

## Distribución de camarones inmaduros (Decapoda: Penaeidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México

Alberto J. Sánchez y Luis A. Soto

Apdo. Postal 70-305, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM, México 04510 D.F.

(Rec. 7-VIII-1991. Acep. 21-VII-1992)

**Abstract:** Immature *Penaeus aztecus* and *P. setiferus* shrimp are distributed throughout the lagoonal system of Alvarado. The first species dominates with respect to density (58%) and biomass (91%). Both species are frequent in the seagrass beds along the inner margin of the bar of Alvarado, where they tend to concentrate. *P. aztecus* density increased with mean monthly salinities greater than 11‰ while the opposite occurred in the case of *P. setiferus*. Shrimp densities are considered low compared to other estuarine systems of the Gulf of Mexico. Such low densities are related to hydrological conditions and artisanal overfishing.

**Key words:** Distribution, shrimps, estuaries, Gulf of Mexico.

El sistema lagunar de Alvarado tiene un área de 11 833 Ha (Lankford 1977) y ocupa el cuarto lugar en cuanto a extensión entre los principales sistemas estuarinos en el litoral occidental del Golfo de México. El sistema presenta intensos pulsos temporales en el régimen salino y una marcada heterogeneidad espacial en cuanto al sustrato y vegetación acuática. Estas características permiten el establecimiento de diversas poblaciones de invertebrados y peces.

El sistema lagunar se comunica con una plataforma continental, en la cual se obtienen elevadas capturas por unidad de esfuerzo de camarones del género *Penaeus* (Sánchez y Soto 1987), cuyo ciclo de vida incluye una fase estuarina. Esta laguna representa un área de reclutamiento de camarones juveniles, los cuales están sometidos a una fuerte presión por una pesquería artesanal. Además este sistema fue modificado en 1980 en su régimen hidrológico por la apertura de una comunicación artificial al norte de Laguna Camaronera. Estas condiciones generan la necesidad de evaluar las poblaciones de los peneidos susceptibles de ser utilizados en prácticas de acuicultura. La evaluación se basa en la caracterización de las fluctuaciones espacio-temporales durante un ci-

clo anual con un diseño que cubre la heterogeneidad ambiental del sistema.

### MATERIAL Y METODOS

A partir de febrero de 1986 se efectuaron 13 muestreos diurnos con una frecuencia mensual en ocho localidades (Fig. 1). Las localidades se seleccionaron conforme a dos criterios: a) la amplia variación de la salinidad debido a la descarga de los ríos en la zona suroeste, y b) la heterogeneidad ambiental de las comunidades de vegetación acuática (1- *Ruppia maritima*, 2- *R. maritima* con algas filamentosas, 3- *R. maritima* con algas rodofitas, 4- rodofitas, 5- sustrato sin vegetación acuática).

Las postlarvas epibénticas (1.5 a 6 mm de longitud cefalotorácica -LC) y los juveniles (LC > 6 mm) se obtuvieron con una red de barra Renfro de 8 mm de luz de malla (Renfro 1962). En cada arrastre se cubrieron 100 m<sup>2</sup> de área de barrido. Los camarones inmaduros se identificaron a nivel específico (Williams 1959, Ringo y Zamora 1968, Pérez-Farfante 1970).

Una evaluación preliminar en abril indicó que las capturas de camarones inmaduros fueron escasas con respecto a otros sistemas estua-

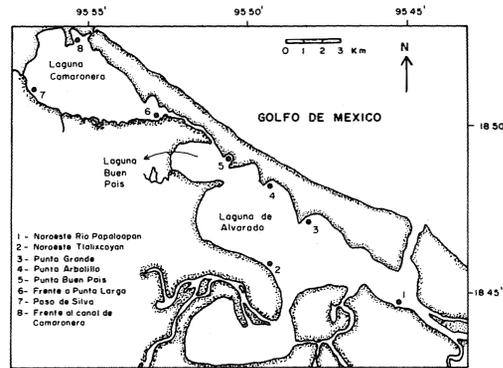


Fig. 1. Sistema lagunar de Alvarado y localidades muestreadas.

rinós del Golfo de México, lo que se analizó en relación al efecto del esfuerzo de pesca aplicado y del ritmo circadiano. Con respecto al esfuerzo de pesca se efectuaron tres réplicas en las cuales la densidad no varió marcadamente. La influencia de los ritmos de actividad diarios se evaluó con un diseño en el cual se obtuvieron dos réplicas por cada repetición (iluminación = 12:00 y 14:00; obscuridad = 19:00, 23:00, 03:00 y 07:00 hr). La captura no varió significativamente (ANDEVA;  $p > 0.05$ ) entre y dentro de las condiciones de iluminación y obscuridad.

En el análisis se consideran tres áreas de los cinco subsistemas propuestos por Raz-Guzmán *et al.* (1992): 1) Suroeste de la Laguna de Alvarado influida por la descarga directa de los ríos y con las localidades ubicadas al noroeste del río Papaloapan y al noroeste de la desembocadura de Tlaxicoyan, 2) Margen interno de la barra de Alvarado con las localidades de Punta Grande, Punta Arbolillo y Punta Buen Pais, y 3) Laguna Camaronera que abarca las localidades ubicadas frente a Punta Larga, Paso de Silva y frente al canal artificial (Fig. 1).

## RESULTADOS

Un total de 1276 estadios inmaduros de *Penaeus aztecus* y *P. setiferus* fue capturado. La biomasa total de ambas especies fue de 348 g. *P. aztecus* representó el 58 % de la densidad relativa y el restante perteneció a *P. setiferus*. En biomasa *P. aztecus* predominó con el 91%. Esta variación en la densidad y biomasa se atribuye a la marcada diferencia en la composición por tallas de ambas especies.

**Densidad y biomasa:** *P. aztecus* presentó un patrón de distribución amplio con una marcada tendencia a congregarse a lo largo del margen interno de Alvarado. En este margen los promedios anuales de densidad (3 a 28 org./100 m<sup>2</sup>) y biomasa (2 a 12 g/100 m<sup>2</sup>) para cada localidad contrastaron con los calculados para el suroeste de Alvarado y noroeste de Laguna Camaronera, en donde la densidad y biomasa promedio resultó menor a la unidad.

Las densidades (145 y 119 org./100 m<sup>2</sup>) y biomásas máximas (122 g/100 m<sup>2</sup>) de *P. aztecus* se obtuvieron en Punta Grande en enero y frente a Punta Larga en marzo, respectivamente. En Laguna de Alvarado se calcularon las máximas densidades mientras que en Laguna Camaronera se estimaron las mayores biomásas de esta especie (Fig. 2).

El 61% de la densidad y el 43% de la biomasa de *P. aztecus* se obtuvieron a lo largo del margen de Alvarado en las temporadas en las que se distribuye *R. maritima* y *R. maritima* con algas rodofitas. Para ambos parámetros se estimó una correlación significativa ( $r=0.342$ ;  $p < 0.002$ ) con la presencia de vegetación.

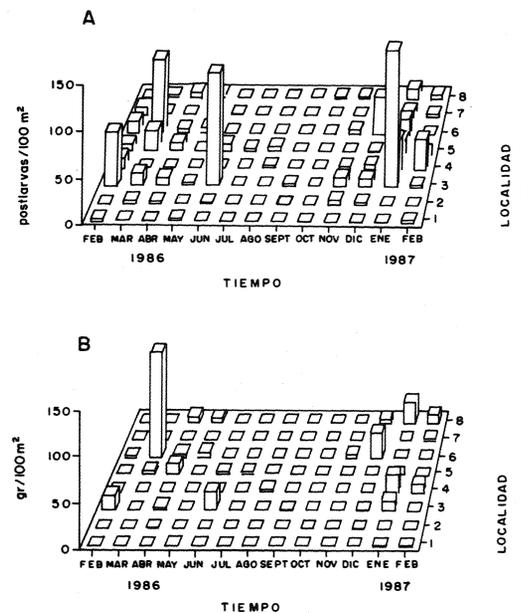


Fig. 2. Variación espacio-temporal de *Penaeus aztecus*.

Las densidades y biomásas mensuales de *P. aztecus* calculadas de noviembre a junio (14 a 225 org./100 m<sup>2</sup> y 4 a 117 g/100 m<sup>2</sup>) fueron mayores que las registradas de julio a octubre

(2 a 6 org./100 m<sup>2</sup> y 0.003 a 2 g/100 m<sup>2</sup>) (Fig. 2). Las densidades mensuales mayores a 97 org./100 m<sup>2</sup> se obtuvieron de enero a febrero y en junio cuando la salinidad en el margen de Alvarado fluctuó entre 9 y 24‰. La variación mensual de la densidad y biomasa de *P. aztecus* resultó correlacionada ( $r=0.366$ ;  $p<0.001$ ) con la salinidad.

*P. setiferus* presentó un patrón de distribución espacial similar al descrito para *P. aztecus*, con la particularidad de congregarse en Punta Grande. Los valores de densidad y biomasa promedio calculados por año en esta área por localidad variaron de 5 a 25 org./100 m<sup>2</sup> y de 0.1 a 2 g/100 m<sup>2</sup>. En Laguna Camaronera y al suroeste de Alvarado las densidades y biomasa fueron menores a la unidad, con la excepción de la densidad registrada frente al canal artificial de Laguna Camaronera, en donde la densidad promedio anual fue de 6 org./100 m<sup>2</sup> (Fig. 3).

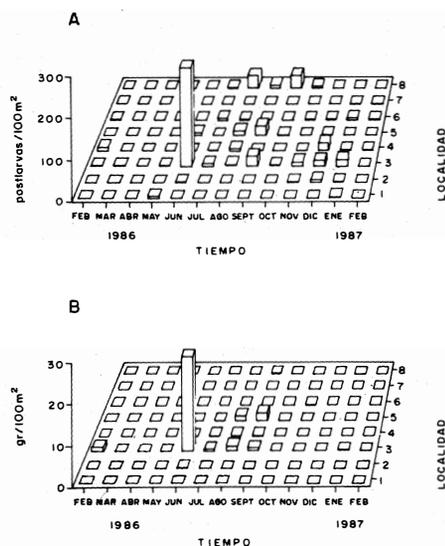


Fig. 3. Variación espacio-temporal de *Penaeus setiferus*.

El 79 y 98% de la densidad y biomasa total de *P. setiferus* se obtuvieron en fondos cubiertos por *R. maritima* sola ó asociada a rodofitas. Esta especie resultó correlacionada ( $r=0.342$ ;  $p<0.005$ ) con la presencia de vegetación.

Aunque ambas especies se congregaron a lo largo del margen interno de la barra de Alvarado presentaron diferentes tendencias con respecto a su distribución temporal. Las dos especies se reclutaron en bajas densidades durante todo el año, con la diferencia de que para *P. aztecus* se obser-

vó de noviembre a junio un incremento en la densidad, cuando la salinidad promedio mensual fue mayor de 11‰. En cambio, las densidades de *P. setiferus* fueron considerablemente mayores (>17 org./100 m<sup>2</sup>) de junio a febrero cuando la salinidad promedio varió de 2 a 11‰. Sin embargo la correlación entre ambas variables no fue significativa ( $p>0.05$ ).

Los valores de biomasa de *P. setiferus* fueron reducidos todo el año, a excepción de junio (23 gr/100 m<sup>2</sup>) en el margen de Alvarado. La biomasa de esta especie resultó relacionada ( $r=0.366$ ;  $p<0.001$ ) con la salinidad, ya que los máximos valores de biomasa (3 a 23 gr/100 m<sup>2</sup>) se obtuvieron cuando se registraron promedios mensuales de salinidad menores a 12‰.

**Composición por tallas:** Para ambas especies se calculó el promedio y el intervalo de LC para cada temporada establecida con base en el régimen salino (I-enero y febrero de 12 a 16‰, II-marzo a mayo de 18 a 20‰, III-junio y julio de 8 a 11‰, y IV-agosto a diciembre de 2 a 5‰ - Tukey;  $p<0.05$ ) en las tres áreas del sistema definidas en la sección de método.

En *P. aztecus* se detectó una progresión de tallas desde Laguna de Alvarado hacia Laguna Camaronera, mientras que en *P. setiferus* sucedió lo contrario (áreas II y III). El incremento de tallas se observó en el promedio e intervalo de LC por área (Fig. 4).

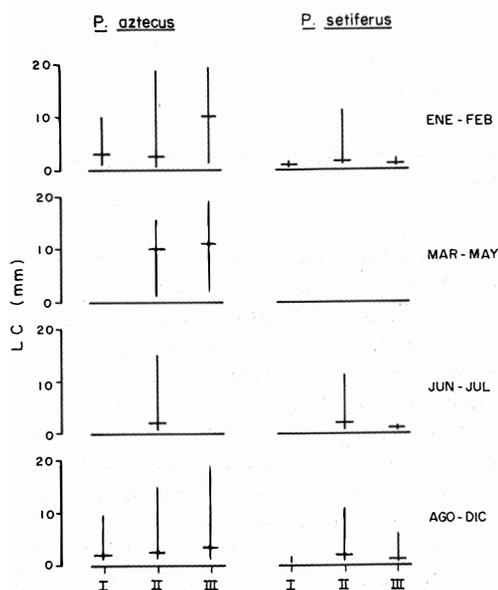


Fig. 4. Distribución de tallas de *Penaeus aztecus* y *P. setiferus*. Líneas horizontales=LC promedio, líneas verticales=intervalo de LC.

*P. aztecus* registró un establecimiento continuo (1.2 a 2.4 mm de LC). En el margen interno de Laguna de Alvarado predominaron tallas menores a 9 mm de LC, mientras que en Laguna Camaronera fueron mas frecuentes los camarones mayores a 9 mm de LC de enero a mayo. En el suroeste de Alvarado las capturas reducidas impidieron interpretar los datos (Fig. 5).

Para *P. setiferus* se registró un establecimiento continuo (1 a 2.9 mm de LC) a través del año. En el suroeste de Alvarado y en Laguna Camaronera sólo se registraron tallas de establecimiento. En cambio, en el margen de Alvarado se calcularon las tallas promedio máximas (3.2 a 4.1 mm de LC) y se obtuvieron postlarvas hasta de 12.1 mm de LC (Fig. 5).

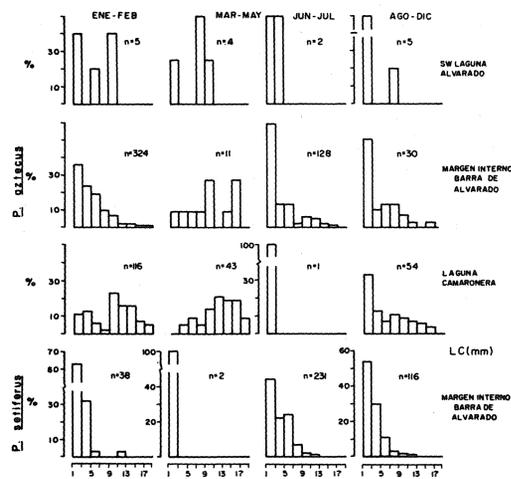


Fig. 5. Composición por tallas de *Penaeus aztecus* y *P. setiferus*.

**Fases inmaduras y fauna asociada:** En el suroeste de Alvarado se registraron los valores mínimos de densidad promedio anual de camarones y de fauna asociada por área (Cuadro 1). Dentro de los grupos faunísticos predominantes (Cuadro 1), los misidáceos e isópodos sólo se capturaron durante enero-febrero y agosto-diciembre. Los dos peneidos representaron un porcentaje mínimo en la comunidad con valores menores a 2% de densidad relativa.

En el margen de Alvarado se obtuvo la máxima densidad anual promedio por área y cuatro grupos suman el 87% de la densidad relativa (Cuadro 1). *P. setiferus* se incluyó en junio y julio dentro de los grupos predominantes (5ª

categoría) con el 10% de densidad relativa. Sin embargo, ambos camarones sólo representaron entre el 2 y 3% de la densidad relativa en el año.

En Laguna Camaronera la densidad promedio anual fue intermedia y cinco grupos sumaron el 90% de la densidad total (Cuadro 1), de los cuales los peces y misidáceos fueron capturados con mayor frecuencia espacial y temporal. Las densidades totales por temporada variaron notablemente (216, 540 y 3029 org./100 m<sup>2</sup>), lo cual se relacionó durante febrero-mayo con el régimen de salinidad en Laguna camaronera (<16 ‰), y de agosto-diciembre con la presencia de *R. maritima* frente a Punta Larga. En esta área ambas especies de camarones representaron sólo el 2% de la densidad total. *P. aztecus* ocupó la segunda categoría en densidad relativa frente a Punta Larga durante enero-febrero y marzo-mayo.

En el suroeste de Alvarado se registró el mínimo valor de biomasa promedio anual por área (Cuadro 1). Ambas especies de camarón representaron menos del 1% de la biomasa en esta área. En Laguna camaronera la biomasa promedio fue intermedia y tres grupos representaron el 48% de la densidad relativa (Cuadro 1). *P. aztecus* predominó con el 43% y *P. setiferus* contribuyó con menos del 1% de la biomasa relativa.

En el margen de Alvarado se capturó el máximo valor de biomasa promedio por área, en donde cuatro grupos predominaron (Cuadro 1). *P. aztecus* ocupó el quinto lugar y, excepto en agosto-diciembre, contribuyó con mas del 14% de la biomasa obtenida por temporada. *P. setiferus* sólo representó el 1% de la biomasa de esta área.

La marcada diferencia entre la biomasa relativa de *P. aztecus* y *P. setiferus* se explica en función de que para la segunda especie predominaron camarones con una LC<5 mm. En biomasa los anfípodos quedaron excluidos entre los predominantes debido a su talla reducida. En contraste, los xantidos predominaron en biomasa aunque su contribución en abundancia fue mínima.

## DISCUSION

El dispositivo de colecta utilizado ha demostrado ser eficiente y selectivo sobre los camarones peneidos, tanto durante los períodos de iluminación como de oscuridad (N.A.

## CUADRO 1

Densidad y biomasa de los estadios inmaduros y de la fauna asociada en las tres áreas del sistema lagunar

	swLA	mibA	LC
$\bar{x}$ anual	38 org/100m <sup>2</sup>	496 org/100m <sup>2</sup>	98 org/100m <sup>2</sup>
% Grupos	peces 33 gasterópodos 28 anfípodos 14 carideos 12	anfípodos 32 misidáceos 21 carideos 21 gasterópodos 13	carideos 41 peces 16 gasterópodos 12 misidáceos 11 anfípodos 10
$\bar{x}$ anual	5.6 g/100m <sup>2</sup>	17.3 g/100m <sup>2</sup>	14.4 g/100m <sup>2</sup>
% Grupos	xanthidos 57 peces 21 carideos 14	carideos 22 xanthidos 22 gasterópodos 21 peces 20	gasterópodos 28 carideos 10 peces 10

swLA=suroeste laguna de Alvarado, mibA=margen interno de Alvarado y LC=Laguna Camaronera

Alvarez, com. pers.). Por lo tanto, es importante señalar que los valores reducidos de densidad y biomasa de peneidos reflejan la condición de sus poblaciones y no un sesgo por el colector utilizado.

El patrón de actividad de los crustáceos es preferentemente nocturno (Greening y Livingston 1982, De Coursey 1983). Sin embargo, las diferencias entre las capturas diurnas y nocturnas no fueron significativas (ANDEVA;  $p > 0.05$ ). En *P. aztecus* esta similitud coincide con los datos interpretados por Clark y Caillouet (1975). En esta investigación la similitud se atribuye a que el muestreo para evaluar la influencia de la actividad en la captura se efectuó en la época de baja salinidad, y esta condición incrementa la actividad de la especie (Minello *et al.* 1990). Además, un porcentaje considerable de los estadios inmaduros de *P. aztecus* no se entierra durante las horas de iluminación (Wickham y Minkler 1975), aunque Minello y Zimmerman (1984) y Minello *et al.* (1990) observaron lo contrario.

Las fases inmaduras de *P. setiferus* presentan actividad tanto en iluminación como en oscuridad (Clark y Caillouet 1975, Wickham y Minkler 1975), aunque los primeros autores registran mayor actividad diurna. En cuanto a sus hábitos de enterramiento unos autores lo han descrito (Rulifson 1981) mientras que otros no lo han observado (Wickham y Minkler

1975) o registran menos del 8% de enterramiento (Minello *et al.* 1990).

El sistema lagunar de Alvarado recibe la descarga de tres ríos, dos de ellos, el Papaloapan y el Blanco, con elevado caudal que ocasiona condiciones oligohalinas durante seis meses. En campo se observó que esta descarga restringe el flujo de agua marina que penetra al sistema por la Boca de Alvarado, lo que limita la inmigración de fauna nerítica al sistema. Las principales fuentes de materia orgánica (vegetación circundante y fanerógamas acuáticas) son calificadas como bajas. El sistema lagunar ha sido modificado en cuanto a sus canales de entrada y está sometido a una fuerte perturbación por actividad humana. Estas condiciones hidrobiológicas explican parcialmente la pobreza faunística de los componentes bentónicos aquí estudiados.

Los valores de densidad de *P. aztecus* son bajos comparados con los obtenidos en otros sistemas estuarinos del Golfo de México. En Texas, Zimmerman y Minello (1984) registraron densidades promedio de hasta 21.1 camarones/m<sup>2</sup>. Rulifson (1981) obtuvo valores de biomasa para camarón café de 2.1 g/m<sup>2</sup> y 0.4 org./m<sup>2</sup> y para camarón blanco de 0.9 g/m<sup>2</sup> y 0.9 org./m<sup>2</sup>. En Laguna Madre, México se obtuvieron densidades máximas de 4 *P. aztecus*/m<sup>2</sup> (Sánchez *et al.* 1991).

Los valores de los restantes grupos de crustáceos peracáridos y decápodos también son considerados bajos con respecto a otros sistemas estuarinos del Golfo de México. En Bahía de Apalache, se registraron de 28-44 decápodos/m<sup>2</sup> y un promedio de nueve macrocrustáceos por arrastre (Lewis y Stoner 1981, Sheridan y Livingston 1983). En Texas, Virnstein *et al.* (1983) colectaron 181 decápodos/m<sup>2</sup> y Zimmerman y Minello (1984) 80 decápodos/m<sup>2</sup>. En Laguna de Términos se obtuvo 2-107 decápodos/m<sup>2</sup> (datos no publicados).

La utilización de un hábitat se evalúa en cómo éste afecta la regulación del crecimiento y la supervivencia (Minello y Zimmerman 1991). La elevada selectividad por sustratos con vegetación sumergida se asocia frecuentemente con el incremento del abastecimiento de alimento y supervivencia (Heck y Crowder, 1992). La selectividad para establecerse sobre *R. maritima* fue significativa para ambas especies aunque en el caso de *P. aztecus* los estadios inmaduros se distribuyeron tanto en este tipo de fondos como en sustratos sin vegetación acuática.

En fases juveniles de *P. aztecus* se ha demostrado preferencia para reclutarse en sustratos cubiertos por vegetación (Zimmerman y Minello 1984, Zimmerman *et al.* 1984). Este peneido es un carnívoro obligado que se alimenta de la fauna asociada a la vegetación y utiliza la estructura física de la vegetación como protección contra depredadores (Minello y Zimmerman 1991).

La selectividad de *P. setiferus* para establecerse en sustratos cubiertos con vegetación acuática junto con *P. aztecus* contradice los resultados obtenidos, así como los experimentales registrados por Giles y Zamora (1973). Varios autores han observado que los estadios inmaduros de *P. setiferus* no presentan una marcada selectividad por sustratos cubiertos (Sánchez y Soto 1981, Zimmerman y Minello 1984). Esta especie depende en menor grado de los sustratos con vegetación pues es omnívora, y sus adaptaciones para evadir la depredación están relacionadas con una tasa de crecimiento mayor que la de *P. aztecus* y no con la utilización de la estructura física de la vegetación (Minello y Zimmerman 1991). Sin embargo, *P. setiferus* también se registra como carnívora y asociada a vegetación (Hunter y Feller 1987)

Para el sistema lagunar de Alvarado se plantea que los procesos densodependientes no

regulan la distribución de ambos camarones reclutados en sustratos con vegetación como se ha observado en otros sistemas estuarinos con densidades de macrocrustáceos comparativamente elevadas. Este resultado es consecuencia tanto de su distribución temporal diferencial como de una densidad por debajo de la capacidad de carga. De lo contrario se esperaría una competencia por espacio entre *P. aztecus* y *P. setiferus* como lo han registrado Giles y Zamora (1973) y Zimmerman *et al.* (1984).

La influencia de la composición por tallas se refleja en el contraste de los valores de densidad y biomasa entre los tres subsistemas de la laguna. Los juveniles pertenecen en su mayoría a *P. aztecus* y se distribuyen en Laguna Camaronera, y solamente a *P. setiferus* durante junio en el margen interno de esta laguna. Los factores que influyeron en la ausencia o escasez de juveniles fueron su baja densidad y el muestreo limitado a las zonas más someras y marginales del sistema.

Las correlaciones entre los valores de biomasa de ambas especies con la salinidad coinciden con las observaciones de Loesch (1976) quien registró la preferencia de los juveniles de *P. setiferus* por ambientes oligohalinos. La tendencia a capturar una mayor biomasa de *P. aztecus* en salinidades mayores a 11‰ es similar a lo expuesto por Barret y Gillespie (1973). En contraste Parker (1970) y Zimmerman y Minello (1984) no reconocieron la relación entre la distribución y la densidad de esta especie con la salinidad. Los segundos autores le conceden mayor importancia a la variación provocada por la corriente de marea.

Las densidades y biomasa de ambos peneidos y fauna asociada son reducidas comparadas con otros sistemas estuarinos del Golfo de México. A partir de esta conclusión se plantean dos propuestas no excluyentes entre sí: 1) el régimen hidrológico del sistema lagunar de Alvarado no favorece la inmigración de las postlarvas planctónicas, aunado a que el predominio de las condiciones oligohalinas no favorece el reclutamiento de poblaciones de peneidos con densidades elevadas, y 2) las reducidas densidades y biomasa son consecuencia de la "sobrepesca" practicada por un número considerable de cooperativas pesqueras que explotan este u otros recursos en la laguna.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del personal del CRIP-Alvarado, especialmente a Augusto Solís y Eligio Gamboa. Se agradece también la colaboración de los participantes del proyecto *Ecología Poblacional de los Camarones Peneidos de los Principales Sistemas Lagunares del Golfo de México* financiado por el CONACyT (PCECBNA-021436). El primer autor agradece el apoyo del CONACyT como becario de posgrado.

## RESUMEN

En el sistema lagunar de Alvarado se distribuyen los camarones inmaduros de *Penaeus aztecus* y *P. setiferus*. La primera especie predominó en densidad (58%) y en biomasa (91%). Ambas especies se congregaron a lo largo del margen de Alvarado en sustratos cubiertos por fanerógamas acuáticas, en donde los camarones resultaron ser componentes frecuentes dentro de las comunidades epibénticas. La densidad de *P. aztecus* se incrementó cuando la salinidad mensual promedio fue mayor a 11‰, en contraste con *P. setiferus*. La densidad de los camarones se considera baja en comparación con otros sistemas estuarinos del Golfo de México. Estas densidades bajas se atribuyen al régimen hidrológico y a la sobre-pesca artesanal.

## REFERENCIAS

- Barret, B.B. & M.C. Gillespie. 1973. Primary factors which influence commercial shrimp production in coastal Louisiana. La. Wildlife and Fisheries Comm. Tech. Bull. 9: 1-28.
- Clark, S.H. & C.W. Caillouet. 1975. Diel fluctuations in catches of juvenile brown and white shrimp in a Texas estuarine canal. Contrib. Mar. Sci. 19: 119-124.
- De Coursey, P.J. 1983. Biological Timing, p. 107-162. In E.D. Bliss (ed.). The Biology of Crustacea 7. Academic, Nueva York.
- Giles, J.H. & G. Zamora. 1973. Cover as a factor in habitat selection by juvenile brown (*Penaeus aztecus*) and white (*P. setiferus*) shrimp. Trans. Am. Fish. Soc. 2: 144-145.
- Greening, H.S. & R.J. Livingston. 1982. Diel variation in the structure of seagrass-associated epibenthic macroinvertebrate communities. Mar. Ecol. Prog. Ser. 7: 147-156.
- Heck, K.L. & L.B. Crowder. 1992. Habitat structure and predator-prey interactions in vegetated aquatic systems. In S.S. Bell, E.D. McCoy & H.R. Mushinsky (eds.). Habitat Complexity: The physical arrangement of objects in space. Chapman and Hall, Nueva York (en prensa).
- Hunter, J. & R.J. Feller. 1987. Immunological dietary analysis of two penaeid shrimp species from a South Carolina tidal creek. J. Exp. Mar. Ecol. 107: 61-70.
- Lankford, R.R. 1977. Coastal Lagoons of Mexico. Their origin and classification, p. 182-215. In M. Wiley (ed.). Estuarine Processes. Academic, Nueva York.
- Lewis, F.G. III. & A.W. Stoner. 1981. An examination of methods for sampling macrobenthos in seagrass meadows. Bull. Mar. Sci. 31: 116-124.
- Loesch, H. 1976. Shrimp population densities within Mobile Bay. Gulf. Res. Rep. 5: 11-16.
- Minello, T.J. & R.J. Zimmerman. 1983. Fish predation on juvenile brown shrimp, *Penaeus aztecus* Ives: The effect of simulates of *Spartina* structure on predation rates. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 72: 211-231.
- Minello, T.J. & R.J. Zimmerman. 1991. The role of estuarine habitats in regulating growth and survival of juvenile penaeid shrimp, p. 1-16. In P.F. Deloach, W.J. Dougherty & M.A. Davidson (eds.). Frontiers of Shrimp Research. Elsevier, Amsterdam.
- Minello, T.J., R.J. Zimmerman & P.A. Barrick. 1990. Experimental studies on selection of vegetative structure by penaeid shrimp. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-237: 30 p.
- Parker, J.C. 1970. Distribution of juvenile brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) in Galveston Bay, Texas, as related to certain hydrographic features and salinity. Contrib. Mar. Sci. 16: 1-12.
- Pérez-Farfante, I. 1970. Diagnostic characters of juveniles of the shrimps *Penaeus aztecus aztecus*, *P. duorarum duorarum* and *P. brasiliensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). United States Fish and Wildl. Serv. Spec. Report-Fisheries (599): 26 p.
- Raz-Guzman, A., G. de la Lanza & L.A. Soto. 1992. Caracterización ambiental y  $\delta^{13}\text{C}$  del sedimento, detrito y vegetación del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. Rev. Biol. Trop. 40: 215-255.
- Renfro, W.C. 1962. Small beam net for sampling postlarvae shrimp. Galveston Biological Laboratory, June 30, 1962. U.S. Fish. Wildl. Serv. Circ. 161: 86-87.
- Rulifson, R.A. 1981. Substrate preferences of juvenile penaeid shrimps in estuarine habitats. Contrib. Mar. Sci. 24: 35-52.
- Sánchez, A.J. & L.A. Soto. 1982. Comportamiento anual de las postlarvas epibénticas de camarones peneidos en el sector occidental de la Laguna de Términos, Campeche. VI Congreso Nal. de Zool., Mazatlán, Sinaloa 6-12 diciembre. (México).

- Sánchez, A.J. & L.A. Soto. 1987. Camarones de la Superfamilia Penaeoidea (Rafinesque, 1815) distribuidos en la plataforma continental del suroeste del Golfo de México. An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México 14: 157-180.
- Sánchez, A.J., A. Raz-Guzman, E. Barba & F. Mondragón. 1991. Camarones juveniles (Decapoda: Penaeidae) en el sector central de Laguna Madre. XI Congreso Nal. de Zool., Mérida, Yucatán 28-31 octubre. (México).
- Sheridan, P.F. & R.J. Livingston. 1983. Abundance and seasonality of infauna and epifauna inhabiting a *Halodule wrightii* meadow in Apalachicola Bay, Florida. Estuaries 6: 407-419.
- Vinstein, R.W., P.S. Mikkelsen, K.D. Cairns & M.A. Capone. 1983. Seagrass beds versus sand bottoms: the trophic importance of their associate benthic invertebrates. Fla. Sci. 46: 363-381.
- Wickham, D.A. & F.C. Minkler III. 1975. Laboratory observations on daily patterns of burrowing and locomotor activity of pink shrimp *Penaeus duorarum*, brown shrimp *Penaeus aztecus*, and white shrimp *Penaeus setiferus*. Contrib. Mar. Sci. 19: 21-35.
- Williams, A.B. 1959. Spotted and brown shrimp postlarvae (*Penaeus*) in North Carolina. Bull. Mar. Sci. Gulf Carib. 9: 281-290.
- Zimmerman, R.J. & T.J. Minello. 1984. Densities of *Penaeus aztecus*, *Penaeus setiferus* and other natant macrofauna in a Texas salt marsh. Estuaries 7(4A): 421-433.
- Zimmerman, R.J., T.J. Minello & G. Zamora. 1984. Selection of vegetated habitat by brown shrimp *Penaeus aztecus*, in Galveston Bay salt marsh. Fish. Bull. 82: 325-336.