

00381

10



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CONTRIBUCIONES AL CONOCIMIENTO  
DE LA HIDROBIOLOGÍA DE LAS  
POSTLARVAS DE LOS CAMARONES  
*Farfantepenaeus brevisrostris* (Kingsley, 1878) y  
*Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)  
(CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEIDAE), CON  
ÉNFASIS EN SUS APLICACIONES  
ACUICULTURALES

1000252

# TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)

P R E S E N T A

JORGE ALBERTO CABRERA JIMÉNEZ

MÉXICO, D. F.

2004



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CONTRIBUCIONES AL CONOCIMIENTO  
DE LA HIDROBIOLOGÍA DE LAS  
POSTLARVAS DE LOS CAMARONES  
*Farfantepenaeus brevivirostris* (Kingsley, 1878) y  
*Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)  
(CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEIDAE), CON  
ÉNFASIS EN SUS APLICACIONES  
ACUICULTURALES

# TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)

P R E S E N T A

JORGE ALBERTO CABRERA JIMÉNEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. LUIS ARTURO SOTO GONZÁLEZ

## C O N T E N I D O

	Pág.
D E D I C A T O R I A .....	3
A G R A D E C I M I E N T O S .....	4
R E S U M E N .....	5
S U M M A R Y .....	6
1 ORGANIZACIÓN DE ESTE DOCUMENTO .....	7
2 INTRODUCCIÓN GENERAL .....	7
3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
4 ANTECEDENTES.....	9
5 MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES.....	11
6 INSERCIÓN DE TRES ARTÍCULOS PUBLICADOS Y UNO ENVIADO....	11
7 DISCUSIÓN GENERAL.....	12
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	16
9 LITERATURA CITADA (Adicional).....	17

## AGRADECIMIENTOS

En distintos momentos, las siguientes personas colaboraron en la obtención y el procesamiento de datos y muestras: T.P. Robinson Chinas, T.P. Daniel Méndez, Biól. Hugo Reyes y Biól. Rosa María Castillo. Los Doctores Manuel Mendoza y Gustavo Valencia participaron en el diseño de un programa computarizado para el análisis de la distribución y para la estimación de las cantidades de postlarvas.

Los datos y las muestras correspondientes fueron recabados durante la aplicación del Proyecto Piloto Escuinapa y Yavaros, bajo el Contrato de Estudios EI-68-115, entre la UNAM a través del Instituto de Biología y la S.R.H., este proyecto fue administrado por el Dr. Agustín Ayala Castañares.

En el largo y discontinuo proceso de elaboración de este documento varias personas me estimularon para obtener el doctorado, principalmente las siguientes: Dr. Alejandro Villalobos Figueroa+, Dra. Leonila Vásquez García+, M. en C. Laura Borrego, Dra. Guadalupe Judith de la Lanza Espino, Dr. Cesar Eduardo Flores Coto, Dr. Abraham Rublúo Islas, Dra. Guadalupe Palomino, Dr. Teófilo Herrera, Dr. Samuel Gómez Aguirre, Dr. Luis Arturo Soto González, así como muchos otros colegas, familiares y amigos.

Al Dr. Abraham Rublúo Islas y a la c. M. en C. Ingrid Bruner agradezco su inestimable apoyo afectivo y efectivo en situaciones complicadas de mi vida cotidiana y académica.

Al Dr. Sergio Licea se agradece la edición de este documento.

Tres personas actuaron como directores de tesis, en diversos lapsos del proceso académico-administrativo ante la Facultad de Ciencias: Dr. Alejandro Villalobos Figueroa+, Dra. Leonila Vásquez García+ y Dr. Luis Soto González.

El Dr. Soto, director de la presente versión de la tesis, revisó críticamente el contenido de la misma y lo hizo también con diversos artículos de reciente elaboración alusivos al tema, dos de los cuales son parte de esta tesis.

Las siguientes personas fungieron como sinodales para dictaminar la tesis y la replica correspondiente: Presidente Dr. Teófilo Herrera Suárez, Primer Vocal Dr. Cesar Eduardo Flores Coto, Segundo Vocal Dra. Guadalupe Judith de la Lanza Espino, Tercer Vocal Dr. Samuel Gómez Aguirre, Secretario Dr. Luis Arturo Soto González, Suplente Dr. Fernando Alvarez Noguera. Suplente Dr. Carlos Rosas Vázquez.

## RESUMEN

Las postlarvas del camarón cristal *Farfantepenaeus brevirostris*, al menos con tres a siete espinas dorsales, se caracterizan por la presencia de la espina antenal. Todas las postlarvas de esta especie, con cinco o más espinas dorsales, presentan espínulas sobre la carina dorsal del sexto segmento abdominal. El rostro robusto y obtuso es un carácter exclusivo de las postlarvas de *F. brevirostris* con cinco, siete y probablemente seis espinas dorsales. El número de espinas dorsales en postlarvas de la especie señalada se incrementa de acuerdo con el proceso de desarrollo morfológico del camarón postlarval. Existe una relación entre los subsecuentes estados de desarrollo morfológico en postlarvas de *F. brevirostris*, definido por el número de espinas dorsales y el hábitat. En vista de que todas las especies de camarón comercial tienen importancia acuicultural actual o potencialmente, se recomienda el estudio de los caracteres merísticos y morfométricos, a fin de encontrar criterios seguros para la identificación taxonómica en el campo y así facilitar su recolección masiva sustentable en su caso. Un número creciente de empresas cultivadoras de camarón ha incrementado la presión pesquera sobre las poblaciones postlarvales del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, el riesgo de daño hacia las pesquerías artesanal e industrial es menor en la medida en que la recolección de postlarvas implica estadios más jóvenes. El riesgo financiero es menor en el cultivo del camarón si la recolección masiva de postlarvas se realiza en las zonas de mayor concentración dentro de las áreas de inmigración. En la boca del Río Baluarte, Sinaloa, México, durante un ciclo anual, se encontraron tres estados de desarrollo morfológico definidos por el número de espinas dorsales. Las postlarvas con tres espinas dorsales, significaron el 93 % del número total. Por lo tanto se sugiere que la recolección masiva de postlarvas de *L. vannamei* se realice en las bocas fluviales y en los frentes de playa; también se recomienda que las postlarvas tengan las siguientes características merísticas y morfométricas: (a) tres o menos espinas dorsales, (b) longitud total óptima igual a  $\pm 2$  DST; asimismo se recomienda que dichos valores se definan regional y estacionalmente. Estas características pueden evitar la recolección indeseable de otros organismos planctónicos y constituyen un término de referencia útil para el diseño de implementos selectivos para la recolección masiva de postlarvas. La identificación de los períodos de presencia y ausencia de postlarvas de camarón son importantes para evitar esfuerzos infructuosos en las operaciones de recolección masiva. El período sin postlarvas está asociado con las temperaturas más bajas del ciclo térmico.

## S U M M A R Y

Postlarvae of *Farfantepenaeus brevirostris* with at least three to seven dorsal spines are characterized by the presence of the antennal spine. All postlarvae of *F. brevirostris* with five or more dorsal spines presented spinules on the dorsal carina of the sixth abdominal segment. A subby-obtuse rostrum is an exclusive characteristic of *F. brevirostris* postlarvae with five, seven, and possibly six dorsal spines. The number of dorsal spines increases according to the morphological development process. There exists a relationship between the subsequent stages of morphological development defined by the number of dorsal spines and the habitat. In view of the aquacultural importance, actual or potential, of all species of commercial shrimp, the study of the meristic and morphometric characteristics in order to find useful criteria for the taxonomic identification in the field is recommended as a contribution to their sustainable massive harvesting. An increasing number of shrimp growing enterprises has increased the fishing pressure over wild postlarval populations of the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. The risk of damage of both artisanal and commercial fisheries by such pressure is lower when one deals with younger postlarvae. Financial risk for shrimp growers is also lower when the postlarval massive collection is carried out in zones of bigger postlarval concentrations in the migration areas. At the littoral mouth of the Baluarte River, Sinaloa, México, during a one-year cycle, three stages of morphological development of postlarval shrimp have been found. These stages were defined by the number of dorsal spines. Postlarvae having three dorsal spines accounted for 93 % of the total. Therefore, it is suggested that massive postlarval collection of *L. vannamei* should be done at littoral mouths and beach fronts. It is also recommended that postlarvae having the following meristic and morphometric characteristics be dealt with: a) three or less dorsal spines, (b) optimum total length being  $\pm 2$  STD. It is also recommended that such values be defined regionally and seasonally. Such characteristics not only may avoid the undesirable collection of other plankters, but also are useful terms of reference for the design of selective implements for the massive collection of postlarval shrimp. The identification of the periods of absence and presence of postlarval shrimp are important to prevent useless efforts in the massive collection operations. Finally, the period lacking postlarval shrimp is associated with the lower temperatures of the thermal cycle.

## 1 ORGANIZACION DE ESTE DOCUMENTO

En la introducción se plantea el problema objeto de este documento, se justifica su estudio y se abordan de manera general los antecedentes de: a) la demanda general de postlarvas, cuyo incremento justifica los estudios que se incluyen, b) la morfología y la taxonomía, tema que es fundamental para propósitos acuiculturales y biológicos y c) la migración, de cuyo conocimiento en gran medida depende la racionalidad de su utilización sustentable para propósitos acuiculturales. El capítulo de materiales y métodos, mismo que se aborda a continuación, solamente hace referencia a aquellos elementos comunes a los cuatro artículos incluidos en los resultados.

El apartado de resultados incluye cuatro capítulos cada uno de los cuales corresponde a una publicación: tres de ellas se encuentran publicadas y la otra está sometida a una editorial extranjera especializada. Las dos primeras publicaciones están incluidas en la revista internacional *Crustaceana*, en ellas se aportan datos e hipótesis originales sobre el valor taxonómico de las postlarvas de camarón. La tercera publicación da cuenta de caracteres merísticos y morfométricos de las postlarvas del camarón blanco del Pacífico de utilidad para la recolección masiva y selectiva de las mismas con fines acuiculturales. La cuarta publicación y último capítulo del apartado de resultados refiere los períodos de presencia y ausencia de las postlarvas del camarón blanco en una zona litoral y la importancia de estos hechos para la recolección masiva sostenible de postlarvas para propósitos acuiculturales. Cada una de estas publicaciones, incluye un tratamiento formal, por lo tanto contiene sus propia introducción, materiales y métodos, resultados, discusión, literatura citada, tablas y figuras, en su caso.

El apartado de la Discusión General trasciende la discusión particular ya incluida en cada artículo de resultados, retoma los elementos sobresalientes de cada uno de ellos y los analiza en el contexto general del tema con la finalidad de derivar recomendaciones y así dejar planteados nuevos temas de investigación. El apartado de Conclusiones y Recomendaciones Generales retoma las conclusiones básicas de cada uno de los elementos del apartado de resultados e incluye además las conclusiones y las recomendaciones derivadas del apartado de la Discusión General.

## 2 INTRODUCCION GENERAL

En el ámbito mundial a partir de la década de 1970 a 1980 se inició un proceso de surgimiento y expansión del cultivo del camarón en las regiones tropicales. Actualmente se dedican al cultivo del camarón cerca de 1.2 millones de hectáreas en países asiáticos y aproximadamente 200,000 hectáreas en el Continente Americano (Boyd y Clay 1998). Esto genera una creciente demanda de postlarvas ya que el abasto suficiente de postlarvas es fundamental para desarrollar y establecer el cultivo del camarón, para esto es necesario contar con la información básica estacional sobre la abundancia específica de ellas a fin de desarrollar un programa adecuado para el manejo de los estanques de cultivo (Prawirodihardjo, *et al.* 1975).

Cabe señalar que el abasto de postlarvas para fines acuiculturales, puede proceder de dos fuentes: (a) la pesca masiva de organismos silvestres o (b) el cultivo de larvas a partir de individuos reproductores. En América Latina muchos cultivadores de camarón prefieren postlarvas recolectadas del ambiente natural ya que se piensa que son más fuertes y sobreviven mejor. Estas postlarvas alcanzan precios mayores del doble que las postlarvas cultivadas en el laboratorio, lo cual



## ORGANIZACION DE ESTE DOCUMENTO

En la introducción se plantea el problema objeto de este documento, se justifica su estudio y se abordan de manera general los antecedentes de: a) la demanda general de postlarvas, cuyo incremento justifica los estudios que se incluyen, b) la morfología y la taxonomía, tema que es fundamental para propósitos acuiculturales y biológicos y c) la migración, de cuyo conocimiento en gran medida depende la racionalidad de su utilización sustentable para propósitos acuiculturales. El capítulo de materiales y métodos, mismo que se aborda a continuación, solamente hace referencia a aquellos elementos comunes a los cuatro artículos incluidos en los resultados.

El apartado de resultados incluye cuatro capítulos cada uno de los cuales corresponde a una publicación: tres de ellas se encuentran publicadas y la otra está sometida a una editorial extranjera especializada. Las dos primeras publicaciones están incluidas en la revista internacional *Crustaceana*, en ellas se aportan datos e hipótesis originales sobre el valor taxonómico de las postlarvas de camarón. La tercera publicación da cuenta de caracteres merísticos y morfométricos de las postlarvas del camarón blanco del Pacífico de utilidad para la recolección masiva y selectiva de las mismas con fines acuiculturales. La cuarta publicación y último capítulo del apartado de resultados refiere los períodos de presencia y ausencia de las postlarvas del camarón blanco en una zona litoral y la importancia de estos hechos para la recolección masiva sostenible de postlarvas para propósitos acuiculturales. Cada una de estas publicaciones, incluye un tratamiento formal, por lo tanto contiene sus propia introducción, materiales y métodos, resultados, discusión, literatura citada, tablas y figuras, en su caso.

El apartado de la Discusión General trasciende la discusión particular ya incluida en cada artículo de resultados, retoma los elementos sobresalientes de cada uno de ellos y los analiza en el contexto general del tema con la finalidad de derivar recomendaciones y así dejar planteados nuevos temas de investigación. El apartado de Conclusiones y Recomendaciones Generales retoma las conclusiones básicas de cada uno de los elementos del apartado de resultados e incluye además las conclusiones y las recomendaciones derivadas del apartado de la Discusión General.

## INTRODUCCION GENERAL

En el ámbito mundial a partir de la década de 1970 a 1980 se inició un proceso de surgimiento y expansión del cultivo del camarón en las regiones tropicales. Actualmente se dedican al cultivo del camarón cerca de 1.2 millones de hectáreas en países asiáticos y aproximadamente 200,000 hectáreas en el Continente Americano (Boyd y Clay 1998). Esto genera una creciente demanda de postlarvas ya que el abasto suficiente de postlarvas es fundamental para desarrollar y establecer el cultivo del camarón, para esto es necesario contar con la información básica estacional sobre la abundancia específica de ellas a fin de desarrollar un programa adecuado para el manejo de los estanques de cultivo (Prawirodihardjo, *et al.* 1975).

Cabe señalar que el abasto de postlarvas para fines acuiculturales, puede proceder de dos fuentes: (a) la pesca masiva de organismos silvestres o (b) el cultivo de larvas a partir de individuos reproductores. En América Latina muchos cultivadores de camarón prefieren postlarvas recolectadas del ambiente natural ya que se piensa que son más fuertes y sobreviven mejor. Estas postlarvas alcanzan precios mayores del doble que las postlarvas cultivadas en el laboratorio, lo cual

duce a un gran número de personas a ejercer la recolección masiva de postlarvas para venderlas a los granjeros del camarón (Boyd y Clay 1998). Las postlarvas cultivadas en laboratorio, constituyen una alternativa en épocas en las que las postlarvas naturales son escasas o están ausentes en el ambiente natural.

En México en los últimos años, la autoridad ha limitado el empleo de postlarvas silvestres a los dos primeros años de operación de las granjas camaroneras, con la idea de evitar fricciones con los intereses del sector pesquero y evitar problemas patológicos. Esto ha favorecido el surgimiento de laboratorios productores de postlarvas en detrimento de los intereses del sector acuicultural, toda vez que las postlarvas de laboratorio han mostrado mayor mortalidad que las silvestres en los estanques de cultivo.

La hidrobiología de las postlarvas del camarón de los camarones (Penaeidae), es un tema multifocal. En este documento se abordarán dos enfoques biológicos: la morfología taxonómica y la migración. En México ambos temas son a su vez básicos para la toma de decisiones administrativas relativas al recurso camaronero en asuntos de índole biológico-pesquero-acuicultural.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION**

El desconocimiento cabal de la morfología taxonómica de las postlarvas constituye una limitante para identificar y cuantificar la abundancia, la distribución y la disponibilidad sostenible específica de las postlarvas para fines acuiculturales. Aunado a lo anterior, el desconocimiento de los fenómenos biológicos implicados en el proceso de migración de las postlarvas de camarón también constituye un obstáculo para la administración sostenible del recurso en cuestión.

El problema se origina a partir de la demanda creciente de postlarvas por parte de las granjas camaroneras y la conveniencia de hacer uso sostenible del recurso postlarval camaronero a fin de evitar daños al mismo y por ende a las pesquerías artesanal e industrial correspondientes. Desde hace más de una década, tal incremento de la demanda es persistente y esto aunado a la falta de información científica, de métodos evaluatorios y de personal calificado para ello, justifica cualquier nuevo esfuerzo en el mismo sentido.

Con frecuencia la recolección masiva de postlarvas es practicada de manera inconveniente en el interior de los sistemas lagunares, incidiendo de manera preferente sobre postlarvas en estado avanzado de desarrollo y en juveniles, situación que muchas veces ha perjudicado a la pesquería lagunar generando bajos niveles de productividad.

El 31 de diciembre de 1993 en el Diario Oficial de la Federación Mexicana fueron publicadas las normas oficiales para la explotación de postlarvas del medio natural destinadas a la acuicultura (Norma Oficial Mexicana 002-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos). Al respecto cabe señalar que aún se desconocen los argumentos científicos que dieron origen a tales normas, mismas que a la luz de la nueva información, parte de la cual está contenida en uno de los capítulos de este documento así como de información inédita, dicha norma puede ser superada.

duce a un gran número de personas a ejercer la recolección masiva de postlarvas para venderlas a los granjeros del camarón (Boyd y Clay 1998). Las postlarvas cultivadas en laboratorio, constituyen una alternativa en épocas en las que las postlarvas naturales son escasas o están ausentes en el ambiente natural.

En México en los últimos años, la autoridad ha limitado el empleo de postlarvas silvestres a los dos primeros años de operación de las granjas camaroneras, con la idea de evitar fricciones con los intereses del sector pesquero y evitar problemas patológicos. Esto ha favorecido el surgimiento de laboratorios productores de postlarvas en detrimento de los intereses del sector acuicultural, toda vez que las postlarvas de laboratorio han mostrado mayor mortalidad que las silvestres en los estanques de cultivo.

La hidrobiología de las postlarvas del camarón de los camarones (Penaeidae), es un tema multifocal. En este documento se abordarán dos enfoques biológicos: la morfología taxonómica y la migración. En México ambos temas son a su vez básicos para la toma de decisiones administrativas relativas al recurso camaronero en asuntos de índole biológico-pesquero-acuicultural.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION**

El desconocimiento cabal de la morfología taxonómica de las postlarvas constituye una limitante para identificar y cuantificar la abundancia, la distribución y la disponibilidad sostenible específica de las postlarvas para fines acuiculturales. Aunado a lo anterior, el desconocimiento de los fenómenos biológicos implicados en el proceso de migración de las postlarvas de camarón también constituye un obstáculo para la administración sostenible del recurso en cuestión.

El problema se origina a partir de la demanda creciente de postlarvas por parte de las granjas camaroneras y la conveniencia de hacer uso sostenible del recurso postlarval camaronero a fin de evitar daños al mismo y por ende a las pesquerías artesanal e industrial correspondientes. Desde hace más de una década, tal incremento de la demanda es persistente y esto aunado a la falta de información científica, de métodos evaluatorios y de personal calificado para ello, justifica cualquier nuevo esfuerzo en el mismo sentido.

Con frecuencia la recolección masiva de postlarvas es practicada de manera inconveniente en el interior de los sistemas lagunares, incidiendo de manera preferente sobre postlarvas en estado avanzado de desarrollo y en juveniles, situación que muchas veces ha perjudicado a la pesquería lagunar generando bajos niveles de productividad.

El 31 de diciembre de 1993 en el Diario Oficial de la Federación Mexicana fueron publicadas las normas oficiales para la explotación de postlarvas del medio natural destinadas a la acuicultura (Norma Oficial Mexicana 002-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos). Al respecto cabe señalar que aún se desconocen los argumentos científicos que dieron origen a tales normas, mismas que a la luz de la nueva información, parte de la cual está contenida en uno de los capítulos de este documento así como de información inédita, dicha norma puede ser superada.

Uno de los factores que limita el progreso de la acuicultura del camarón, es la falta de conocimientos adecuados sobre la disponibilidad racional del camarón postlarval *L. vannamei* para la acuicultura (Cabrera-Jiménez *et al.* inédito (a)).

Este documento reúne cuatro investigaciones que pretenden contribuir a establecer bases de razonamiento, métodos e información original, para proceder racionalmente a la captura masiva de postlarvas, a fin de aprovechar el potencial disponible y evitar conflictos entre la captura masiva de postlarvas, la producción pesquera y la dinámica poblacional correspondiente. Estos documentos forman parte de una serie mayor que incluye documentos presentados en reuniones científicas, informes, documentos inéditos y documentos en preparación.

El objetivo de este documento es contribuir al conocimiento de la morfología taxonómica y del proceso de migración para coadyuvar a la explotación sostenible del recurso postlarval camaronero y por ende al desarrollo de la acuicultura del camarón.

## 4 ANTECEDENTES

### 4.1 ANTECEDENTES SOBRE LA DEMANDA DE POSTLARVAS

En México, a partir de 1985, con motivo del surgimiento de la industria del cultivo del camarón, la demanda de postlarvas se ha incrementado considerablemente por parte de los cultivadores de camarón. La demanda de postlarvas, independientemente de su origen, se estimó entre 200 y 300 millones de individuos en 1989, con un valor de entre US\$ 3'500,000 y 5'250,000. En 1991 la demanda se calculó entre 400 y 600 millones de organismos con un valor de entre US\$ 7'000,000 y 10'500,000. Para 1993, la demanda de postlarvas ascendió a 803 millones de individuos (Ochoa, inédito), con valor aproximado de US\$ 14'052,500. De la demanda de postlarvas para 1993 aproximadamente el 94% (753 millones con valor aproximado de US\$ 13'177,500) fue abastecido con postlarvas naturales (comunicación personal de Bruno Gómez-Gil R.-S.).

En 1994, la demanda alcanzó 1,116.286 millones de postlarvas (SEPESCA, inédito) con valor aproximado de US\$ 19'535,005; de las cuales solo se autorizaron 582.701 millones (SEPESCA, inédito) con valor aproximado de US\$ 10'197,267; siendo éste el primer año en el que se impusieron serias restricciones oficiales a la captura de postlarvas silvestres.

La demanda de postlarvas se incrementó en razón a los planes nacionales del sector así, el Programa Nacional de Pesca y Recursos del Mar 1984-88 del Gobierno Federal Mexicano propuso las siguientes metas de producción para dichos años respectivamente (en toneladas): 3,500, 5,200, 7,400, 9,100. Después, el Programa Oficial de Desarrollo Integral de la Acuicultura 1990-94, contempló las siguientes metas anuales de producción de camarón cultivado para dichos años respectivamente (en toneladas): 7,736, 20,091, 34,998; 52,345; 69,791. (Garmendia-Núñez y García Sánchez Inédito).

Tales metas, que nunca se cumplieron, de todos modos implicaron la demanda real de cierta cantidad de postlarvas, mismas que en su gran mayoría fueron recogidas de su ambiente natural sin conocimiento de su disponibilidad para la acuicultura y sin conocimiento de su compromiso con la producción pesquera ni con el reclutamiento de la población de reproductores correspondiente.

Uno de los factores que limita el progreso de la acuicultura del camarón, es la falta de conocimientos adecuados sobre la disponibilidad racional del camarón postlarval *L. vannamei* para la acuicultura (Cabrera-Jiménez *et al.* inédito (a)).

Este documento reúne cuatro investigaciones que pretenden contribuir a establecer bases de razonamiento, métodos e información original, para proceder racionalmente a la captura masiva de las postlarvas, a fin de aprovechar el potencial disponible y evitar conflictos entre la captura masiva de postlarvas, la producción pesquera y la dinámica poblacional correspondiente. Estos documentos forman parte de una serie mayor que incluye documentos presentados en reuniones científicas, informes, documentos inéditos y documentos en preparación.

El objetivo de este documento es contribuir al conocimiento de la morfología taxonómica y del proceso de migración para coadyuvar a la explotación sostenible del recurso postlarval camaronero y por ende al desarrollo de la acuicultura del camarón.

#### 4 ANTECEDENTES

##### 4.1 ANTECEDENTES SOBRE LA DEMANDA DE POSTLARVAS

En México, a partir de 1985, con motivo del surgimiento de la industria del cultivo del camarón, la demanda de postlarvas se ha incrementado considerablemente por parte de los cultivadores de camarón. La demanda de postlarvas, independientemente de su origen, se estimó entre 200 y 300 millones de individuos en 1989, con un valor de entre US\$ 3'500,000 y 5'250,000. En 1991 la demanda se calculó entre 400 y 600 millones de organismos con un valor de entre US\$ 7'000,000 y 10'500,000. Para 1993, la demanda de postlarvas ascendió a 803 millones de individuos (Ochoa, inédito), con valor aproximado de US\$ 14'052,500. De la demanda de postlarvas para 1993 aproximadamente el 94% (753 millones con valor aproximado de US\$ 13'177,500) fue abastecido con postlarvas naturales (comunicación personal de Bruno Gómez-Gil R.-S.).

En 1994, la demanda alcanzó 1,116.286 millones de postlarvas (SEPESCA, inédito) con valor aproximado de US\$ 19'535,005; de las cuales solo se autorizaron 582.701 millones (SEPESCA, inédito) con valor aproximado de US\$ 10'197,267; siendo éste el primer año en el que se impusieron serias restricciones oficiales a la captura de postlarvas silvestres.

La demanda de postlarvas se incrementó en razón a los planes nacionales del sector así, el Programa Nacional de Pesca y Recursos del Mar 1984-88 del Gobierno Federal Mexicano propuso las siguientes metas de producción para dichos años respectivamente (en toneladas): 3,500, 5,200, 7,400, 9,100. Después, el Programa Oficial de Desarrollo Integral de la Acuicultura 1990-94, contempló las siguientes metas anuales de producción de camarón cultivado para dichos años respectivamente (en toneladas): 7,736, 20,091, 34,998; 52,345; 69,791. (Garmendia-Núñez y García Sánchez Inédito).

Tales metas, que nunca se cumplieron, de todos modos implicaron la demanda real de cierta cantidad de postlarvas, mismas que en su gran mayoría fueron recogidas de su ambiente natural sin conocimiento de su disponibilidad para la acuicultura y sin conocimiento de su compromiso con la producción pesquera ni con el reclutamiento de la población de reproductores correspondiente.

En el transcurso del año 1989, 104 granjas camaroneras registraron operaciones en una superficie productiva para la "engorda" de 6,286 Ha, con producción de 6,535 ton. En 1991, había 117 granjas en operación, la superficie cultivada para engorda ascendió a 7,412 Ha. y en preengorda se destinaron 462 Ha (SEPESCA, *Fide*: Garduño Argueta, inédito). En 1993 el número de granjas en operación ascendió a 189, la superficie productiva alcanzó la 12,217 Ha y la producción llegó a 10,996 ton (Ochoa, inédito). En 1997 el número de granjas superó las 200, la producción se estimó en 20 mil ton y la demanda de postlarvas entre 5 y 7 mil millones de organismos.

#### 4.2 ANTECEDENTES GENERALES SOBRE LA MORFOLOGIA Y LA TAXONOMIA DE LAS POSTLARVAS

Los antecedentes de referencia son escasos pero aparentemente conclusivos, entre ellos cabe citar los documentos de Mair (1979), Cabrera Jiménez (1983) y Calderón Pérez *et al.* (1989). Sin embargo, aún se cometen errores taxonómicos, con consecuencias académicas, administrativas e incluso financieras, debido a la insuficiencia de información sobre este tema. Cabe destacar que no existen antecedentes sobre la morfología y la taxonomía de las postlarvas, referida ésta a especímenes con igual número de espinas dorsales lo cual podría contribuir a evitar los errores señalados.

Cabe recordar que el número de espinas dorsales se incrementa en las postlarvas en la medida que estas crecen, hasta alcanzar la fórmula rostral del adulto.

No existen antecedentes respecto de la abundancia, la distribución y la disponibilidad para el cultivo de las postlarvas de camarón *Penaeus* spp en la costa americana del Pacífico y las lagunas litorales correspondientes, inclusive la boca del Río Baluarte, en referencia a cada etapa del desarrollo morfológico, definido éste por el número de espinas dorsales del caparazón. Tampoco se sabe si las postlarvas al entrar en las bocas litorales lo hacen en un estado de desarrollo determinado y si esto es así, cuales son las razones y las posibles consecuencias. Sin embargo en relación con las costas del Atlántico americano Tabb, Dubrow y Jones (1962) y Ewald (1965), señalan que las postlarvas (*P. duorarum*) cuando entran al estero Everglades en Florida, EUA, cuentan con 6 o 7 espinas rostrales.

#### 4.3 ANTECEDENTES GENERALES SOBRE MIGRACION DE LAS POSTLARVAS

Cabrera-Jiménez, *et al.* (Inédito: a) en el año de 1981, señalaron por primera vez la penetración de las cuatro especies de camarones comerciales que habitan en la costa de Sinaloa, a través de una boca del litoral mexicano en los siguientes términos "Annually, through the mouth of the Baluarte River, large numbers of postlarval shrimp (four species of *Penaeus*) migrate from the sea to the estuarine waters. *P. (L.) vannamei* is the most important of the species involved in such migration, as it is responsible for the annual production of 1,000 to 2,000 ton in the nearby estuarine system".

Con anterioridad a este señalamiento, no se daba crédito a la penetración de las cuatro especies sino solo a algunas de ellas (Soto-López 1969, Rodríguez *et al.* 1970, Dobkin 1970, Ortega-Salas y Nuñez-Pastén 1974). Posteriormente otros autores, entre ellos Poli (1983) confirmaron el ingreso de las cuatro especies por la citada boca.

## 5 MATERIALES Y METODOS GENERALES

En relación a la taxonomía empleada en el documento, cabe señalar que en publicación reciente de Pérez-Farfante y Kensley (1997), se ha propuesto un cambio sustancial en los nombres científicos de los camarones, así que los taxa subgenéricos se han elevado al rango de géneros, de manera que los nombres de las dos especies de camarón referidos en este documento como *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* Kingsley, 1878, y *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone, 1931, de acuerdo con la nueva nomenclatura ahora corresponden a *Farfantepenaeus brevirostris* Kingsley, 1878) y *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) respectivamente. En este documento se ha empleado el antiguo nombre cuando éste se trata de la cita de un autor quien así lo ha usado, cuando la cita no corresponde a tal caso, se ha empleado el nuevo nombre.

### 5 INSERCIÓN DE TRES ARTICULOS PUBLICADOS Y UNO ENVIADO

- 5.1 CARACTERES DE VALOR TAXONÓMICO EN LAS POSTLARVAS DEL CAMARÓN *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* Kingsley (DECAPODA NATANTIA), DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO. (Artículo publicado)
- 5.2 DESARROLLO, REABSORCIÓN O CAMBIO EN ALGUNOS CARACTERES DEL CAMARÓN POSTLARVAL *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* (DECAPODA, PENAEIDAE). (Artículo publicado).
- 5.3 LAS LONGITUDES TOTALES Y EL NÚMERO DE ESPINAS DORSALES COMO CRITERIOS PARA LA RECOLECCIÓN MASIVA Y SELECTIVA DE CAMARÓN POSTLARVAL PARA LA ACUICULTURA. (Artículo enviado para publicación).
- 5.4 LOS PERIODOS DE PRESENCIA Y AUSENCIA DE LAS POSTLARVAS DEL CAMARÓN *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone (Crustacea Decapoda Penaeidae) EN UNA BOCA LITORAL TROPICAL. (Artículo publicado).

## 5 MATERIALES Y METODOS GENERALES

En relación a la taxonomía empleada en el documento, cabe señalar que en publicación reciente de Pérez-Farfante y Kensley (1997), se ha propuesto un cambio sustancial en los nombres científicos de los camarones, así que los taxa subgenéricos se han elevado al rango de géneros, de manera que los nombres de las dos especies de camarón referidos en este documento como *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* Kingsley, 1878, y *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone, 1931, (de acuerdo con la nueva nomenclatura ahora corresponden a *Farfantepenaeus brevirostris* (Kingsley, 1878) y *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) respectivamente. En este documento se ha empleado el antiguo nombre cuando éste se trata de la cita de un autor quien así lo ha usado, cuando la cita no corresponde a tal caso, se ha empleado el nuevo nombre.

## 6 INSERCIÓN DE TRES ARTICULOS PUBLICADOS Y UNO ENVIADO

- 6.1 CARACTERES DE VALOR TAXONÓMICO EN LAS POSTLARVAS DEL CAMARÓN *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* Kingsley (DECAPODA NATANTIA), DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO. (Artículo publicado)
- 6.2 DESARROLLO, REABSORCIÓN O CAMBIO EN ALGUNOS CARACTERES DEL CAMARÓN POSTLARVAL *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* (DECAPODA, PENAEIDAE). (Artículo publicado).
- 6.3 LAS LONGITUDES TOTALES Y EL NÚMERO DE ESPINAS DORSALES COMO CRITERIOS PARA LA RECOLECCIÓN MASIVA Y SELECTIVA DE CAMARÓN POSTLARVAL PARA LA ACUICULTURA. (Artículo enviado para publicación).
- 6.4 LOS PERIODOS DE PRESENCIA Y AUSENCIA DE LAS POSTLARVAS DEL CAMARÓN *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone (Crustacea Decapoda Penaeidae) EN UNA BOCA LITORAL TROPICAL. (Artículo publicado).



CHARACTERS OF TAXONOMIC VALUE OF THE POSTLARVAE  
OF THE SHRIMP *PENAEUS* (*FARFANTEPENAEUS*) *BREVIROSTRIS*  
KINGSLEY (DECAPODA NATANTIA), OF THE GULF OF  
CALIFORNIA, MEXICO

BY

JORGE ALBERTO CABRERA-JIMÉNEZ

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-153,  
México 20, D F.

INTRODUCTION

The identification of the planktonic postlarvae of the genus *Penaeus* of the Gulf of California is still not always possible, particularly because no clear morphological characters to separate the various species are known.

This situation is a serious impediment to undertake biological, ecological, and fishery-oriented studies that are required for a rational management of shrimp fishery; a resource of economical and social importance for Mexico. It is also a limitation for local shrimp aquaculture activities, that otherwise could take advantage of the enormous number of postlarvae available in river mouths.

Mair (1979) discussed the importance of the chromatophore pattern and the length of the rostrum in the identification of live and recently preserved postlarvae of *Penaeus* (*Litopenaeus*) *vannamei* Boone, *P.* (*L.*) *stylirostris* Stimpson, *P.* (*Farfantepenaeus*) *californiensis* (Holmes), and *P.* (*F.*) *brevirostris* Kingsley. Inasmuch as the chromatophore pattern and the length of the rostrum are characters showing some variation, they must be used with caution. On the other hand, it is impossible to study the chromatophore pattern of specimens that have been preserved for several months, and many times it is very difficult to avoid the prolonged storage of plankton samples before undertaking their study. In such a case, taxonomic identification relies solely on morphological and morphometric characters, hence, the importance of contributing information in this sense

Mair's (1979) information concerning the chromatophore pattern was insufficient to distinguish between species which, according to him, share the same pattern, regarding this the author expresses himself in the following terms: "... no reliable character based on chromatophores was found for the separation of *P. californiensis* and *P. brevisrostris*, but the longer rostrum distinguished *P. californiensis* in nearly all cases."

As to the previous use of morphological characters to distinguish postlarvae, Mair's phrase cited above, seems to attribute a taxonomic value to the length of the rostrum as a character valid in the majority of cases. Other authors, (Macias-Regalado, 1973, fide: Mair, 1979; Reyes-Bustamante, 1977) have also attempted to utilize morphological characters in the same sense; particularly, the presence or absence of spinules in the epigastric and/or adrostral regions of the carapace and on the dorsal carina of the sixth abdominal segment.

The purpose of this paper is to propose and evaluate morphological characters of taxonomical importance for the identification of planktonic postlarvae of *P. (F.) brevirostris*, found in the littoral of the Gulf of California, Mexico.

#### MATERIALS AND METHODS

The group of planktonic postlarvae of *P. (F.) brevirostris* considered in this paper is composed of 86 individuals, each of which having been analyzed in detail. They have been sorted into four subgroups according to the number of dorsal spines of the carapace and rostrum: 12 individuals with three spines, 48 with four, 22 with five, and 4 with seven spines. These 86 individuals originate from five plankton samples, four of which were collected at Boca del Rio Baluarte, Sinaloa, México, on the following dates. 8 June 1969, 24 March and 2 April 1970; the other sample was collected on 4 June 1970 at the Boca de la Bahía de Yavaros, Sonora, México. Aside from the cited plankton reference samples, a group of 170 postlarvae which includes the four species mentioned has been analyzed and classified.

The samples were collected with a plankton net and preserved in 70 per cent ethanol. To facilitate their examination under the microscope, specimens were treated with KOH solutions to eliminate any foreign organic matter from the cuticular structure, and contrasted with solutions of pyrogalllic acid.

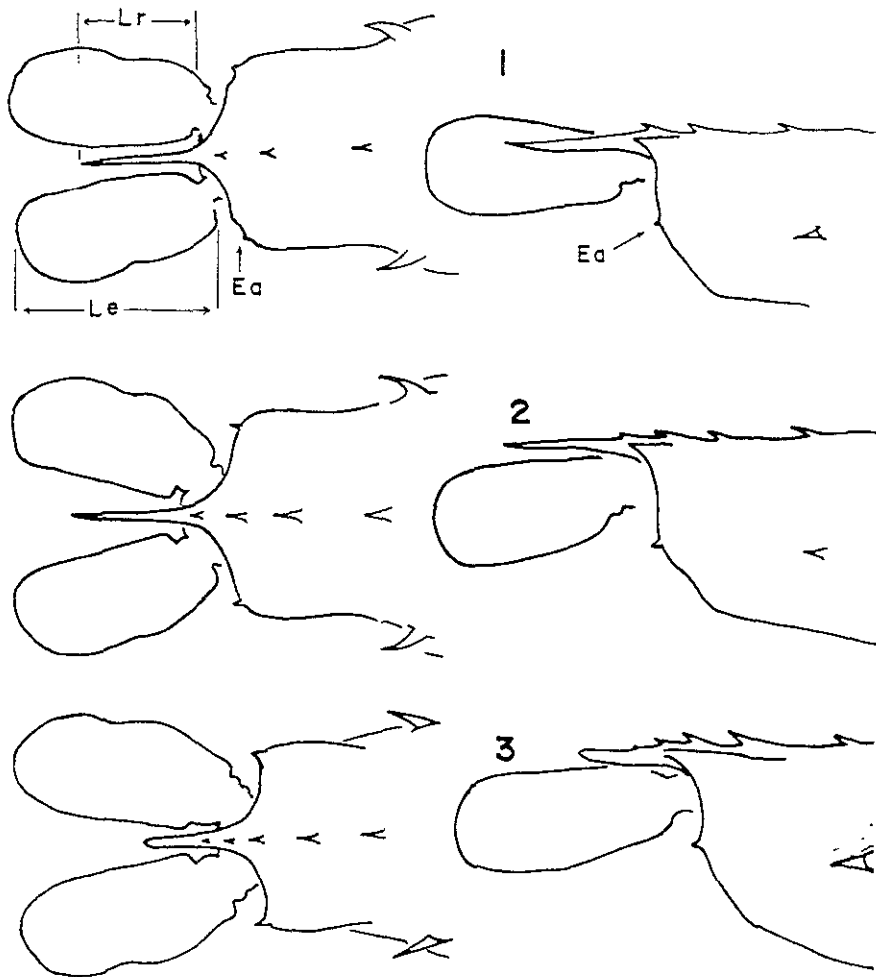
The lots under consideration were also compared to another group of postlarvae classified by Mair as *P. californiensis*. This lot consisted of 14 organisms, of which 10 had three dorsal spines, and 4 had four; it was collected by Mair himself, on 12 January 1978 in the sea off the Bocana of the Port of Mazatlan.

The total length of the specimens was measured from the tip of the rostrum to the tip of the telson, without including spines and/or terminal setae.

The length of the rostrum was measured from the tip of the rostrum to the place where the eyes are inserted (fig. 1: Lr). The length of the eyes was considered to extend from the lateral region of the posterior edge of the ocular peduncle to the apex of the eye (fig. 1: Le).

#### RESULTS AND DISCUSSION

The postlarvae of *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* are distinguished by the invariable presence of an antennal spine on either antero-lateral edge of the



Figs. 1-3 Postlarvae of *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* Kingsley with three, four and five dorsal spines. Ea, antennal spine, Lr, length of the rostrum; Le, length of the eye. Figures 1 and 2 show styliform-acute rostra; figure 3 shows a stubby-obtuse rostrum.

carapace; its presence was confirmed in specimens with three, four, five, and seven dorsal spines on the carapace and rostrum (fig. 1: Ea).

It was possible to observe the antennal spine under a stereoscopic microscope at  $40\times$ , and in all cases its presence was confirmed using a phase-contrast microscope at  $225\times$ .

The antennal spine was absent in all other specimens examined, viz., 52 postlarvae of *P. (F.) californiensis* with three dorsal spines and 20 individuals of the same species with four dorsal spines; 64 specimens of *P. (L.) stylirostris*, 2 with two dorsal spines, 12 with three spines, 46 with four spines, and 4 individuals with five spines; and 34 individuals of *P. (L.) vannamei*, of which 6

presented two dorsal spines and 28 had three dorsal spines. These last three species were identified partly by taking into account the morphological characters cited by Mair (1979) and partly by utilizing other novel characters which will be analyzed in a future paper. It is proper to mention that none of the 14 organisms from Mair possessed antennal spines.

On the other hand, it is important to underline that the antennal spine is present in juvenile and adult specimens of the four species mentioned above.

Having established that the presence of the antennal spine is a fundamental taxonomic character to identify *P. (F.) brevirostris*, we will now discuss and analyze the other taxonomic characters used by various authors to identify postlarvae of *Penaeus* of the geographic area under consideration

TABLE I

Percentage of organisms having spinules in the adrostral or epigastric regions (% adr), and on the dorsal carina of the sixth abdominal segment (% abd 6); postlarvae of *P. (F.) brevirostris* are grouped by the number of dorsal spines on the rostrum-carapace and the shape of the rostrum: a = styliform-acute; o = stubby-obtuse; n = number of specimens examined; + = information unavailable

Dorsal spines	Rostrum shape	n	% adr	% abd 6
3	a	12	00 0	33 0
4	a	36	22 2	77.7
4	o	12	50 0	66.0
5	o	22	73 0	100
6	+	00	+	+
7	o	4	100	100

The presence or absence of spinules in the adrostral or epigastric regions of the carapace and/or on the dorsal carina of the sixth abdominal segment are characters of taxonomic value that are worth special consideration. Macías-Regalado (1973) (fide Mair, 1979), "separated postlarval *P. californiensis* and *P. brevirostris* from *P. vannamei* and *P. stylirostris*", indicating that the first two species have such spinules and the latter two lack them. In the same manner, Reyes-Bustamante (1977) without being able to establish the specific identity of shrimp postlarvae from the zone of Yavaros, Sonora, México, established two groups of postlarvae taking into account the presence or absence of "espinulación en el sexto segmento de la carina dorsal y en los últimos dientes dorsales del rostro" (spinulation on the dorsal carina of the sixth abdominal segment and on the adrostral region of the carapace). The same author remarked that the postlarvae with spinules on the dorsal carina of the

sixth segment and on the adrostral region of the carapace, could belong to *P. californiensis*, and postlarvae lacking such spinules could be *P. stylirostris*.

According to Mair (1979) "the occurrence of spinules appears to be confined to postlarvae on the subgenus *Farfantepenaeus*, but their absence is not a reliable subgeneric character in specimens of 10 mm or less".

As a result of our observations, it could be inferred that the presence of spinules of the dorsal carina of the sixth abdominal segment begins to be a constant feature of individuals with five dorsal spines, while the presence or absence of adrostral and/or epigastric spinules is not a constant character until the individuals have seven (or perhaps six) dorsal spines (table I).

This implies the possibility of confusing the postlarvae of *P. (F.) brevirostris* with any of the other three species when one is dealing with animals with four dorsal spines or less.

On the other hand, one can assume that the postlarvae which do not have antennal spines, but have spinules on the dorsal carina of the sixth abdominal segment, and/or in the epigastric and adrostral regions, correspond to *P. (F.) californiensis*, even though one cannot be entirely certain from which stage this character begins to be valid. According to Mair (1979), the sole absence of spinules is not sufficient to distinguish between the various species.

The length of the rostrum has been considered a character of taxonomic importance, about which Mair (1979) states the following, "...the longer rostrum distinguished *P. californiensis* (from *P. (F.) brevirostris*) in nearly all cases...". Contrary to what was expected, an ample variation in the length of the rostrum was encountered in the group of specimens of *P. (F.) brevirostris* analyzed (the minimum and maximum lengths of the rostrum were 0.26 and 0.46 mm), which leads us to believe that this character should be considered with care when used for taxonomic purposes. In table II, some details of the analysis of this character are presented, from which the hypothesis can be developed that the length of the rostrum is variable, and that it becomes progressively and noticeably shorter as the number of dorsal spines increases.

The shape of the rostrum is a taxonomic character which occasionally can be useful in the identification of postlarvae of the genus *Penaeus*. In the group of postlarvae of *P. (F.) brevirostris* analyzed, the shape of the rostrum was variable. Organisms of three and four dorsal spines have a thin and styliform rostrum that can be mistaken for the rostrum of *P. (F.) californiensis* (figs. 1, 2). On the contrary, organisms with five and seven dorsal spines, have a stubby rostrum, a characteristic which is only found in *P. (F.) brevirostris* (fig. 3).

Furthermore, there was also a variation in the shape of the tip of the rostrum of specimens of *P. (F.) brevirostris*. Sometimes the tip was clearly acute (figs. 1, 2) while in other cases it was obtuse (fig. 3). The larvae with an acute rostrum had fewer dorsal spines and those with obtuse rostrum had a greater number of spines.

Mair (personal communication: key for postlarval *Penaeus*. Xerox copy, november 1977), in reference to *P. (F.) brevirostris* postlarvae, says that these are "large postlarvae" with a "short and stubby rostrum"; this last character was most important to identify the present material. It was first noticed that all the large postlarvae with short and stubby rostra also have antennal spines, and secondly that there are postlarvae of similar size, having the rostrum not short and stubby but styliform, while also having antennal spines; thus all of these belong to *P. brevirostris*. It was further noticed that the postlarvae with stubby rostra have an obtuse rostrum tip and those with styliform rostra have an acute rostrum tip.

In *P. brevirostris* the shape of the rostrum and its tip seems to be linked in some way to the number of dorsal spines on the rostrum and carapace. 100% of the postlarvae with three dorsal spines have a styliform-acute rostrum; 75% of the postlarvae with four spines have a styliform-acute rostrum, and 25% have a stubby-obtuse rostrum; and 100% of the postlarvae with five and seven (probably also six) dorsal spines, have a stubby-obtuse rostrum.

Even though these details are noticeable, in many cases the rostrum of *P. (F.) brevirostris* can be confused with those of *P. (F.) californiensis* and *P. (L.) stylirostris* because of its similar shape and proportions, particularly in animals with four or fewer dorsal spines.

The relation (R) between the length of the rostrum (r) and the length of the eye (e), ( $R = r/e$ ) is another taxonomic character which has been used by Mair (1979); concerning *P. (F.) brevirostris* he indicates that the value of R lies between 0.3 and 0.6. For the group considered in this paper, the value of R oscillated between 0.35 and 0.65 (table II)

In general terms, the mean values indicate the possibility that the value of R is greater in organisms with a fewer of dorsal spines and vice-versa (table II). The variability of this character is evident when one obtains the minimum and maximum values of the coefficient of variation: 6.84 and 13.28 respectively.

Mair (1979) has pointed out that the total length of the larvae is an aid in species determination, however, our observations of total length only helped in separating *P. (L.) vannamei*, which is the smallest of the postlarvae, from the rest of the larvae, since the range of lengths of *P. (F.) brevirostris*, *P. (L.) stylirostris*, and *P. (F.) californiensis* overlap in some degree. Data obtained from the reference group of *P. (F.) brevirostris* show a minimum and maximum total length of 8.96 and 12.35 mm, and manifested an increase in the coefficient of variation of the mean of the total lengths as the number of dorsal spines increased (table II). This suggests that there is a direct relation between the variability of this character and the age of the organisms.

Comparing Mair's (1979) morphological data with those presented in this paper (table III), it appears that the maximum and minimum values of the total length and those pertaining to the rostrum-eye relationship are greater in our material. Yet, on the other hand, the variation coefficients of these

TABLE II

Variation of three characters in postlarvae of *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris*: length of the rostrum (L.r.), relation (R) between the rostrum length (r) and the eye length (e); and the total length (t.l.). Specimens are grouped by the number of dorsal spines on the rostrum-carapace, and the shape of the rostrum: a = styliform-acute; o = stubby-obtuse; + = information unavailable; measurements in mm;  $\bar{x}$  = mean, s = standard deviation; v.c. = variation coefficient

Dorsal spines	Rostrum shape	Minimum	Maximum	$\bar{x}$	s	v.c. (s/ $\bar{x}$ ) 100
L.r						
3	a	0.42	00.46	0.4383	0.0147	03.35
4	a	0.28	00.46	0.3861	0.0508	13.16
4	o	0.27	00.34	0.3100	0.0282	09.13
5	o	0.26	00.32	0.2891	0.0187	06.47
6	+	+	+	+	+	+
7	o	0.29	00.29	0.2900	—	—
R = r/e						
3	a	0.57	00.65	0.6022	0.0412	06.84
4	a	0.38	00.62	0.5317	0.0706	13.28
4	o	0.40	00.50	0.4432	0.0432	09.75
5	o	0.35	00.46	0.4075	0.0281	06.90
6	+	+	—	+	+	+
7	o	0.39	00.40	0.3950	—	—
t.l.						
3	a	11.00	11.95	11.5317	0.3690	03.20
4	a	8.96	12.35	11.3278	0.7852	06.93
4	o	9.88	11.20	10.7067	0.6217	05.81
5	o	9.33	11.65	10.3245	0.7683	07.44
6	+	+	+	+	+	+
7	o	10.8	10.97	10.8800	—	—

characteristics suggest that the total length is less variable (v.c. = 4.4%) than the rostrum-eye relationship (v.c. = 18.6%)

Concerning the number of dorsal spines of the rostrum and carapace, Mair (1979) indicates that this lies between three and six. Though specimens with three, four, five, and seven spines were found, our findings do not indicate organisms with six spines, this widens the limits pointed out by Mair (1979). It is also interesting to emphasize the fact that the majority of the *P. (F.) brevirostris* specimens of the study group referred to in this paper were postlarvae with four spines

Regarding the presence of spinules on the dorsal carina of the sixth abdominal segment, Mair (1979) notes that this characteristic appears when the postlarvae reach a total length of 8 to 10 mm. Contrary to Mair's statement,

TABLE III

Comparison between information given by Mair (1969), and that found during the present study on *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* postlarvae

Character	Mair (1969)		Present study				
	Min.	Max.	Min	Max.	$\bar{x}$	s	v c (s/ $\bar{x}$ ) 100
Total length	8.0-11.5		8.96-12.35		10.9541	0.4838	4.4166
Rostrum/eye	0.3-00.6		0.35-00.65		00.4759	0.0885	18.5963
Dorsal spines (ds)	3-6		3-7		3 ds = 14%, 5 ds = 26%,	4 ds = 56%, 7 ds = 4%	
Spinules (abd 6)	first appear at 8.0-10.0 mm		the percentage of appearance has no clear relation to the total length, but it shows a relation to the number of dorsal spines (ds): 3 ds = 33%, 4 ds = 71%, 5 ds = 100%, 7 ds = 100%.				

our results indicate that the size of the specimen has no clear relationship to the appearance of the spinules. On the other hand, the number of dorsal spines of the rostrum and carapace has a close relation to the appearance of spinules. In 100% of the specimens with 5 or more rostral spines abdominal spinules are present, and this percentage becomes progressively lower in organisms with four and three rostral spines.

#### CONCLUSIONS

1. The postlarvae of *P. (F.) brevirostris*, with at least three to seven dorsal spines, are characterized by the presence of the antennal spine which is absent in *P. (F.) californiensis*, *P. (L.) stylirostris*, and *P. (L.) vannamei*.

2. All the postlarvae of *P. (F.) brevirostris* with five or more dorsal spines presented spinules on the dorsal carina of the sixth abdominal segment, which was not always the case in organisms of four or fewer dorsal spines.

3. To distinguish between the postlarvae of *P. (F.) brevirostris* and those of other species, the following taxonomic characters are not reliable when each individual is considered separately. (a) the length of the rostrum, (b) the relation between the length of the rostrum and the length of the eye, (c) the total length of the body, (d) the shape of the rostrum in organisms with three and four dorsal spines, and (e) the fact that the tip of the rostrum is acute.

4. A stubby-obtuse rostrum is an exclusive character of postlarvae of *P. (F.) brevirostris* with five, seven, and probably six dorsal spines.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to thank Dr. Alejandro Villalobos Figueroa†, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México; and Dra. Leonila Vázquez García, In-



stituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, for critically reading the manuscript. Dr. J. McD. Mair, University of Liverpool, Isle of Man, U.K. was very kind to provide me with 14 postlarvae of *P. (F.) californiensis* classified and collected by himself. I also wish to thank him for teaching me to classify live postlarvae of shrimp at Mazatlan. The field work was made possible by the contract EI-68-115 between the National Autonomous University of México, the Institute of Biology, and the Ministry of Hydraulic Resources of the Government of México.

#### SUMMARY

Planktonic postlarvae of 4 species of *Penaeus* from the coasts of the states of Sinaloa and Sonora, México, were examined. *P. brevirostris* postlarvae that carry 3 to 7 dorsal spines on rostrum and carapace are characterized by the presence of an antennal spine, which is absent in all other species. The value of other taxonomic characters for the separation of the postlarvae of the species are discussed; such characters are: the presence or absence of spinules on the 6th abdominal somite and on the epigastric and adrostral regions of the carapace, the length of the rostrum, the total body length, and the relation between the length of the eye and the rostral length.

#### LITERATURE CITED

- MAIR, J. McD., 1979. The identification of postlarvae of four species of *Penaeus* (Crustacea: Decapoda) from the Pacific coast of México. *Journ. Zool., London*, 188: 347-351.
- REYES BUSTAMANTE, H., 1977. Posición taxonómica y descripción de las postlarvas de *Penaeus* spp. de la Bahía de Yavaros y estuario del Río Mayo Sonora, México. *Memorias del II Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica, Universidad de Oriente del 24 al 28 de Noviembre de 1975, Cumaná Venezuela*, 1: 9-18.

DEVELOPMENT, RE-ABSORPTION, OR CHANGE IN SOME  
TAXONOMIC CHARACTERS OF POSTLARVAL SHRIMP,  
*PENAEUS (FARFANTEPENAEUS) BREVIROSTRIS*  
(DECAPODA, PENAEIDAE)

BY

JORGE ALBERTO CABRERA-JIMÉNEZ

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-153,  
04510 Mexico, D.F., Mexico

Cabrera-Jiménez (1983) mentioned and illustrated the development, the progress, the re-absorption, and the changes of some taxonomic characters in the crystal shrimp *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* Kingsley, 1878, in postlarvae having three to seven dorsal spines. Such results can now be widened or re-interpreted according to recent information from Kitani (1994, 1997), who mentioned and illustrated the first postlarvae of the same species as having only two dorsal spines. The information of both authors as to the number of dorsal spines suggests two situations: (a) the number of dorsal spines increases in the process of morphological development of postlarval shrimp, and (b) there is a relationship between the subsequent stages of morphological development, defined by the number of dorsal spines, and the habitat. It is thus considered, that in the first postlarval stage in which these animals have two dorsal spines, the specimens are located far away from the coastline and river mouths. Whereas, on the contrary, postlarvae having three to seven dorsal spines are actually found in such habitats, i.e., in coastal waters. The antennal spine develops and progresses constantly, starting from postlarvae with three dorsal spines. The number of adrostral spinules increases with the increase of the number of dorsal spines so that specimens having six or seven dorsal spines demonstrate this character.

The spinules of the dorsal carina of the sixth abdominal segment increase in number with the increase of the number of dorsal spines, and every organism shows this character when it reaches the number of five dorsal spines. The supraorbital spine is present in the first postlarva with the two dorsal spines very small, but in postlarvae having three to seven dorsal spines, it is absent or poorly represented. The branchiostegal spine is conspicuous in the first postlarva having two dorsal spines, but it is re-absorbed and disappears during subsequent postlarval development. Thus, it could be absent, or its incidence might be low, in organisms with three dorsal spines. Kitani (1997) calls this character "the antero-lateral spine", but in the present study it is described as branchiostegal spine, following the criteria of Kubo (1949) and of Pérez-Farfante (1970). The length of the rostrum in relation to the length of the eye, reduces, as the size of the rostrum diminishes in relation to the size of the eye during development. Postlarvae with three dorsal spines have an acute, styliiform rostrum tip, and this structure progressively changes from acute to stubby-obtuse in postlarvae having four to seven dorsal spines.

#### ACKNOWLEDGEMENT

The author is most grateful to an anonymous referee for his constructive review.

#### REFERENCES

- CABRERA-JIMÉNEZ, J. A., 1983. Characters of taxonomic value of the postlarvae of the shrimp *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* Kingsley (Decapoda Natantia), of the Gulf of California, México. *Crustaceana*, **44** (3): 292-300
- KITANI, H., 1994. Identification of wild postlarvae of the penaeid shrimps, genus *Penaeus*, in the Pacific coast of Central America. *Fisheries Science*, **60** (3): 243-247
- —, 1997. Larval development of the crystal shrimp *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* under laboratory conditions. *Fisheries Science*, **63** (2): 218-227.
- KUBO, I., 1949. Studies on the penaeids of Japan and its adjacent waters. *Journal of the Tokyo College of Fisheries*, **36** (1): 1-467
- PÉREZ-FARFANTE, I., 1970. Claves ilustradas de los camarones comerciales marinos de América Latina. México, Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, (Divulgación). Instructivo **3**: 1-50.

First received 25 May 1998.

Final version accepted 1 September 1998.

TOTAL LENGTHS AND DORSAL SPINE COUNTS AS CRITERIA FOR THE  
SELECTIVE MASSIVE HARVESTING OF POSTLARVAL SHRIMP FOR  
AQUACULTURE

Running head: Criteria for selective harvesting of postlarval shrimp.

Jorge Alberto Cabrera-Jiménez

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado Postal 70-153, 04510,  
México, D.F.

E-mail: [jcabrera@ibiologia.unam.mx](mailto:jcabrera@ibiologia.unam.mx)

Data and samples were collected for the Pilot Project Escuinapa and Yavaros, under Study contract  
EI-68-115, between UNAM through the IB and the SRH.

## ABSTRACT

Billions of wild postlarval penaeid shrimp are annually harvested for aquaculture by using unselective procedures that affect larger numbers of other plankters. In the field, simple criteria and methods for the sustainable and profitable harvesting of wild postlarval shrimp for aquaculture are needed for their selection. Postlarval shrimp must be the most abundant and at the same time the youngest possible. Two net meshes with small and large apertures must be selected by body size, and the postlarvae must be found in accessible biotopes for massive collecting procedures. The study of 15,164 postlarval shrimp Litopenaeus vannamei from 402 plankton samples obtained at an inlet of a tropical zone during a one-year cycle has revealed three stages of morphological development defined by the number of dorsal spines (rostral and epigastric). Postlarvae with three dorsal spines at the inlet are the youngest, the predominant, and the most accessible, accounting for 93 % of the total number. It is recommended that in the Eastern Pacific Ocean from México to Perú mass harvesting of postlarvae L.vannamei be conducted at littoral inlets and beach fronts and that the postlarvae have three or less dorsal spines with an optimum total length of  $\pm 2$  STD. For the material considered, the values of the optimum total length were 7.2 and 5.4 mm; such values may be used in the Gulf of California as references to choose appropriate meshes for massive and selective harvesting. Similarly, total length values and dorsal spine counts may be useful for selective massive harvesting in any pertinent penaeid shrimp area of the world.

Additional index words: Litopenaeus vannamei, sustainable harvesting, littoral river inlet.

## INTRODUCTION

The low level of science and technology commercially used to produce postlarval shrimp from the wild involves risks for nature and for the corresponding economic activities of aquaculture and fishery in many tropical coast zones of the world. For example, Deb et al. (1994) have documented colossal losses of shellfish and fin - fish postlarvae because of the indiscriminate catch of Penaeus monodon fry in Bangladesh. To minimize such risks reasonable methods should be proposed for the sustainable, selective and profitable mass harvesting of postlarval shrimp.

According to Bailey-Brock and Moss (1991), eight species of penaeids have significant importance in aquaculture. Out of the 110 species of the family Penaeidae, which accounts for about 80% of the world wild caught shrimp, only two of them occur in the Americas: Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) and L.stylirostris (Stimpson, 1874).

Latin American aquaculture annually produces more than one hundred thousand tons of white shrimp L.vannamei, and hence the pressure on wild postlarval populations increases. This is the most important species of shrimp for aquaculture in Latin America, represented by 96 % of the total cultivated shrimp in the region. This industry growth requires increasing numbers of postlarval shrimp. Most of the postlarvae come from shallow coastal areas and nursery grounds, as they are frequently preferred by shrimp aquaculturists over postlarvae from laboratories.

Ecuador, which is a leading producer of cultured shrimp L.vannamei in the Americas, still depends heavily on the availability of wild-seed stocks, since hatcheries cannot produce adequate quantities of quality postlarvae (Hirono and Leslie 1991).

In México of the two main sources of postlarval shrimp for aquaculture used, the more important is the postlarvae from the wild; the other source are national and foreign laboratories. During 1998, shrimp farms produced 23,749 tons (Anonymous 1999). To sustain such a production there was a demand of 1,606 million postlarvae from the wild. The highest demand of postlarvae from the wild was recorded for the years 1995, 96 and 97 corresponding to 4,460 million, 5,924 million, and 3,272 million, respectively. The corresponding shrimp production was 15,867 tons, 13,114 tons, and 17,570 tons (SEMARNAP unpublished).

It is recognized that usually the younger the postlarval shrimp at mass harvest, the lower the risk for the corresponding artesanal and industrial shrimp fisheries, because the impact on the recruitment is not so strong. This may or may not be true, depending on natural and man-induced mortality; indeed it is not the purpose of this study to judge the impact of postlarval harvest on subsequent wild adult harvests. It is also admitted and self evident that the more concentrated the postlarval shrimp in nature, the greater efficiency of the mass collection operations and the lesser the risks for both the postlarval harvesters and the shrimp growers.

According to the literature analyzed, since there are no criteria recommended for selective mass harvesting of postlarval shrimp in the world, any effort in this direction may be welcome. It is desirable to rely on some easily recognizable meristic and morphometric characteristics in the field that permit us to distinguish the youngest and most concentrated organisms in such a way that they could be selectively mass harvested.

The central idea of this study assumes the existence of one young morphological stage, represented by the number of dorsal spines (rostral and epigastric), which is associated with the total length during its transit through a littoral inlet and which is also associated with the sustainability and profitability of its mass harvest.

In this study three hypotheses are assumed regarding L.vannamei postlarval: (a) the younger and predominant stage of development can be defined by the precise number of dorsal spines and an interval of total length. (b) Two optimum total length values, maximum and minimum, to harvest the youngest and predominant stage of development in postlarval shrimp can be recommended. (c) Dorsal spine counts (rostral and epigastric spines) are related to total length values.

Several authors have provided some information about the total length of the early postlarval stages of L.vannamei: Chapa-Saldaña (1963), Ortega-Salas and Núñez-Pastén (1977), Edwards (1977, based on information from Mair 1979), and Sepulveda-Medina (1991). The mass harvesting of postlarval shrimp could be subject to periods of abundance or absence as discussed by Cabrera-Jiménez (1997).

The present study has three objectives: (a) to characterize the youngest possible postlarval stage and the most abundant in a littoral inlet. (b) to propose two concepts by which a better mass harvest of postlarval shrimp can be had: the optimum-maximum total length, and the optimum-minimum total length; (c) to explore the possible correlation between the mean of the total length and the number of dorsal spines.

Published information on this subject and on the number of dorsal spines present in postlarval shrimp L.vannamei when they arrive at the littoral inlets is lacking.

It is expected that the information of this study will contribute to the rational and selective massive harvesting of wild postlarval shrimp L.vannamei to prevent the useless capture of other plankters, including postlarval shrimp of other species and contribute to provide wild postlarvae of better quality for shrimp growers.

## METHODS

The taxonomic determination was carried out in accordance with the concepts of Mair (1979) and Cabrera-Jiménez (1983, 1999). The nomenclatorial criteria of Pérez-Farfante and Kensley (1997) was followed. The number of dorsal spines was defined by considering both the rostral spines and the epigastric spine; the latter is located dorsally near the medial position of the cephalothorax (Figure 1).

It must be mentioned that several authors refer to rostral or epigastric teeth, Pérez-Farfante (1969), Mair (1979) and Calderón-Pérez et al. (1989), in contrast to the denomination of dorsal spines used in this study. It is considered that the term "teeth" does not correspond to the region involved but to structures located in the oral region or in the stomodaeum. This explains why in this study the term "dorsal spines" is used instead of rostral or epigastric "teeth".

## TECHNIQUES

The plankton samples were obtained by using two different plankton nets, both with a mesh of less than 0.4 mm: one with a 25 cm diameter at the mouth, described by Villalobos et al. (1975) and the other with 50 cm diameter at the mouth. The trawling of both plankton nets was conducted for five minutes against the current and at the surface. The plankton samples were collected at three stations located on a transect of the river inlet: one station at the center and the other two half way to either shore (Figure 2).

From the plankton samples, in total or in aliquots, the postlarval shrimp were sorted and grouped, separating L.vannamei from the other three penaeid species:

Farfantepenaeus californiensis (Holmes, 1900); F.brevirostris (Kingsley, 1878) and L.stylirostris. From the group of L.vannamei, the postlarvae were counted according to the number of their dorsal spines. When necessary, the plankton samples were divided by means of a Folsom type plankton divisor.

The total-length study was done on 263 postlarvae from 77 plankton samples randomly selected (Table 1). The total length measured in millimeters on the dorsal region refers to the distance from the tip of the rostrum to the tip of the telson. This measurement was taken in two segments, the first being from the tip of the rostrum to the posterior edge of the third abdominal segment (Figure 1: A), and the second, from the anterior edge of the fourth abdominal segment to the tip of the telson (Figure 1: B). These two measurements were taken when the preserved postlarvae were ventrally folded.

## MATERIALS

The number of dorsal spines of the postlarvae (Figure 1) was analyzed through the study of 15,164 organisms of L.vannamei randomly selected from a lot of 24,227 postlarvae. These were taken from 402 plankton samples, total or aliquots (364 samples bearing L.vannamei postlarval shrimp, and 38 without such organisms). Plankton samples were taken between July 11, 1969, and May 26, 1970, on 45 different dates, and were analyzed by month. There is no material or information available for recent years.

## STUDY AREA

The littoral inlet selected to evaluate the validity of hypotheses was the inlet of the Baluarte River, Sinaloa, México (Figure 2). This inlet is of regional-fishery importance since it is an important place of transit for postlarval shrimp which give rise to the significant artisan shrimp fisheries in the system of the Caimanero-Huizache coastal lagoon.

The littoral inlet of the Baluarte River, Sinaloa, México is located at 22° 50' N., and 106° 02' W. This is the main access for marine water through the coastal lagoon system of Huizache-Caimanero (Phleger and Ayala, 1972). It is sandy and its dimensions change with time as a consequence of littoral and fluvial sediment transport, the cyclic change of sea-level, and the effect of storms. During the 1969-70 cycle, the river inlet varied in width from 45 to 600 m, and the medium depth was 4.39 m (STD = 2.02, n = 58).

## RESULTS AND DISCUSSION

The analyzed postlarvae of *L.vannamei* presented only two, three or four dorsal spines (Figure 1), in proportions of 6 % (n = 1,400), 93 % (n = 22,447) and 1 % (n = 380), respectively. These results suggest the hypothesis that in their migratory route from the sea to the coastal lagoons, the number of dorsal spines has a strong relation to the biotopes they occupy, probably even stronger than the total length of the postlarval shrimp.

The total length, according to the mean values in postlarvae of two, three and four dorsal spines, shows an exponential tendency ( $y = 5.775e^{0.036x}$ ,  $r = 0.90$ ).

The mean of the total length increases with the increasing number of dorsal spines (Table 1). Nevertheless, considering the three stages analyzed with two, three and four dorsal spines, the variation of the total length was modest (C.V. < 9 %).

In this study two criteria in relation to the recommended total length for massive and selective harvesting of postlarval shrimp with aquacultural purposes are proposed: (a) total length optimum-maximum, which is the value of the mean plus 2 STD, and (b) total length optimum-minimum, which is the value of the mean minus 2 STD. The first concept applies to values taken from a significant number of organisms, characterized by the least possible number of dorsal spines and by their abundance. The second value refers either to the same group of organisms or to another group characterized by the number of dorsal spines minus one. With these parametric values, we attempted to include the greatest possible number of postlarvae, both the youngest and the most naturally abundant, in order to avoid both the collection of other plankters, even postlarvae of the same species of a more advanced stage in development, and the postlarvae of other shrimp species with greater total length (*F.californiensis*, *F.brevirostris* and *L.stylirostris*).

On the other hand, values of the total length optimum-maximum and optimum-minimum of the group bearing three dorsal spines resulted in the extreme values for the total group bearing two, three, and four dorsal spines (Table 1). This result is possibly due to the sample size in each group: it is estimated that if a bigger sample size could be considered in the groups of two and four dorsal spines, the results would be slightly different; nevertheless, such a situation was unavoidable as the number of analyzed organisms came from a random selection of plankton samples.

Since the postlarvae bearing three dorsal spines are the most abundant in the littoral inlet referred to, the mass harvesting of postlarvae with this number of dorsal spines is recommended, as these postlarvae meet two conditions: (a) they are the youngest possible, (b) they are the most naturally concentrated. These conditions suggest another hypothesis of the distribution of



postlarval shrimp with three dorsal spines. These postlarvae are also concentrated in other similar littoral inlets at the nearby beach fronts and in some biotopes in the interior of coastal lagoons. If this is the case, the mass harvesting of postlarval shrimp L.vannamei, bearing three dorsal spines would not be recommendable in the interior of coastal lagoons, but would be in the littoral inlets and on the beach fronts. There are two reasons to support such a hypothesis: (a) since postlarvae located in the interior of coastal lagoons have passed beyond the ecotone sea/lagoon at some natural mortality cost, they are more committed to the lagoon fishery, and (b) postlarvae located inside coastal lagoons, notwithstanding the number of dorsal spines, are fortuitously exposed to areas which have stressing conditions, thus reducing the opportunities for optimum health, growth and survival, with the corresponding risk for both postlarvae collectors and shrimp growers. According to Del Valle et al. (1992), "the relative abundance of postlarvae in the longshore current near the mouths is 3 to 7 times greater than the abundance in the tidal esteros. It seems that it is in the longshore current principally in the littoral inlets, that postlarval shrimp is most abundant and that the three spines form is the predominant.

Postlarvae bearing two dorsal spines, even if they are the youngest (Kitani 1994, 1997; Cabrera-Jiménez, 1999), were scarce in the littoral inlet. There is no information on the biotopes with which postlarvae bearing two dorsal spines are associated, or their time-space distribution. This is the reason why their mass harvesting can not be recommended. One of the pending topics of research is to locate the biotopes with which L.vannamei postlarval shrimp bearing two dorsal spines are associated with each other in the littoral zone. This is important because the mass harvesting of postlarvae with two dorsal spines would be preferable to those with three, since they are less committed to the lagoon fishery. Gracia (1989) proposes that the impact on white shrimp fishery resulting from postlarvae exploitation at early stages seems to be minimum.

Postlarvae bearing four dorsal spines are the scarcest of them all. In this case it is also convenient to find the biotope with which they associate in the interior of the lagoon. It is recommended that their mass harvesting be avoided because of the same two reasons that mass harvesting of postlarvae bearing three dorsal spines is not recommended in the interior of coastal lagoons. In a more general scope, for aquacultural purposes, it is desirable for mass harvesting that the postlarvae of any shrimp species be the youngest and the most concentrated possible.

For the analyzed group of organisms, the total length, optimum-maximum and optimum-minimum (value of the mean  $\pm$  2 STD), recommendable for the mass harvesting is 7.2 and 5.4 mm, respectively. Such an interval corresponds to the group with three spines and includes the group with two dorsal spines. Two- net mesh apertures capable of selecting these optimum total length values are to be investigated.

Nonetheless, the significance of the presented results with respect to the optimal total length values is historical. These parameters of the total length must be taken into account in the design of selective fishing devices for harvesting postlarval shrimp so that organisms outside the above range can be excluded. Since L.vannamei is the smallest postlarval shrimp in the littoral inlet considered as well as in the entire Gulf of California, the lower limit of total lengths for the other three species presented in the area do not overlap with the optimum maximum total length of postlarval L.vannamei, it is expected that a mesh size aperture can be found to be useful to separate them. Nevertheless, from the Gulf of Tehuantepec México to Perú, since total length sensitively overlap between postlarval L.vannamei and L.occidentalis (Streets, 187:) a mesh size aperture will not allow for a separation between them.

In the current postlarval catches, the most abundant postlarval shrimp is usually F.californiensis. In the last four years (1994-1998) in México the total catch of this last

mentioned species has been drastically reduced. Even if there is not sufficient information capable of proving that the fishing pressure over postlarval shrimp resource is responsible for such a reduction, it is a sound idea to stop trapping them by using selective postlarval catching devices.

Due to the low level of technology used to seine postlarval shrimp in the wild, a reasonable method should be proposed. In order to design such a device, a number of experiments must be conducted with mesh-sizes aperture, since live postlarval shrimp can find their way through the improper mesh. Other mechanisms could be tried by taking by advantage of the specific postlarval preferences of environment, particularly of temperature and salinity.

Other authors who do not take into consideration the stage of morphological development of postlarval shrimp have registered values for the total length when shrimp reach the coastal lagoons. The information of this study regarding L.vannamei is consistent with the information of other authors: Chapa-Saldaña (1963) proposed a length of 5.0 mm for May in Sinaloa, México; Ortega-Salas and Núñez-Pastén (1977) proposed a length of 5.0 to 6.0 mm for the littoral inlets of the Baluarte River, Sinaloa and Teacapan, Sinaloa/Nayarit, México. The data from this study also agree with those of Edwards (1977), who refers to the entrance of postlarval shrimp of this species to the Huizache-Caimanero system lagoon when they reach a total length of 6 mm. Besides, the total maximum and minimum lengths registered in this study come very close to the information of Mair (1979), who reported 7.0 and 5.0 mm. In contrast with the previous coincidences, Sepulveda-Medina (1991), mentions that L.vannamei enters the estuarine waters in postlarval stage having a size of 10 to 15 mm, values that seem proper of juveniles.

Zein-Eldin and Griffith (1969) have shown that variations in total length can occur within the population, depending on environmental conditions such as temperature and salinity among other factors; thus, it is expected that the total length does not necessarily offer constant values for organisms characterized by a determined number of dorsal spines. Furthermore, the total length can vary throughout the year. Mair (1979) found this in F.californiensis and in F.brevirostris. Baxter and Renfro (1967) reported similar variations for F.aztecus (Ives, 1891). Ewald (1965) reported that the first postlarvae of F.duorarum (Burkenroad, 1939) cultivated in the laboratory at the lowest temperature resulted in the smallest total length. Aldrich et al. (1968), suggested the hypothesis that postlarvae of F.aztecus hibernate at least during certain times in the northeast Gulf of México; during this period growth is slow, but in summer they reach greater total length compared with fast growth postlarvae of the summer. Finally, Mair (1979), who mentions that such effects on the total length could be studied by the variation of the development of morphological characteristics throughout the yearly cycle, proposes the number of dorsal spines to do so. As to the previous arguments, fixed values of the total length optima maximum and minimum are not recommendable for the massive and selective harvesting of postlarval shrimp; instead it is preferable to estimate such parameters locally and seasonally. The concepts of the total length optima maximum and minimum proposed could be useful world wide in postlarval shrimp harvesting areas besides the local and historical value of the presented results.

It is surprising that the onshore larval migration besides being, to a great extent, size dependent, as is well known, is primarily dependent on the number of dorsal spines. This fact raises the hypothesis that such a number has also a still undescribed ecophysiological meaning in the process of postlarval colonization from the sea to the costal lagoon.

Besides the recommendations made in this paper regarding L.vannamei, it is also recommended for other species whose postlarvae are being massively collected and used in aquaculture to find total length values of the most abundant postlarvae having the lower count of

dorsal spines and being the most abundant, that they be used, if possible, for selective massive harvesting in any pertinent penaeid shrimp area of the world. It is also estimated that such postlarvae may present an association between the number of dorsal spines, not necessarily three spines as in the case of L.vannamei, and their biotopes, as was found in inlets and beach fronts in this study.

The other species used in aquaculture, according to Bailey-Brock and Moss (1991), are seven, and their range of geographic distribution (Holthuis, 1980; Pérez-Farfante and Kensley 1997) is the following: Penaeus monodon Fabricius, 1798; Indo-West Pacific: from East and South-East of Africa and Pakistan to Japan; the Malayan Archipelago and northern Australia. Metapenaeus ensis (De Haan, 1844); Indo-West Pacific: from Sri Lanka and Malaya to South East China, Japan, the Malayan Archipelago, New Guinea and western, northern and eastern Australia. Marsupenaeus japonicus (Bate, 1888); Indo-West Pacific: from the red sea, East and South-East Africa to Korea, Japan, and the Malayan Archipelago, also reported from Fiji. Eastern Atlantic: the species entered the eastern Mediterranean through the Suez Canal and reached the south coast of Turkey. L.stylirostris; Eastern Pacific: from Baja California (México), to Peru. Fenneropenaeus chinensis (Osbeck, 1765); Indo-West Pacific: Japan, Korea, China and Hong Kong. F.indicus (H. Milne Edwards, 1837); Indo-West Pacific: from East and South-East Africa to South China, New Guinea and Northern Australia, the Red Sea, Madagascar, Yemen, The Philippines and Japan. F.merguensis (De Man, 1888). Indo-West Pacific: from the Persian Gulf to Thailand, Hong Kong, The Philippines, Indonesia, New Guinea, New Caledonia and northern Australia (North of 29° S), Pakistan, Malaysia, Singapore, Gulf of Tonkin, South China Sea and Fiji

## CONCLUSIONS

(1) In the Oriental Pacific, from México to Perú, mass harvesting of postlarvae L.vannamei is recommended at littoral inlets and beach fronts, and the postlarvae having (a) three or less dorsal spines (rostral and epigastric spines), (b) optimum total length being  $\pm 2$  STD. For the material considered, the values of the optimum total length were 7.2 and 5.4 mm. Two net meshes appertures capable of selecting these optima total length values are to be found.

(2) In the area of study, the younger and predominant stages of development of L.vannamei postlarval are defined by two and three dorsal spines, respectively. Postlarvae with three dorsal spines is predominant in the littoral inlet studied, accounting for 93 % of the total number. This also suggests the hypothesis that in their migratory route from the sea to the coastal lagoons, the number of dorsal spines is primarily related to the biotopes they occupy and secondarily to the total length.

(3) For the material analyzed, dorsal spine counts are related to total length values with an exponential tendency

$$(y = 5.775e^{0.036x}, r = 0.90).$$

(4) Since simple criteria are needed to recognize the stage of postlarval development in field conditions, for this purpose the number of dorsal spines and the total length is sound.

(5) In any area of the world where postlarval shrimp is massively collected for aquaculture purposes, it is recommended that the youngest and those of the predominant stage of development in postlarval shrimp, be selectively harvested according to the optima total length values, maximum and minimum related to the corresponding number of dorsal spines.

(6) The present study contributes pertinent information about the stage of development as to

dorsal spine counts and total length, the design of methods and techniques for sustainable and profitable procedures for mass harvesting of postlarval shrimp, and a minimizing of the pernicious effect of unselective procedures for massive harvesting of postlarval shrimp that affects big numbers of other plankters, many of them being important fry of fishery resources and even shrimp.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study is an homage to the memory of Dr. Alejandro Villalobos-Figueroa +, Teacher and Friend. The following people collaborated in the collection of samples and data at different times: Robinson Chiñas, Daniel Méndez and Rosa María Castillo. Agustín Fernández Eguiarte and Ruth Luna Soria collaborated in the figures. Humberto Francisco Oropeza Benítez cooperated with information from SEMARNAP. Joseph Doshner (FQ-UNAM) revised the English version. Data and samples were collected for the Pilot Project Escuinapa and Yavaros; the project was administrated by Agustín Ayala Castañares (IB-UNAM). A critical review of this paper was done by Luis Arturo Soto González (ICML, UNAM). The author is also most grateful to anonymous reviewers for their constructive collaboration.

#### LITERATURE CITED

- ALDRICH, D.V. WOOD, C.E. and BAXTER, K.N., 1968. An ecological interpretation of low temperature responses in Penaeus aztecus and P.setiferus postlarvae. Bulletin of Marine Science 18, 61-71.
- ANONYMOUS, 1999. Anuario Estadístico de Pesca 1998. SEMARNAP, México, pp. 1-244.
- BAILEY-BROCK, J.H., and MOSS, S.M., 1991. Penaeid Taxonomy, Biology and Zoogeography. Developments in Aquaculture and Fisheries Sciences 23, 9-28.
- BAXTER, K.N. and RENFRO, W.C., 1967. Seasonal occurrence and size distribution of postlarval brown and white shrimp near Galveston, Texas. with notes on species identification. Fishery Bulletin 66, 149-158.
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., 1983. Characters of taxonomic value of the postlarvae of the shrimp Penaeus(Farfantepenaeus)brevirostris Kingsley (Decapoda Natantia), of the Gulf of Mexico. Crustaceana 44, 292-300
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., 1997. Los períodos de presencia y ausencia de las postlarvas del camarón Penaeus(Litopenaeus)vannamei Boone (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) en una boca litoral tropical. Revista de Investigaciones Marinas 18(3), 260-267.
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., 1999. Development, re-absortion, or change in some taxonomic characters of postlarval shrimp, Penaeus(Farfantepenaeus)brevirostris (Decapoda, Penaeidae). Crustaceana 72(4), 442-443.
- CALDERÓN-PÉREZ, J.A., MACIAS-REGALADO, E., ABREU-GROBOIS, F.A. and RENDÓN-RODRÍGUEZ, S., 1989. Antennular Flagella: a useful character for distinguishing subgenera among postlarval shrimp of the genus Penaeus from the Gulf of California (Crustacea: Decapoda). Journal of Crustacean Biology 9, 482-491.
- CHAPA-SALDAÑA, H., 1963. Generalidades sobre la pesca y biología de los camarones (genero Penaeus). S.I.C., D.G.P.I.C., Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-pesqueras. México, Serie: Trabajos de Divulgación, 33, 1-32.
- DEL VALLE, I., CASTRO, I., MORALES, O., and FELIX, A., 1992. Natural regulation of the

- recruitment of penaeid postlarvae to the lagunar system of huizache-Caimanero. First European Crustacean Conference, Paris, Abstracts, p. 43.
- DEB, A.K., DAS, N.G., and ALAM, M.M., 1994. Colossal loss of shell-fish and fin-fish postlarvae for indiscriminate catch of Penaeus monodon fry along the Cox's Bazar-Teknaf coast of Bangladesh. In: Cooperation in the Coastal Zone, Dartmouth, NS, Canada Coastal Zoone, Canada Association, Conference Proceedings 4, pp. 1530-1546.
- EDWARDS, R.R.C., 1977. Field experiments on growth and mortality of Penaeus vannamei in a mexican coastal lagoon complex. Estuarine and Coastal Marine Science 5, 107-121.
- EWALD, J.J., 1965. The laboratory rearing of pink shrimp, Penaeus duorarum Burkenroad. Bulletin of Marine Science 15, 436-449.
- GRACIA-G., A., 1989. Impacto de la explotación de postlarvas sobre la pesquería de camarón blanco Penaeus setiferus (Linneaus, 1767). Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México 16(2), 255-262.
- HIRONO, Y., and LESLIE, M., 1991. Shrimp culture in Ecuador. Developments in Aquaculture and Fisheries Science 23, 783-816.
- HOLTHUIS, L.B., 1980. FAO species catalogue, shrimp and prawns of the world, an annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopsis 125(1), 1-271 pp.
- KITANI, H., 1994. Identification of the wild postlarvae of the penaeid shrimps, genus Penaeus, in the Pacific coast of Central America. Fisheries Science, 60(3), 243-247.
- KITANI, H., 1997. Larval development of the crystal shrimp Penaeus(Farfantepenaeus)brevirostris under laboratory conditions. Fisheries Science, 63(2), 218-227.
- MAIR, J. McD., 1979. Identification and behavior of postlarval penaeid shrimp from west Mexico. Doctor's thesis. University of Liverpool, U.K.
- ORTEGA-SALAS, A.A. and NÚÑEZ-PASTÉN, A., 1977. Migración de postlarvas de camarón Penaeus spp. entre Mazatlán, Sinaloa y San Blas, Nayarit. México. Pp. 449-472 in: F. A. Manrique. editor. Memorias del V Congreso Nacional de Oceanografía, Guaymas. Son., México. 22-25 oct., 1974.
- PÉREZ-FARFANTE, I. 1969. Western Atlantic shrimps of the Genus Penaeus. Fishery Bulletin 67, 461-591.
- PÉREZ-FARFANTE, I. and KENSLEY, B., 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world key and diagnoses for the Families and Genera. Mém. Mus. natn. Hist. nat. 175, 1-233. Paris ISBN: 2-85653-510-0.
- PHLEGER, F B. and AYALA-CASTAÑARES, A., 1972. Ecology and development of two coastal lagoons in northwest México. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Ciencias del Mar y Limnología 43, 1-20.
- SEPULVEDA-MEDINA, A., 1991. Análisis biológico pesquero de los camarones peneidos comerciales en el Pacífico mexicano durante el período de veda (1974-1983). Master's thesis Universidad Nacional Autónoma de México. Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y de Posgrado. Colegio de Ciencias y Humanidades, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México.
- VILLALOBOS-FIGUEROA, A., GÓMEZ, S., ARENAS, V., CABRERA, J., DE LA LANZA, G., and MANRIQUE, F., 1975. Estudios hidrobiológicos en la Laguna de Alvarado (febrero-agosto, 1966) Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología 46, 1-34.
- ZEIN-ELDIN, Z.P. and GRIFFITH, G.W. 1969. An appraisal of the effects of salinity and

temperature on growth and survival of postlarval penaeids. F.A.O. Fisheries Report 57, 1015-1026.

## RESUMEN

La acuicultura latinoamericana demanda cantidades crecientes de postlarvas de camarón postlarval Litopenaeus vannamei. En el campo se requieren criterios y métodos simples para la recolección sustentable y rentable de tal recurso, algunos de ellos radican en la selección de las postlarvas que sean al mismo tiempo las más abundantes, las más jóvenes, cuyo intervalo de tallas pueda utilizarse en la selección de mallas para la recolección selectiva y que se encuentren en un biotopo accesible. El estudio de 15,164 postlarvas derivadas de 402 muestras de plancton recolectadas en una boca litoral tropical, revelan tres estados de desarrollo morfológico definidos por el número de espinas dorsales. Las predominantes, con tres espinas constituyeron el 93 % del total, ellas fueron las postlarvas mas abundantes y las mas jóvenes disponibles. Se sugiere que la recolección masiva de postlarvas de L.vannamei se realice en bocas litorales y en frentes de playa, así mismo que las postlarvas tengan: (a) tres o menos espinas dorsales, (b) longitud total óptima  $\pm 2$  DST; 7.2 a 5.4 mm para el material estudiado.

---

Table 1. Total length of postlarval *L.vannamei* grouped by the number of dorsal spines.

---

Number of spines	n	Mean mm	STD mm	Min. mm	Max. mm
2	15	6.27	0.37	5.73	7.14
3	245	6.31	0.45	4.19	8.54
4	3	6.74	-	6.19	7.27

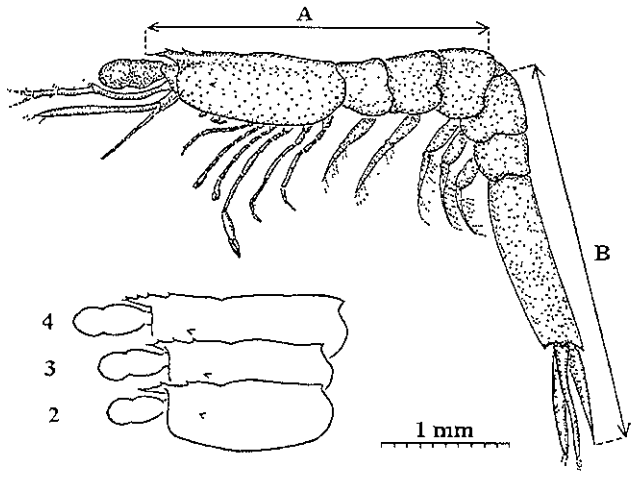
---

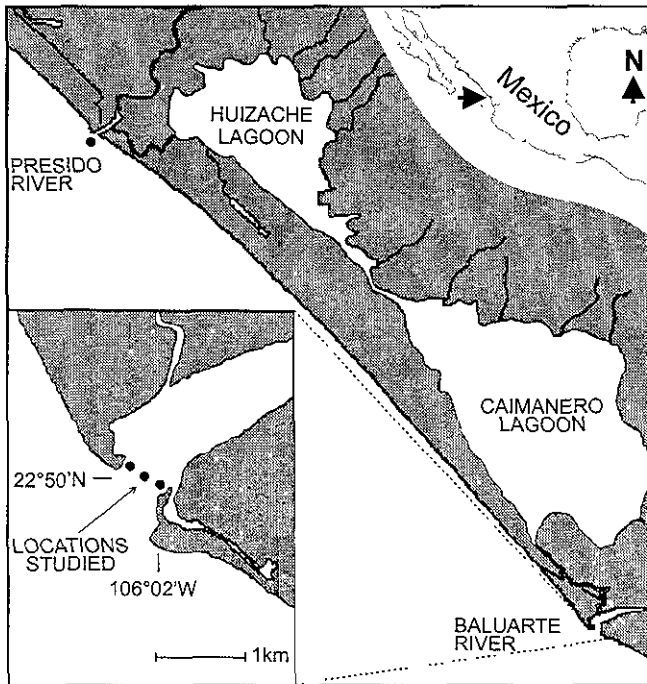


## LIST OF FIGURES

Figure 1. Postlarvae of L.vannamei bearing three dorsal spines; the two sections of the total length considered are indicated (A + B); side views of the anterior region of postlarvae bearing two, three, and four dorsal spines.

Figure 2. Location of the Baluarte River inlet in the Pacific littoral of México (arrow); Huizache - Caimanero lagunar system; Baluarte River inlet and locations studied.





## LOS PERIODOS DE PRESENCIA Y AUSENCIA DE LAS POSTLARVAS DEL CAMARON *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* BOONE (CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEIDAE) EN UNA BOCA LITORAL TROPICAL

Por: Jorge Alberto Cabrera-Jiménez

Instituto de Biología, Departamento de Zoología, UNAM, Apartado postal 70-153, 04510 México D.F.

### RESUMEN

En 1991 la producción de camarón cultivado en América Latina ascendió a 132 mil toneladas, tal producción implicó una demanda importante de postlarvas de camarón, principalmente *Penaeus (L.) vannamei*, la cual fue satisfecha básicamente con individuos recolectados del ambiente natural, por lo tanto, la identificación de los períodos de presencia y ausencia de postlarvas de camarón son importantes para evitar esfuerzos infructuosos en las operaciones de recolección masiva. En la boca litoral del Río Baluarte, Sinaloa, México, en el ciclo 1969-70, se identificó un período de aproximadamente 44 días de ausencia de postlarvas, mediante el análisis de 104 muestras de plancton, correspondientes a 14 flujos de marea. Se ofrecen tres hipótesis para tratar de explicar el período de ausencia de postlarvas: a) las temperaturas bajas impiden la reproducción y por ende las postlarvas están ausentes, b) ante las temperaturas bajas los reproductores emigran hacia aguas más profundas lo cual impide la concentración de las postlarvas, y c) es posible que existan corrientes adversas a la concentración de las postlarvas en los frentes de playa y en las bocas litorales. De cualquier manera el período sin postlarvas esta asociado con las temperaturas más bajas del ciclo térmico, información que resulta útil para evitar que los acuicultores realicen esfuerzos infructuosos de recolección masiva.

Palabras clave: juveniles, cultivo de camarones, *Penaeus vannamei*, ISE, México

### ABSTRACT

In 1991 the shrimp production by aquaculture in Latin America reached 132 thousand tons. Such a production implied an important demand of postlarval shrimp, mostly *Penaeus (L.) vannamei*, which was basically satisfied by their collection from the natural environment. Therefore the identification of periods, of abundance of postlarval shrimp in the natural environment becomes important to avoid useless efforts of massive capture. In the Baluarte River mouth, Sinaloa, México, in the shrimp cycle of 1969-70, a period of postlarval shrimp absence of approximate 44 day was identified, through the analysis of 104 plankton samples taken from 14 sea tidal influxes. Three hypothesis are offered to explain the absence period. a) the low temperatures of the cycle prevent shrimp reproduction, b) low temperatures induce migration of spawning shrimp into deeper waters preventing the concentration of postlarval shrimp, and c) littoral currents prevent recruitment of postlarval shrimp in the front beaches and in the littoral mouths. In any case the period of absence of postlarval shrimp is associated with the lowest temperatures of the water. This information is useful to rationalize efforts during operations of massive postlarval shrimp recolection.

Key words: juveniles, shrimp culture, *Penaeus vannamei*, ISE, Mexico

### INTRODUCCION

En la región costera del Océano Pacífico Oriental, donde se distribuye el camarón blanco *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone, 1931, desde México hasta Perú, está prosperando la industria del cultivo de esta especie, cuya producción en 1991 alcanzó la cifra de 132 mil toneladas (Cabrera-Jiménez y Salaya-Avila, 1993). Se considera que tal industria demanda grandes cantidades de postlarvas, y que ello implica una presión proporcional sobre las poblaciones de postlarvas del ambiente natural. Para favorecer el desarrollo comercial del cultivo del camarón sin perjudicar el equilibrio de las poblaciones y por ende al sector pesquero, se estima necesario racionalizar el esfuerzo de recolección de postlarvas.

Desde el punto de vista acuicultural, es importante reconocer las fluctuaciones poblacionales de esta especie durante su inmigración del mar a las lagunas litorales y saber si existen períodos en los que las postlarvas están ausentes en el ambiente natural a fin de evitar esfuerzos humanos y financieros infructuosos tratando de lograr su recolección masiva con fines acuiculturales. Desde el punto de vista biológico-pesquero la identificación de un período sin postlarvas refleja condiciones de la dinámica poblacional y es importante en la buena administración pesquera. También es importante conocer si en las diversas regiones geográficas en las que de manera natural se distribuye el camarón, existen períodos sin postlarvas,

como sus causas y sus consecuencias.

Antecedentes en relación a períodos de ausencia de postlarvas de camarón del género *Penaeus* son escasos. Las referencias explícitas al período de ausencia de postlarvas de *P. (L.) vannamei* han sido hechas por Cabrera-Jiménez *et al.* (1981), Bassanesi-Poli y Cabrera-Jiménez (1983), Garduño-Argueta (1985) y Solís-Ibarra (1987). Otros autores (Kutkun *et al.* 1969, Ortega-Salas y Núñez-Pastén, 1977; Mair, 1979, Poli, 1983), aún disponiendo de tal información, han obviado su interpretación. Finalmente conviene señalar la posibilidad de que la abundancia estacional de postlarvas de peneidos revele el patrón de reproducción de la especie (Rao, 1968); así que la identificación de un período de ausencia de postlarvas, puede indicar la época de reproducción correspondiente. Sepúlveda-Medina (1991), a partir del análisis del estado gonadal de organismos reproductores del camarón blanco, en el litoral del Pacífico mexicano, concluye que el número de generaciones aumenta de norte a sur: en Guaymas una generación anual, en Mazatlán de 3 a 5 generaciones y en el Golfo de Tehuantepec de 5 a 7 generaciones. El mismo autor señala que la duración del período de desove también aumenta clinalmente de norte a sur. En Guaymas la duración de los desoves es de uno a dos meses entre junio y agosto, en Mazatlán abarcan de mayo a septiembre y en el Golfo de Tehuantepec hay desoves continuos durante todo el año. De lo anterior se infiere la hipótesis de que los períodos de presencia y ausencia de las postlarvas del camarón blanco en las bocas litorales y en los frentes de playa son consecuentes con el gradiente latitudinal del reproductor reconocido por Sepúlveda-Medina (1991), en Guaymas existen tres meses de presencia de postlarvas, en Mazatlán cinco meses y en el Golfo de Tehuantepec habría postlarvas todo el año.

El objetivo fundamental de este estudio es destacar la existencia de un período caracterizado por la ausencia de postlarvas en la boca litoral del Río Baluarte, Sinaloa, México, localidad cercana a Mazatlán, y ofrecer tres hipótesis explicativas. También es objetivo de este estudio contrastar la duración del período de presencia de postlarvas inferido en la zona de Mazatlán a partir del trabajo de Sepúlveda-Medina (1991), con los resultados de este estudio. Otro objetivo es registrar el período de ausencia de cada uno de los estadios de desarrollo morfológico de las postlarvas, caracterizados por el número de espinas dorsales; sobre este último tema, no existen antecedentes en la literatura especializada. Finalmente, este estudio también tiene como objetivo derivar recomendaciones de orden práctico para racionalizar el esfuerzo de recolección masiva de postlarvas con fines acuiculturales, particularmente en

la costa del Océano Pacífico Oriental desde México hasta Perú, en relación a la posible existencia de períodos de ausencia de postlarvas.

## MATERIAL Y METODO

La boca litoral del Río Baluarte, Sinaloa, México, sitio del que procede el material estudiado, está situada en las coordenadas geográficas de 22° 50' de Latitud Norte y 106° 02' de Longitud Oeste, sobre la costa del Océano Pacífico Oriental en la región de la entrada del Golfo de California (Fig. 1).

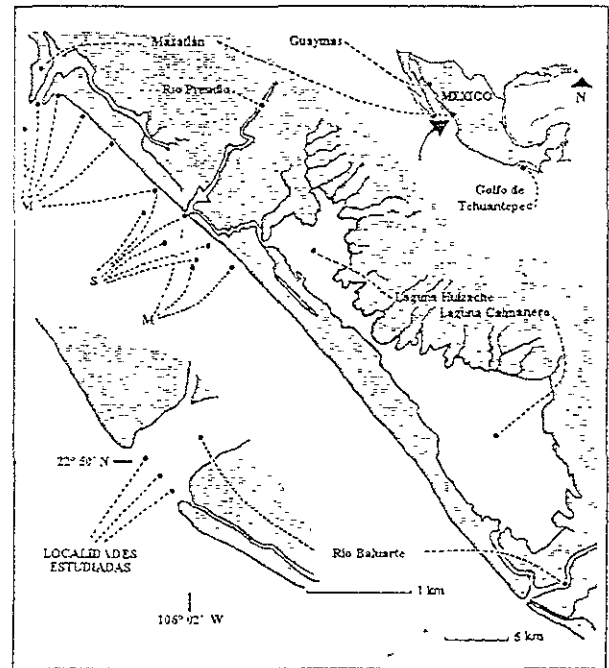


Fig. 1. Localización de la boca litoral del Río Baluarte, Sinaloa, México, mostrando las localidades estudiadas (esta investigación y Poli, 1983). Localización de las áreas litorales estudiadas por Solís-Ibarra (1987): S y por Mair (1979): M.

La determinación taxonómica de las postlarvas se realizó de conformidad con los criterios de Mair (1979) y Cabrera-Jiménez (1983). Se estudiaron 15,164 postlarvas de *P. (L.) vannamei* representadas de 24,227 organismos de la misma especie, derivadas a su vez de 605 muestras de plancton, las cuales fueron colectadas entre junio 10 de 1969 y mayo 26 de 1970, en 45 fechas diferentes decididas por las circunstancias operativas imperantes.

El número de muestras de plancton que justifican el período con postlarvas de *P. (L.) vannamei* fue de 501, en ellas al menos una postlarva de esta especie

no encontró en alguna de las muestras de plancton correspondientes a cada flujo de marea. El número de muestras de plancton, consecutivas, que justifican al período sin postlarvas de esta especie fue de 104, esto significa ausencia total ya que en ninguna de ellas se encontró una sola postlarva de esta especie.

Las muestras de plancton fueron obtenidas con dos redes de plancton, con luz de malla menor de 0.4 mm, una de 25 cm de diámetro descrita por Villalobos *et al.* (1975), y otra con 50 cm de diámetro. Los arrastres de las redes se hicieron durante cinco minutos, en sentido contrario a la corriente y en la capa superficial. Las muestras de plancton se recogieron alternadamente en tres localidades situadas en un transecto de la boca litoral, una en el centro y las otras dos a una distancia media entre el centro y en cada una de las orillas (Fig. 1). Estas estaciones se ubicaron en las proximidades de la zona de rompiente a fin de evitar la estratificación vertical del plancton.

De las muestras de plancton, en su totalidad o en alícuotas, se separaron todas las postlarvas del camarón blanco por una parte, y por la otra, las

postlarvas de las otras tres especies posibles: *P. (Farfantepenaeus) californiensis* Holmes, 1900; *P. (F.) brevirostris* Kingsley, 1878 y *P. (L.) stylirostris* Stimpson, 1874. Del lote correspondiente a *P. (L.) vannamei* se contaron las postlarvas en grupos establecidos por el número de espinas dorsales. En su caso, se obtuvieron muestras alícuotas a partir de las muestras originales, utilizando un fraccionador de plancton de tipo Folsom.

Los valores promedio de temperatura del ciclo 1969-70, referidos en la Figura 2, comprenden 164 datos; la mitad proceden de la superficie de la boca litoral y la otra mitad del fondo, todos ellos corresponden al último tercio de 33 flujos de marea caracterizado por la influencia marina. El número de flujos de marea analizados por mes fue el siguiente: 4 en noviembre, 1 en enero, y de febrero a mayo 7 flujos en cada mes. El número de datos mensuales de temperatura fue el siguiente: 28 en noviembre, 8 en enero, 26 en febrero, 40 en marzo, 28 en abril y 34 en mayo; los valores promedio de tales datos por mes se anotan y se grafican en la misma Figura 2.

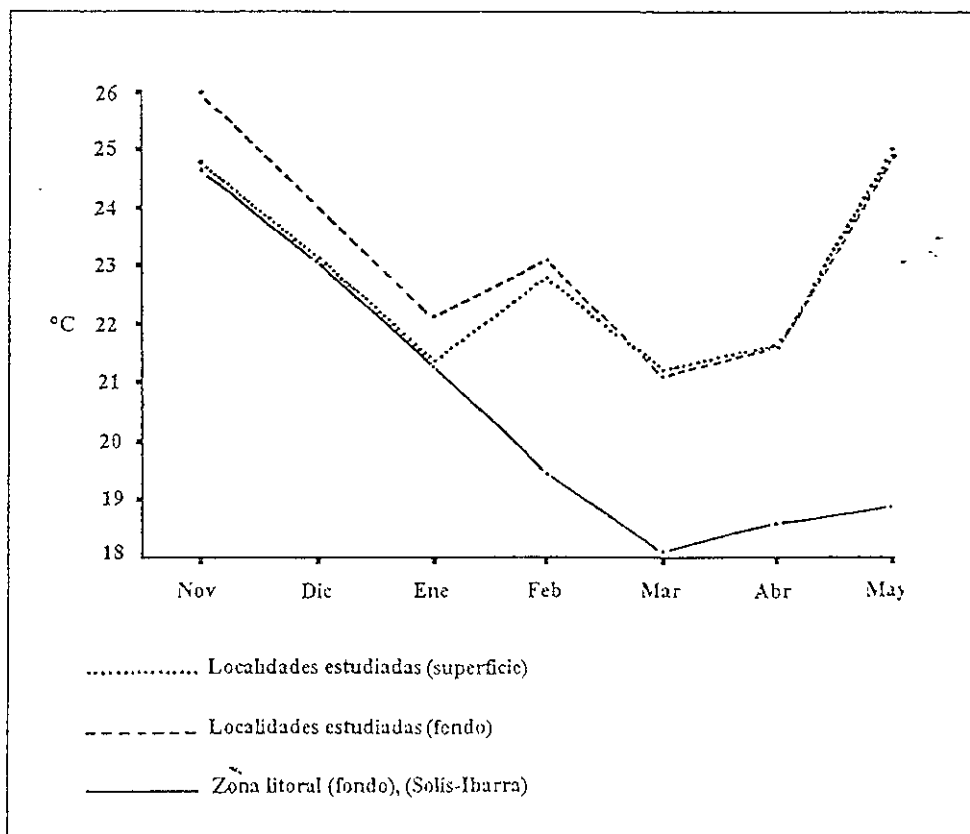


Fig. 2 Medias mensuales de la temperatura en la boca litoral del Río Baluarte durante el período con los valores más bajos del ciclo 1969-70 en superficie y fondo. Los datos corresponden al último tercio de 33 flujos de marea. Se incluyen datos correspondientes al fondo de una zona litoral cercana, del ciclo 1984-85 de Solís-Ibarra (1987)

SULTADOS Y DISCUSION

el ciclo anual de la abundancia de las postlarvas de (*L.*) *vannamei* 1969-70, en la boca litoral del Río uarte, se distinguieron dos períodos: uno de presencia de postlarvas y, otro de ausencia de ellas. El primero duró aproximadamente 321 días, de junio de 1969 a marzo de 1970 y se registró en 32 flujos de marea. El segundo período, caracterizado por la ausencia total de postlarvas duró cerca de 44 días, incluyendo todo el mes de abril y la primera quincena del mes de mayo de 1970; este último fue registrado en 12 flujos de marea y resultó representado por el período de ausencia de postlarvas con tres espinas dorsales (Fig. 3, A). La revisión de los datos sobre abundancia de postlarvas en el ciclo 1981-82, registrados también en la boca del Río Baluarte (Poli, 1983), indican que el período de presencia de postlarvas de *P. (L.) vannamei* duró aproximadamente 336 días, en tanto que el período de ausencia duró 29 días entre abril y mayo de 1982 (Fig. 3, B). La información anterior contrasta con la de Sepúlveda-Medina (1991) quien registró en el estero de San Matías el período de desove durante cinco meses, de mayo a septiembre. Esto supondría la existencia de un período de presencia de postlarvas durante un lapso similar y consecuentemente, un período de ausencia de postlarvas durante los siete meses restantes del año, un período demasiado amplio, que no concuerda con la información de los autores que han registrado el proceso de reclutamiento de postlarvas en la zona de referencia (Ortega-Salas y Núñez-Pastén 1977, Cabrera-Jiménez *et al.* 1981, Bassanesi-Poli y Cabrera-Jiménez, 1983, Poli 1983 y Solís-Ibarra 1987).

En vista de tal contraste de resultados y con el fin de concluir con la mayor certeza posible si el análisis de los períodos de presencia y ausencia de las postlarvas en las bocas litorales y en los frentes de playa es más

confiable que el análisis de la madurez gonádica en reproductores, para registrar el período de reproducción de las especies de camarones peneidos estuarino-dependientes, se sugiere la conveniencia de validar la sensibilidad de ambos procedimientos.

Se desconoce si en la región geográfica de referencia, existe una variabilidad interanual recurrente en la duración de los períodos de presencia de postlarvas alternando con los de ausencia de manera regular todos los años, o si existen años en los que las postlarvas estén presentes durante todo el tiempo. Sin embargo, la historia de la producción pesquera correspondiente demuestra la presencia de postlarvas por lo menos en un período del año en esta región. Por lo anterior, se considera que la alternancia de ambos períodos pudiera ser lo más frecuente en la localidad de referencia.

Para tratar de explicar el período de ausencia de postlarvas en las localidades estudiadas se proponen tres hipótesis: a) en la plataforma continental asociada con la reproducción de esta especie y con la migración de las postlarvas a la boca litoral de referencia, masas de agua con temperatura baja inhiben el ciclo reproductor, particularmente la fase de desove, (posiblemente temperaturas menores de 20 °C), lo cual se traduce en un período de ausencia de postlarvas en la boca litoral, b) masas de agua con temperatura baja inducen a los reproductores a desplazarse a zonas más profundas de la plataforma continental, y esto incide en la ausencia de postlarvas en la boca litoral, c) las postlarvas no arriban a la boca litoral por efecto de las corrientes.

La primera hipótesis implica que el inicio de la reproducción depende de la elevación térmica en el fondo capaz de promover el ciclo reproductor, de manera similar a lo señalado por Eldred *et al.* (1965). La

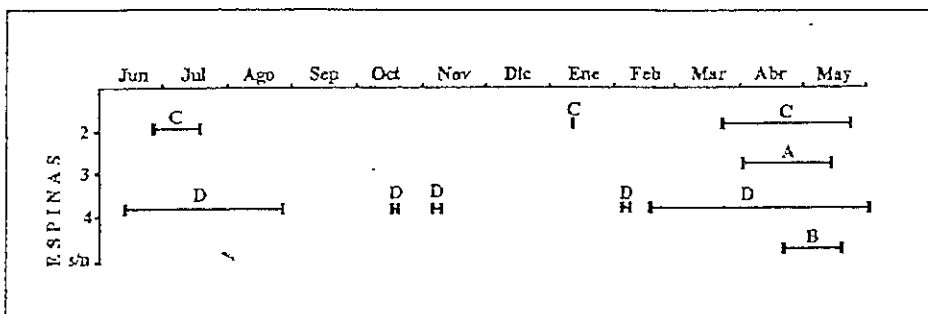


Fig. 3. Períodos de ausencia de postlarvas de *P. (L.) vannamei* en la boca del Río Baluarte, según su estado de desarrollo morfológico, definido por el número de espinas dorsales. A, C, D: este estudio, ciclo 1969-70. B: datos analizados de la información de Poli (1983) del ciclo 1981-82, s/n = sin número determinado de espinas dorsales.

reproducción por lo tanto se manifiesta en la abundancia de postlarvas en los frentes de playa y en las bocas litorales en los términos de Rao (1968). En la región litoral de Sinaloa estudiada en el ciclo 1984-85 por Solís-Ibarra (1987) (Fig. 1: S), se registró una época con temperaturas bajas en el fondo ( $> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (Fig. 3), asociada con un período de ausencia de postlarvas de *P. (L.) vannamei*, precedido por cierto tiempo con temperaturas bajas (Solís-Ibarra 1987). Una situación similar fue aun más evidente en el ciclo 1969-70 referido en este estudio. Se desconoce si existe un patrón de variabilidad de largo plazo.

Las temperaturas más bajas del ciclo térmico 1969-70, estuvieron relacionadas con el período de ausencia de postlarvas de camarón blanco, tales temperaturas oscilaron entre 21 y 23  $^{\circ}\text{C}$  entre enero y abril en la boca litoral (Fig. 2), lo cual sugiere valores menores o cercanos a 20  $^{\circ}\text{C}$ , en fondo de la región litoral. Se propone la hipótesis de que en los ciclos 1969-70, 1981-82 (Poli 1983) y 1984-85 (Solís-Ibarra 1987), en las áreas reproductoras asociadas al reclutamiento de postlarvas en la boca litoral del Río Baluarte, el mes de marzo haya sido el más representativo para la terminación de la época de reproducción y el mes de mayo lo haya sido para el inicio de la misma, desde el punto de vista de la posible influencia de la temperatura en la reproducción.

Poli (1983) señala que "en relación a la temperatura, la mayoría de los autores coinciden en que juega un papel secundario en la inmigración"; sin embargo, los resultados de este estudio, indican que la temperatura juega un papel importante en la reproducción y por ende en la presencia o ausencia de postlarvas del camarón blanco en los frentes de playa y en las bocas litorales. La revisión de los datos originales de Poli (1983) revela también la existencia de un período sin postlarvas asociado a las temperaturas más bajas del ciclo térmico, entre 21 y 24  $^{\circ}\text{C}$  en la misma boca litoral.

Arteaga-Salas y Núñez-Pastén (1977), en su información geográfica de la boca litoral de Teacapán Nay/Sin, México, conocen dos períodos sin postlarvas de *P. (L.) vannamei*: uno entre noviembre y diciembre de 1970 y otro entre febrero y abril de 1971. Ambos períodos también están relacionados con las temperaturas más bajas del ciclo térmico. Las medias de tales temperaturas bajas se encuentran entre 20 y 21  $^{\circ}\text{C}$ , valores similares a los de este estudio.

Arturo (1979), en nueve localidades situadas en una franja litoral de 24 km, entre el Puerto de Mazatlán y las proximidades de la boca litoral del Río Presidio (Fig. 1:

M), muestra en su material gráfico, un período sin postlarvas de *P. (L.) vannamei* entre marzo, abril y mayo de 1978, mismo que se asocia con las temperaturas superficiales más bajas (22 y 23  $^{\circ}\text{C}$ ) registradas por este autor. Es oportuno indicar que las temperaturas que efectivamente debieran considerarse al analizar su efecto limitante sobre la reproducción deberían ser aquellas asociadas con los fondos en los que se distribuyó la población reproductora, las cuales pudieran ser varios grados menores que las registradas para la boca litoral y en la superficie. Solís-Ibarra (1987) refiere, en el fondo de la zona litoral, los valores térmicos más bajos del ciclo ( $< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en los meses de febrero a mayo (Fig. 2), asociados con el período de ausencia de postlarvas. La información de este autor permite proponer la hipótesis de que las temperaturas menores o cercanas a 20  $^{\circ}\text{C}$  detengan la reproducción y, por el contrario, las temperaturas por arriba de estos valores la hagan posible.

El efecto de la temperatura sobre la reproducción podría explicar la alternancia de períodos con y sin postlarvas en las bocas litorales o en su caso la presencia continua de ellas. Garduño-Argueta (1989) señaló extremos en las fluctuaciones de la producción de camarón relacionadas con la presencia de dos fenómenos: una buena temporada (1982-83) que coincidió con la presencia del fenómeno de "El Niño" (año caliente) y una mala temporada (1986-87) relacionada con una surgencia detectada en junio de 1986 en la zona de los ríos Baluarte y Presidio (año frío, con temperaturas menores a 20  $^{\circ}\text{C}$ ). Esta información permite establecer la hipótesis de que el fenómeno de "El Niño" incide en la ampliación del ciclo reproductor, posiblemente hasta el extremo de promover la reproducción continua durante todo el año, en tanto que el fenómeno de "El Antiniño" incide en el sentido contrario ampliando el período de ausencia de postlarvas. Por otra parte, también sugiere que los fenómenos de surgencia, al abatir la temperatura de los fondos tiendan a reducir ó incluso inhibir la reproducción del camarón. De ahí que cada caso definido en su tiempo y en su espacio deberá ser analizado de acuerdo con la especie y con la población de que se trate, para explicar la alternancia de los períodos de presencia o de ausencia de postlarvas ó los ciclos con presencia continua de ellas.

La segunda hipótesis se desprende de la afirmación de Chapa-Saldaña (1963), quien señaló que ante la baja temperatura (sin especificar valores térmicos) los camarones emigran a aguas más profundas. Esta hipótesis sería válida si se demostrara que los reproductores de *P. (L.) vannamei* emigran a aguas más profundas ante temperaturas bajas, sin embargo no se dispone de evidencias sobre este fenómeno. Garduño-



Argueta (1989) observó un desplazamiento batimétrico de *P. (F.) brevirostris* asociado principalmente a la temperatura; en el período invierno-primavera se le capturó en sitios relativamente someros (0-18 m) mientras que en el verano-otoño en profundidades mayores entre 74 y 90 m.

Dependiendo de la magnitud y de la dirección de este fenómeno, se explicaría el período de ausencia de postlarvas de camarón blanco en la boca litoral y en la boca de referencia. De manera complementaria vale destacar que Linder y Anderson (1956) señalaron que las postlarvas de *P. setiferus*, especie bicariante de *P. (L.) vannamei* en el Golfo de México, se mueven hacia aguas someras con un incremento en la temperatura, lo cual acentúa la importancia de la temperatura en el desplazamiento batimétrico de los camarones.

La tercera hipótesis, implica la posibilidad de que las postlarvas no lleguen a la boca litoral en una época porque existan corrientes litorales que lo impidan. Sin embargo, esta hipótesis carece de datos puntuales que la apoyen, respecto de la distribución de las postlarvas de *P. (L.) vannamei* en esta zona, aun cuando sí se ha consignado un caso de surgencia (Garduño-Argueta, 1989), mismo que pudiera haber impedido el arribo de las postlarvas a la costa, así que esta hipótesis no debe descartarse en análisis posteriores. Desde luego cualquier combinación de las tres hipótesis anteriores también pudiera ser importante para explicar el fenómeno de referencia en un planteamiento multivariado.

Algunos autores han citado la presencia continua de postlarvas a lo largo de todo el ciclo anual (Baxter, 1963, Amant *et al.*, 1966, Prawirodihardjo *et al.*, 1975, Poor-Hamid, 1976, Gamba and Rodríguez, 1987). En el caso de *P. (L.) vannamei* el período de presencia de postlarvas pudiera ser continuo en el Golfo de Tehuantepec, porque de acuerdo con Sepúlveda-Medina (1991), la reproducción es continua todo el año, con 5 a 7 generaciones y desoves durante el año, con desoves máximos sostenidos de julio a enero y desoves mínimos de febrero a junio y con hembras de madurez avanzada durante la mayor parte del año. Sin embargo cabe especular que en algunas regiones del Golfo de Tehuantepec existen surgencias marinas originadas por los vientos Tehuantepecanos, mismas que, cuando se presentan, seguramente interrumpen la reproducción del camarón blanco como consecuencia de las temperaturas bajas que se generan.

Cabe enfatizar que los resultados de este estudio en alguna medida coinciden con los de Sepúlveda-Medina (1991) particularmente en cuanto al inicio de la

temporada de reproducción en Mayo, en la región de Mazatlán; sin embargo, dicho autor limita el período de reproducción a septiembre, durante cinco meses, lo cual no coincide con los datos de este estudio ya que en el ciclo 1969-70, como se ha dicho anteriormente, se registraron postlarvas del camarón blanco inclusive hasta el mes de marzo, esto es el período reproductor duró 10.5 meses. Lo anterior sugiere la hipótesis de que el análisis de los períodos de presencia de postlarvas en las bocas litorales pudiera ser más sensible que el análisis de madurez en reproductores para definir los límites de los períodos con y sin reproducción. Esta hipótesis tendría interés en la toma de decisiones para establecer el período de veda en las pesquerías comerciales.

Por otra parte, la identificación del período de ausencia de postlarvas en la boca litoral de referencia tiene dos implicaciones prácticas en su caso: a) advierte a los acuicultores del camarón de la posible existencia de una época en la que podría resultar infructuoso el esfuerzo para capturar masivamente postlarvas en el medio natural, y b) advierte a los investigadores del recurso pesquero que deben tomar en cuenta la posible existencia de tal período en los estudios de crecimiento de postlarvas y juveniles en el interior de los sistemas lagunares. A este respecto Macías-Regalado (1973, *vide* Edwards, 1977), se refiere al reclutamiento continuo de postlarvas de esta especie en el sistema lagunar asociado a la boca litoral del Río Baluarte, tanto en la época seca como en la de lluvias; sobre esta premisa Edwards (1977) estableció estimaciones sobre crecimiento, mismas que a la luz de la identificación de un posible período sin postlarvas, objeto de este estudio, merecerían alguna reconsideración.

De lo anterior se infiere la recomendación de que en el área de distribución natural del camarón *P. (L.) vannamei*, desde México hasta Perú, se realicen los estudios necesarios para diagnosticar anualmente los períodos de ausencia o la presencia de postlarvas y en su caso se proceda a notificar lo consecuente a los usuarios del recurso.

Por otra parte, la ausencia de las postlarvas del camarón blanco, analizada por el número de espinas dorsales ofrece un mayor detalle en el análisis de este fenómeno. En el ciclo 1969-70, los organismos con tres espinas dorsales alternaron un solo período de presencia con otro de ausencia y esto coincidió con el patrón general de abundancia de las postlarvas de esta especie (Fig. 3, A). Los organismos con dos espinas dorsales estuvieron ausentes en dos o tres temporadas una en junio-julio, posiblemente otra en enero y la más importante en marzo, abril y mayo; de ellos sólo se

lítica con alguna seguridad la última, porque está asociada con el período de ausencia generalizada de postlarvas de esta especie en la zona de referencia (Fig. 3, C). La ausencia en junio-julio y la posible ausencia de enero pudieran implicar la distribución de los organismos con tres espinas en zonas litorales alejadas de la boca litoral, de suerte que no hubieran llegado a ésta sino hasta después de alcanzar el siguiente estado de desarrollo morfológico. Los organismos con cuatro espinas registraron la ausencia más prolongada y frecuente, solo estuvieron presentes en breves temporadas de septiembre, octubre, noviembre, enero y febrero (Fig. 3, D). Esto sugiere dos situaciones, la presencia obligada de abril y mayo por una parte, y por otra un alto grado de éxito de las postlarvas con tres espinas en su ingreso al sistema lagunar.

## CONCLUSIONES

En el ciclo 1969-70, en la Boca litoral del Río Baluarte, Sinaloa, México, se distinguieron dos períodos: uno de presencia y otro de ausencia de postlarvas. El primero duró aproximadamente 321 días y el segundo cerca de

Para explicar la alternancia de ambos períodos se plantearon tres hipótesis: a) el período de ausencia de postlarvas estuvo relacionado con la interrupción del período reproductor alrededor del mes de marzo y éste estuvo asociado con corrientes litorales frías capaces de interrumpir el ciclo reproductor, b) la ausencia de postlarvas se debió a la migración de los reproductores hacia aguas más profundas como consecuencia de la invasión de masas de agua con temperaturas bajas, y c) el período de ausencia de postlarvas estuvo asociado con corrientes litorales adversas a la concentración de postlarvas en la boca litoral.

Los meses más importantes del período de ausencia de postlarvas para el ciclo 1969-70, fueron todo el mes de abril y la primera mitad del mes de mayo. Pero considerando los datos de este estudio y los de otros autores, los meses más representativos del período de ausencia fueron marzo, abril y mayo, lo cual sugiere que este pudiera ser el período más inseguro para la colección masiva con fines acuiculturales de postlarvas de *P. (L.) vannamei* en la localidad de referencia.

Se señala la hipótesis de que en las regiones productoras correspondientes asociadas al asentamiento de postlarvas en la boca litoral del Río Baluarte, el mes de marzo fuera el más representativo para la terminación de la época de reproducción y el mes de mayo lo fuera para el inicio de la misma.

Los organismos con tres espinas dorsales alternaron un solo período de presencia con uno de ausencia y esto coincidió con el patrón general de las postlarvas de esta especie, no así sucedió con organismos con dos y cuatro espinas dorsales en los que los períodos de ausencia fueron más recurrentes.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio es un homenaje a la memoria del Dr. Alejandro Villalobos Figueroa +, Maestro y Amigo. Las siguientes personas colaboraron en la obtención y el procesamiento de datos y muestras en distintos momentos, T.P. Robinson Chiñas, T.P. Daniel Méndez y Biól. Rosa María Castillo. El Ing. Agustín Fernández Eguarte apoyó la elaboración de las figuras. Los datos y las muestras originales de este estudio fueron recabados durante la aplicación del Proyecto Piloto Escuinapa y Yavaros, bajo el Contrato de Estudios No. El-69-93, entre el IB-UNAM y la S.R.H., proyecto que fue administrado por el Dr. Agustín Ayala Castañares. Se agradece la revisión crítica de este estudio a Dr. Luis Arturo Soto González. Un revisor anónimo aportó algunas correcciones pertinentes.

## REFERENCIAS

- Amant, L.S.ST., M.J. Lindner, G.W. Allen, R.M. Ingle, W.J. Demoran, y T.R. Leary (1966): The shrimp fishery of the Gulf of México (Rio Grande to Key West, Florida) biological notes and recommendations. *Gulf Stat. Mar. Fish. Comm., Informat. Ser.* (3):1-10.
- Bassanesi-Poli, A.T., y J.A. Cabrera-Jiménez (1983): Nota sobre un período de ausencia de postlarvas del camarón blanco *Penaeus vannamei* (Boone) en la zona litoral del sur de Sinaloa, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nat. Autón. México.* (53), *Serie Zoología* (1):433.
- Baxter, K.N. (1963): *Abundance of postlarval shrimp - one index of future shrimping success.* Gulf Caribb. Fish. Inst., Fifteen Annual Session, 1962:79-87.
- Cabrera-Jiménez, J.A., M. Mendoza-R., G.J. Valencia-R. y R. M. Castillo-D. (1981): *Massive availability of postlarval Penaeus vannamei for aquaculture, at Baluarte River, México.* Poster presented in the World Conference on Aquaculture and International Aquaculture Trade Show; European Mariculture Society, Venice, Italy, 21-25 Septiembre.
- Cabrera-Jiménez, J.A. (1983): Caracteres of taxonomic value of the postlarvae of the shrimp *Penaeus (Farfantepenaeus) brevisrostris* Kingsley (Decapoda Natantia), of the Gulf of Mexico. *Crustaceana* 44(3): 292-300.

- JILA II GCP/RLA/102/ITA, *Documento de Campo* 12, México, D.F., 1-94 pp.
- pa-Saldaña, H. (1963): Generalidades sobre la ca y biología de los camarones (genero *Penaeus*). C., D.G.P.I.C., Instituto Nacional de Investigaciones ógico-pesqueras, México, *Serie Trabajos de ulgación* 33(4):1-32.
- rards, R.R.C. (1977): Field experiments on growth mortality of *Penaeus vannamei* in a mexican stal lagoon complex. *J. Estuar. Coastal Mar. Sci.* 107-121.
- ed, B., J. Williams, G.T. Martin y E.A. Joyce, Jr. (1955): Seasonal distribution of penaeid larvae and larvae of the Tampa Bay area, Florida. *Fla. State Conserv., Tech. Ser.* (44):1-47.
- mba, A.L., y G. Rodriguez (1987): Migratory avour of postlarval white, *Penaeus schmitti*, and river shrimps, *Macrobrachium olfersi* and *Macrobrachium acanthurus*, in their zone of overlap in pical lagoon. *Bull. Mar. Sci.* 40(3):454-463.
- duño-Argueta, H. (1985): *Análisis de los muestreos camarón de alta mar realizados en las costas de oloa y norte de Nayarit, en el período de mayo a to de 1985*. Boletín Informativo, Agosto de 1985, P Mazatlán, Sin., INP.
- duño-Argueta, H. (1989): *Algunos aspectos de la ogía pesquera del camarón rojo Penaeus brevirostris nsley, 1878 (Crustacea: Decapoda, Penaeidae) de lataforma continental del sur de Sinaloa, México*. versidad Nacional Autónoma de México, Colegio de ncias y Hunmanidades, Unidad Académica de los os Profesionales y de Posgrado, Instituto de ncias del Mar y Limnología, 1-176 pp.
- kun, J.H., H.L. Cook y K.N. Baxter (1969): istribution and density of prejuvenile *Penaeus* shrimp alveston entrance and the nearby Gulf of México. *O. Fish. Rep.* 57(3):1075-1099.
- er, M.J., y W.W. Anderson (1956): Growth, ations, spawning and size distribution of shrimp *Penaeus setiferus*. *Fish. Bull. U. S.* 56(106):553-645.
- ias-Regalado, E. (1973): Estudio sobre patrones de istribución de postlarvas de camarón del género *Penaeus* durante sus movimientos entre el mar y las nas costeras. Instituto de Biología, Universidad onal Autónoma de México, 62 pp.
- , J.McD. (1979): The identification of postlarvae our species of *Penaeus* (Crustacea: Decapoda) from the Pacific coast of México. *J. Zool. Lond.* (188): 347-351.
- Noor-Hamid, S. (1976): The occurrence and abundance of shrimp fry at Jepara in 1975 and 1976. *Bull. Shrimp Cult. Res. Cent.* II(1+2): 158-168.
- Ortega-Salas, A.A., y A. Núñez-Pastén (1977): *Migración de postlarvas de camarón Penaeus spp. entre Mazatlán, Sinaloa y San Blas, Nayarit, México*. Memorias del V Congreso Nacional de Oceanografía, Guaymas, Son., México, (F.A. Manrique, ed.), 22-25 Oct. 1974, 449-472 pp.
- Poli, C.R. (1983): *Patrón de migración de postlarvas de Penaeus spp. (Crustacea: Decapoda, Penaeidae) en la Boca del Río Baluarte, Sinaloa, México*. Tesis Doctoral, UNAM, 1-182 pp.
- Prawirodihardjo, S., A. Poernomo, S. Nurhamid, C. Siswono y J. Nugroho (1975): Occurrence and abundance of prawn seed at Jepara. *Bull. Shrimp Cult. Res. Cent.* 1(1):19-26.
- Rao, P.V. (1968): Maturation and spawning of the penaeid prawns of the southwest coast of India. *FAO Fish. Rep.* 57(2):285-301.
- Sepúlveda-Medina, A. (1991): *Análisis biológico pesquero de los camarones peneidos comerciales en el Pacífico Mexicano durante el período de veda (1974-1983)*. Tesis de Maestro en Ciencias del Mar (Oceanografía Biológica y Pesquera), UNAM, 1-154 pp.
- Solís-Ibarra, R. (1987): Variación temporal y espacial de la abundancia de postlarvas de camarón blanco (*Penaeus vannamei* Boone) en la zona litoral adyacente a la boca del Río Presidio, Sinaloa (Crustacea: Decapoda, Penaeidae). Tesis de Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM, 1-61 pp.
- Villalobos-F., A., S. Gómez, V. Arenas, J. Cabrera, G. de la Lanza, y F. Manrique (1975): Estudios hidrobiológicos en la Laguna de Alvarado (febrero-agosto, 1966). *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México* (46), *Ser. Zoología* (1):1-34.

Recibido: 3 julio 1997

## DISCUSION GENERAL

### 1. MORFOLOGIA Y TAXONOMIA

#### 1.1 LA NECESIDAD DE CONTRIBUIR AL CONOCIMIENTO DE LA MORFOLOGIA Y LA TAXONOMIA DE POSTLARVAS Y LARVAS DE LOS CAMARONES PENEIDOS DE IMPORTANCIA COMERCIAL

En el país la diversidad biológica de los camarones de importancia comercial asciende a 10 o 12 especies (Cabrera Jiménez inédito: b) solamente dos son objeto de cultivo comercial y de ellas, una sola es verdaderamente trascendente en la acuicultura mexicana. La distinción taxonómica de las postlarvas de esas especies deja mucho que desear y aún más lo que corresponde a las fases larvarias.

De lo anterior se deriva la necesidad de recomendar que se intensifiquen los estudios morfológico taxonómicos de larvas y postlarvas hasta el punto de hacer posible la práctica de su identificación en el campo.

Para ello, un recurso casi inexplorado para encontrar caracteres buenos lo constituye el estudio quetotáxico y de la estructura cuticular con el concurso de microscopía de barrido; desde luego tales caracteres no podrían ser empleados para la identificación en campo, en cambio sí podrían asociarse a caracteres merísticos, morfométricos, pigmentarios, poros cuticulares o de otra índole, apropiados para su empleo en el campo.

Los primeros esfuerzos en tal sentido fueron realizados en referencia a la quetotaxia de la anténula en postlarvas de dos especies *P. vannamei* y *P. stylirostris* (Cabrera Jiménez y Gómez Gil 1991, Gómez Gil, y Cabrera Jiménez, sometido).

Potencialmente, todas las especies de camarones peneidos de importancia comercial que habitan en aguas mexicanas, son candidatos naturales para la acuicultura, lograr su incorporación a la acuicultura implicará seguramente esfuerzos multidisciplinarios orientados a lograr la rentabilidad adecuada, partiendo de diseños tecnológicos y estrategias acuiculturales convenientes, lo cual a su vez demanda investigaciones científicas, tecnológicas y organizacionales.

#### 1.1.2 MORFOLOGIA Y TAXONOMIA DE LAS POSTLARVAS DE ALGUNAS ESPECIES

El conocimiento de la taxonomía de las postlarvas, en el noroeste de México entró en una etapa de consolidación a partir del trabajo de Mair (1979), quien discutió la importancia del patrón de cromatóforos y de la longitud del rostro en la identificación de postlarvas vivas y recién preservadas de *P. (L.) vannamei*, *P. (L.) stylirostris*, *P. (F.) californiensis* y *P. (F.) brevirostris*. Sin embargo, aun cuando el trabajo de Mair resultó suficiente para identificar a las postlarvas de *P. (L.) vannamei*, dejó planteadas varias dudas en referencia a las otras especies.

En relación con las postlarvas de *P. (L.) vannamei*, Poli (1983) sugiere que los trabajos de Soto-López (1969), Cabrera-Jiménez (inédito: a) y Calderón-Pérez (1977), pudieron referirse a tal especie, lo cual no parece exacto toda vez que dichos trabajos son anteriores al trabajo de Mair (1979).

Cabe destacar que la información del presente trabajo es útil para contribuir a la caracterización de las postlarvas de *F. brevirostris* con, al menos, tres a siete espinas dorsales, a partir de los siguientes caracteres: (a) la presencia de la espina antenal; (b) la presencia de espínulas sobre la carina dorsal del sexto segmento abdominal, en las postlarvas con cinco o más espinas dorsales; (c) el rostro robusto y obtuso como carácter exclusivo de las postlarvas de dicha especie con cinco, siete, y probablemente seis espinas dorsales; (d) el número de espinas dorsales que se incrementa de acuerdo con el proceso de desarrollo morfológico. Estos son hallazgos que sugieren la conveniencia de adoptar el análisis morfológico taxonómico de las postlarvas de otras especies considerando el número de espinas dorsales y asociando a este carácter la incidencia de los demás.

El número de espinas dorsales, considerado aquí como indicador del estado de desarrollo morfológico, no es necesariamente un carácter correlativo con la edad en días de vida, porque de acuerdo con Zein-Eldin y Griffith (1969) bajo diferentes condiciones ambientales el desarrollo morfológico puede tomar diferente tiempo.

Respecto a dicho desarrollo morfológico, se recomienda el estudio de la abundancia, la distribución y la disponibilidad para el cultivo de las postlarvas de los camarones comerciales en las costas camaroneras del mundo. Asimismo se recomienda el estudio de las relaciones entre el estado de desarrollo morfológico de las postlarvas y su distribución tanto en el litoral como en las lagunas costeras y también se recomienda el estudio de la relación entre el estado de desarrollo morfológico y el ingreso de las postlarvas a las lagunas litorales, en su caso.

## 7.2 MIGRACION Y RECOLECCION MASIVA

### 7.2.1 LA DEMANDA DE POSTLARVAS

Se estima que la demanda de postlarvas seguirá en aumento debido a que el proceso de expansión de la acuicultura del camarón aún se encuentra en su fase inicial y es factible que entre en una fase de desarrollo importante en el mediano plazo. En México, lo anterior implica en primer término al camarón blanco *L. vannamei* y en segundo al camarón azul *L. stylirostris*. El límite de la demanda se podría encontrar relacionado tanto con el nivel de intensidad del cultivo como por la superficie disponible para ello.

La superficie cultivable se ha estimado entre 50,000 Ha (Cabrera-Jiménez *et al.* Inédito), 470,000 Ha (Garduño Argueta, inédito) y 800,000 Ha (SEPESCA, inédito). Ello supone bajo cualquier alternativa, que actualmente la disponibilidad de áreas para el cultivo no es un límite para el crecimiento de esta acuicultura y por ende tampoco lo es para el incremento de la demanda de postlarvas.

Desde 1998, en México se han empezado a ofertar postlarvas de laboratorio certificadas como organismos libres de enfermedades particularmente virales, pero es frecuente que tales postlarvas presenten alta mortalidad, misma que alcanza hasta el 50 %, bajo régimen de cultivo intensivo en estanques de tierra.

### 7.2.2 LA MIGRACION POSTLARVAL DEL CAMARÓN BLANCO *L. vannamei*

La migración postlarval de algunos peneidos a los ecosistemas costeros tales como el manglar, las

bahías, los pantanos y los esteros, para completar su ciclo de vida en los términos de Mohamed y Rao (1971, fide: De Freitas 1986), se ha considerado como un fenómeno obligado para *L. vannamei*, ésta es una especie claramente asociada con el ambiente de manglar durante su desarrollo juvenil y subadulto, lo que explica su penetración por la boca del Río Baluarte, sin embargo, no se ha demostrado que tal asociación se dé de manera estricta y necesaria, esto significa que no debe descartarse la posibilidad de que el desarrollo de juveniles y subadultos pueda realizarse en áreas de influencia marina litoral ajenas al ambiente de manglar en el sentido estricto, al menos no lo es en cuanto a sus requerimientos de salinidad en el ambiente, pues se ha demostrado en la práctica acuicultural que puede ser cultivado en salinidades muy superiores a las marinas.

Los trabajos experimentales, Ponce-Palafox *et al.* (1997) señalan que la combinación de temperaturas y salinidades para el mejor cultivo de *L. vannamei* se encuentra entre 28 y 30 °C y de 33 a 40 ‰, lo cual apoya la hipótesis de que el ciclo de esta especie pudiera cerrarse prescindiendo del ambiente lagunar en muchas localidades de la Costa del Pacífico Oriental. Por lo tanto parece que la migración postlarval a las lagunas costeras no es vital, pero si tal vez ventajosa, para cerrar el ciclo biológico de este camarón.

A pesar de que las cuatro especies en estado postlarval penetran por la boca litoral del Río Baluarte, solamente una *L. vannamei* es importante en la pesquería lagunar. Esto sugiere que las otras tres no permanecen en la laguna. Se ha podido confirmar la salida de postlarvas de las cuatro especies durante los reflujos de marea, y que el saldo es positivo para *L. vannamei* y no lo es para las otras tres, lo cual explica la existencia de la pesquería de dicha especie en lagunas litorales.

De acuerdo con Macintosh (1988), la asociación entre peneidos y ambientes de manglar, inclusive la migración de sus postlarvas del mar hacia los manglares, ha sido demostrada para muchas especies de peneidos con importancia comercial, sin embargo se carece de estudios que ilustren el grado de dependencia de los camarones sobre dicho ambiente. El mismo autor señala que Hall (1962), fue el primero en sugerir una asociación entre peneidos y ambientes de manglar, el autor cita como ejemplo los casos de cinco especies de importancia comercial, de la costa oriental de sur de Tailandia, referidas por Boonruang y Janekarn (1985): *P. monodon*, *P. semisulcatus*, *P. merguensis*, *P. indicus* y *P. japonicus*; también cita a cuatro especies para la región de Malasia-Singapur, referidas por Hall (1962) y por Chong (1979): *P. merguensis*, *P. indicus*, *P. latisulcatus* y *Metapenaeus bennettiae* (= *masterssi*) y para la región neotropical señala a *P. aztecus*, *P. duorarum* y *P. stylirostris*, también como especies asociadas al ambiente de manglar.

De acuerdo con De Freitas (1986) apoyado en otros autores (Dakin 1938, Joyce y Eldred 1966, Kutkuhn 1966, Miguel 1984) señala que la mayoría de las especies de peneidos de importancia comercial que se pescan en la plataforma continental tienen sus áreas de crianza en ecosistemas costeros tales como manglares, bahías y estuarios. Mohamed y Rao (1971, Fide: De Freitas 1986) consideran que no esta perfectamente comprendida la dependencia de algunos peneidos con los ecosistemas costeros tales como el manglar, las bahías, los pantanos y los esteros, para completar su ciclo de vida, tales consideraciones son válidas para todas las especies de camarones comerciales que habitan las costas de México.

### 7.2.3 LOS RIESGOS DE LA CAPTURA MASIVA DE POSTLARVAS

Un número creciente de empresas cultivadoras de camarón ha incrementado la presión pesquera sobre las poblaciones postlarvales del camarón blanco *L. vannamei*. El riesgo de daño hacia las pesquerías artesanal e industrial es menor en la medida en que la recolección de postlarvas implica estadios más jóvenes. El riesgo financiero es menor en el cultivo del camarón si la recolección masiva de postlarvas se realiza en las zonas de mayor concentración dentro de las áreas de inmigración.

Los métodos de recolección autorizados por la norma mexicana no son selectivos, de manera que estas operaciones afectan de diversas maneras a un gran número de plantobiontes, 100 organismos por cada postlarva recolectada, si se tomara en consideración la información de Body y Clay (1998), sin que se tenga información formal de sus efectos, tanto sobre las poblaciones afectadas, los ecosistemas, o sobre los recursos pesqueros implicados directa o indirectamente.

Por otra parte, el costo de la recolección de las postlarvas avanzadas y de los juveniles en el interior de los sistemas lagunares muchas veces ha resultado riesgoso para las mismas operaciones acuiculturales, toda vez que frecuentemente se realizan operaciones infructuosas por desconocimiento de la taxonomía, de los patrones de distribución, o inclusive porque la recolección incide sobre organismos estresados en límites incompatibles con los presupuestos acuiculturales, lo cual se traduce en pérdidas o en bajos rendimientos financieros en la etapa de engorda.

Las operaciones de recolección masiva de postlarvas enfrentan, por otra parte, la falta de organización comercial de los recolectores, de suerte que cada vez es más frecuente la sobre oferta estacional de postlarvas lo cual se traduce en precios bajos con las consecuentes resultados indeseables para los mismos recolectores.

La captura masiva de postlarvas silvestres entraña riesgos tanto para quienes las pescan, como para las pesquerías tradicionales de camarón y aun para los ecosistemas implicados. Tales riesgos se podrán disminuir en la medida en que se conozca la biología pesquera de estos organismos, se ejerza una explotación racional de los mismos y se garantice la pesca selectiva con el fin de no afectar a poblaciones, ecosistemas o recursos pesqueros.

### 7.2.4 LA MAGNITUD DE LA RECOLECCION DE POSTLARVAS SILVESTRES

En las costas de los países camaroneros, es usual que se genere interés por el cultivo de este recurso y en ellos, frecuentemente se observa un impresionante esfuerzo pesquero dedicado a la captura masiva de postlarvas silvestres.

La importancia práctica de este fenómeno, contrasta con la poca información científica que precede o acompaña al esfuerzo de recolección. Aunado a lo anterior, cabe señalar el mal manejo que hacen los administradores, de la poca información útil disponible. Lo anterior ha tenido tres consecuencias en cierto modo antagónicas: la sobre pesca de postlarvas, la prohibición indiscriminada de la recolección de las mismas o el establecimiento de cuotas a la recolección, cuya racionalidad no es del dominio público.

La sobre-pesca frecuentemente ha puesto en crisis tanto a la industria pesquera como a la acuicultura, lo cual ya ha sucedido en el Ecuador (Castro-Montealegre 1989) y en el noroeste de México. La prohibición indiscriminada ha inducido a la pesca clandestina con todas sus secuelas indeseables y no ha evitado los efectos de la sobrepesca. El establecimiento de cuotas oficiales si pudiera resultar adecuada, pero también pudiera ser irracional, esto dependerá de la calidad y la cantidad de la información disponible y del método que se utilice para derivar conclusiones y aplicarlas oportunamente.

Por otra parte, lo que es más frecuente, la falta de racionalidad en el esfuerzo de recolección masiva de postlarvas silvestres, resulta en operaciones frecuentemente ineficaces e ineficientes, lo cual genera costos innecesariamente elevados.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

- 1- Las postlarvas de *F. brevirostris*, con, al menos, tres a siete espinas dorsales, se caracteriza por la presencia de la espina antenal.
- 2- Todas las postlarvas de *F. brevirostris* con cinco o más espinas dorsales presentan espínulas sobre la carina dorsal del sexto segmento abdominal.
- 3- El rostro robusto y obtuso es un carácter exclusivo de las postlarvas de *F. brevirostris* con cinco, siete, y probablemente seis espinas dorsales.
- 4- El número de espinas dorsales en postlarvas de *F. brevirostris* se incrementa de acuerdo con el proceso de desarrollo morfológico del camarón postlarval.
- 5- Existe una relación entre los subsecuentes estados de desarrollo morfológico en postlarvas de *F. brevirostris*, definido por el número de espinas dorsales y el hábitat.
- 6- En vista de que todas las especies de camarón comercial que habitan las costas de México tienen importancia acuicultural actual o potencial, se recomienda el estudio de los caracteres merísticos y morfométricos de todas sus postlarvas, a fin de encontrar caracteres seguros para la identificación taxonómica en el campo y así facilitar la recolección masiva sostenible.
- 7- Un número creciente de empresas cultivadoras de camarón ha incrementado la presión pesquera sobre las poblaciones postlarvales del camarón blanco *L. vannamei*.
- 8- El riesgo de daño hacia las pesquerías artesanal e industrial es menor en la medida en que la recolección de postlarvas implica estadios más jóvenes.
- 9- El riesgo financiero es menor en el cultivo del camarón si la recolección masiva de postlarvas se realiza en las zonas de mayor concentración dentro de las áreas de inmigración.
- 10- En la boca del Río Baluarte, Sinaloa, México, durante un ciclo anual, se encontraron tres estados de desarrollo morfológico definidos por el número de espinas rostrales y epigástricas (espinas dorsales). Las postlarvas con tres espinas dorsales, significaron el 93 % del número total. Por lo tanto se sugiere que la recolección masiva de postlarvas de *L. vannamei* se realice en las bocas litorales y en los frentes de playa.
- 11- Se recomienda que las postlarvas tengan las siguientes características merísticas y morfométricas: a) tres o menos espinas dorsales, b) longitud total óptima igual a  $\pm 2$  DST y ésto debe ser definido regional y estacionalmente. Estas características pueden evitar la recolección indeseable de otros organismos planctónicos y constituye un término de referencia útil para el diseño de implementos selectivos para la recolección masiva de postlarvas.



La sobre-pesca frecuentemente ha puesto en crisis tanto a la industria pesquera como a la acuicultura, lo cual ya ha sucedido en el Ecuador (Castro-Montealegre 1989) y en el noroeste de México. La prohibición indiscriminada ha inducido a la pesca clandestina con todas sus secuelas indeseables y no ha evitado los efectos de la sobrepesca. El establecimiento de cuotas oficiales si pudiera resultar adecuada, pero también pudiera ser irracional, esto dependerá de la calidad y la cantidad de la información disponible y del método que se utilice para derivar conclusiones y aplicarlas oportunamente.

Por otra parte, lo que es más frecuente, la falta de racionalidad en el esfuerzo de recolección masiva de postlarvas silvestres, resulta en operaciones frecuentemente ineficaces e ineficientes, lo cual genera costos innecesariamente elevados.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

- 1- Las postlarvas de *F. brevirostris*, con, al menos, tres a siete espinas dorsales, se caracteriza por la presencia de la espina antenal.
- 2- Todas las postlarvas de *F. brevirostris* con cinco o más espinas dorsales presentan espínulas sobre la carina dorsal del sexto segmento abdominal.
- 3- El rostro robusto y obtuso es un carácter exclusivo de las postlarvas de *F. brevirostris* con cinco, siete, y probablemente seis espinas dorsales.
- 4- El número de espinas dorsales en postlarvas de *F. brevirostris* se incrementa de acuerdo con el proceso de desarrollo morfológico del camarón postlarval.
- 5- Existe una relación entre los subsecuentes estados de desarrollo morfológico en postlarvas de *F. brevirostris*, definido por el número de espinas dorsales y el hábitat.
- 6- En vista de que todas las especies de camarón comercial que habitan las costas de México tienen importancia acuicultural actual o potencial, se recomienda el estudio de los caracteres merísticos y morfométricos de todas sus postlarvas, a fin de encontrar caracteres seguros para la identificación taxonómica en el campo y así facilitar la recolección masiva sostenible.
- 7- Un número creciente de empresas cultivadoras de camarón ha incrementado la presión pesquera sobre las poblaciones postlarvales del camarón blanco *L. vannamei*.
- 8- El riesgo de daño hacia las pesquerías artesanal e industrial es menor en la medida en que la recolección de postlarvas implica estadios más jóvenes.
- 9- El riesgo financiero es menor en el cultivo del camarón si la recolección masiva de postlarvas se realiza en las zonas de mayor concentración dentro de las áreas de inmigración.
- 10- En la boca del Río Baluarte, Sinaloa, México, durante un ciclo anual, se encontraron tres estados de desarrollo morfológico definidos por el número de espinas rostrales y epigástricas (espinas dorsales). Las postlarvas con tres espinas dorsales, significaron el 93 % del número total. Por lo tanto se sugiere que la recolección masiva de postlarvas de *L. vannamei* se realice en las bocas litorales y en los frentes de playa.
- 11- Se recomienda que las postlarvas tengan las siguientes características merísticas y morfométricas: a) tres o menos espinas dorsales, b) longitud total óptima igual a  $\pm 2$  DST y éste debe ser definido regional y estacionalmente. Estas características pueden evitar la recolección indeseable de otros organismos planctónicos y constituye un término de referencia útil para el diseño de implementos selectivos para la recolección masiva de postlarvas.

2- El período sin postlarvas está asociado con las temperaturas más bajas del ciclo térmico, información que resulta útil para evitar que los acuicultores realicen esfuerzos infructuosos de recolección masiva.

3- Para impulsar el desarrollo de la acuicultura del camarón, es conveniente recordar que en México existe una diversidad importante en especies, ecosistemas, sociosistemas, capacidades académicas y organizacionales; se recomienda conjuntar tal diversidad adecuadamente para diseñar, ante circunstancias específicas, caminos propios, acordes con nuestra realidad y con nuestras expectativas de progreso.

#### LITERATURA CITADA (Adicional)

- BOONRUANG, P., y JANEKARN, V., 1985. Distribution and abundance of penaeid postlarvae in mangrove areas along the east coast of Phuket Island, Southern Thailand. Research Bulletin of the Phuket Marine Biological Center 36: 1-29.
- BOYD, C.E. y CLAY, J.W., 1998. Shrimp aquaculture and environment. Scientific American, junio 1998, 58-65 pp.
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., Inédito (a). Shrimp Biology and culture in México: incidence of postlarval shrimp and the possibility of shrimp culture in ponds, in some areas of the mexican coast of the Pacific Ocean. 1970, 23th Annual Session of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Curacao, Antillas Holandesas (Exposición oral).
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., Inédito (b). Escribe correctamente los nombre científicos de las especies de camarones peneidos que se cultivan en el mundo y de las que habitan en aguas mexicanas. Sometido para publicación en una revista internacional de divulgación en Español.
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., 1983. Characters of taxonomic value of postlarvae of the shrimp *Penaeus (Farfantepenaeus) brevisrostris* Kingsley (Decapoda Natantia). of the Gulf of California, México. Crustaceana 44(3): 292-300.
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., 1997. Los períodos de presencia y ausencia de las postlarvas del camarón *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone (Crustacea Decapoda Penaeidae) en una boca litoral tropical. Revista de Investigaciones Marinas 18(3): 260-267.
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., 1999. Development, re-absorption, or change in some taxonomic characters of postlarval shrimp, *Penaeus (Farfantepenaeus) brevisrostris* (Decapoda, Penaeidae). Crustaceana 74(4): 442-443.
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., Sometido. Meristic and morphometric characters in postlarval shrimp *Penaeus (L.) vannamei* (Crustacea Decapoda Penaeidae) useful in selective and massive harvesting for aquacultural purposes.
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., MENDOZA-RAMÍREZ, M., VALENCIA-RAMÍREZ, G., y CASTILLO-D., R.M., Inédito. Massive availability of postlarval shrimp (*Penaeus vannamei*) for aquaculture, at Baluarte River, México. World Conference on Aquaculture and International Aquaculture Trade Show; European Mariculture Society and World Mariculture Society, Venecia, Italia., 1981, septiembre 21-25.
- CABRERA-JIMENEZ, J.A., y GÓMEZ-GIL-R.S., B., 1991. Morfología del camarón postlarval *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* con fórmula rostral 3/0; organización y quetotaxia de la anténula. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 62(1): 41-55.

2- El período sin postlarvas está asociado con las temperaturas más bajas del ciclo térmico, formación que resulta útil para evitar que los acuicultores realicen esfuerzos infructuosos de recolección masiva.

3- Para impulsar el desarrollo de la acuicultura del camarón, es conveniente recordar que en México existe una diversidad importante en especies, ecosistemas, sociosistemas, capacidades académicas y organizacionales; se recomienda conjuntar tal diversidad adecuadamente para diseñar, ante circunstancias específicas, caminos propios, acordes con nuestra realidad y con nuestras expectativas de progreso.

#### LITERATURA CITADA (Adicional)

BOONRUANG, P., y JANEKARN, V., 1985. Distribution and abundance of penaeid postlarvae in mangrove areas along the east coast of Phuket Island, Southern Thailand. Research Bulletin of the Phuket Marine Biological Center 36: 1-29.

BOYD, C.E. y CLAY, J.W., 1998. Shrimp aquaculture and environment. Scientific American, junio 1998, 58-65 pp.

CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., Inédito (a). Shrimp Biology and culture in México: incidence of postlarval shrimp and the possibility of shrimp culture in ponds, in some areas of the mexican coast of the Pacific Ocean. 1970, 23th Annual Session of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Curacao, Antillas Holandesas (Exposición oral).

CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., Inédito (b). Escribe correctamente los nombre científicos de las especies de camarones peneidos que se cultivan en el mundo y de las que habitan en aguas mexicanas. Sometido para publicación en una revista internacional de divulgación en Español.

CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., 1983. Characters of taxonomic value of postlarvae of the shrimp *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* Kingsley (Decapoda Natantia). of the Gulf of California, México. Crustaceana 44(3): 292-300.

CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., 1997. Los períodos de presencia y ausencia de las postlarvas del camarón *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone (Crustacea Decapoda Penaeidae) en una boca litoral tropical. Revista de Investigaciones Marinas 18(3): 260-267.

CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., 1999. Development, re-absorption, or change in some taxonomic characters of postlarval shrimp, *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* (Decapoda, Penaeidae). Crustaceana 74(4): 442-443.

CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., Sometido. Meristic and morphometric characters in postlarval shrimp *Penaeus (L.) vannamei* (Crustacea Decapoda Penaeidae) useful in selective and massive harvesting for aquacultural purposes.

CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., MENDOZA-RAMÍREZ, M., VALENCIA-RAMÍREZ, G., y CASTILLO-D., R.M., Inédito. Massive availability of postlarval shrimp (*Penaeus vannamei*) for aquaculture, at Baluarte River, México. World Conference on Aquaculture and International Aquaculture Trade Show; European Mariculture Society and World Mariculture Society, Venecia, Italia., 1981, septiembre 21-25.

CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., y GÓMEZ-GIL-R.S., B., 1991. Morfología del camarón postlarval *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* con fórmula rostral 3/0; organización y quetotaxia de la anténula. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 62(1): 41-55.

- CALDERON-PEREZ, J.A., 1977. Efecto de algunos factores físicos sobre la inmigración de postlarvas de *Penaeus* en el estero de Agua Dulce del sistema lagunar Huizache-Caimanero Sinaloa. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México.
- CALDERON-PEREZ, J.A., MACIAS-REGALADO, E., ABREU-GROBOIS, F.A., y RENDON RODRIGUEZ, S., 1989. Antennular flagella: a useful character for distinguishing among postlarval shrimp of the genus *Penaeus* (Decapoda) from the Gulf of California. *Journal of Crustacean Biology* 93(3): 482-491.
- CASTRO-MONTEALEGRE, J., 1989. La escasez de larvas, su origen y posible solución. *Aquanet* (Ecuador) 2(2): 13.
- CHONG, V.C., 1979. The biology of the white prawn *Penaeus merguensis* de Man (Crustacea: Penaeidae) in the Pulau Angsa-Klang Strait waters (Straits of Malacca). MSc Thesis: University of Malaya, Kuala Lumpur.
- De FREITAS, A.J., 1986. Selection of nursery areas by six southeast african Penaeidae. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 23: 901-908.
- DAKIN, W.S., 1938. The habits and life-history of a penaeid prawn (*Penaeus plebejus*). *Proceedings of the Zoological Society of London* A108(2): 163-183.
- DOBKIN, S., 1970. Manual de métodos para el estudio de larvas y primeras postlarvas de camarones y gambas, México, Instituto Nacional de Investigaciones Pesqueras, Serie Divulgación, Instructivo 4, 1-84 pp.
- EWALD, J.J., 1965. The laboratory rearing of pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Bulletin of Marine Science* 15(2): 436-449.
- GARMENDIA-NUÑEZ, E.A., y GARCIA SANCHEZ, A.L., Inédito. Shrimp culture status in México; 1989. Dirección General de Acuicultura-SEPESCA, México, 1-14 pp.
- GÓMEZ-GIL-R.S., B., y CABRERA-JIMENEZ, J.A., Sometido. Setae and spine morphology of the antennule in postlarval shrimp *Penaeus (L.) stylirostris* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae).
- HALL D.N.F., 1962. Observations on the taxonomy and biology of some Indo-West-Pacific Penaeidae (Crustacea, Decapoda). *Fishery Publications Colonial Office* 17, 1-229 pp.
- HOYCE, E.A.Jr. y ELDRED, B., 1966. The Florida shrimping industry. Educational Series. Florida State Board of Conservation 15: 1-47.
- KUTKUHN, J.H., 1966. The role of estuaries in the development and Perpetuation of commercial shrimp resources. In: Smith, R.F., Swartz, A.H. y Massman, W.H. (Eds). A symposium on estuarine fisheries. Special Publication, American Fisheries Society no. 3, 16-36 pp.
- MACINTOSH, D.J., 1988. The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps. *Symposium of the Zoological Society of London* 59, 315-341 pp.
- MAIR, J. McD., 1979. Identification and behavior of postlarval penaeid shrimp from west Mexico. Doctor's thesis, University of Liverpool, U.K.
- MIGUEL, J.C., 1984. Shrimps and Prawns. En: (Fischer, W. y Bianchi, G. eds.) FAO Special Identification Sheets for Fishery Purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51). Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations 6, 1-5 pp.
- MOHAMED, K.H. y RAO, P.V., 1971. Estuarine phase in the life-history of the commercial prawns of the west coast of India. *Journal of the Marine Biological Association of India* 13(2): 149-161.
- DOCHOA-MUÑOZ, V.J., inédito. Camaronicultura en México. Memorias del Seminario

- Internacional de Camaronicultura en México. Camarón'94; Mazatlán Sin., Febrero 10-12 de 1994; Ralston-Purina Internacional, 1-12 pp.
- ORTEGA-SALAS, A.A., y NUÑEZ-PASTEN, A., 1974. Migración de postlarvas de camarón (*Penaeus* spp.) entre Mazatlán, Sinaloa y San Blas, Nayarit, México. V Congreso de Oceanografía, Guaymas, Son., México. Oct. 1974, 449-471 pp.
- PÉREZ-FARFANTE, I., y KENSLEY, B., 1997. Penaeoid and Sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the Families and Genera. Mémoires du Muséum National D'Histoire Naturelle tome 175, 1-233 pp.
- POLI, C.R., 1983. Patrón de migración de postlarvas de *Penaeus* spp. (Crustacea: Decapoda, Penaeidae) en la Boca del Río Baluarte, Sinaloa, México. Tesis Doctoral, UNAM.
- PONCE-PALAFOX, J., MARTINEZ-PALACIOS, C.A., Y ROSS, L.G., 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. Aquaculture 157: 107-115.
- PRAWIRODIHARDJO, S., POERNOMO, A., NURHAMID, S., SISWONO, C., y NUGROHO, J., 1975. Occurrence and abundance of prawn seed at Jepara. Bulletin of the Shrimp Culture Research Center 1(1): 19-26.
- ROTO-LOPEZ, R., 1969. Mecanismo hidrológico del sistema de lagunas litorales Huizache-Caimanero y su influencia sobre la producción camaronera. Tesis, Universidad Autónoma de Baja California, México.
- TABB, D.C., DUBROW, D.L. y JONES, A.E., 1962. Studies in the biology of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad, in the Everglades National Park, Florida. Florida State Board of Conservation. Technical Series No. 37, 1-30 pp.
- ZEIN-ELDIN, Z.P. y GRIFFITH, G.W. 1969. An appraisal of the effects of salinity and temperature on growth and survival of postlarval penaeids. F.A.O. Fisheries Report 57: 1015-1026.