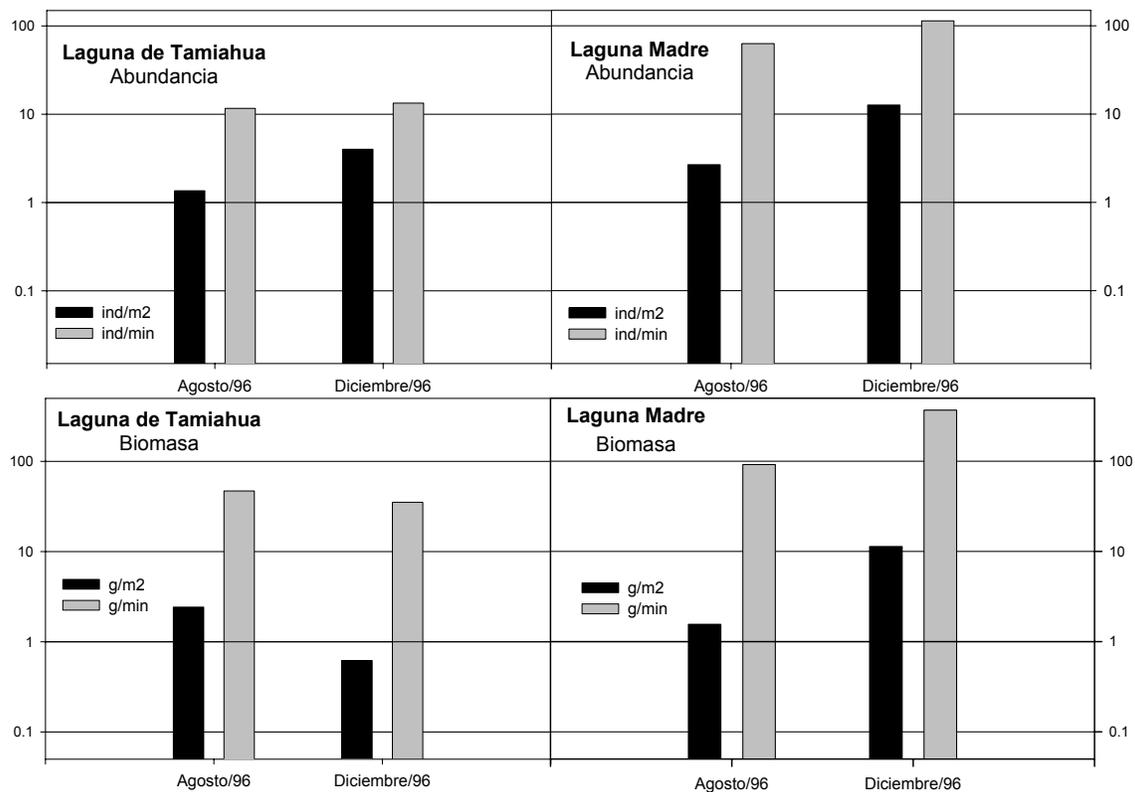


Figura 28. Densidad total (transformada a logaritmo base 10), en función de la abundancia y biomasa, de camarones recolectados con la red Renfro y el Chango, en las lagunas de Tamiahua y Madre en las dos épocas del año, agosto y diciembre.

Con base en la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, se comprobó que la distribución de los datos de densidad de ambas lagunas no es normal ($p < 0.05$). Los resultados de la prueba no paramétrica Mann-Whitney aplicada a los valores de densidad (abundancia y biomasa) de ambas lagunas no demostraron una diferencia significativa entre las dos lagunas ($p > 0.05$).

A pesar de los resultados obtenidos en la prueba estadística Mann-Whitney, las diferencias en los valores de densidad entre ambos sistemas lagunares observados en este estudio, nos indican que la variabilidad de los datos dentro de cada laguna es tan amplia que enmascara la diferencia que se pueda observar entre ambas. Esta condición se puede atribuir a que el muestreo no se diseñó para analizar la diferencia en la densidad de camarones peneidos de cada laguna.

DISCUSIÓN

Prejuveniles

El reclutamiento de postlarvas de camarones a estuarios es continuo, debido a que la reproducción es constante a lo largo del año (Fernández *et al.*, 2000), por lo que cada mes se pueden encontrar individuos de distintas cohortes dentro de una laguna y, debido a esto, la presencia de prejuveniles está justificada todo el año.

De acuerdo con el ciclo de vida típico de los camarones peneidos, se presentan dos cohortes importantes en el año: en la primera y, la más importante en términos de biomasa, las postlarvas migran hacia las áreas de crianza a principios de primavera, para salir a la plataforma a reproducirse a principios de otoño (inmigración de postlarvas en primavera-verano y reproducción en altamar durante el otoño) y, en la segunda, las postlarvas empiezan a migrar hacia la laguna a finales de otoño-principios de invierno y la reproducción toma lugar en plataforma durante la primavera (inmigración de postlarvas en otoño-invierno y reproducción en primavera) (Mathews *et al.*, 1984). Debido a lo anterior, los principales pulsos de reproducción que ejercen mayor influencia sobre la densidad de prejuveniles de las tres especies son los que ocurren durante el otoño y la primavera.

Los prejuveniles que se recolectaron en ambas lagunas se encontraron en las regiones cercanas a las bocas, con presencia del pasto marino *H. wrightii*. Esta distribución coincide con el patrón de establecimiento de las postlarvas de crustáceos meroplanctónicos propuesto por Bell y Westoby (1986), en el que el primer parche de vegetación cercano a las bocas es en el que se establecen. La distribución en zonas internas puede ser menos ventajosa debido a que representa un gasto de energía y un periodo de exposición a la depredación mayores que en las regiones cercanas a las bocas, donde pueden encontrar refugios (Minello & Zimmerman, 1991).

LAGUNA DE TAMIAHUA Y LAGUNA MADRE

La mayor densidad de camarones recolectados se registró en la Laguna Madre. Esta laguna presenta una gran extensión, cuatro bocas de comunicación con el mar y, un número considerable de hábitats ideales para los juveniles de las tres especies de camarones peneidos registradas en este estudio. Como establecieron Beck *et al.* (2001), los hábitats importantes para las etapas larvarias y juveniles de las especies estuarinas son aquellos que contribuyen de manera significativa al reclutamiento de organismos adultos.

La abundancia total de camarones recolectados, en ambas lagunas, observada en diciembre se ve influida de manera importante por el segundo pulso de reproducción que inicia en otoño (Mathews *et al.*, 1984). Durante el invierno, las corrientes neríticas de la plataforma frente a las costas de Tamaulipas y Veracruz van en dirección al sur y, debido al transporte de Ekman, se forma una convergencia frente a estas costas (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003). El transporte de las postlarvas de camarones peneidos producto del pulso de reproducción que ocurre en otoño (Fernández *et al.*, 2000) posiblemente se vea facilitado por la convergencia que se forma durante los meses de invierno frente a la costa oeste del Golfo de México (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003), lo que influye de manera directa sobre la densidad de juveniles registrada en diciembre, para las dos lagunas.

La presencia de juveniles es común a lo largo de todo el año, debido a que la inmigración de postlarvas de las tres especies de camarones es continua (Rogers *et al.*, 1993; Fernández *et al.*, 2000). Sin embargo, la frecuencia de cada intervalo de tallas varía dependiendo de la temporada. De acuerdo con el ciclo de vida de los camarones peneidos, el segundo pulso de reproducción (que inicia a principios de otoño) es el que ejerce mayor influencia sobre la abundancia de los camarones que entra a las dos lagunas. Esto se refleja en el aumento en la densidad y en la frecuencia de tallas juveniles en diciembre, en ambas lagunas. También es importante considerar que, durante el invierno (diciembre), la tasa de crecimiento

de los camarones peneidos disminuye o se interrumpe debido al descenso en la temperatura del agua (Williams, 1984).

En la Laguna Madre, la biomasa total de juveniles y subadultos fue mayor en diciembre, lo que coincide con lo observado por Barba (1999) para los crustáceos decápodos de esta laguna. Sin embargo, en la Laguna de Tamiahua, la biomasa de los juveniles fue mayor en agosto, mientras que la biomasa de los subadultos fue mayor en diciembre. El incremento en la tasa de crecimiento de los camarones durante los meses más cálidos del año (Pérez-Farfante, 1969; Williams, 1984) posiblemente influyó en el aumento de la biomasa, en las dos lagunas, durante el mes de agosto. Sin embargo, no es posible explicar el aumento en la biomasa de los camarones juveniles en agosto, debido a que la mayor abundancia de éstos se registró en diciembre. En todo caso, sería necesario realizar un estudio enfocado a este aspecto particular de las poblaciones de camarones peneidos en esta laguna, ya que la biomasa se encuentra directamente relacionada con los patrones de reclutamiento.

Con base en el periodo de reclutamiento de los camarones (hacia plataforma) que se lleva a cabo frente a la costa de Tamaulipas y que inicia a principios de julio (Fernández *et al.*, 2000), se infiere que, para el mes de agosto, una parte importante de los camarones que entraron en primavera ha alcanzado la talla para continuar su desarrollo fuera de las dos lagunas y, se encuentra en proceso de emigración o ya migró hacia la plataforma continental adyacente, esto se relaciona con que la mayor densidad de los subadultos en ambas lagunas se registró durante la temporada de nortes (diciembre).

En la Laguna de Tamiahua, lo anterior coincide con que, durante agosto, se registró un intervalo de tallas subadultas mas amplio (26-28 mm LCT), es decir, se registraron las tallas más grandes de subadultos. Debido a lo anterior, la probabilidad de encontrar tallas subadultas mas grandes es mayor en primavera y verano que en invierno. En tanto que, en el caso de Laguna Madre, lo anterior

coincide con que durante el periodo de mayo-agosto, se extrae alrededor de un 50% de la captura anual en la plataforma continental adyacente frente a las costas de Tamaulipas (Castro & Arreguín-Sánchez, 1991).

El camarón café *F. aztecus* se consideró la especie dominante en ambas lagunas durante las dos temporadas de muestreo debido a que su abundancia fue mucho mayor que la de las otras dos especies de peneidos. Esto coincide con lo registrado por Arreguín-Sánchez (1997), Fernández *et al.* (2000) y la Carta Nacional Pesquera (2004) para el noroeste del Golfo de México. En la Laguna de Tamiahua, lo anterior coincide con lo registrado por Cárdenas-Flores (1989) y Luna (1994), mientras que en la Laguna Madre coincide con los resultados de Barba (1993, 1995, 1999) y Leija-Tristán *et al.* (1995), quienes observaron la mayor abundancia relativa de esta especie durante verano.

La proporción que *F. aztecus* representó en agosto fue mayor que la de diciembre en ambas lagunas, lo que coincide con que la mayor abundancia de postlarvas frente a las costas del oeste del Golfo de México se ha registrado en el periodo de abril-junio (Fernández *et al.*, 2000).

Las tallas más frecuentes que *F. aztecus* presentó en ambas lagunas fueron de juveniles, particularmente en diciembre y, esto se debe a que el reclutamiento de postlarvas de *F. aztecus* a esta región es continuo a lo largo del año (Rogers *et al.*, 1993). Sin embargo la frecuencia de tallas subadultas de *F. aztecus* varió en las dos lagunas. Es posible que la presencia de tallas subadultas en la Laguna de Tamiahua durante la temporada de lluvias (agosto) se deba a una tasa de crecimiento mayor que en la Laguna Madre, ya que las tallas de esta especie que se han registrado frente a las costas de Veracruz son mayores que las observadas frente a las costas de Tamaulipas durante la temporada de lluvias (Fernández *et al.*, 2000). Lo anterior también se puede deber a una sobrepesca de tallas pequeñas de esta especie en Laguna Madre, a pesar de que la talla mínima de captura es la misma para ambas lagunas debido a que la luz de malla de las

charangas, que son las artes de pesca estacionarias empleadas en las dos lagunas, es la misma (Fernández-Méndez com.pers.).

Los registros de las mayores abundancias de *F. duorarum* corresponden al sur del Golfo de México, el noreste de la Laguna de Términos y la zona límite de los estados de Campeche y Yucatán (Fernández *et al.*, 2000; Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997). En esta región, la mayor abundancia de juveniles de esta especie se ha registrado en la temporada de lluvias (Aguilar, 1985) y parte de la temporada de nortes (Gracia, 1997). Sin embargo, en este estudio, la mayor abundancia de esta especie en Laguna de Tamiahua y Laguna Madre se observó durante el mes de diciembre, lo que coincide con lo observado por Barba (1999) en la Laguna Madre, por Tunnell (2002) en la Laguna Madre, Texas, y por Howe y Wallace (1999) en Louisiana, para esta especie en particular.

Junto con *F. aztecus*, las tallas más frecuentes que *F. duorarum* presentó en ambas lagunas fueron las de juveniles, y se registraron en la temporada de nortes. La baja frecuencia de tallas subadultas que se observó durante las dos estaciones, en ambas lagunas, deriva de que la tasa de crecimiento de esta especie es elevada durante los meses más cálidos y disminuye o se interrumpe en los meses más fríos (Williams, 1984) y a que su estancia en áreas de crianza es relativamente más corta que la de las otras especies.

La densidad de *L. setiferus* fue mayor en la temporada de nortes y, como es el caso de *F. duorarum*, aún no se han descrito los patrones de reclutamiento para el área que comprende ambas lagunas. Sin embargo, otros estudios registraron las mayores abundancias de esta especie durante la primavera en la laguna Madre (Barba, 1999), a finales de verano-principios de otoño en la Laguna Madre, Texas (Tunnell, 2002), y en el mes de septiembre para postlarvas de esta especie en la Laguna de Tamiahua (Luna, 1994).

Las tallas más frecuentes que *L. setiferus* presentó en ambas lagunas fueron las de subadulto durante los dos meses, siendo las tallas juveniles las que variaron en ambas temporadas. El hecho de que, durante invierno, se registrara la mayor densidad de esta especie y, que se presentara un intervalo de tallas más amplio, particularmente en la Laguna Madre, indica que el segundo pulso de reproducción (al inicio del otoño) es el que ejerce mayor influencia sobre la densidad del camarón blanco que se recluta a los dos sistemas lagunares. Lo anterior coincide con Luna (1994), quien registró la mayor abundancia de postlarvas de esta especie durante septiembre en la Laguna de Tamiahua. *Litopenaeus setiferus* es la especie que evidenció una mayor relación con la zona costera de las tres especies y, la que mayor dependencia presentó sobre las áreas de crianza (hasta de ocho meses) (Fernández *et al.*, 2000).

Distribución espacial

En lagunas donde se puede observar un gradiente de salinidad marcado, es decir, donde se registran condiciones poli-euhalinas en las bocas debido a la influencia marina y condiciones oligohalinas en las partes más internas debido al aporte de agua dulce por la afluencia de ríos o arroyos, la salinidad representa un factor restrictivo con respecto a la distribución de los camarones (García & Le Reste, 1981; Pérez-Castañeda & Defeo, 2004). En consecuencia la densidad de camarones disminuye conforme aumenta la distancia a las bocas, y también la biomasa de los pastos marinos se reduce conforme la salinidad disminuye, es decir, en las partes más internas de las lagunas (Pérez Castañeda & Defeo, 2004).

Sin embargo, en la Laguna de Tamiahua, las condiciones de salinidad se mantuvieron poli-euhalinas, debido a que el aporte de agua dulce por parte de los esteros es reducido y, la distribución de la vegetación se registró tanto en regiones donde la influencia marina es notable (bocas), como en regiones mas internas de la laguna, (esteros y en la región central). En el caso de la Laguna Madre, debido a sus características climáticas particulares, durante el mes de agosto se

registraron condiciones de hipersalinidad al interior de la laguna y euhalinas cerca de las bocas, mientras que en diciembre las condiciones registradas fueron euhalinas.

Las condiciones de salinidad observadas en ambas lagunas no mostraron un gradiente marcado. Con base en lo anterior, la salinidad no influyó de manera importante sobre la distribución de la densidad de camarones observada en ambos sistemas lagunares, en las dos estaciones en que se muestreo (verano seco e invierno con tormentas del norte). También hay que considerar, que las condiciones de salinidad observadas entran dentro del intervalo de tolerancia de las tres especies, puesto que son organismos eurihalinos (Mantel, 1983).

En la Laguna Madre, la distribución de las tres especies parece no haber sido particularmente afectada por las condiciones de hipersalinidad que se presentaron en agosto. A excepción de los subadultos de *F. aztecus* y los juveniles de *L. setiferus* que sólo se registraron al interior de la laguna, el resto del total recolectado se distribuyó tanto en regiones donde la influencia marina fue marcada (condiciones euhalinas), como en regiones más internas de la laguna donde el intervalo de salinidades registrado alcanzó las 53-55‰.

En el caso de la temperatura, los valores registrados se encuentran dentro de los intervalos óptimos de crecimiento (18-25°C para *F. aztecus*, 15-33°C para *L. setiferus*, 14-35°C para *F. duorarum*) establecidos para los camarones peneidos (Pérez-Farfante, 1969; Williams, 1984; Fragoso, 1991; Latournerie, 2007). A pesar de que Zein-Eldin (1986) observó que la tasa de crecimiento de juveniles de *F. aztecus* disminuye a los 29-33°C, la temperatura de las localidades donde se registró la mayor densidad de esta especie en ambas lagunas durante agosto, se observó entre los 28° y 32°C.

Relación talla-profundidad. Las mayores densidades de los juveniles se caracterizaron por distribuirse en fondos someros (<90 cm). En el caso de los

subadultos, su distribución fue más amplia que la de los juveniles, ya que abarcó regiones más profundas (>90 cm) cercanas a las bocas o regiones más internas a lo largo de costa tierra en ambas lagunas. Esta distribución coincide con el gradiente de tallas registrado por García y le Reste (1981) en el que, a medida que aumentan de talla, los camarones tienden a migrar a zonas más profundas dentro de las áreas de crianza. Por otro lado, la distribución de los juveniles en zonas de poca profundidad puede ser un mecanismo de defensa debido a que el riesgo de depredación disminuye en fondos someros (Ruiz *et al.*, 1993), y la cobertura de vegetación acuática sumergida aumentó como resultado de una mayor penetración de luz.

Relación talla-distancia hacia las bocas. Parte de la distribución de los juveniles coincidió con el patrón de distribución de postlarvas de crustáceos meroplanctónicos, registrado por Bell y Westoby (1986) en Botany Bay, Australia, al concentrarse en regiones con vegetación acuática sumergida, en la Laguna de Tamiahua, cerca de la boca de Tampachichi durante agosto y cerca de la boca de Corazones en diciembre; y en la Laguna Madre, frente a la boca de Mezquital (en agosto), boca Ciega y boca de Caballo (ambas en diciembre).

La distribución de los subadultos fue mucho más amplia que la de los juveniles. A diferencia de los juveniles, parte de la distribución de los subadultos se concentró en regiones internas de ambas lagunas. En la Laguna de Tamiahua, la densidad de subadultos estuvo permanentemente asociada a zonas internas sobre costa tierra, siendo las macroalgas la única forma de vegetación acuática sumergida que se observó en ellas y, donde existe materia orgánica transportada por los esteros (Fragoso, 1991). La densidad de subadultos presentó una distribución diferente con respecto a la abundancia y la biomasa dentro de la laguna, mientras que las mayores biomásas se caracterizaron por concentrarse en localidades cercanas a los esteros al interior de la laguna, las mayores abundancias se concentraron en regiones cercanas a las bocas (boca de Corazones y de Tampachichi en agosto, y boca de Tampachichi en diciembre). En el caso de la Laguna Madre, las tallas

subadultas de las tres especies se distribuyeron desde las bocas de la laguna hasta las zonas internas a lo largo de costa tierra, particularmente en el caso de los subadultos de *F. aztecus* esto fue más evidente.

La distribución de subadultos asociada a las bocas en ambas lagunas, indica un reclutamiento pesquero hacia la plataforma. En la Laguna Madre, este es el caso de los subadultos de *F. duorarum* y *L. setiferus* que se recolectaron cerca de las bocas de Caballo y de Catán durante verano, y la distribución de los subadultos de *L. setiferus* en localidades cercanas a las bocas de Caballo y Mezquital durante el invierno.

Relación talla-vegetación acuática sumergida. La dependencia de los camarones sobre los pastos marinos disminuye conforme aumentan de talla (Zein-Eldin & Renaud, 1986), por lo que su distribución dentro de las áreas de crianza depende no sólo de factores ambientales sino de sus requerimientos alimenticios y de protección conforme van creciendo. La estructura de tallas se distribuye en forma diferencial en áreas con cubierta vegetal. Las etapas juveniles son más vulnerables a la depredación y, por lo tanto, la preferencia por áreas con cubierta vegetal es mayor en esta etapa que en la de subadultos (Minello & Zimmerman, 1985; Zimmerman *et al.*, 1984; Sheridan, 1992; Wenner & Beatty, 1993).

En la Laguna de Tamiahua, la mayor proporción de juveniles estuvo representada por *F. aztecus* y *F. duorarum* y se registraron en zonas caracterizadas por la presencia de ceibadales de *H. wrightii*, mientras que la distribución de los subadultos estuvo permanentemente asociada a zonas internas sobre costa tierra, siendo las macroalgas la única forma de vegetación acuática sumergida donde se observaron y, solo para el caso de los subadultos del género *Farfantepenaeus*. En la Laguna Madre, parte de la densidad de subadultos se concentró en regiones donde no se registró el pasto marino *H. wrightii*, o donde la vegetación acuática sumergida consistió predominantemente de macroalgas, tanto los juveniles como los subadultos se asociaron a alguna forma de vegetación acuática sumergida en

ambos meses, con excepción de los juveniles de *L. setiferus*. Hay que considerar que *L. setiferus* parece ser desplazada de regiones con vegetación cuando esta presente *F. aztecus* (Minello & Zimmerman 1985).

Relación especie-sustrato. Los juveniles del género *Farfantepenaeus* tuvieron una distribución similar en ambas lagunas al concentrarse en regiones cercanas a las bocas con vegetación acuática sumergida, particularmente en agosto. *Farfantepenaeus aztecus* y *F. duorarum* presentan una afinidad por condiciones ambientales similares como son las aguas polihalinas y los sustratos con cubierta vegetal (Giles & Zamora, 1973; Williams, 1984; Zimmerman & Minello, 1984; Zimmerman *et al.*, 1984; Minello & Zimmerman, 1985; Britton & Morton, 1989; Sheridan, 1992; Wenner & Beatty, 1993; Sánchez, 1997; Howe & Wallace, 1999), lo que explica la similitud en la distribución que presentaron sus tallas juveniles y, parte de la densidad de tallas subadultas, en ambos sistemas lagunares.

La distribución de juveniles de *F. duorarum* hacia el centro de la Laguna de Tamiahua, sobre costa mar, puede relacionarse con la presencia de un arrecife coralino relicto en esa zona de la laguna, lo que coincide con la afinidad de la especie por sustratos carbonatados (Pérez-Farfante, 1969).

Los juveniles y subadultos de *L. setiferus* tuvieron una distribución diferente de las otras dos especies en las dos lagunas. A diferencia de las especies anteriores, los juveniles de *L. setiferus* parecen no depender de la presencia de vegetación acuática sumergida. Zein-Eldin y Renaud (1986) registraron la preferencia de esta especie por sustratos con cubierta vegetal siempre que las otras especies de peneidos se encontraran ausentes, esta especie parece ser desplazada de regiones con vegetación cuando está presente *F. aztecus*. Sus adaptaciones para evadir la depredación parecen estar relacionadas con una tasa de crecimiento mayor que la de *F. aztecus* (Minello & Zimmerman, 1991), junto con la capacidad para establecerse en sustratos sin vegetación desde su etapa juvenil (Williams, 1984; Zein-Eldin, 1986; Minello & Zimmerman, 1985,1991). Por otra parte,

McTigue y Zimmerman (1991) observaron diferencias en la dieta de ambas especies como consecuencia de distintos patrones en el uso de hábitat, ya que ambas comparten el hábitat en marismas de la costa de Texas. Mientras que *L. setiferus* es una especie que puede sobrevivir bajo una dieta animal (infauna), vegetal o una mezcla de ambas (omnívoro), *F. aztecus* es una especie más especializada cuya dieta depende en gran medida del aporte animal (infauna) y requiere de ella en una etapa temprana para alcanzar un crecimiento óptimo.

En la Laguna de Tamiahua, los juveniles y subadultos de *L. setiferus* se asociaron a regiones internas cercanas a un estero, en ambos meses (Tampache en agosto y San Jerónimo en diciembre), donde se registraron fondos lodosos sin vegetación. Mientras que, en la Laguna Madre, se concentraron tanto en zonas internas como cerca de las bocas, lo cual probablemente se deba a que esta laguna presenta una mayor área que permite que la distribución de los organismos acuáticos sea más amplia sin que se establezca una competencia inter-específica.

En la Laguna Madre, la distribución de *F. aztecus* y *L. setiferus* en localidades cercanas a la Boca de Catán se relaciona en parte con la presencia de fondos lodosos con una acumulación significativa de materia orgánica (Barba, 1999), ya que estas dos especies se caracterizan por su preferencia hacia este tipo de sustratos (Zein-Eldin, 1986; Sheridan, 1992; Wenner & Beatty, 1993).

A pesar de que estos patrones de distribución no son estrictos para los juveniles y los subadultos, puesto que algunos organismos se distribuyeron en áreas distintas, permiten establecer una relación significativa entre la presencia de las especies y el hábitat que seleccionan.

Laguna de Tamiahua.

En este estudio, las regiones importantes como áreas de crianza identificadas dentro de esta laguna fueron: la región suroeste de la isla del Ídolo al sur de la laguna, la región comprendida entre la boca de Tampachichi y la punta norte de la

isla Juana Ramírez al norte de la laguna, así como la franja a lo largo de costa tierra frente a los esteros La Laja, San Jerónimo y Tampache en las regiones central y sur de la laguna.

En la región al suroeste de la isla del Ídolo se registraron las mayores densidades de juveniles de las tres especies. Esta región se caracteriza por la presencia de vegetación acuática sumergida sobre fondos someros y, es probable que las postlarvas recientemente reclutadas a la laguna por la boca de Corazones, se establezcan al sur de la isla, gracias a la presencia del pasto marino *H. wrightii*.

En la región comprendida entre la boca de Tampachichi y la punta norte de la isla Juana Ramírez, al norte de la laguna, se registraron las mayores densidades de juveniles y subadultos de *F. aztecus* y *F. duorarum*, en donde es común la presencia de vegetación acuática sumergida y aguas polihalinas, como resultado de la influencia marina, dada la cercanía a la boca de Tampachichi.

Finalmente, las mayores densidades de juveniles de *L. setiferus* y de subadultos de las tres especies se registraron en las regiones sobre costa tierra, frente a los esteros Tampache al sur y, San Jerónimo y La Laja al centro de la laguna, en donde los sustratos carecen de vegetación acuática sumergida y las aguas son poli-euhalinas.

Laguna Madre

La Laguna de Catán, las regiones al noroeste de la laguna (Isla la Quemada y sur de Buenavista) y la zona central de la laguna frente al delta del río San Fernando se pueden considerar como áreas de crianza importantes, a pesar de su lejanía a las bocas, debido a la gran densidad de juveniles que en ellas se concentró, lo cual se debe a que son zonas protegidas con presencia de vegetación acuática sumergida, donde la cubierta vegetal (particularmente ceibadales del pasto marino *H. wrightii*) genera una mayor disponibilidad de alimento (detrito e infauna) y al

mismo tiempo una reducción significativa de la depredación comparada con otro tipo de hábitats dentro de la laguna (Heck & Crowder, 1991; Beck *et al.*, 2001).

Las mayores densidades de juveniles se registraron a lo largo del litoral de costa mar cerca de las Bocas de Mezquital, Ciega y de Caballo. Éstas son regiones importantes por el reclutamiento de postlarvas de *F. aztecus* y *F. duorarum* a la laguna, particularmente debido a la presencia de ceibadales de *H. wrightii*, ya que representan una zona donde se facilita el establecimiento de las postlarvas recientemente reclutadas a la laguna.

Al interior de la laguna, en la región noroeste (isla La Quemada), la presencia de fondos someros y de VAS promueven el uso de esta región como área de crianza, particularmente durante verano, junto con la Laguna de Catán, que ha sido identificada como área de crianza importante dentro de la Laguna Madre por Leija-Tristán (1995), y donde se concentró una parte importante de la densidad de los juveniles y subadultos de *F. aztecus* y *L. setiferus*.

PESQUERÍA ARTESANAL

En la actualidad, la pesquería, artesanal e industrial, de camarón en el Golfo de México se distribuye en tres zonas de importancia: el Caribe mexicano (Quintana Roo), la Sonda de Campeche (Tabasco y Campeche) y el norte del Golfo de México (Tamaulipas y Veracruz) (Fernández *et al.*, 2000). La pesquería de la región camaronera Tamaulipas-norte de Veracruz se encuentra aprovechada al máximo sustentable (D.O.F. 15/03/04. Carta Nacional Pesquera, 2004) como resultado de que el esfuerzo pesquero aplicado en la región ha aumentado en las últimas décadas, desde que se incorporó la flota de Campeche cuando colapsó el stock del camarón blanco *L. setiferus* y el camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche (Fernández, 2006) y debido a la apertura del recurso. Antes de la administración del presidente Salinas (1988-1994), el recurso camarón era

explotado exclusivamente por el sector social, es decir, las cooperativas de pescadores (Alcalá, 2000).

La pesquería de camarón en esta región es de tipo secuencial, es decir, que la fase juvenil es explotada en los sistemas estuarinos, al mismo tiempo que la fase adulta es explotada en altamar. Por esta razón, ambas pesquerías entran en competencia directa por el recurso, provocando un conflicto de intereses en el desarrollo de las políticas estatales sobre el manejo del recurso en esta región.

La pesquería artesanal de camarón más importante en aguas protegidas del norte del Golfo de México, en cuanto a volumen, se desarrolla en la Laguna Madre y en los sistemas lagunares de Tamiahua y Pueblo Viejo (Fernández *et al.*, 2000). El arte de pesca empleado en la Laguna Madre y en la Laguna de Tamiahua es la “charanga”. Esta consiste en estacas de madera, que pueden ser de mangle, colocadas en “V” que son instaladas una tras otra y que funcionan como embudos durante el reclutamiento de los subadultos hacia altamar, quedando el camarón retenido en un colector colocado en el vértice, de donde es capturado (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997). Este tipo de arte de pesca no bloquea totalmente las áreas de tránsito de los camarones y es altamente selectiva, por lo que se le considera una arte de pesca eficiente (D.O.F. 15/03/04. Carta Nacional Pesquera, 2004) que permite que se sostenga la pesquería artesanal del camarón. De acuerdo al tamaño de luz de malla establecido (3-4 cm) (D.O.F. 15/03/04. Carta Nacional Pesquera, 2004) la charanga presenta un nivel de selectividad alto hacia individuos de mayor talla sin capturar reclutas, prejuveniles y juveniles pequeños.

El recurso camarón empezó a decaer con el incremento del esfuerzo pesquero en el Golfo de México durante las últimas décadas del siglo XX, por lo que en 1993 se implementó una nueva herramienta de manejo en la pesquería del camarón: la veda estacional, mediante la Norma Oficial Mexicana NOM-009-PESC-1993. Esta herramienta consiste en prohibir la captura de todas las especies de camarón existentes en la región particular del litoral mexicano a la que se aplica, y tiene por

objeto proteger el reclutamiento de los camarones a las poblaciones de altamar, y en menor grado proteger la reproducción.

La veda es una estrategia de regulación de la actividad pesquera y el modelo bajo el cual se establece, particularmente para la pesquería artesanal, se llama “Escape Proporcional Constante” (EPC). El EPC indica la proporción de biomasa adulta que debe sobrevivir al final de la temporada de pesca (Rosenberg *et al.*, 1990). Con el fin de mantener una población adulta que, a través de la reproducción, genere una cantidad de organismos jóvenes que teóricamente puedan sustentar la pesquería de la siguiente temporada. Para lograrlo, el Escape Proporcional Constante debe ser al menos el 40% de la biomasa adulta (Rosenberg *et al.*, 1990; Morales-Bojórquez *et al.*, 1997).

En teoría, la veda debe establecerse cada año en consenso con todos los actores involucrados, mediante reuniones organizadas por comités estatales (Medellín, 2002). El problema radica en que la información sobre la cual se basan las autoridades para establecer este tipo de regulaciones no está a disposición del público (Hernández & Willet, 2003), se mantiene restringida al gobierno y, en consecuencia, la participación de sectores ajenos al mismo es limitada.

Para la pesquería artesanal en la región Tamaulipas-norte de Veracruz, la temporada de pesca comprende el periodo de marzo a octubre (Medellín, 2002), y la veda se establece durante el periodo de máxima abundancia de organismos en proceso de reclutamiento a las poblaciones de altamar, generalmente de finales de mayo o principios de junio hasta mediados de julio. En el caso de la pesquería industrial, la veda se establece de mayo a finales de julio, lo que representa un problema ya que protege el reclutamiento y no los periodos de reproducción más importantes, que ocurren a principios de primavera y otoño (Fernández *et al.*, 2000).

Antes del establecimiento de la veda, la captura de la pesquería artesanal representaba más del 50% de la captura total de la región Tamaulipas-norte de Veracruz (Fernández, 2006) y, después de la imposición de la veda, disminuyó en los sistemas lagunares (Fig. 29). En el caso particular de esta región, los representantes de la pesquería industrial presionaron para que se redujera drásticamente el esfuerzo pesquero que aplicaba la pesquería artesanal sobre las áreas de crianza, argumentando que esta reducción resultaría en un aumento en la biomasa disponible para la pesquería industrial (Hernández & Willet, 2003).

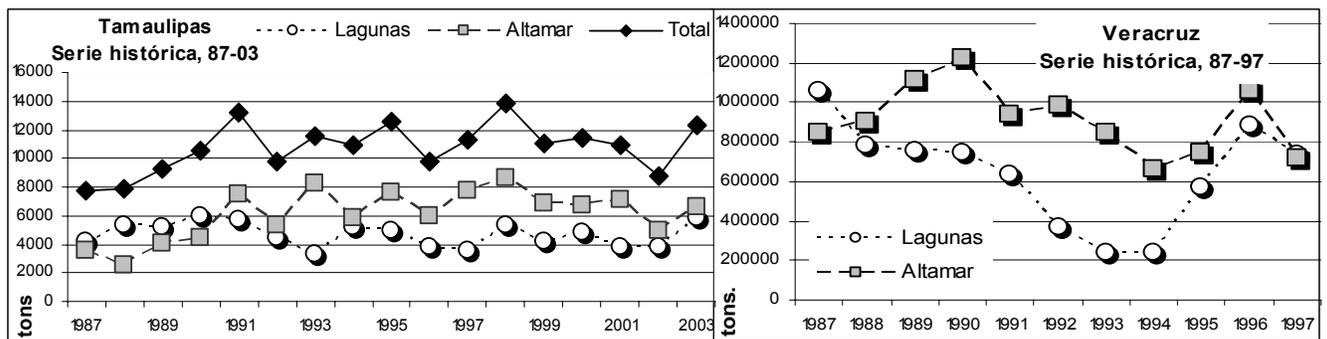


Figura 29. Tendencia histórica de las capturas registradas en el estado de Tamaulipas durante 1987-2003 y en el estado de Veracruz durante 1987-1997 (Fernández, 2006).

El porcentaje recabado de las capturas en la pesquería artesanal ascendió en 2002-2003 a valores cercanos al 46% (Anuario Estadístico de Pesca, 2003), lo que sugiere que la pesquería artesanal en la región no se ha detenido a pesar de la veda establecida (Fernández, 2006).

Existen varios problemas en la región. Un ejemplo de ellos es el deterioro de las áreas de crianza en las lagunas costeras provocado por el cambio de uso de suelo y la contaminación por desechos de los sectores agropecuario e industrial (Castillo, 2006).

Entre los problemas relacionados con la actividad pesquera está el aumento en el esfuerzo de pesca en el sector industrial que se genera al incorporarse las flotas de Campeche, Tabasco y Quintana Roo al inicio de la temporada de pesca (Medellín, 2002). También existe el hecho de que la veda estacional en la región

camaronera Tamaulipas-norte de Veracruz protege principalmente los procesos de crecimiento y reclutamiento pesquero del camarón café *F. aztecus*, sin que se haya establecido una protección específica para la reproducción. Por otra parte, las fechas de inicio y la duración de las temporadas de veda establecidas anualmente para los sistemas lagunares y en altamar se traslapan (Medellín, 2002).

Al considerar el aumento en el esfuerzo de pesca que se ejerce sobre las poblaciones de altamar (reproductores) y el hecho de que la veda no contempla la protección de los eventos de reproducción, existe la posibilidad de que se reduzca la capacidad reproductiva del recurso como consecuencia directa de la pesca industrial.

En teoría, la aplicación de la veda puede ser una buena estrategia para el manejo de la pesquería secuencial en la región Tamaulipas-norte de Veracruz, pero la falta de atención a factores sociales, como el caso de los pescadores artesanales de la región, quienes ejercen un gran impacto sobre la explotación y el mantenimiento del recurso durante una de las etapas más vulnerables del mismo (su estancia en áreas de crianza), lleva a concluir que este tipo de estrategias son insuficientes y poco objetivas y, obedecen intereses político-económicos que favorecen particularmente al sector pesquero industrial sin considerar el impacto socio-económico que se genera a nivel regional.

Otro problema al cual se debe prestar atención es la falta de registros adecuados que den información detallada sobre el esfuerzo de pesca efectivo que se ejerce en los sistemas lagunares Madre y Tamiahua, y la determinación de las vedas con base en esta información.

Existen algunas herramientas que pueden servir de apoyo para mejorar el manejo del recurso pesquero camarón, particularmente en las lagunas costeras, como el establecimiento de una longitud mínima de primera captura mediante la regulación

de la luz de malla en las artes de pesca que se usan en la región, lo que ayudaría a disminuir la magnitud de la mortalidad de ejemplares juveniles debida directamente a la pesca (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997).

Una estrategia de manejo, como herramienta auxiliar a la veda, es la identificación y establecimiento de zonas de refugio dentro de los sistemas lagunares, las cuales tienen como finalidad conservar y contribuir al desarrollo de los recursos pesqueros con motivo de su reproducción, crecimiento y reclutamiento, así como proteger el ambiente que las rodean.

A pesar de que la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (D.O.F. 24/07/2007) hace mención de zonas de refugio, no existe aún el reglamento de la ley y los lineamientos necesarios para su establecimiento no han sido definidos. Sin embargo, en la Ley General de Vida Silvestre, en los artículos 60 y 65-69, se hace mención del establecimiento de áreas de refugio como herramienta para la protección de especies que se desarrollen en el medio acuático y que sean afectadas en forma negativa por el uso de determinados medios de aprovechamiento, en este caso, el desarrollo de la pesca artesanal. También en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente (D.O.F., 28/01/88), en los artículos 79-80, se hace mención del establecimiento de áreas de refugio.

Pérez-Castañeda y Defeo (2003) demostraron la importancia de la identificación de áreas de crianza de camarones peneidos y el establecimiento de éstas como zonas restringidas a la actividad pesquera como herramienta de manejo y conservación del camarón como recurso pesquero dentro de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún en el SE del Golfo de México.

En el caso particular de Laguna Madre, decretada como Área de Protección de Flora y Fauna el 14 de abril del 2005 (SINAP 056, 2006), el establecimiento de un

área de refugio deberá entrar en el programa de manejo como área natural protegida.

La pesquería de camarón es tan importante a nivel socio-económico, que la protección de áreas de crianza específicas dentro de la Laguna Madre y la Laguna de Tamiahua puede ser una alternativa útil para sostener la pesquería de la región, tanto artesanal como industrial, a largo plazo.

En el año 2001 se registraron 2,275 charangas en la Laguna de Tamiahua y 3,064 en la Laguna Madre (Fernández *et al.*, 2000), aunque en la Carta Nacional Pesquera de 2004 se mencionan 2,564 charangas para el estado de Tamaulipas. Es difícil establecer el esfuerzo de pesca aplicado en ambas lagunas, ya que varía temporalmente, debido a que las charangas se encuentran activas dependiendo de la estación del año,

Considerando que las regiones donde se concentra el esfuerzo pesquero son relativamente constantes a nivel espacial, dentro de ambas lagunas, se hizo una comparación entre la distribución de las charangas y las áreas de máxima densidad (en función de la biomasa) de camarones identificadas para cada laguna en este estudio.

En la Laguna de Tamiahua se puede observar que el mayor esfuerzo de pesca se aplica en la región circundante a la Isla Ídolo (Fig. 30) y, es ahí donde se concentró la densidad más alta de camarones subadultos en agosto y de juveniles en diciembre, así como la mayor biomasa del camarón café *F. aztecus* durante diciembre y la mayor biomasa del camarón blanco *L. setiferus* durante agosto.

En esta laguna, la presión del esfuerzo pesquero es menor en regiones asociadas a esteros y hacia el centro de la laguna, donde se concentraron los valores más altos de biomasa durante diciembre. Asimismo, el impacto que ejerce el esfuerzo pesquero sobre las áreas de crianza no es tan alto debido a que la temporada de

pesca dura de abril a junio y, a pesar de que las regiones donde se concentra el mayor número de charangas se encuentran cerca de las bocas de la laguna, las charangas no impiden totalmente el tránsito de los camarones fuera de la laguna. En este punto se plantea la importancia de realizar estudios particularmente enfocados al valor ecológico y pesquero de estas zonas dentro de la laguna para proponer su protección como zonas de refugio, particularmente la zona al sur de la isla del Ídolo.

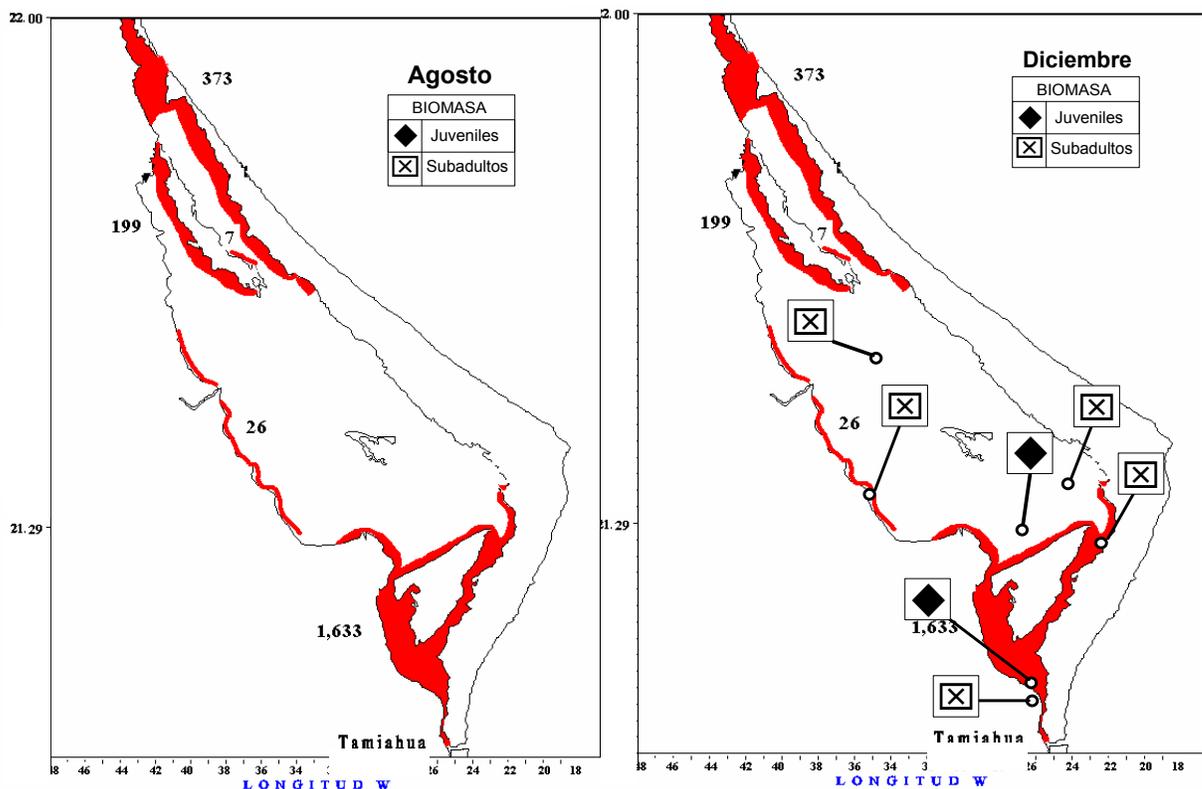


Figura 30. Comparación entre las áreas con mayor concentración de charangas en Laguna de Tamiahua (zonas sombreadas en rojo, tomado de Fernández, 2001) y las localidades donde se concentraron los valores máximos de biomasa de camarones en este trabajo. Los números indican el número de charangas en cada zona.

En la Laguna Madre, los valores de máxima densidad de camarones en diciembre se concentraron en regiones donde el esfuerzo pesquero parece ser mayor, particularmente cerca de las bocas de Mezquital y de Caballo, en el norte y sur de la laguna respectivamente. En contraste, durante agosto se concentró la mayor

densidad de camarones en regiones relativamente protegidas (al noroeste de la Isla la Quemada y en Poza San Juan, y al interior de la Laguna de Catán en Bayuco del Perro) donde el esfuerzo de pesca es bajo (Fig. 31).

La Laguna de Catán, a pesar de ser considerada como área de crianza (Leija-Tristán, 1995), parece no estar sometida a un intenso esfuerzo pesquero, al igual que la región noroeste de la laguna donde se registraron los valores más altos de abundancia durante agosto (Fig. 31). Al igual que para la Laguna de Tamiahua, se plantea la importancia de realizar estudios ecológicos y pesqueros en estas áreas para promover su protección como zonas de refugio.

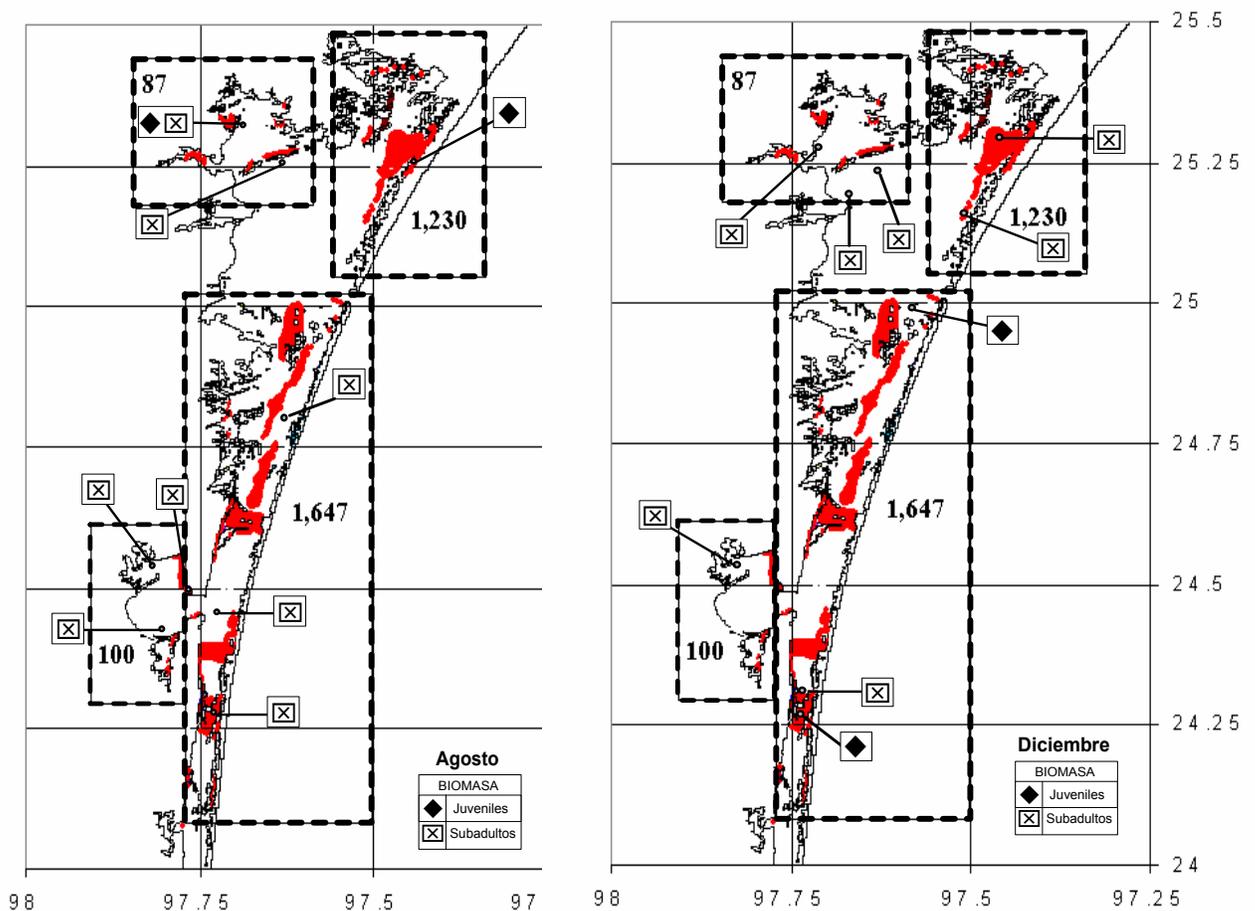


Figura 31. Comparación entre las áreas con mayor concentración de charangas en la Laguna Madre (zonas sombreadas en rojo, tomado de Fernández, 2001) y las localidades donde se concentraron los valores máximos de biomasa de camarones en este trabajo. Los números dentro de los cuadros indican el número de charangas.

CONCLUSIONES

La especie dominante en ambas lagunas fue el camarón café *F. aztecus*, mientras que las otras dos especies no fueron tan representativas en el total de camarones peneidos recolectados. En la Laguna Madre esto es más claro debido a que las otras dos especies, *F. duorarum* y *L. setiferus*, fueron proporcionalmente menos abundantes.

El segundo pulso de reproducción de las especies de camarones peneidos, que ocurre al inicio del otoño frente a las costas de Tamaulipas y Veracruz, donde se encuentran los sistemas lagunares Madre y Tamiahua respectivamente, es el que ejerció mayor influencia sobre los valores más altos de densidad de camarones registrados en diciembre.

Las tallas juveniles fueron las más frecuentes en ambas lagunas en las dos estaciones muestreadas: verano (agosto) e invierno (diciembre), particularmente para *F. aztecus* y *F. duorarum*, lo que demuestra la importancia de ambas lagunas como hábitat juvenil de dichas especies. En el caso de *L. setiferus*, el periodo importante de reclutamiento de juveniles en las dos lagunas se observó sólo en invierno.

La presencia de las tallas subadultas fue diferente en las dos lagunas. Mientras que en la Laguna de Tamiahua fue mayor en agosto, en la Laguna Madre fue mayor en diciembre, lo cual indica que se presenta un desfase en el reclutamiento a plataforma.

Con respecto a la distribución espacial en la Laguna de Tamiahua y en Laguna Madre, durante agosto y diciembre, la salinidad no representó un factor determinante en la distribución de los camarones, debido a la ausencia de un gradiente de salinidad marcado en ambas lagunas.

La densidad de los juveniles, particularmente los del género *Farfantepenaeus*, se caracterizó por distribuirse en fondos someros con presencia de pastos marinos *H. wrightii* y, en regiones cercanas a las bocas, mientras que los subadultos se distribuyeron en regiones más profundas tanto al interior de la laguna como en localidades cercanas a las bocas, y no estuvieron asociados al pasto marino *H. wrightii*.

Los subadultos de *F. aztecus* y *F. duorarum* presentaron mayor dependencia sobre sustratos con macroalgas, mientras que los subadultos de *L. setiferus* se registraron en este tipo de sustrato cuando las otras dos especies se encontraron ausentes.

La presión que ejerce la pesquería artesanal en ambas lagunas es desconocida como resultado de la falta de vigilancia sobre esta actividad. Por lo anterior, es necesario un estudio enfocado al estado actual del recurso camarón dentro de las lagunas, al patrón de reclutamiento particular de cada una y al esfuerzo de pesca que se ejerce sobre este recurso.

En la Laguna de Tamiahua, el impacto que ejerce el esfuerzo pesquero sobre las áreas de crianza no es tan alto debido a que la temporada de pesca dura de abril a junio, y esta laguna se caracteriza por explotar otros recursos aparte del camarón, entre los que se encuentran el ostión y los peces robalo y lisa.

Asimismo, en esta laguna el mayor número de charangas se concentra cerca de las bocas aunque éstas no impiden totalmente la salida de los camarones fuera de la laguna, por lo que el reclutamiento hacia altamar se ve parcialmente afectado.

Las regiones donde se concentró la mayor densidad de organismos en las zonas más internas de la Laguna Madre parecen no estar sometidas a un esfuerzo pesquero intenso, sin embargo es necesario realizar estudios sobre el valor de estas regiones como áreas de crianza para los camarones peneidos de la laguna.

Las zonas en donde es importante realizar estudios enfocados al valor ecológico y pesquero para proponer su protección como zonas de refugio incluyen, para la Laguna Madre: la Laguna de Catán, las zonas frente a las bocas de Caballo, de Catán y de Mezquital, y el área noroeste de la laguna cerca de la isla la Quemada y, para la Laguna de Tamiahua: la zona al sur de la isla del Ídolo, la región entre la punta norte de la isla Juana Ramírez y la boca de Tampachichi, y las regiones cercanas a los esteros La Laja, San Jerónimo y Tampache.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, V, 1985. Camarones peneidos de la Laguna de Términos, Campeche: composición, distribución y parámetros poblacionales. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 70 p.
- Ahmad-Adnan, N, NR Loneragan & RM Connolly, 2002. Variability of and the influence of environmental factors on the recruitment of postlarval and juvenile *Penaeus merguensis* in the Matang mangroves of Malaysia. *Marine Biology* 141(2): 241-251.
- Alcalá, G, 2003. Políticas pesqueras en México (1946-2000): contradicciones y aciertos en la planificación de la pesca nacional. COLMEX, México. 106 p.
- Anuario Estadístico de Pesca, 2000-2004. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA).
- Arreguín-Sánchez, F, LE Schultz-Ruíz, A Gracia, JA Sánchez & T Alarcón, 1997. Estado actual y perspectivas de las pesquerías de camarón: 185-203. *In*: Flores-Hernández, D, P Sánchez-Gil, JC Seijo & F Arreguín-Sánchez (Eds). Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica 7. 496 p.
- Ayala-Castañares, A, R Cruz, A García-Cubas & LR Segura, 1969. Síntesis de los conocimientos sobre la geología marina de la Laguna de Tamiahua: 39-48. *In*: Ayala-Castañares, A & F Phleger (Eds). Lagunas Costeras, Un Simposio UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967. México.
- Barba, JF & J Sánchez, 1981. Abundancia, distribución y estructura de la comunidad ictioplanctónica en la Laguna de Tamiahua, Veracruz a través de un ciclo anual. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 57 p.
- Barba, E, 1992. Comunidad de crustáceos y peces de Laguna Madre, Tamaulipas. I. Crustáceos epibénticos y peces juveniles de la región sur-central. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 55 p.
- Barba, E, 1995. Patrones de distribución de los carideos (Crustacea: Decapoda) de Laguna Madre, Tamaulipas y Laguna de Términos, Campeche en el suroccidente del Golfo de México. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 50 p.
- Barba, E, 1999. Variación de la densidad y la biomasa de peces juveniles y decápodos epibénticos de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas. *Hidrobiológica* 9(2): 103-116.

- Barnes, RSK, 1980. Coastal Lagoons. Cambridge University Press. NY, USA. 106 p.
- Beck, M, W Michael, KL Heck Jr, KW Able, DL Childers, DB Eggleston, BM Gillanders, B Halpern, CG Hays, K Hoshino, TJ Minello, RJ Orth, PF Sheridan & MP Weinstein, 2001. The identification, conservation and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BioScience* 51(8): 633-641.
- Bell, JD & M Westoby, 1986. Variation in seagrass height and density over a wide spatial scale: effects on fish and decapods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 104: 275-295.
- Briseño, C, B Bryan, NB Carmona, JC Carrasco, R Carvajal, I Cerón, JL Esquivel, LM Figueroa, T Greaver, JC Huertas, AC López, D Luzzatto, JD Martínez, D Osorio, TE Romero, AM Sanjuán & JR Torres, 2003. Caracterización ecológica y dinámica ambiental del sistema lagunar-estuarino La Mancha, Veracruz, México. *In: Lara-Domínguez, AL, P Moreno-Casasola & AC Travieso Bello (Eds). Informe Final. Organization of Tropical Studies. Instituto de Ecología, AC y Louisiana State University.* 402 p.
- Britton, JC & B Morton, 1989. Shore Ecology of the Gulf of Mexico. University of Texas Press. 387 p.
- Cárdenas Flores, LL, 1989. Estudio preliminar sobre la distribución y abundancia de las postlarvas epibénticas de *Penaeus aztecus* (Ives, 1891) y *Penaeus setiferus* (L.) en la laguna de Tamiahua, Veracruz (Crustacea: Penaeidae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 67 p.
- Castillo, V, 2006. Importancia del camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*) en el Golfo de México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 37 p.
- Castro, RG & F Arreguín-Sánchez, 1991. Evaluación de la pesquería de camarón café *Penaeus aztecus* del litoral mexicano del noroeste del Golfo de México. *Ciencias Marinas* 17(4): 147-159.
- Cook, H, 1966. A generis key to the protozoean, mysis and postlarval stages of the litoral Penaeidae of the northwestern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 65(2): 437-447.
- Dean, ND Jr, 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition. Comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology* 44(1): 242-248.

- de la Lanza Espino, G & C Cáceres Martínez (Eds), 1994. Las Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano (Baja California Sur): Universidad Autónoma de Baja California Sur, 1994: 66-69.
- Diario Oficial de la Federación 28/01/1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
- Diario Oficial de la Federación 15/03/2004. Carta Nacional Pesquera, 2004. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA).
- Diario Oficial de la Federación 01/02/2007. Ley General de Vida Silvestre. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- Diario Oficial de la Federación 10/05/2007. Acuerdo por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la captura de las especies de camarón en aguas marinas y de los sistemas lagunarios estuarinos de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Diario Oficial de la Federación 24/07/2007. Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. SAGARPA.
- Fajardo Manterola, AR, 1990. Fauna epibiótica asociada a las raíces de *Rhizophora mangle* de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 63 p.
- Fernández, JI, L Schultz, AT Wakida, M Medellín, ME Sandoval, G Núñez, JA Uribe, RG Castro, A González, ME González, J Santos, G Marcet, F Aguilar, B Delgado & G Chale, 2000. Camarón del Golfo de México y Mar Caribe. *In: Sustentabilidad y Pesca Responsable en México; Evaluación y Manejo, 1999-2000*. Instituto Nacional de Pesca. México. 531 p.
- Fernández, JI, 2001a. Conteo de charangas en la Laguna de Tamiahua en abril y mayo del 2001, resultados y sugerencias metodológicas. Reporte técnico del Instituto Nacional de Pesca (INP).
- Fernández, JI, 2001b. Conteo de charangas en Laguna Madre en abril y mayo del 2001, resultados y sugerencias metodológicas. Reporte técnico del Instituto Nacional de Pesca (INP).
- Fernández, JI, 2006. Allocation Issues and the Management of a Mexican Shrimp Fishery. American Fisheries Society Symposium.
- Ferris, D, IT Millán, MF Ramírez, JR Bravo & AR Rocha, 1986. Resultados preliminares de la biología de los crustáceos peneidos, portúnidos y palemónidos de la Laguna de

- Tamiahua, Veracruz, México. Resumen X Simposio de Biologías de Campo. ENEP-Iztacala. 17 p.
- Flores, A, 1993. Distribución de los estadios inmaduros de camarones (Crustacea: Penaeidae) en la Laguna de Mecoacán, Tabasco. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 30 p.
- Fragoso Rivera, S, 1991. Efecto de la salinidad y temperatura en la sobrevivencia de las postlarvas de *Penaeus aztecus* y *Penaeus setiferus* de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 51 p.
- Franco, AR, JG Ferreira & AM Nobre, 2006. Development of a growth model for penaeid shrimp. *Aquaculture* 259: 268-277.
- Fry, B & PL Parker, 1979. Animal diet in Texas seagrass meadows: ¹³C evidence of the importance of benthic plants. *Estuarine and Coastal Marine Science* 8: 499-509.
- García-Pinto, L, 1971. Identificación de las postlarvas del camarón (género *Penaeus*) en el occidente de Venezuela y observaciones sobre su crecimiento en el laboratorio. MAC-PNUD-FAO Informe técnico 39. 25 p.
- García, S & L le Reste, 1981. Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. *FAO Fishery Technical Paper* 203. 215 p.
- Gaspar, MT, 2007. Dinámica íctica en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (1984-1987). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 114 p.
- Giles, J & G Zamora, 1973. Cover as a factor in habitat selection by juvenile brown (*P. aztecus*) and white (*P. setiferus*) shrimp. *Transactions of the American Fisheries Society* 102(1): 144-145.
- González, LV & VM Martínez, 1987. Contribución al conocimiento de los crustáceos peneidos, portúnidos y palemonidos de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Memoria XI Simposio de Biologías de Campo. ENEP-Iztacala. 20 p.
- González, LV, 1988. Algunos aspectos de la biología del camarón café (*Penaeus aztecus* Ives, 1891) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis Profesional. UNAM-ENEP-Iztacala. 70 p.
- Gracia, A & LA Soto, 1986. Condiciones de reclutamiento de las poblaciones de camarones peneidos en un sistema lagunar-marino tropical: Laguna de Términos-Sonda de Campeche: 257-265. *In: Yáñez-Arancibia, A & D Pauly (Eds). Workshop on recruitment*

- in tropical coastal demersal communities. IOC/FAO Workshop Report 44 (Supplement). 324 p.
- Gracia, A, 1997. Pesquería artesanal del camarón: 173-184. *In*: Flores-Hernández, D, P Sánchez-Gil, JC Seijo & F Arreguín-Sánchez (Eds). Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 7. 496 p.
- Hass, HL, EC Lamon III, KA Rose & F Shaw, 2001. Environmental and biological factors associated with the stage-specific abundance of brown shrimp (*Penaeus aztecus*) in Louisiana: applying a new combination of statistical techniques to long-term monitoring data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 2258-2270.
- Heck, Jr, KL & LB Crowder, 1991. Habitat structure and predator-prey interactions in vegetated aquatic systems. *In*: Bell, SS, ED McCoy & HR Musinsky (Eds). Habitat structure: the physical arrangement of objects in space. New York, Chapman and Hall: 282-299.
- Heck, Jr, KL, G Hays, & RJ Orth, 2003. Critical evaluation of the nursery role hypothesis for seagrass meadows. *Marine Ecology Progress Series* 253: 123-136.
- Hemminga, M & CM Duarte, 2000. *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press, UK. 298 p.
- Hernández, A & K Willett, 2003. Changes in fisheries management in Mexico: effect of increasing scientific input and public participation. *Ocean & Coastal Management* 46: 507-526.
- Hildebrand, H, 1980. The Laguna Madre de Tamaulipas: its hydrography and shrimp fishery. Unpublished manuscript submitted to National Marine Fisheries Service, on file at Texas A&M University-Corpus Christi, Center for Coastal Studies Library, 42 p.
- Howe, JC & RK Wallace, 2000. Relative abundance of postlarval and juvenile penaeid shrimps in submerged aquatic vegetation and emergent marsh habitats. *Gulf of Mexico Science* 2: 130-137.
- Hughes, DA, 1972. On the endogenous movement patterns of postlarval pink shrimp (*Penaeus duorarum*). *Biological Bulletin* 136: 43-53.
- Humm, JJ and HH Hilderbrand, 1962. Marine algae from the Gulf coast of Texas and Mexico. *Publications of the Institute of Marine Science* 8: 227-228.
- Kneib, RT, 1991. Indirect effects in experimental studies of marine soft sediment communities. *American Zoologist* 31(6): 874-885.

- Latournerie, JR, 2007. Estudios ecofisiológicos sobre el camarón café *Penaeus aztecus* (Ives) de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 139 p.
- Leija-Tristán, A, GA Rodríguez-Almaraz & F Jiménez-Guzmán, 1995. Composición, abundancia y distribución especial del camarón café *P. aztecus* en la Laguna Madre, Tamaulipas, México. Publicaciones biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México 8(1 y 2): 97-108.
- Luna Fausto, JF, 1994. Postlarvas de camarón *Penaeus aztecus* Ives y *P. setiferus* en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 65 p.
- Macías-Regalado, E, H Fernández & A Calderón, 1982. Variación diurna de la densidad de postlarvas de camarón en la boca del sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México 9: 381-386.
- Mantel, LH, 1983. Internal anatomy and physiological regulation, vol. 5. *In*: Bliss, DE (Ed.). The biology of crustacea. Academy Press. NY, EUA.
- Martins, I, JM Oliveira, MR Flindt & JC Marques, 1999. The effect of salinity on the growth rate of the macroalgae *Enteromorpha intestinalis* (Chlorophyta) in the Mondego estuary (west Portugal). Acta Oecologica 20: 259-265.
- Mathews, GP, M Al-Hosseini, AR Abdul-Gaffar & M Al-Shoushani, 1984. Assessment of short-lived stocks with special reference to Kuwait's shrimp fisheries: a contrast of the results obtained from traditional and recent size-based techniques. *In*: Pauly, D & GR Morgan (Eds). Length-based Methods in Fisheries Research. ICLARM Conference Proceedings 13. Manila, Phillipines.
- May Kú, MA & U Ordóñez-López, 2006. Spatial patterns of density and size structure of penaeid shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *Farfantepenaeus notialis* in a hypersaline lagoon in the Yucatán peninsula, Mexico. Bulletin of Marine Science 79(2): 259-271.
- McTigue, TA & RJ Zimmerman, 1991. Carnivory vs. herbivory in juvenile *Penaeus setiferus* (Linnaeus) and *Penaeus aztecus* (Ives). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 151: 1-16.
- McTigue, TA & RJ Zimmerman, 1998. The use of infauna by juvenile *Penaeus aztecus* Ives and *Penaeus setiferus* (Linnaeus). Estuaries 21(1): 160-175.

- Medellín, M, 2002. Zona Tamaulipas (camarón café). *In*: Uribe-Martínez, J & AT Wakida. Informe técnico de inicio de temporada de la pesca de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe (2002). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Minello, JT & RJ Zimmerman, 1985. Differential selection for vegetative structure between juvenile brown shrimp (*Penaeus aztecus*) and white shrimp (*P. setiferus*), and implications in predator-prey relationships. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 20: 707-716.
- Minello, JT & RJ Zimmerman, 1991. The role of estuarine habitats in regulatory growth and survival of juvenile penaeid shrimp: 1-16. *In*: Deloach, PF, WJ Dougherty & MA Davidson (Eds). *Frontiers of Shrimp Research Developments in Aquaculture and Fisheries Science*. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. 22 p.
- Morales-Bojórquez, E, A Hernández, MO Nevárez, J Díaz de León, GI Rivera & A Ramos, 1997. Abundancia poblacional del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en las costas de Sonora, México. *Oceánides* 12(2): 90-96.
- Ortiz, L, 1998. Estado actual de la investigación científica en la zona costera de Tamaulipas; un enfoque hacia la detección de zonas prioritarias de conservación. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 130 p.
- Palacios-Fest, L & AE Chavez, 1993. Laguna de Tamiahua, caracterización ecológica y acuícola. *In*: de la Lanza Espino, G, J Ávila & E Farsi (Eds). *Manejo y Aprovechamiento Acuícola de Lagunas Costeras en América Latina y El Caribe*. Trabajos presentados por Brasil, Colombia, Cuba, México y Venezuela en el II Taller Regional sobre Lagunas Costeras México, DF, 9-12 de febrero 1993, organizado por Aquila II.
- Pérez-Castañeda, R & O Defeo, 2001. Population variability of four sympatric penaeid shrimps (*Farfantepenaeus* spp) in a tropical coastal lagoon of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 52: 631-641.
- Pérez-Castañeda, R & O Defeo, 2003. Influence of estuarine zonation on exploited shrimp populations in a Mexican biosphere reserve: a feature for management and conservation. *Journal of Marine Biological Assessment*, UK 83: 781-784.
- Pérez-Castañeda, R & O Defeo, 2004. Spatial distribution and structure along ecological gradients: penaeid shrimps in a tropical estuarine habitat of Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 273: 173-185.
- Pérez-Farfante, I, 1969. Western Atlantic Shrimps of the Genus *Penaeus*. *Fishery Bulletin* 67(3): 472-590.

- Pérez-Farfante, I, 1970. Diagnostic characters of juveniles of the shrimps *Penaeus aztecus aztecus*, *P. duorarum duorarum*, and *P. brasiliensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Special Scientific Report-Fisheries (599). United States Fish and Wildlife Service.
- Pérez-Farfante, I & B Kensley, 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world: keys and diagnoses for the families and genera. Editions du Museum. Paris, France. 233 p.
- Pulich, Jr, W, 1980. Ecology of a hypersaline lagoon. The Laguna Madre: 103-122. *In*: Fore, PL & RD Peterson (Eds). Proceedings of the Gulf of Mexico Coastal Ecosystem Workshop. FWS/OBS 80/30. Albuquerque, NM. US Fish and Wildlife Service.
- Raz-Guzman, A & AJ Sánchez, 1996. Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros (Crustacea) de Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Cuadernos 31: 52 p.
- Raz-Guzman, A & L Huidobro, 2002. Fish communities in two environmentally different estuarine systems of Mexico. *Journal of Fish Biology* 61 (suppl. A): 182-195.
- Ringo, D & G Zamora, 1968. A penaeid postlarval character of taxonomic value. *Bulletin of Marine Science* 18(2): 471-476.
- Rogers, BD, RF Shaw, WH Herke & RH Blanchet, 1993. Recruitment of postlarval and juvenile brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) from offshore to estuarine waters of the northwestern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 36: 377-394.
- Rosenberg, AA, GP Kirkwood, JA Crombie & JR Beddington, 1990. The assessment of stocks of annual squid species. *Fishery Research* 8: 335-350.
- Ruíz, MG, HA Hines & HM Posey, 1993. Shallow water as a refuge habitat for fish and crustaceans in non-vegetated estuaries: an example from Cheasepeake Bay. *Marine Ecology Progress Series* 99: 1-16.
- Sánchez-Martínez, F, 1965. Estudio preliminar de la vegetación litoral de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. *Contribuciones INIBP II Congreso Nacional de Oceanografía*. Ensenada, Baja California: 1-9.
- Sánchez, AJ, 1981. Comportamiento anual de las postlarvas epibénticas de camarones peneidos en el sector oriental de la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 97 p.
- Sánchez, AJ, A Raz-Guzman, E Barba y F Mondragón, 1991. Camarones juveniles (Decapoda: Penaeidae) distribuidos en el sector central de Laguna Madre. *Resumen XI Congreso Nacional de Zoología*. 8 p.

- Sánchez, AJ & LA Soto, 1993. Distribución de camarones inmaduros (Decapoda: Penaeidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical* 41: 81-88.
- Sánchez, AJ, A Raz-Guzman & E Barba, 1996. Habitat value of seagrasses for decapods in tropical coastal lagoons of the southwestern Gulf of Mexico: an overview: 233-240. *In: Kuo, J, RC Phillips, DI Walker & H Kirkman (Eds). Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop. Rottnest Island, Western Australia, 25-29 January.*
- Sánchez, AJ, 1997. Habitat preference of *Penaeus duorarum Burkenroad* (Crustacea: Decapoda) in a tropical coastal lagoon, southwest Gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 217: 107-117.
- Shackley, ML, 1975. *Archaeological Sediments*. Butterworths, London. 159 p.
- Sheridan, PF, 1992. Comparative habitat utilization by estuarine macrofauna within the mangrove ecosystem of Rookery Bay, Florida. *Bulletin of Marine Science* 50: 21-39.
- Solana-Sansores, R & F Arreguín-Sánchez, 1993. Cambios estacionales de la abundancia del camarón café (*Penaeus aztecus*) de la zona noroccidental del Golfo de México y su relación con parámetros ambientales. *Ciencias Marinas* 19(2): 155-168.
- Thurman II, CL, 1987. Fiddler crabs (Genus *Uca*) of eastern Mexico (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana* 53: 94-105.
- Trewartha, GT, 1961. *The Earth's problem climates*. University of Wisconsin Press. 280 p.
- Tunnell, WJ & WF Judd (Eds), 2002. *The Laguna Madre of Texas and Tamaulipas*. Texas A&M University Press. 346 p.
- Villalobos, A, S Gómez, V Arenas, A Resendez & G de la Lanza, 1976. Estudios hidrobiológicos en la Laguna de Tamiahua. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 27: 139-180.
- Wenner, EL & HR Beatty, 1993. Utilization of shallow estuarine habitats in South Carolina, USA, by postlarval and juvenile stages of *Penaeus* spp (Decapoda: Penaeidae). *Journal of Crustacean Biology* 13(2): 280-295.
- Williams, AB, 1959. Spotted and brown shrimp postlarvae (*Penaeus*) in North Carolina. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean* 9(3): 281-290.
- Williams, A, 1984. *Shrimps, Lobsters, and Crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press. Washington, USA: 23-36.
- Yáñez-Arancibia, A, AL Lara-Domínguez & D Pauly, 1994. Coastal lagoons as fish habitats: 363-376. *In: Kjerfve, B (Ed.) Coastal Lagoon Processes*. Elsevier Oceanography Series, 60. 578 p.

- Yáñez-Arancibia, A & J Day, 2004. Environmental sub-regions in the Gulf of Mexico coastal zone: the ecosystem approach as an integrated management tool. *Ocean & Coastal Management* 47: 727-757.
- Zar, JH, 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 121 p.
- Zavala-Hidalgo, J, SL Morey & JJ O'Brien, 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model. *Journal of Geophysical Research* 108(C12): 19-1 – 19-9.
- Zein-Eldin, ZP & LM Renaud, 1986. Inshore environmental effects on brown shrimp *Penaeus aztecus*, and white shrimp *P. setiferus* populations in coastal waters, particularly off Texas. *Marine Fisheries Review* 48(3): 9-16.
- Zimmerman, RJ & TJ Minello, 1984. Densities of *Penaeus aztecus*, *Penaeus setiferus*, and other natant macrofauna in a Texas salt marsh. *Estuaries* 7: 421-433.
- Zimmerman, RJ, TJ Minello & G Zamora Jr, 1984. Selection of vegetated habitat by brown shrimp *Penaeus aztecus*, in a Galveston Bay salt marsh. *Fishery Bulletin* 82: 325-336.
- Zimmerman, RJ, TJ Minello, MC Castiglione & DL Smith, 1990. Utilization of marsh and associated habitats along a salinity gradient in Galveston Bay. NOAA Tech. Memo., NMFS-SEFC-250. 68 p.