

El reclutamiento de las postlarvas de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en el Golfo de Tehuantepec: una revisión

Carlos E. Medina Reyna *
Oswaldo Morales Pacheco **
Héctor T. Salinas Orta ***

Resumen

El Golfo de Tehuantepec presenta un reclutamiento anual de postlarvas de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) con dos máximos definidos: el primero de junio a septiembre, y el segundo de octubre a febrero, aunque la especie que domina en todo el año es el camarón café (*Penaeus californiensis*). Debido a la geomorfología costera del Golfo de Tehuantepec y a la hipótesis miembro/vagante, el reclutamiento de las postlarvas de camarón blanco se puede clasificar en dos tipos: el reclutamiento lagunero o estuarino que ocurre en áreas adyacentes a bocas de lagunas costeras, en donde las características hidrográficas producen cubiertas advectivas con abundancias medias de hasta 80 postlarvas por m^3 y la membresía ocurre normalmente mediante un filtrado hidrológico; y el reclutamiento litoral que sucede en áreas sin bocas permanentes y produce cinturones larvales con abundancias medias de hasta 300 postlarvas por m^3 , resultante de la acumulación por procesos oceanográficos. En este caso, se presenta la vagancia para el camarón blanco. Con base en estos patrones, la disponibilidad de postlarvas de camarón blanco para acuicultura debe basarse en el reclutamiento litoral exclusivamente ya que no permite la continuidad del ciclo de vida de esta especie.

Abstract

Postlarval recruitment of Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) in the Gulf of Tehuantepec occurs annually with two defined peaks: the first from June to September, and the second from October to February. However, Brown shrimp (*Penaeus californiensis*) is dominant throughout the year. According to the coastline and the member/vagrant hypothesis, the recruitment pattern could be classified in two categories: Estuarine recruitment where hydrographic features, such as an inlet or tidal pass, produce advective envelopes with mean densities lesser than 80 postlarvae per m^3 and the membership is achieved through hydrologic filtering; and nearshore recruitment where no inlets are available for the membership and extensive larval belts are created with mean densities up to 300 postlarvae per m^3 . Vagrancy represents the rupture of the life cycle. In regards to these patterns, massive availability for aquaculture purposes should be based exclusively on nearshore recruitment since this process does not participate in the continuity of the life cycle at all.

Introducción

El cultivo de camarón es el subsector acuícola de mayor crecimiento a nivel mundial debido a los incentivos de un alto precio en el mercado, generación de empleos, entrada de divisas, y desarrollo de tecnología de cultivo. En México, este

incremento ha sido de 2,000 has cultivadas en 1988 a 20,000 has en 1997, lo que sitúa al país como el segundo productor latinoamericano. Los ingresos que genera la exportación de camarón cultivado alcanza 140 millones de dólares, creando 5,000 empleos directos (Alatorre-Fierro, 1998). Paradójicamente a este éxito alcanzado, el suministro de postlarvas o semillas de camarón representa un cuello de botella para la actividad; de hecho, más del 50% del abastecimiento de postlarva proviene del medio silvestre. Los dieciocho laboratorios existentes no garantizan un

* Profesor-Investigador. Instituto de Industrias. Universidad del Mar.
** Departamento de Acuicultura. Dirección de Desarrollo Pesquero. Consejo. Estatal de Pesca. Salina Cruz, Oaxaca.
*** Investigador. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras. Instituto Nacional de Pesca. Salina Cruz, Oaxaca.

abasto uniforme, por lo que las granjas consolidadas prefieren semilla importada mientras que las granjas sin una liquidez financiera adquieren postlarvas silvestres a bajo costo y de calidad variable. Frente a esta situación, son necesarios estudios que permitan una evaluación continua para el manejo sustentable de este recurso que forma parte de una pesquería secuencial comprometida con el sector ribereño e industrial. Las características oceanográficas del Golfo de Tehuantepec permiten la existencia de una pesquería secuencial de camarón, que recientemente ha representado una fuente de abastecimiento de postlarvas silvestres para los estados del noroeste de México, y que a futuro, proveerá de este insumo a las granjas que se ubicarán sobre su línea de costa. Para esto, se requiere de una base científica que redunde en el óptimo aprovechamiento de este recurso y que sirva como el marco de referencia del presente trabajo.

Área de estudio

El Golfo de Tehuantepec se encuentra localizado en la costa del Pacífico sur de México entre

los 92°-96° 40' O y los 14° 50'-16° N. Se le considera como una gran bahía limitada al oeste por Puerto Angel y al sur por Puerto Madero (Figura 1). En la línea de costa, existen numerosas lagunas y albuferas. Las primeras pueden agruparse en dos grandes sistemas: el complejo lagunar del Istmo de Tehuantepec que comprende a las bocas de San Francisco y la de Tonalá, y el Cordón Lagunar Chiapaneco que incluye a las bocas de San Marcos, Zacapulco, San Juan, San José, y San Simón. Las albuferas sólo ocurren en la parte oriental del Golfo y su carácter efímero dificulta su ubicación y duración exacta. La isobata de los 50 m representa la frontera de los caladeros de camarón más importante en el Golfo (Figura 2).

Sinopsis climática

El Golfo de Tehuantepec presenta dos temporadas bien definidas: una de lluvias y otra de secas. La primera comprende de abril a octubre y la segunda de noviembre a marzo. La época de lluvias es afectada principalmente por la proximidad de la zona de convergencia intertropical con sus efectos de estabilización. La temporada de se-

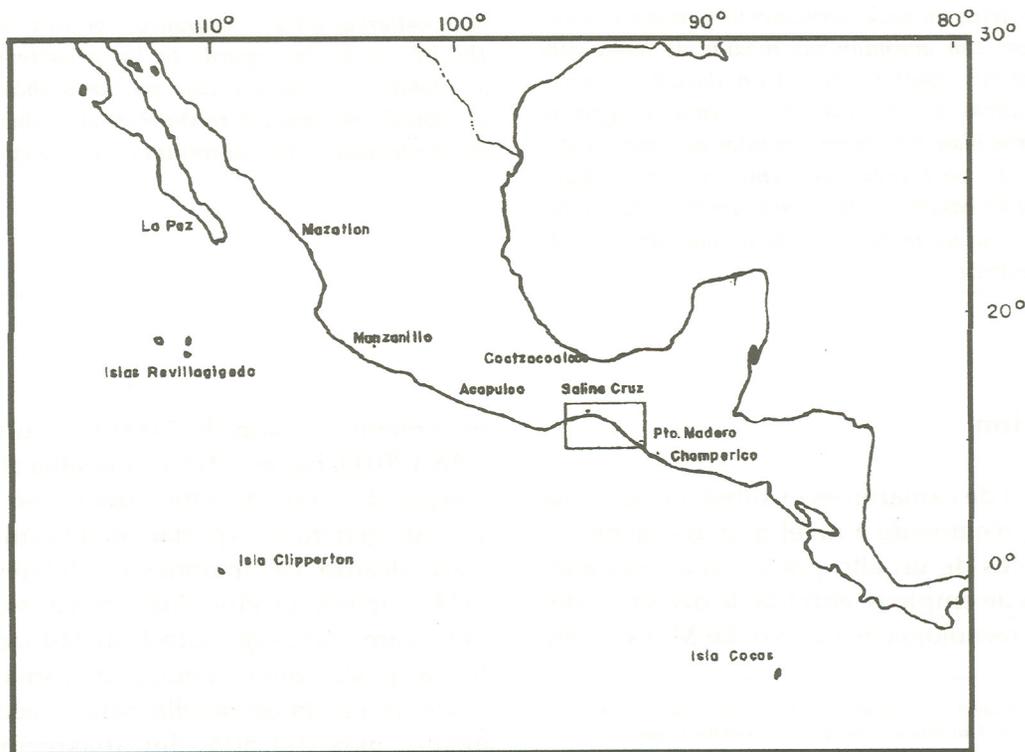


FIGURA 1: LOCALIZACIÓN DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC.

cas está caracterizada por la formación de un anticiclón en el Golfo de México, que produce fuertes vientos denominados «nortes», originados por su paso a través del cañón de Chivela (Roden, 1961; Blackburn, 1962, 1963; Ritter-Ortiz et al., 1983; Ritter-Ortiz y Guzmán-Ruiz, 1984; Alvarez et al., 1989).

Sinopsis oceanográfica

Durante la temporada de secas, la corriente fluye hacia el sur con una velocidad media de 20 cm s⁻¹. A lo largo de la costa, las corrientes medias van hacia Salina Cruz para reemplazar el agua que se ha movido por causa del «norte». La circulación local de la región se manifiesta hacia el sur hasta los 13° N. donde encuentra a la corriente Nor-ecuatorial. La temperatura superficial del mar es baja (23°C), donde la velocidad del viento es alta y en las regiones adyacentes por una difusión de agua fría hacia las áreas contiguas (Roden, 1961; Blackburn y asociados 1962; Blackburn, 1962, 1963, 1966). La presencia de los «nortes» propicia condiciones de surgencia a escala regional (Stumpf, 1975; Weaks, 1988;

McCreary et al., 1989) además de la entrada vertical de agua fría a lo largo del eje del viento y la formación de giros anticiclónicos mesoscálicos (Alvarez et al., 1989; Lavín et al, 1991). En la época de lluvias, las corrientes superficiales van hacia el oeste y el noroeste, con velocidades menores de 15 cm s⁻¹. La temperatura superficial del mar es de 28°C a 30°C y son las más altas del Pacífico oriental tropical, a excepción del Golfo de California (Roden, 1961). El nivel medio del mar presenta un claro ciclo anual con un cruce ascendente de cero en el mes de mayo, lo cual coincide con el principio de la época de lluvias. El cruce descendente de cero en el mes de noviembre concuerda con el inicio de la temporada de «nortes». En este último, los cambios del nivel del mar son más notables que en el primero (Ramírez et al., 1990).

Enfoques de estudio de la ecología postlarvaria de camarón

La evaluación de larvas y postlarvas de camarón obedeció en un principio al interés de un pronóstico de la captura de la pesca ribereña y

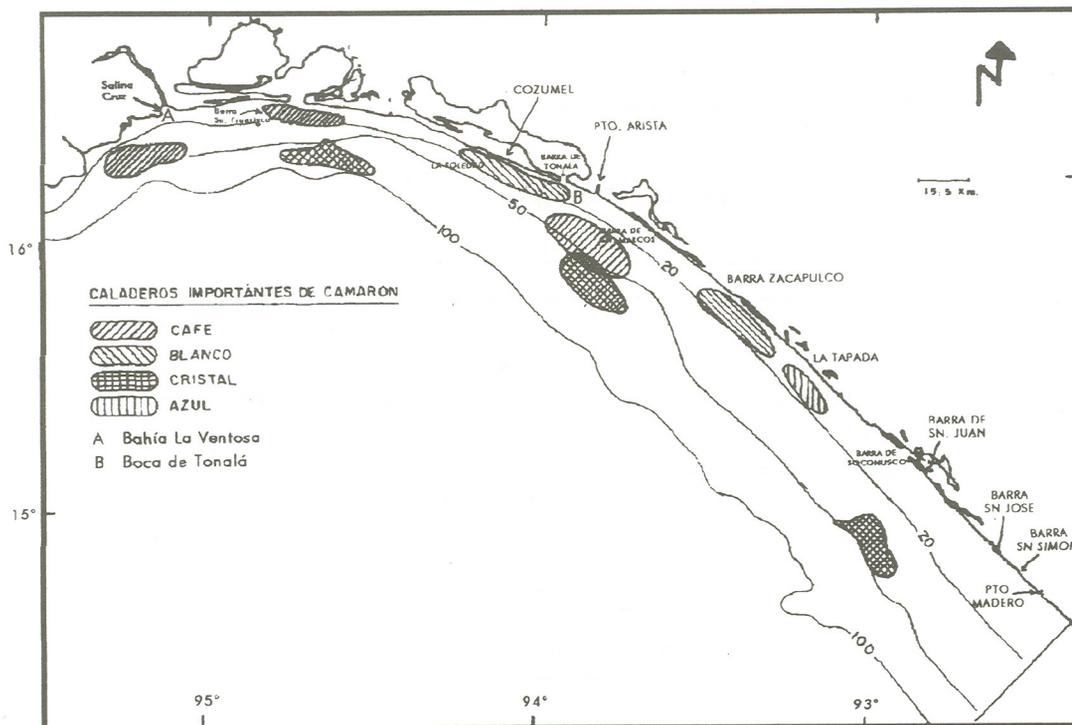


FIGURA 2: BATIMETRÍA (EN METROS) Y UBICACIÓN DE LOS CALADEROS MÁS IMPORTANTES DE CAMARÓN Y ESTACIONES DE MUESTREO DE POSTLARVAS DE CAMARON EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC.

oceánica (Baxter, 1963; George, 1963; Berry y Baxter, 1969). Con el surgimiento de la camaronicultura, las técnicas desarrolladas para este fin se modificaron y siguen empleándose hasta la fecha. Dobkin (1970) reseñó todas las técnicas existentes para la evaluación de estas fases del ciclo de vida dando énfasis hacia campañas oceanográficas en donde se atienden los lineamientos de UNESCO, 1968. La evaluación de la inmigración de las larvas y postlarvas del camarón a través de canales, pasajes, bocas, o tapos se basa en el empleo de redes de plancton fijadas transversalmente en dichas estructuras. Estos estudios no toman en cuenta la acumulación en la zona litoral ni el flujo de larvas y postlarvas de la interacción laguna-zona litoral (Boicourt, 1988; Epifanio, 1988a,b; McConaughy, 1988; Lefèvre, 1990; Werthman y Dittel, 1990; Dittel *et al.*, 1991; Little y Epifanio, 1991) pero sí intentan asociar los pulsos de incidencia a la marea y fases lunares.

La abundancia en la zona litoral y área adyacente a rasgos oceanográficos tales como bocas, bahías o morros forman los cinturones larvales que provocan la filopatría de los estados larvales en asociación a la hipótesis miembro/vagante (Sinclair, 1988). Dichos cinturones larvales se han determinado mediante arrastres de plancton pa-

rales a la línea de costa realizados en una base quincenal. Los procesos de acumulación de postlarvas han sido relacionados a las mareas, patrón de circulación local y vientos asociados al patrón de migración vertical (Rothlisberg, 1982, 1988; Rothlisberg *et al.* 1983, 1995). Dichos procesos han sido observados y modelados por Rothlisberg y Church (1994) y Rothlisberg *et al.* (1996).

Identificación de postlarvas silvestres

Los tratados para la identificación de las especies surgieron poco a poco, pero en la actualidad pueden considerarse satisfactorios. En México, los primeros intentos realizados fueron a nivel genérico (López-Guerrero, 1969; Macías-Regalado, 1973a; Reyes-Bustamante, 1974, 1975; Rodríguez-de-la-Cruz, 1976) empleando las descripciones de Dobkin (1961) y Cook (1966). Posteriormente, se utilizaron varios caracteres de valor taxonómico como la longitud total del espécimen y la espinulación del sexto segmento abdominal (Macías-Regalado, 1973b; Reyes-Bustamante, 1975), los cromatóforos (Mair, 1979), la espina antenal (Cabrera-Jiménez, 1983), la longitud de los flagelos antenulares (Calderón-Pérez *et al.*,

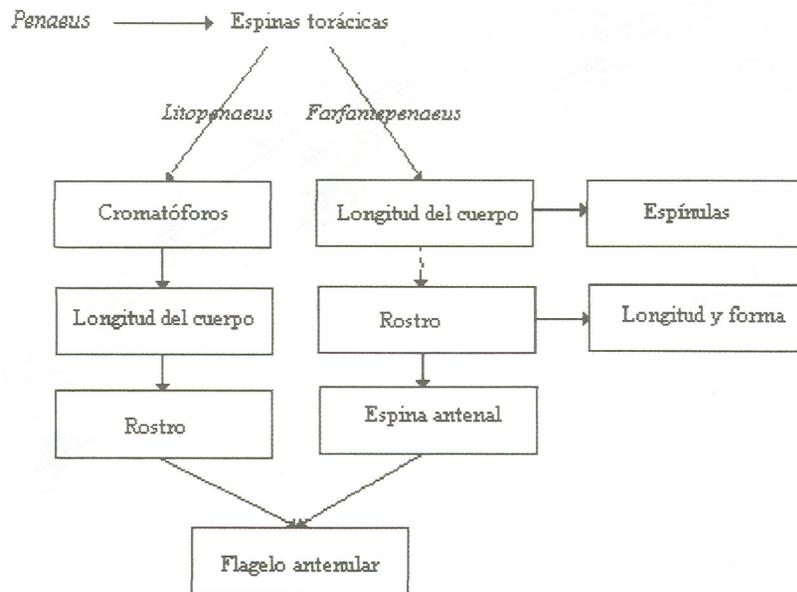


FIGURA 3: DIAGRAMA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS POSTLARVAS PELÁGICAS DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC EMPLEANDO COMO REFERENCIA LAS CLAVES EXISTENTES EN EL PACÍFICO AMERICANO.

1989a,b), y la espina torácica (Medina-Reyna, 1991). Kitani (1993) describió los caracteres externos de las postlarvas silvestres y cultivadas de camarón blanco. Concluyó que la longitud corta del rostro es un indicador confiable de la especie y que para las postlarvas silvestres capturadas en el litoral, la espina torácica sirve como carácter taxonómico a nivel subgénero. Más adelante, Kitani (1994) presentó una clave para la identificación de postlarvas silvestres de Centroamérica basado en estudios previos. Esta clave es útil para postlarvas dentro del rango de 1.95 a 2.73 mm de longitud de caparazón. Para fines prácticos y para las postlarvas silvestres del Golfo de Tehuantepec, se propone la secuencia para el uso de las claves existentes en otras áreas del Pacífico americano (Figura 3).

Reclutamiento postlarvario en el Golfo de Tehuantepec

Chávez *et al.* (1974) encontraron que el reclutamiento de postlarvas de camarón blanco al Sistema Lagunar del Istmo de Tehuantepec, a través de la Boca de San Francisco, ocurre todo el año. El empleo del método de área barrida por una Red de Renfro permitió distinguir un patrón unimodal con un máximo en abril. El pulso mayor de entrada de postlarvas sucede de febrero a agosto. Gezan-Soto (1976) reportó que el reclutamiento es bicíclico, con un mayor ingreso en los meses de junio a septiembre, y uno menor en enero. Tena-Villa (1986) encontró que el reclutamiento de postlarvas a la Laguna Mar Muerto es anual con un patrón bicíclico. Empleando datos

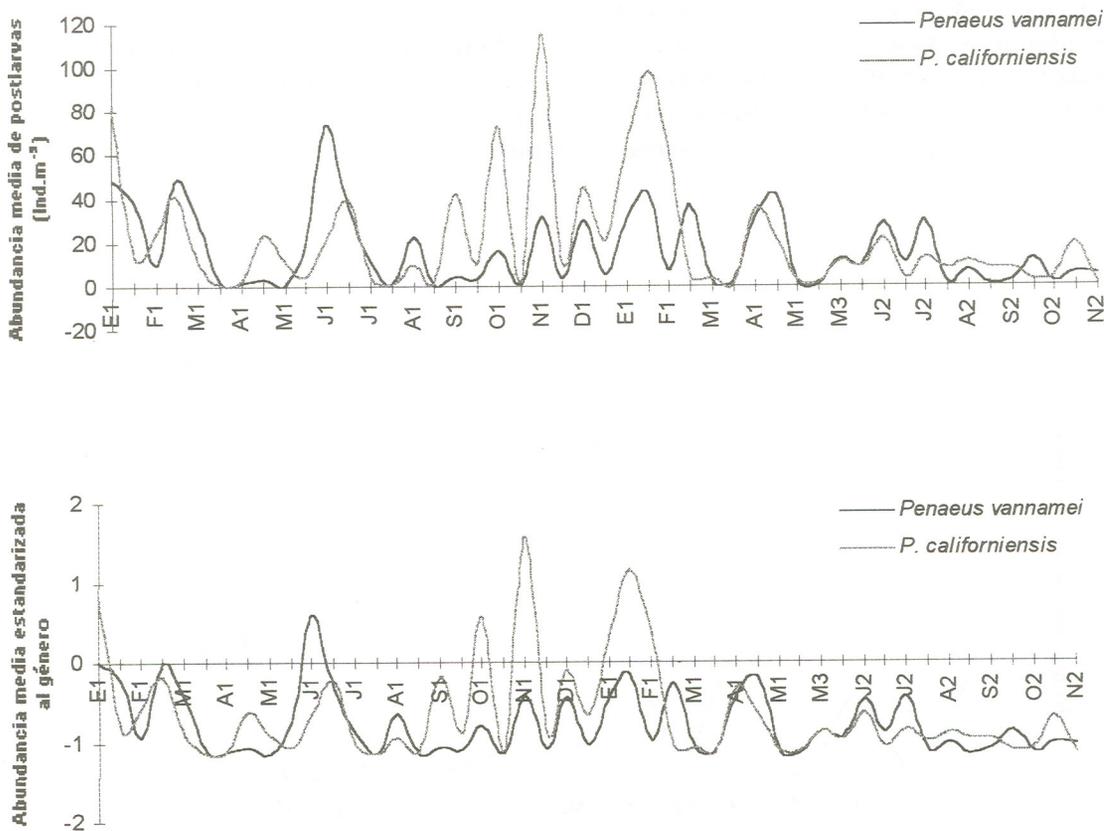


FIGURA 4: VARIACIÓN ANUAL DE LA ABUNDANCIA MEDIA EN LA ZONA LITORAL ADYACENTE A LA BOCA DE TONALÁ Y ABUNDANCIA MEDIA ESTANDARIZADA A LA ABUNDANCIA DEL GÉNERO COMO ÍNDICE DE DOMINANCIA, EN BASE QUINCENAL DE 1991-92. VALORES POSITIVOS INDICAN DOMINANCIA EN RELACIÓN A LA ABUNDANCIA TOTAL DE POSTLARVAS.

de captura de juveniles emigrantes, estimó que el potencial máximo mensual de disponibilidad natural de ingreso es de 62 mil millones de postlarvas para junio, y el mínimo es de 111 millones en abril.

Los trabajos anteriores sólo permiten diferenciar períodos de ingreso pero no la magnitud y variación temporal de la abundancia postlarvaria, por lo que Medina-Reyna (1991), en un estudio extensivo en el Golfo de Tehuantepec y con la finalidad de evaluar la diseminación postlarvaria durante los máximos del reclutamiento descrito por los trabajos anteriores, determinó que las postlarvas de camarón café y blanco fueron las especies más abundantes, contribuyendo con el 85% y 9% de las capturas, respectivamente. El patrón espacial encontrado fue amplio, aunque discreto para las cuatro especies. El camarón café, blanco y azul abundaron en la zona litoral adyacente al Sistema Lagunar del Istmo de Tehuantepec; mientras que el camarón cristal fue abundante en la cercanía con la Boca de San Juan, Chiapas. Este patrón fue más evidente en el transcurso de los meses de estudio, suponiendo la presencia de una extensa cubierta advectiva (Rothlisberg *et al.* 1996), cuyo origen pudo deberse al arreglo

climático, oceanográfico y reproductivo de las especies estudiadas y que corresponde a la hipótesis miembro/vagante, aplicada por Sinclair e Illes (1989) a poblaciones marinas de aguas templadas.

La Universidad Autónoma de Sinaloa realizó un estudio continuo del reclutamiento de postlarvas de camarón blanco en la zona litoral adyacente a la Boca de Tonalá de 1990 a 1993 y en la Bahía de la Ventosa de 1992 a 1993 (Del-Valle, com. pers.). Se concluyó que la abundancia relativa de postlarvas de esta especie presentó variaciones a través de casi todo el año, con períodos no muy definidos, pero con abundancias altas que fluctuaron de 1 a 74 postlarvas por m^3 . Se detectaron dos pulsos de incidencia: el primero y mínimo, donde la abundancia varió de 5 a 50 postlarvas por m^3 durante la época de «nortes» (diciembre-enero); el segundo se presenta en la temporada de lluvias (junio-agosto) con abundancia de 2 a 75 postlarvas por m^3 .

Mariano-Alcántara (1993) en un estudio anual realizado en la Boca de Tonalá, reportó que dicho reclutamiento es anual y que la abundancia postlarvaria fue mayor en un orden de magni-

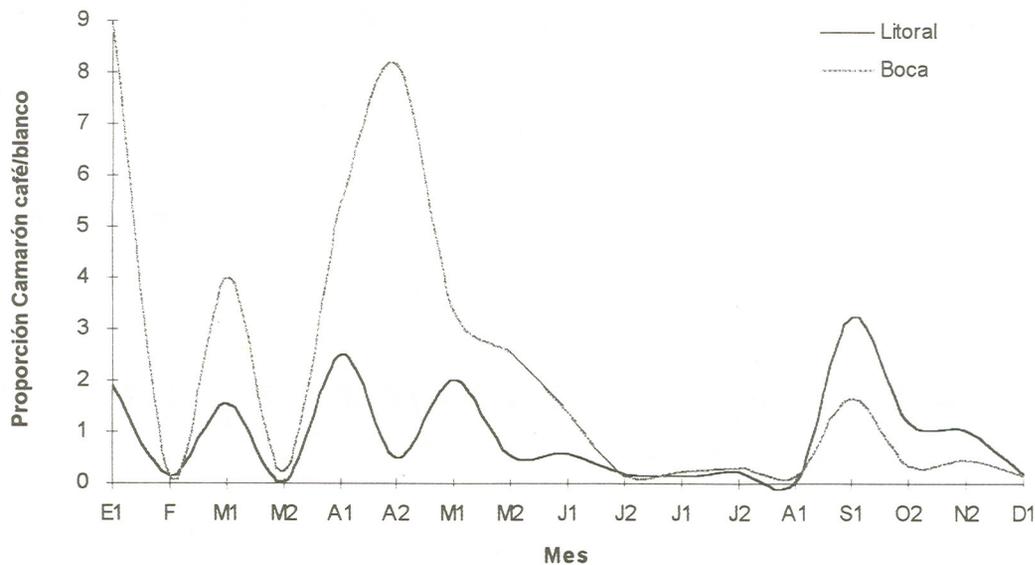


FIGURA 5: VARIACIÓN TEMPORAL DE LA PROPORCIÓN DE ESPECIE DE CAMARÓN CAFÉ: BLANCO EN LA BOCA Y LITORAL ADYACENTE DE LA LAGUNA MAR MUERTO CON BASE QUINCENAL DE 1992.

tud en la zona litoral adyacente a esta, y la especie dominante fue el camarón blanco seguida del camarón café y azul. La abundancia postlarvaria fue más notable durante la noche en la boca y en la zona litoral fue variable. Medina-Reyna (1996) en una evaluación del reclutamiento de postlarvas durante el primer semestre de 1996 en el litoral de la Bahía La Ventosa, cercana al Puerto de Salina Cruz, encontró que la especie dominante fue el camarón café seguido por el camarón blanco y cristal. En este sitio, la abundancia de las postlarvas mostró una preferencia nocturna.

En base a estos trabajos, se tiene una visión general sobre el patrón de reclutamiento de las postlarvas de camarón del Golfo de Tehuantepec. El reclutamiento se realiza anualmente y presen-

ta máximos bien definidos que responden a los procesos oceanográficos acoplados al régimen climático regional (Figura 4) y corresponde al ciclo de vida tipo 2 con patrón tropical-subtropical de Dall *et al.* (1990). Los pulsos del reclutamiento descritos por Gezan-Soto (1976), Tena-Villa (1986) y Mariano-Alcántara (1993) reflejan la acumulación de postlarvas en el litoral adyacente a la Boca de Tonalá durante esos períodos y determinan la importancia de esa cubierta advectiva en la continuidad del ciclo de vida de la especie y, como consecuencia, la sustentabilidad de la pesquería artesanal e industrial. De hecho, estos patrones permiten describir dos tipos de reclutamiento: el primero, que es lagunar o estuarino y ocurre por la presencia de las bocas, como en el caso de la boca de Tonalá, y la segunda, que denominare-

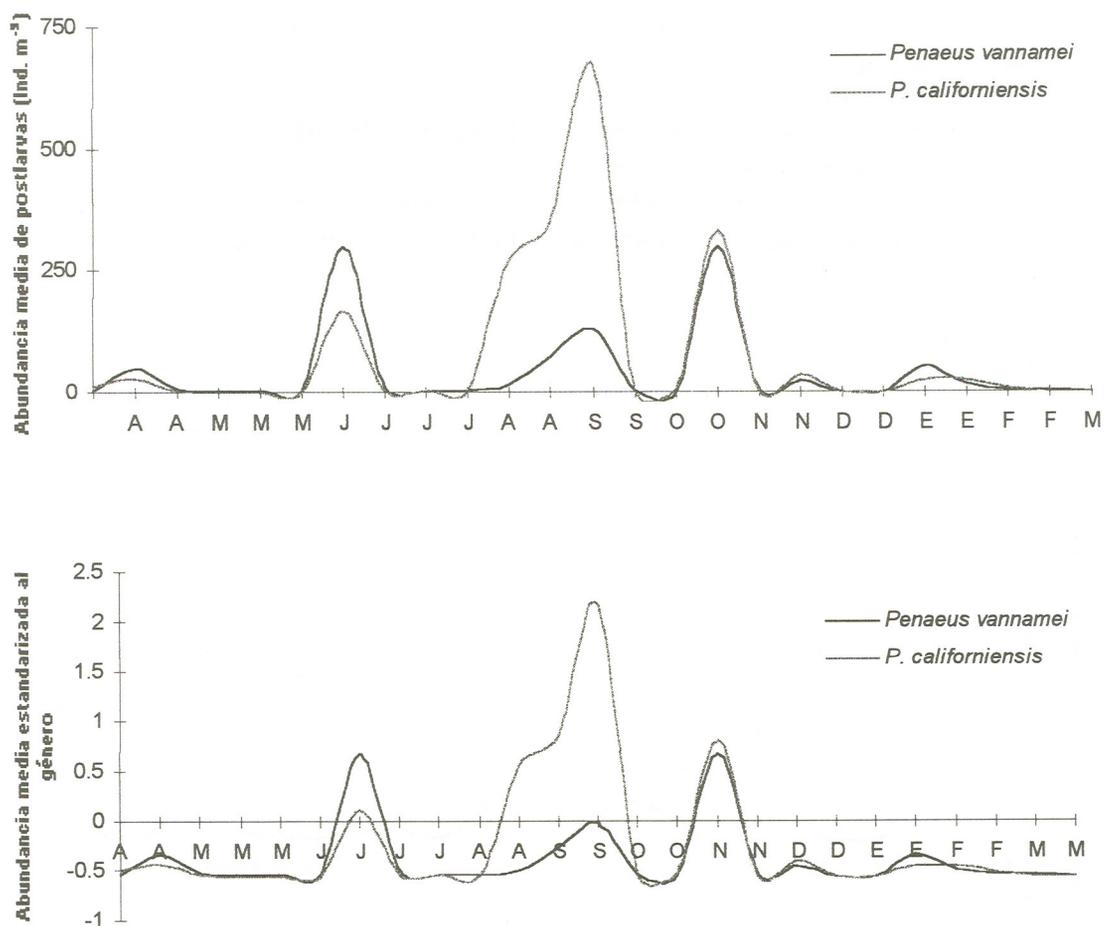


FIGURA 6: VARIACIÓN ANUAL DE LA ABUNDANCIA MEDIA EN LA ZONA LITORAL DE LA BAHÍA LA VENTOSA Y ABUNDANCIA MEDIA ESTANDARIZADA A LA ABUNDANCIA DEL GÉNERO COMO ÍNDICE DE DOMINANCIA, EN BASE QUINCENAL DE 1992-93. VALORES POSITIVOS INDICAN DOMINANCIA EN RELACIÓN A LA ABUNDANCIA TOTAL DE POSTLARVAS.

mos litoral, y que como ejemplo de estudio tenemos a la Bahía de la Ventosa. Estos patrones estarán en función del acople entre la condición del stock reproductor, las condiciones oceanográficas, y el régimen climático prevaleciente, por lo que las variaciones a éstos sólo sean en magnitud y tiempo.

El reclutamiento lagunar es altamente variable y produce cubiertas advectivas con abundancias de hasta 80 postlarvas de camarón blanco por m^{-3} en donde pueden ocurrir alternancias en la composición específica entre el camarón café y blanco debidas al transporte de postlarvas por corrientes de restitución originadas por los "nortes" y corrientes de flujo-reflujo (Figura 4). Este proceso se caracteriza por tener un filtrado en la composición específica. Al respecto, Medina-Reyna (1991) reporta una relación de postlarvas de camarón café:blanco que varía de 4 a 8 en mar abierto, proporción que disminuye en la zona litoral adyacente a las bocas y que vuelve a aumentar dentro de las lagunas (Figura 5). Este filtrado hidrológico ya se ha descrito para otros sistemas lagunares en el país (Morales-Pacheco *et al.*, 1990; Valadez-Manzano *et al.* 1990; Verdín *et al.* 1990) y parece ser un mecanismo adaptativo para la

membresía estuarina del camarón blanco, el cual es abundante en las capturas, en las lagunas del Golfo de Tehuantepec. El reclutamiento litoral se presenta en donde no existen bocas permanentes o de gran extensión y depende en gran medida de la oceanografía local. Este proceso provoca una cubierta advectiva, o propiamente dicho, un cinturón larval (Boschi, 1989) de mayor abundancia que el reclutamiento lagunar, en el orden de 300 postlarvas de camarón blanco por m^{-3} . Al no existir membresía lagunar, la acumulación de postlarvas aumenta conforme avanza la época de mayor reproducción, alcanzando un máximo en septiembre (Figura 6). Esta característica en el reclutamiento litoral refleja más claramente las condiciones del stock reproductor así como el éxito de su período reproductivo, ya que el reclutamiento lagunar, que está determinado por la habilitación hidráulica de la laguna, no permite describir la magnitud ni la variación del reclutamiento de postlarvas debido a la inestabilidad propia de la interacción océano-laguna (Figura 7).

Disponibilidad para camaronicultura

El camarón blanco es la especie que mayor esfuerzo camaronicultor ha recibido en el continen-

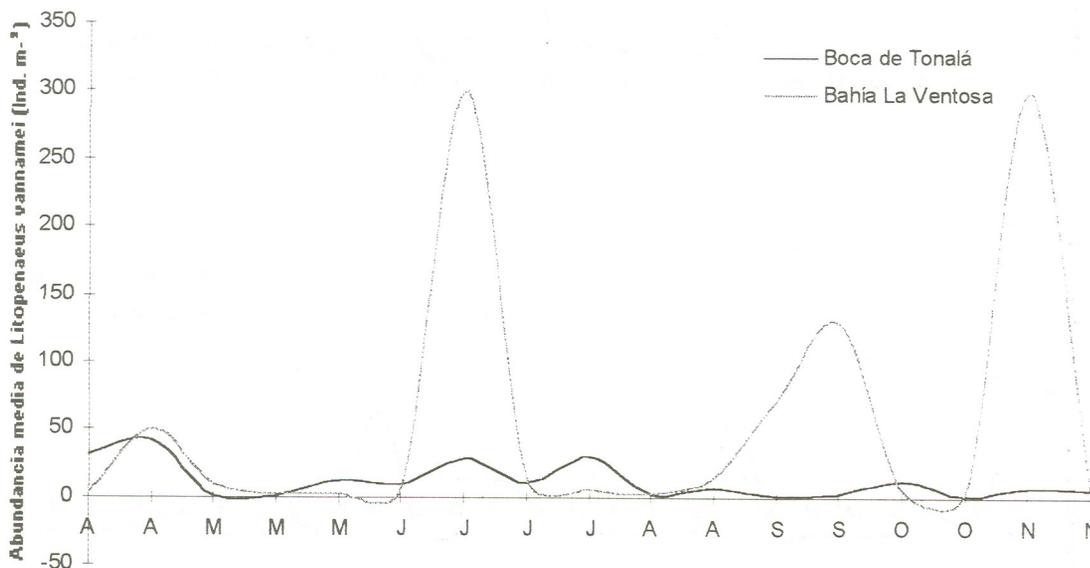


FIGURA 7: TIPOS DE RECLUTAMIENTO POSTLARVARIO DE CAMARÓN EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC (1992-93): LAGUNAR EN LA BOCA DE TONALÁ Y LITORAL EN LA BAHÍA LA VENTOSA. LA DIFERENCIA EN LOS TIPOS DE RECLUTAMIENTO SE DEBE A LA CUBIERTA ADVECTIVA QUE PROVOCA EL TRANSPORTE HACIA LA LAGUNA. EL EXCESO DE LA ABUNDANCIA POSTLARVARIA DEL RECLUTAMIENTO LITORAL PUEDE EMPLEARSE EN LA COLECTA DE SEMILLA PARA ACUICULTURA.

te, razón por la cual es objeto de innumerables estudios. El desarrollo del cultivo de camarón blanco obedeció en principio a la disponibilidad natural de esta especie (Cabrera-Jiménez *et al.* 1981) y actualmente, la captura de postlarvas continúa siendo una fuente barata y accesible de semilla para los camaronicultores. Gracia-Gasca (1989) demostró, mediante simulaciones numéricas con modelos de poblaciones bajo equilibrio, que la explotación de postlarvas en el litoral presenta el menor impacto a las pesquerías existentes, de hecho, la regulación actual (Norma NOM-92-002-PESC) prohíbe la captura de postlarvas de camarón dentro de las lagunas y en proximidades de las bocas. En base a esta revisión, se considera que el reclutamiento lagunar debe protegerse, debido a que, en particular para el camarón blanco, es un proceso de membresía que determina el tamaño de las microcohortes, lo cual permite la continuidad del ciclo de vida y asegura la sustentabilidad de las pesquerías existentes. El reclutamiento litoral representa una fuente potencial de simientes para los camaronicultores, pues debido al acople oceanográfico, climático y reproductivo genera una alta incidencia postlarvaria de camarón blanco que puede emplearse para la colecta de semilla en los meses de junio a septiembre y de octubre a febrero. En dichas zonas existen abundancias que aseguran una explotación cercana al 50%, es decir, capturar el excedente de postlarvas presente en relación al reclutamiento lagunar de la boca de Tonalá (Figura 7) y que no contribuyen en la permanencia de la población en el Golfo de Tehuantepec.

Agradecimientos

Este trabajo se dedica a la memoria del Dr. Ignacio del Valle Lucero (QEPD), de cuya investigación, se tomaron resultados parciales. Se reconoce a Andrés Mariano Alcántara, y Jesús E. Medina Reyna, por permitir usar parte de sus resultados en esta revisión. A Pavel Cruz por colaborar en la edición del manuscrito. A los revisores anónimos que enriquecieron este trabajo.

Bibliografía

- Alatorre-Fierro, M. R. 1998. "La camaronicultura en México: Quo vadis". *Panorama Acuícola*. 3(3):28.
- Alvarez, L. G., Badan-Dangon, A. y Valle, A. 1989. "On Coastal Currents off Tehuantepec". *Estuarine Coast. Shelf Sci.* 29:89-96.
- Baxter, K. N. 1963. "Abundance of postlarval shrimp. One index of future shrimping success". *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 15:79-87.
- Berry, R. J. y Baxter, K. N. 1969. "Predicting brown shrimp abundance in the northwestern Gulf of Mexico". *FAO Fish. Rep.* 57(3):775-798.
- Blackburn, M., and STOR associates. 1962. "Tuna Oceanography in the Eastern Pacific". *U. S. Fish. Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep.* 400:48 p.
- Blackburn, M. 1962. "An oceanographic study of the Gulf of Tehuantepec". *U. S. Fish. Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep.* 404: 28 p.
- Blackburn, M. 1963. "Distribution and abundance of tuna related to wind and ocean conditions in the Gulf of Tehuantepec, Mexico". *FAO Fish. Rep.* 6(3):1557-1582.
- Blackburn, M. 1966. "Biological Oceanography of the Eastern Tropical Pacific: Summary of existing information". *U. S. Fish. Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep.* 540:18 p.
- Boicourt, W. C. 1988. "Recruitment dependence on planktonic transport in coastal waters". En: B. J. Rothschild (ed.) *Towards a Theory on Biological-Physical interactions in the World Ocean*. Kluwer Academic Pub. Dordrecht, pp. 183-202.
- Boschi, E. E. 1989. "Biología pesquera del langostino del litoral Patagónico de Argentina". *INIDEP. Ser. Contr.* 646: 71 p.
- Cabrera-Jiménez, J.A., M. Mendoza-R., J. Valencia-R. y R. M. Castillo-D. 1981. Massive availability of postlarval shrimp (*P. vannamei*) for aquaculture, at Baluarte River, Mexico. World Conf. on Aquaculture and Int. Aquaculture Trade Show. European Mariculture Soc. and World Mariculture Soc. Venice, Italy. 21-25 Sept. 1981. 14 p.
- Cabrera-Jiménez, J. A. 1983. "Characters of taxonomic value of the postlarvae of the shrimp *Penaeus (Farfantepenaeus) brevivirostris* Kingsley (Decapoda, Natantia), of the Gulf of California, Mexico". *Crustaceana* 44(3):292-300.
- Calderón-Pérez, J. A., Macias-Regalado, E., Abreu-Grobois, F. A. y Rendón-Rodríguez, S. 1989a. "Antennular flagella: A useful character

for distinguishing subgenera among postlarval shrimp of the genus *Penaeus* (Decapoda) from the Gulf of California" *J. Crust. Biol.* 9(3):482-491.

Calderón-Pérez, J. A., Macías-Regalado, E. y Rendón-Rodríguez, S. 1989b. "Clave de identificación para los estadios de postlarvas y primeros juveniles de camarón del género *Penaeus* (Crustacea, Decapoda) del Golfo de California, México". *Ciencias Marinas* 15(3):57-70.

Cook, H. L. 1966. "A generic key to the protozoan, mysis, and postlarval stages of the littoral Penaeidae of the Northwestern Gulf of México". *U. S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull.* 62(2):427-47.

Chávez, E. A., Castro-Aguirre, J. L., Sevilla, M. L., Hidalgo, E., Parra, M. J., García-Camacho, A. y Castro-Ortíz, J. L. 1974. Estudio para determinar la época de entrada de post-larvas de camarón a las lagunas Oriental y Occidental de Oaxaca. Inf. Def. Esc. Nal. Cienc. Biol. Contrato No. AC-E-73-6 Cen. Sria. de Recs. Hidr. México, D. F. 1-269.

Dall, W., B. J. Hill., P. C. Rothlisberg y D. J. Staples. 1990. The Biology of Penaeidae. *Adv. Mar. Biol.* 27: 1-489.

Dittel, A. I., Epifanio, C. E. y Lizano, O. 1991. "Flux of Crab Larvae in a Mangrove Creek in the Gulf of Nicoya, Costa Rica". *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 32:129-140.

Dobkin, S. 1961. "Early development stages of pink shrimp, *Penaeus duorarum*, from Florida waters". *U. S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull.* 61: 321-49.

Dobkin, S. 1970. Manual de métodos para el estudio de larvas y primeras postlarvas de camarones y gambas. Inst. Nal. Inv. Pesq. (México). Ser. Divul. Instructivo 4: 76 p.

Epifanio, C. E., 1988a. "Transport of crab larvae between estuaries and the continental shelf". En: Jansson, B. O. (ed.). *Coastal-Offshore Ecosystems Interactions. Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies* 22: 291-305.

Epifanio, C. E. 1988b. "Transport of Invertebrate Larvae between estuaries and the Continental Shelf". *Amer. Fish. Soc. Symp.* 3: 104-114.

George, M. J. 1963. "Postlarval Abundance as a possible index of fishing success in the prawn *Metapenaeus dobsoni*". *Ind. J. Fish.* 10: 135-139.

Gezan-Soto, L. N. 1976. Estudio de postlarvas de camarón y otros parámetros para normar el

criterio de operación de una estructura de control de niveles. En: Castro-Aguirre, J. L. (ed.). *Mem. Simp. Biología y Dinámica Poblacional de camarones. SIC/Subsecretaría de Pesca. Inst. Nac. de la Pesca.* 8-13 Ago. 1976. Guaymas, Son. México. 2: 228-264.

Gracia-Gasca, A. 1989. "Impacto de la explotación de postlarvas sobre la pesquería del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767)". *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 16 (2):255-262.

Kitani, H, 1993. "Morphology of postlarvae of the white shrimp *Penaeus vannamei*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59(2): 223-227.

Kitani, H, 1994. "Identification of wild postlarvae of the penaeid shrimps, genus *Penaeus*, in the Pacific coast of Central America". *Fish. Sci.* 60(3): 243-247.

Lavín, M. F., Robles, J. M., Argote, M. L., Barton, E. D., Smith, R., Brown, J., Kosro, M., Trasviña, A., Vélez, H. S., y García, J. 1991. "Física del Golfo de Tehuantepec". *Ciencia y Desarrollo.* Vol. XVII (103):97-108.

Lefèvre, M. 1990. "Interference sur le recrutement benthique entre hydrodynamisme des masses d'eau et comportement larvaire". *Océanis.* 16(3):135-148.

Little, K. T. y Epifanio, C. E. 1991. "Mechanism for the re-invasion of the estuary by two species of brachyuran megalopae". *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 68: 235-242.

Lopez-Guerrero, L. 1969. "Estudio preliminar sobre las migraciones de postmisis de *Penaeus vannamei* Boone". *FAO Fish. Rep.* 57(2): 405-415.

Macías-Regalado, E. 1973a. Estudio sobre patrones de distribución de postlarvas de camarón del género *Penaeus* durante sus movimientos entre el mar y las lagunas costeras. Informe final. Contrato de estudios No. EI-71-78 Clave LL 26, Univ. Nal. Autón. México. Inst. Biol., Depto. Cienc. del Mar y Limnol. y SRH. 146 p.

Macías-Regalado, E. 1973b. Estudios de identificación y patrones de crecimiento de postlarvas de *Penaeus* bajo diferentes condiciones controladas de laboratorio. Informe final, Contrato de estudios No. EI-71-85 clave LL3. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Biol. y SRH. 118 p.

Mair, J. McD. 1979. "The identification of postlarvae of four species of *Penaeus* (Crustacea: Decapoda) from the Pacific Coast of Mexico". *J. Zool., Lond.* 188: 347-351.

Mariano-Alcántara, A. 1993. Incidencia postlarval de tres especies de camarón del género *Penaeus* (*P. vannamei* Boone, 1931; *P. stylirostris* Stimpson, 1874; y *P. californiensis* Holmes, 1900). CRUSTACEA DECAPODA en un ciclo anual en la boca de Tonalá, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Tuxpan, Ver. 55 p.

McCreary, J. P., Lee, H. S. y Enfield, D. B. 1989. "The response of the coastal ocean to strong offshore winds: With application to circulations in the Gulfs of Tehuantepec and Papagayo". *J. Mar. Sci.* 47: 81-109.

McConaughy, J. R. 1988. "Export and Reinvasion of Larvae as Regulators of Estuarine Decapod Populations". *Amer. Fish. Soc. Symp.* 3: 90-103.

Medina-Reyna, C. E. 1991. Distribución y abundancia de las postlarvas pelágicas del género *Penaeus* (CRUSTACEA: DECAPODA) en la zona costera del Golfo de Tehuantepec durante el verano de 1990. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C. 103 p.

Medina-Reyna, J. E. 1996. Abundancia relativa de postlarvas de *Penaeus* spp en el sublitoral de la Bahía de la Ventosa, Salina Cruz, Oaxaca durante el primer semestre de 1996. Inf. de Serv. Social. Depto. El Hombre y su Ambiente, Div. de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 52 p.

Morales-Pacheco, O., Félix-Ortíz, A., Rojo-V, O. y Del-Valle-Lucero, I. R. 1990. Filtrado hidrológico de postlarvas de camarones peneidos en boca Barrón, Mazatlán, México. Ponencia presentada en el VIII Congr. Nac. de Oceanografía, Mazatlán, Sin, México, 21-23 Nov. 1990.

Ramírez, I., Grivel, F. y Ramos, S. 1990. Nivel del Mar, Presión y Viento superficial en Salina Cruz, Oaxaca (1952-1989): Informe de datos. Inf. Téc. CICESE-CIOFID9001. 52 p.

Reyes-Bustamante, H. 1974. Incidencia de postlarvas de *Penaeus* spp. en la bahía de Yavaros y Estuario del Río Mayo, Sonora (1969-1970). V Congr. Nal. de Oceanogr. Guaymas, Son. Oct. 1974. 522-534.

Reyes-Bustamante, H. 1975. Posición taxonómica y descripciones de las postlarvas de *Penaeus* spp de la Bahía de Yavaros y Estuario del Río Mayo, Sonora, México. Mem. del II Simp. Lat. sobre Oceanogr.

Biol. 9-18., Univ. de Oriente. 24-28 Nov. 1975. Cumana, Venezuela.

Ritter-Ortíz, W., Guzmán-Ruiz, S. y Cruz-Lopez, L. 1983. "Nivel medio del mar en Salina Cruz, Oaxaca, México: Causas, efectos y fluctuaciones". *Rev. Geofis. México.* 18-19: 71-81.

Ritter-Ortíz, W. y Guzmán-Ruiz, S. 1984. "Modelo generalizado de producción pesquera con dependencia ambiental. Una aplicación al Golfo de Tehuantepec". *Rev. Geofis. México.* 20: 21-29.

Roden, G. I. 1961. "Sobre la circulación producida por el viento en el Golfo de Tehuantepec y sus efectos sobre las aguas superficiales". *Geofis. Int.* 1(3): 55-76.

Rodríguez-de-la Cruz, M. C. 1976. Distribución de estados larvales y postlarvales de los géneros de la familia Penaeidae en la parte central y norte del Golfo de California, México. En: Castro-Aguirre, J. L. (ed.). Mem. Simp. sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones. SIC/ Subsecretaría de Pesca. Inst. Nal. de la Pesca. 8-13 Agosto, 1976. Guaymas Son. México. 1: 280-314.

Rothlisberg, P. C. 1982. "Vertical migration and its effect on dispersal of penaeid shrimp larvae in the Gulf of Carpentaria, Australia". *Fish. Bull.* 80(3): 541-554.

Rothlisberg, P. C., Church, J. A. y Forbes, A. M. G. 1983. "Modelling the advection of vertically migrating shrimp larvae". *J. Mar. Res.* 41: 511-538.

Rothlisberg, P. C. 1988. "Larval transport in coastal Crustacea: Three case histories". En: Jansson, B. O. (ed.) Coastal-Offshore Ecosystem Interactions. Lecture Notes on Coastal and Estuaries Studies 22: 272-290.

Rothlisberg, P. C. y Church, J. A. 1994. Processes controlling the larval dispersal and postlarval recruitment of penaeid prawns. En: P. W. Sammarco y M. Heron (Eds.). Coastal and Estuarine Studies-The Bio-physics of marine larval dispersal. Proc. of Boden Workshop on larval dispersal and recruitment. American Geophysical Union. Washington, D. C. p. 235-252.

Rothlisberg, P. C. Church, J. A., y Fandry, C. B. 1995. "A mechanism for nearshore concentration and estuarine recruitment of postlarval *Penaeus plebejus* Hess (Decapoda, Penaeidae)". *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 40: 115-138.

Rothlisberg, P. C., Craig, P. D. y Andrewartha, J. R. 1996. "Modelling penaeid prawn larval

advection in Albatross Bay, Australia: Defining the effective spawning population". *Mar. Freshwater Res.* 47: 157-168.

Sinclair, M. 1988. Marine populations: An essay on population regulation and speciation. Washington Sea Grant / University of Washington Press. 252 p.

Sinclair, M. y Illes, T. D. 1989. "Population regulation and speciation in the oceans". *J. Cons. Int. Explor. Mer* 45: 165-175.

Stumpf, H. G. 1975. "Satellite Detection of Upwelling in the Gulf of Tehuantepec, Mexico". *J. Phys. Oceanography* 5: 383-388.

Tena-Villa, F. J. 1986. La disponibilidad de postlarvas de camarón para la actividad acuacultural en la costa de Chiapas. SEPESCA-Chiapas. Inédito.

UNESCO, 1968. "Zooplankton sampling". *Monogr. Oceanogr. Methodol.* 2: 174 p.

Valadez-Manzano, L. M., Calderón-Pérez, J. A. y Rendón-Rodríguez, S. 1990. Variación espacial y temporal en la distribución y abundancia de postlarvas de *Penaeus* spp (Crustacea: Decapoda, Penaeidae) en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio, Sinaloa. Ponencia presentada en el VIII Congr. Nal. de Oceanogr. 21-23 Nov. 1990. Mazatlán, Sinaloa, México.

Verdin, H. A., Franco, M. L., Rojo, O. y Valenzuela, A. 1990. Disponibilidad potencial de postlarvas de camarón en el estero Ostial y en la zona litoral adyacente a la desembocadura del Río Presidio. Mem. de licenciatura. Universidad Autónoma de Sinaloa. Escuela de Ciencias del Mar. 72 pp.

Weaks, M. L. 1988. "Tehuantepec Upwelling". *Oceanogr. Monthly Summ.*

Werthman, I. S. y Dittel, A. I. 1990. "Utilization of floating mangrove leaves as a transport mechanism of estuarine organisms, with emphasis on decapod Crustacea". *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 60: 67-73.