

DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LAS POSTLARVAS Y JUVENILES DE LOS CAMARONES DEL GENERO *Penaeus* EN BAHIA KINO Y LAGUNA LA CRUZ, SONORA, MEXICO

DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF POSTLARVAE AND JUVENILES OF SHRIMPS OF THE GENUS *Penaeus* IN KINO BAY AND LA CRUZ LAGOON, SONORA, MEXICO

José Manuel Grijalva-Chon
Ramón Héctor Barraza-Guardado

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
Universidad de Sonora
Rosales y Niños Héroes s/n
Hermosillo, Sonora 83000, México

Recibido en septiembre de 1991; aceptado en diciembre de 1991

RESUMEN

Se realizaron arrastres de plancton superficiales, lances con atarraya y arrastres con red de fondo de puertas cada quince días para estimar la distribución y abundancia de las postlarvas y juveniles de los camarones del género *Penaeus* en Bahía Kino (IX/89-IX/90) y la laguna costera La Cruz (VII/89-IV/91), Sonora. Las postlarvas estuvieron presentes entre los meses de junio a noviembre, con la máxima abundancia promedio en julio de 1990: 220.58 postlarvas/10 m³ en La Cruz y 72.5 postlarvas/10 m³ en Bahía Kino, siendo *P. californiensis* la especie dominante. No hubo evidencia estadística de que las postlarvas presentaran una tendencia a agruparse en determinadas estaciones de muestreo. Se capturaron juveniles de *P. californiensis* (café) y *P. stylirostris* (azul), dominando los primeros. Los juveniles alcanzaron tallas máximas de 13 y 16 cm de longitud total para el camarón café y azul, respectivamente. Del análisis de tallas se estima que el camarón café ingresa a La Cruz en un estadio de desarrollo más temprano que el camarón azul.

ABSTRACT

Samplings with plankton net, cast net and otter trawl were made every two weeks to estimate the distribution and abundance of *Penaeus* shrimp postlarvae and juveniles in Kino Bay (IX/89-IX/90) and La Cruz coastal lagoon (VII/89-IV/91), Sonora, Mexico. The postlarvae were present from June to November, with maximum average abundance in July 1990: 220.58 postlarvae/10 m³ in La Cruz and 72.5 postlarvae/10 m³ in Kino Bay. *Penaeus californiensis* was the most dominant species. There was no statistical evidence of postlarva aggregation at the sampling stations. Only juveniles of *P. californiensis* (brown shrimp) and *P. stylirostris* (blue shrimp) were caught, dominating the first. The maximum total length of juveniles was 13 cm (brown shrimp) and 16 cm (blue shrimp). From length data, we believe that brown shrimp enter La Cruz at an earlier developmental stage than blue shrimp.

INTRODUCCION

El ciclo de vida de los camarones peneidos está muy ligado a las áreas costeras tales como esteros, lagunas y bahías. Estos ambientes presentan las condiciones adecua-

INTRODUCTION

The life cycle of penaeid shrimps is closely linked to coastal areas like estuaries, lagoons and bays. In these areas there are adequate conditions for the development of

das para su desarrollo, dada la gran cantidad de alimento y las condiciones apropiadas de refugio. En el Golfo de California se encuentran presentes cuatro especies comerciales de camarones peneidos: *Penaeus stylirostris* (camarón azul) y *P. californiensis* (camarón café) en la zona norte; además de las anteriores, en la zona sur se encuentran *P. vannamei* (camarón blanco) y *P. brevisrostris* (camarón cristal). En la zona norte y central del golfo la captura comercial es principalmente de camarón café, con un 80% del total capturado. En la región sur se captura principalmente camarón cristal y blanco (Loesch, 1980).

Los camarones del género *Penaeus* constituyen uno de los principales recursos pesqueros de México, y la exportación del producto es una importante fuente de divisas. Actualmente, se está dando una gran atención a la producción de este recurso, no sólo mediante su captura, la cual ya está en su máximo sostenible (Gracia, 1989), sino también mediante su cultivo. Para lograr esto, es necesario tener conocimientos adecuados sobre la biología y ecología de las especies, de tal manera que su explotación y manejo se haga de manera racional.

La camaronicultura es una actividad que actualmente está adquiriendo un gran auge en México y particularmente en los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit y Chiapas. Básicamente esto se debe a los siguientes factores (Ramos-Salas, 1987): (a) al avance en el conocimiento sobre las técnicas de cultivo, (b) al encarecimiento de los costos de captura y (c) a la disponibilidad de extensas superficies aptas para la acuicultura, como vienen a ser los suelos salinos adyacentes al litoral.

Debe contemplarse a la camaronicultura como una actividad complementaria a la pesca y no como una competencia por el recurso. Muchos de los sistemas de cultivo, sobre todo los más extensivos, contemplan la captura de postlarvas y juveniles del medio natural, lo cual en un momento dado podría llegar a constituir un tipo de competencia con la pesquería del recurso.

México ocupa el séptimo lugar mundial en la producción de camarón con un monto aproximado de 76,000 TM; en esto el cultivo aporta el 5%. Para llegar a obtener este producto cultivado fue necesaria la utilización de 338 millones de postlarvas, de las cuales sólo 800 mil fueron producidas en el laborato-

shrimps because of the large quantity of food and appropriate refuge conditions. Four commercial species of penaeid shrimps are found in the Gulf of California: *Penaeus stylirostris* (blue shrimp) and *P. californiensis* (brown shrimp) in the northern region and, in addition to these, *P. vannamei* (white shrimp) and *P. brevisrostris* (crystal shrimp) in the southern region. In the northern and central Gulf the commercial catch is mostly brown shrimp, comprising 80% of the total catch. In the southern region the catch is mostly crystal and white shrimps (Loesch, 1980).

Penaeid shrimps are one of the main fishery resources of Mexico and their export is an important source of foreign currency. At present there is great support for the production of this resource, not only through its catch, which is in the maximum sustainable (Gracia, 1989), but also through its culture. However, for the rational exploitation and management of this resource it is necessary to have adequate knowledge about the biology and ecology of the species.

At present, shrimp culture is developing rapidly in Mexico, particularly in the states of Sonora, Sinaloa, Nayarit and Chiapas. This is mainly due to the following facts (Ramos-Salas, 1987): (a) the progress in the field of culture techniques, (b) the high cost of fishing operations and (c) the availability of large areas of land suitable for aquaculture, like saline soils near the littoral.

Shrimp culture must be contemplated as a complementary activity of fishing not as competition for the resource. Many culture techniques, especially the most extensive, comprise catches of postlarvae and juveniles from the aquatic environment, which in the future will be a competition with the fishery.

On a world scale, Mexico occupies seventh place in shrimp production, with approximately 76,000 metric tons. In this production, culture techniques contribute with 5%. To obtain this cultured product it was necessary to use 338 million postlarvae, of which only 800 thousand were produced in the laboratory and the rest were caught in the aquatic environment (Arredondo-Figueroa, 1987).

At the Center of Scientific and Technological Research of the University of Sonora (CICTUS) we carried out this survey as a first step to lay the scientific foundations for the management and protection of this resource.

rio y el resto capturadas en el medio natural (Arredondo-Figueroa, 1987).

Ante esta expectativa con relación al recurso camarónico, en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS) se vio la necesidad de llevar a cabo la presente investigación como un primer paso tendiente a sentar las bases científicas para el manejo y protección de este recurso. Esta investigación corresponde a los estudios con prioridad II, definidos por Arredondo-Figueroa (1987), que se necesitan desarrollar para reforzar la camaronicultura.

El objetivo general de la presente investigación fue llevar a cabo un reconocimiento de la distribución, abundancia y composición específica de los estadios postlarvales y juveniles de los camarones peneidos en la laguna costera La Cruz y en Bahía Kino, Sonora, México. Estas áreas están libres del impacto extractivo de postlarvas.

AREA DE ESTUDIO

Bahía Kino se encuentra sobre el lado oriental del Golfo de California, a 110 km al oeste de Hermosillo, Sonora, México. En su extremo sureste se encuentra la laguna costera La Cruz, un cuerpo de agua costero sin aporte fluvial. Todo el sistema se encuentra enmarcado entre los meridianos 111°50'-112°02' Oeste, y entre los paralelos 28°45'-28°52' Norte (Fig. 1).

METODOLOGIA

Se realizaron muestreos de plancton dentro de la laguna costera La Cruz (cinco estaciones) y en la Bahía Kino (siete estaciones) para capturar postlarvas de camarón. Estos muestreos se realizaron quincenalmente durante las mareas vivas, desde julio de 1989 hasta abril de 1991 en la laguna, y desde septiembre de 1989 hasta septiembre de 1990 en la bahía (Tabla 1). Se decidió dedicarle un mayor esfuerzo a la laguna debido a la mayor importancia que representa para el desarrollo de los camarones. Los muestreos correspondientes a las fechas de 29 de noviembre y 27 de diciembre de 1989 y 26 de marzo y 7 de julio de 1990, no se efectuaron en la bahía debido a los fuertes vientos y oleaje.

Para los muestreos de postlarvas se utilizó una red de plancton cilíndrica de

This research corresponds to priority II investigations, stipulated by Arredondo-Figueroa (1987), that must be developed to reinforce shrimp culture.

The objective of this research was to know the distribution, abundance, and specific composition of the postlarval and juvenile stages of penaeid shrimps in La Cruz coastal lagoon and Kino Bay, Sonora, Mexico. Postlarvae are not extracted from this area.

STUDY AREA

Kino Bay is located on the eastern side of the Gulf of California, 110 km west of Hermosillo, Sonora, Mexico. La Cruz coastal lagoon is on the southwestern side of Kino Bay and has no river input. All the system is located between 111°50'-112°02' W and 28°45'-28°52' N (Fig. 1).

METHODOLOGY

Plankton samplings were made at La Cruz coastal lagoon (five stations) and Kino Bay (seven stations) to catch shrimp postlarvae. These samplings were made twice monthly during moon tides, from July 1989 to April 1991 in La Cruz, and from September 1989 to September 1990 in Kino Bay (Table 1). We decided to dedicate more sampling effort to La Cruz because of the great importance that it represents to shrimp development. Only the samplings of November 29 and December 27, 1989, and March 26 and July 7, 1990, were not carried out at Kino Bay due to strong winds and waves.

The samples of postlarvae were obtained with a cylindrical plankton net of 505 μ m mesh and 55 cm diameter. The tows were made at high tide, around midday. The volume of filtered water was calculated with a General Oceanics 2030R flowmeter placed at the net's mouth. The fortnightly abundances are represented as the mean of postlarvae/10 m³. Postlarvae were counted and identified within 24 hours after the collection, and exceptionally within 48 hours. The criteria of Calderón-Pérez *et al.* (1989a, 1989b) were used to identify the postlarvae.

A Kruskal-Wallis analysis of variance (Conover, 1971) was applied to detect spatial differences and identify aggregation areas of shrimp postlarvae.

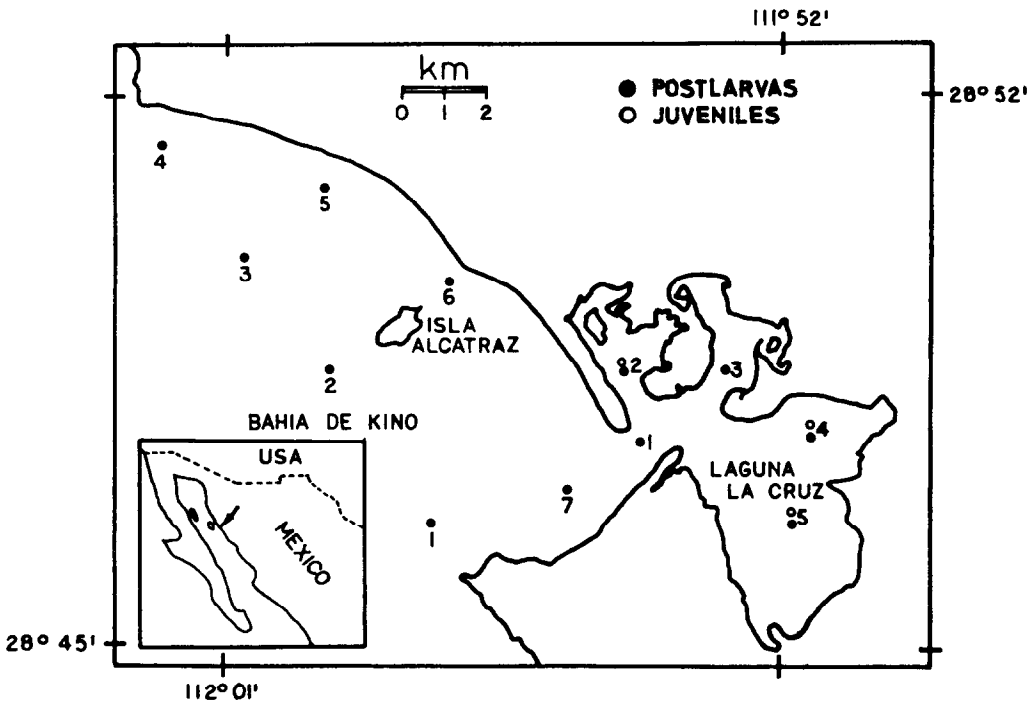


Figura 1. Localización de las estaciones y áreas de muestreo: Bahía Kino y laguna La Cruz, Sonora.

Figure 1. Location of the sampling stations and area: Kino Bay and La Cruz coastal lagoon, Sonora.

505 μm de luz de malla y 55 cm de diámetro de boca. Los arrastres se efectuaron durante la marea alta diurna, alrededor del mediodía. El volumen de agua filtrada se calculó con un flujómetro General Oceanics 2030R colocado en la boca de la red. Las abundancias quincenales se representan como el número promedio de postlarvas por 10 m^3 de agua filtrada. Las postlarvas fueron contadas e identificadas dentro de las 24 horas siguientes a la colecta y excepcionalmente en un máximo de 48 horas. Se siguieron los criterios de identificación de Calderón-Pérez *et al.* (1989a, 1989b).

Para detectar diferencias espaciales y poder identificar áreas de agregación de postlarvas, se realizó un análisis de varianza de Kruskal-Wallis (Conover, 1971).

Dentro de la laguna se colectaron juveniles utilizándose para esto una atarraya y una red de arrastre de puertas. La atarraya

In the lagoon, juveniles were collected with two sampling gears: a cast net and an otter trawl. The cast net had 5 m diameter and 3.5 cm mesh; five casts per station were made. The otter trawl had float and lead lines of 12 m, and the mesh was 2.54 cm at the body and 1.9 cm at the cod end. The trawls were of 10 minutes. Both the cast net and otter trawl catches were made at dawn, during low tide. Since low numbers of juveniles were obtained with both cast net and otter trawl, all catches from these gears were added to make the overall analysis of abundance and sizes. The total length of the organisms captured was measured, and they were grouped into 1 cm size classes.

Surface water temperature and salinity were measured in all samplings with a bucket thermometer and an American Optical manual refractometer, respectively.

Tabla 1. Relación de fechas de los muestreos realizados.
Table 1. List of sampling dates.

Clave del muestreo	Fecha del muestreo	Clave del muestreo	Fecha del muestreo
1	1989, 18 Julio	22	1990, 24 Mayo
2	01 Agosto	23	08 Junio
3	16 Agosto	24	22 Junio
4	30 Agosto	25	07 Julio
5	15 Septiembre	26	21 Julio
6	29 Septiembre	27	06 Agosto
7	14 Octubre	28	20 Agosto
8	29 Octubre	29	04 Septiembre
9	12 Noviembre	30	18 Septiembre
10	29 Noviembre	31	03 Octubre
11	12 Diciembre	32	18 Octubre
12	27 Diciembre	33	02 Noviembre
13	1990, 10 Enero	34	17 Noviembre
14	26 Enero	35	02 Diciembre
15	09 Febrero	36	16 Diciembre
16	25 Febrero	37	1991, 15 Enero
17	11 Marzo	38	30 Enero
18	26 Marzo	39	14 Febrero
19	09 Abril	40	28 Febrero
20	24 Abril	41	16 Marzo
21	09 Mayo		

utilizada fue de 5 m de diámetro y 3.5 cm de luz de malla, efectuándose cinco lances por estación. La red de arrastre cuenta con líneas de flotadores y plomos de 12 m. La luz de malla en el cuerpo de la red es de 2.54 cm y de 1.9 cm en el copo. Los arrastres tuvieron una duración de 10 minutos. Las capturas con atarraya y red de arrastre se realizaron en las primeras horas del amanecer, durante la marea baja. Debido a la baja abundancia general de los juveniles, se procedió a sumar las capturas de atarraya y red de arrastre para efectuar el análisis global de abundancia y tallas. A los organismos capturados con estos artes se les midió la longitud total y se agruparon en tamaños de clase de 1 cm.

La temperatura y salinidad superficial del agua fueron medidos con un termómetro de cubeta y un refractómetro manual American Optical, respectivamente.

RESULTS

Temperature and salinity

Mean surface temperature data for the bay showed a typical seasonal pattern, with maximum of $32.2 \pm 0.46^\circ\text{C}$ in August 1990 and minimum of $15.6 \pm 0.28^\circ\text{C}$ in January 1990. The same pattern was observed at the lagoon, with maximum values in summer of 32.7 ± 0.11 and $32.8 \pm 0.20^\circ\text{C}$ in August 1989 and 1990, respectively. The minimum temperature, 14.7°C , was measured in December 1989 (Fig. 2).

Salinity did not follow a definite pattern at either site, oscillating between $35-38.3^\circ/\text{oo}$ at the bay and $35-39.2^\circ/\text{oo}$ at the lagoon.

RESULTADOS

Temperatura y salinidad

Los datos obtenidos de la temperatura superficial promedio de la bahía mostraron un típico patrón estacional con valor máximo de $32.2 \pm 0.46^\circ\text{C}$ en agosto de 1990 y mínimo en enero de 1990 con $15.6 \pm 0.28^\circ\text{C}$. En la laguna se observó el mismo patrón con valores máximos en verano de $32.7 \pm 0.11^\circ\text{C}$ y $32.8 \pm 0.20^\circ\text{C}$ en los meses de agosto de 1989 y 1990, respectivamente. La temperatura mínima se obtuvo en diciembre de 1989 con 14.7°C (Fig. 2).

La salinidad no siguió un patrón definido en ninguna de las dos áreas, fluctuando entre 35 y 38.3‰ en la bahía y entre 35 y 39.2‰ en el estero (Fig. 2).

Postlarvas

La presencia de las postlarvas (pl) totales en Bahía Kino se registró de mayo a noviembre, con la máxima abundancia promedio en julio y agosto de 1990, con 72.50 y 53.87 pl/10 m³ respectivamente (Fig. 3a).

La especie que dominó fue *Penaeus californiensis*, con abundancias relativas arriba del 80% para la gran mayoría de los muestreos (Tabla 2), alcanzando abundancias promedio de 61.50 pl/10 m³ en julio y agosto de 1990 (85% y 98% del total mensual, respectivamente). *P. stylirostris* estuvo presente de julio a septiembre, con abundancias promedio máximas de 1.04 pl/10 m³ (15.4%) el 6 de agosto de 1990. *P. vannamei* estuvo presente de junio a agosto, con abundancias promedio máximas de 1.67 pl/10 m³ (24.6%), también el 6 de agosto de 1990.

No se presentaron diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p = 0.8881$) entre las estaciones de muestreo con respecto a la abundancia acumulada de *Penaeus* spp. durante todo el período de estudio (Tabla 3).

Con respecto a la laguna La Cruz, la presencia de *Penaeus* spp. se registró de mayo a enero, con abundancias promedio máximas durante los meses cálidos de julio y agosto (Fig. 3b). Es posible que al inicio de los muestreos en 1989, las postlarvas ya tenían una presencia de aproximadamente dos meses

Postlarvae

In Kino Bay the presence of total postlarvae (pl) was registered from May to November, with maximum abundance in July and August, 72.50 and 53.87 pl/10 m³, respectively (Fig. 3a).

The dominant species was *Penaeus californiensis*, with relative abundances greater than 80% in most samplings (Table 2), reaching mean abundances of 61.50 pl/10 m³ in July and August 1990 (85% and 98% of the monthly total, respectively). *P. stylirostris* was present from July to September, with maximum mean abundance of 1.04 pl/10 m³ (15.4%) on August 6, 1990. *P. vannamei* was present from June to August, with maximum mean abundance of 1.67 pl/10 m³ (24.6%) also on August 6, 1990.

During all the sampling periods, there were no significant differences (Kruskal-Wallis, $p = 0.8881$) among the sampling stations with regard to total abundance of *Penaeus* spp. (Table 3).

In La Cruz lagoon, the presence of *Penaeus* spp. was recorded from May to January, with maximum mean abundances during the warm months of July and August (Fig. 3b). At the beginning of the sampling period in 1989, it appears that postlarvae had already been present for two months, considering that May is the initial month of the presence of these organisms, taking into account the bay data. The maximum abundance in 1989 was 89.37 pl/10 m³ on September 15. In 1990, maximum abundances at the lagoon also occurred in July and August, reaching 220.58 and 249.51 pl/10 m³, respectively. The sampling period continued until April 1991, but as of the second half of December 1990 the catches of postlarvae were zero.

The dominant species at the lagoon in most of the months was *Penaeus californiensis*, with relative abundances greater than 80%. During 1989 the maximum mean abundance was 75.18 pl/10 m³ (84.1%) on September 15, and in 1990 abundances of 209.66 (95%) and 246.17 pl/10 m³ (98.7%) were recorded on July 21 and August 20, respectively. In 1989, *P. stylirostris* had maximum mean abundance of 13.97 pl/10 m³ (15.6%) on September 15, and in 1990, 3.34 pl/10 m³ were recorded on August 20. On the other hand, *P. vannamei* abundances were very low, <0.47 pl/10 m³,

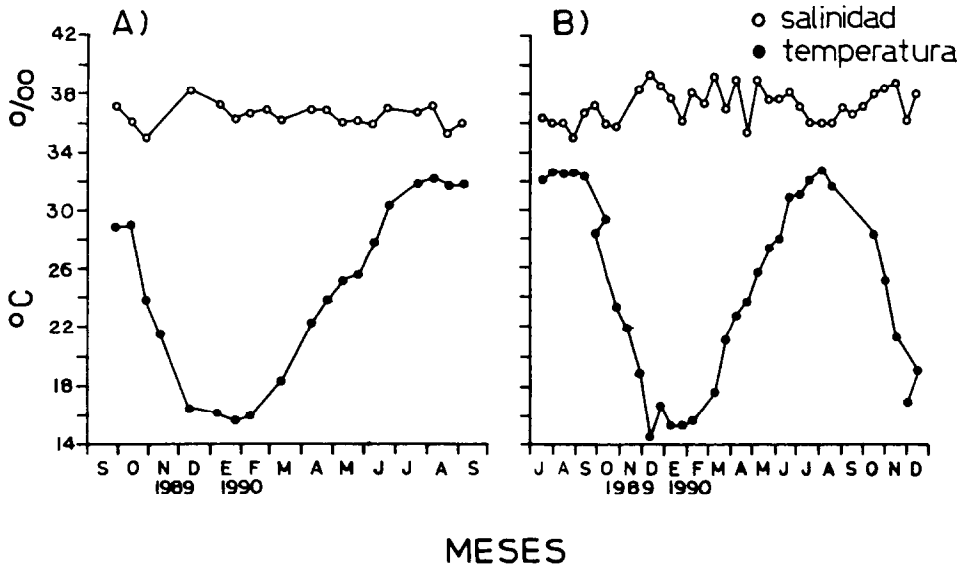


Figura 2. Temperatura (°C) y salinidad (‰) superficial promedio en (A) Bahía Kino y (B) laguna La Cruz, Sonora.

Figure 2. Mean surface temperature (°C) and salinity (‰) in (A) Kino Bay and (B) La Cruz coastal lagoon, Sonora.

en el sistema, considerando que mayo es el mes inicial de la presencia de estos organismos. En este año se encontró el máximo el día 15 de septiembre con 89.37 pl/10 m³. En 1990 las abundancias máximas en la laguna se presentaron también durante julio y agosto, alcanzando 220.58 pl/10 m³ y 249.51 pl/10 m³, respectivamente. El muestreo continuó hasta abril de 1991, sin embargo la captura de postlarvas fue cero a partir de la segunda quincena de diciembre de 1990.

Penaeus californiensis dominó prácticamente en todos los meses muestreados en el estero, con abundancias relativas arriba del 80% en la mayoría de los meses. Durante 1989 alcanzó su máxima abundancia promedio el 15 de septiembre con 75.18 pl/10 m³ (84.1%) y en 1990 alcanzó abundancias de 209.66 (95%) y 246.17 pl/10 m³ (98.7%) en julio 21 y agosto 20, respectivamente. *P. stylirostris* presentó abundancias promedio máximas en 1989 de 13.97 pl/10 m³ (15.6%) el 15 de septiembre y durante 1990 registró 3.34 pl/10 m³ (1.3%) en agosto 20. Por otro lado, *P. vannamei* presentó valores de abundancias muy bajos, <0.47

during 1989. In 1990 the maximum mean abundance of this species was 8.62 pl/10 m³ (3.9%) on July 21.

As in Kino Bay, there were no significant differences (Kruskal-Wallis, $p = 0.8014$) in the spatial distribution of the abundance of *Penaeus* spp. at the lagoon.

Juveniles

Only juveniles of *P. californiensis* and *P. stylirostris* were captured in the lagoon, dominating the first (Fig. 4). The sizes of *P. californiensis* showed that the organisms captured in the first two samplings (May 1990) were of large sizes, with the smallest organisms of 8 cm total length and the biggest of 13 cm total length size class (Fig. 5). The mode in the May 9, 1990 sampling was 11 cm, and 10 cm in the next sampling.

The presence of small organisms was closely related to the presence of postlarvae. Thus, during the July and August 7 samplings of 1990, small sizes dominated. After these months the small sizes were not important

Tabla 2. Abundancias relativas (%) de *Penaeus californiensis* (café), *P. stylirostris* (azul) y *P. vannamei* (blanco) en Bahía Kino y en la laguna La Cruz, Sonora. El asterisco indica no muestreo.
Table 2. Relative abundances (%) of *Penaeus californiensis* (brown), *P. stylirostris* (blue) and *P. vannamei* (white) in Kino Bay and La Cruz lagoon, Sonora. The asterisk indicates no sampling.

	Bahía Kino			Laguna La Cruz		
	Café	Azul	Blanco	Café	Azul	Blanco
1989, 18 Julio				80.25	19.75	
01 Agosto				82.60	17.41	0.53
16 Agosto				96.94	3.86	
30 Agosto				69.55	25.79	4.66
15 Septiembre				84.12	15.63	0.25
29 Septiembre	97.94	2.06		97.82	2.18	
14 Octubre	100.00			90.86	9.14	
29 Octubre	100.00			100.00		
12 Noviembre	100.00			100.00		
29 Noviembre	*	*	*	100.00		
12 Diciembre				100.00		
27 Diciembre	*	*	*	100.00		
1990, 10 Enero				100.00		
26 Enero				100.00		
09 Febrero						
25 Febrero						
11 Marzo						
26 Marzo	*	*	*			
09 Abril	100.00			100.00		
24 Abril						
09 Mayo						
24 Mayo	100.00			100.00		
08 Junio				100.00		
22 Junio	99.38		0.62	98.92		1.08
07 Julio	*	*	*	96.60	0.07	3.33
21 Julio	84.83	0.97	14.20	95.05	1.04	3.91
06 Agosto	59.93	15.43	24.64	85.40	2.05	12.55
20 Agosto	97.75	2.25		98.66	1.34	
04 Septiembre	97.64	2.36		100.00		
18 Septiembre				100.00		
03 Octubre				100.00		
18 Octubre				100.00		
02 Noviembre				100.00		
17 Noviembre				100.00		
02 Diciembre				100.00		
16 Diciembre						

Tabla 3. Análisis de varianza de Kruskal-Wallis de las abundancias de *Penaeus* spp. entre las estaciones de muestreo de Bahía Kino y laguna La Cruz, Sonora.

Table 3. Kruskal-Wallis analysis of variance of *Penaeus* spp. abundances at the sampling stations of Kino Bay and La Cruz lagoon, Sonora.

(A) Bahía Kino

Estación	Rango promedio	Estadístico K-W = 2.3192 p = 0.8881
1	34.36	
2	37.18	
3	43.36	
4	39.00	
5	43.64	
6	38.91	
7	32.50	

(B) Laguna La Cruz

Estación	Rango promedio	Estadístico K-W = 1.6406 p = 0.8014
1	92.86	
2	91.83	
3	80.89	
4	94.78	
5	89.63	

pl/10 m³, durante 1989. En 1990 esta especie presentó una abundancia promedio máxima de 8.62 pl/10 m³ (3.9%) el 21 de julio.

Al igual que en la bahía, dentro del estero no se presentaron diferencias significativas (Kruskal-Wallis, p = 0.8014) en relación a la distribución espacial de la abundancia de *Penaeus* spp.

Juveniles

Dentro del estero sólo se capturaron juveniles de *P. californiensis* y *P. stylirostris*, dominando los primeros (Fig. 4). Las tallas de *P. californiensis* mostraron que los organismos capturados en los dos primeros muestreos (mayo de 1990) fueron de tallas grandes, estando los más pequeños dentro del tamaño de clase de 8 cm de longitud total (Fig. 5). La moda en el muestreo del 9 de mayo de 1990 fue de 11 cm y en el siguiente muestreo fue de 10 cm. Los organismos de mayor talla en estos muestreos fueron de 13 cm de longitud total.

La presencia de organismos de menor talla tuvo estrecha relación con la presencia de las postlarvas. De esta forma, durante ambos

and, in general, the abundance of juveniles decreased.

In the case of *P. stylirostris*, the smallest juveniles were of 7 cm and reached 16 cm of total length (Fig. 6).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Penaeid shrimps exhibit a clear seasonality in their reproductive behaviour. This is reflected in the availability of the early developmental stages in the coastal waters. Barreiro-Güemes (1986) and Valverde (1986) mention that *P. californiensis* reproduces throughout the year, with a maximum spawning period between May and September to the south of Sinaloa (Barreiro-Güemes, 1986). In the northern Gulf of California, the maximum spawning periods occur between June and August, being noticeably scarce between November and January (Valverde, 1986). In this study, the short period of time in which blue and white shrimp postlarvae were present was clear, specifically from June to October.

The dominance of *P. californiensis* postlarvae in the Kino Bay-La Cruz lagoon system

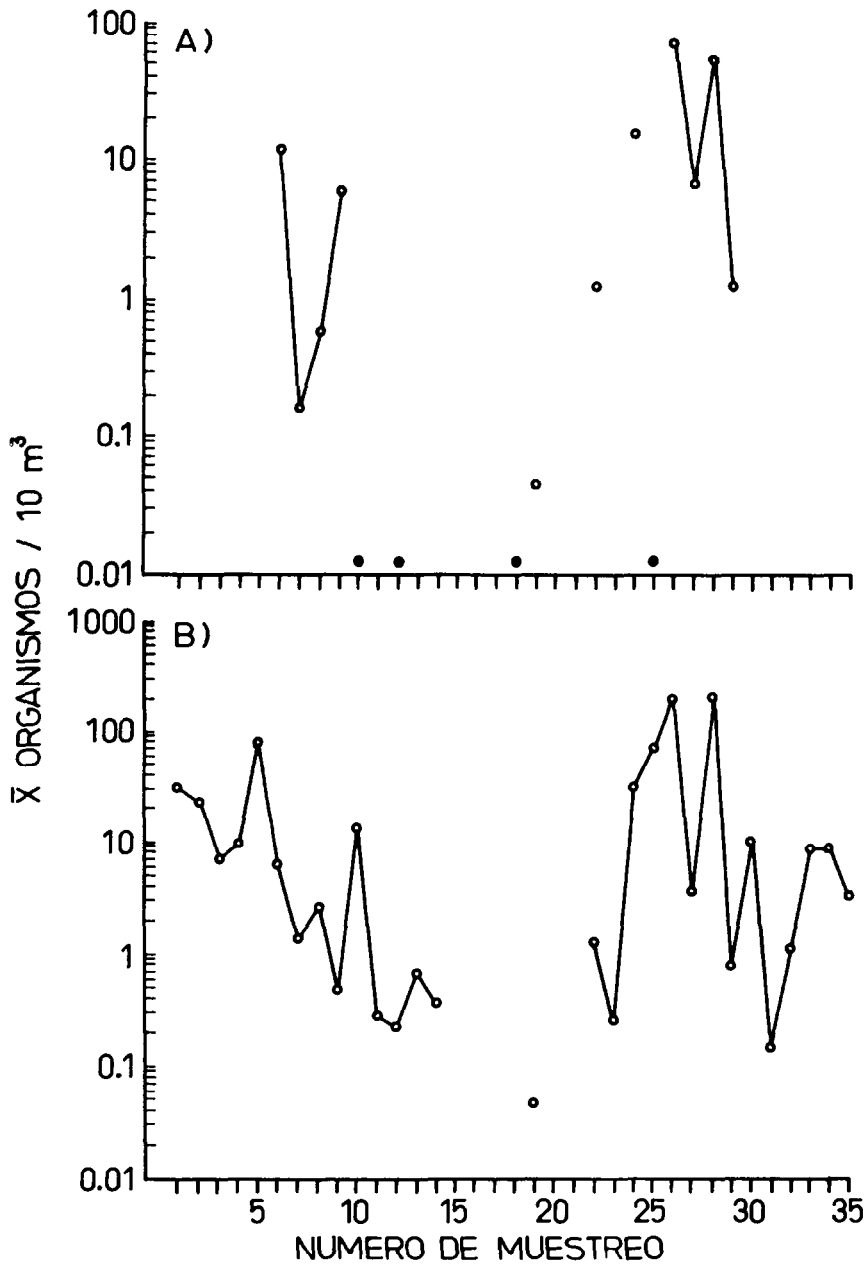


Figura 3. Abundancia de postlarvas de *Penaeus* spp. en (A) Bahía Kino y (B) laguna La Cruz, Sonora. Los círculos cerrados indican no muestreo.

Figure 3. Abundance of *Penaeus* spp. postlarvae in (A) Kino Bay and (B) La Cruz coastal lagoon, Sonora. The closed circles indicate no sampling.

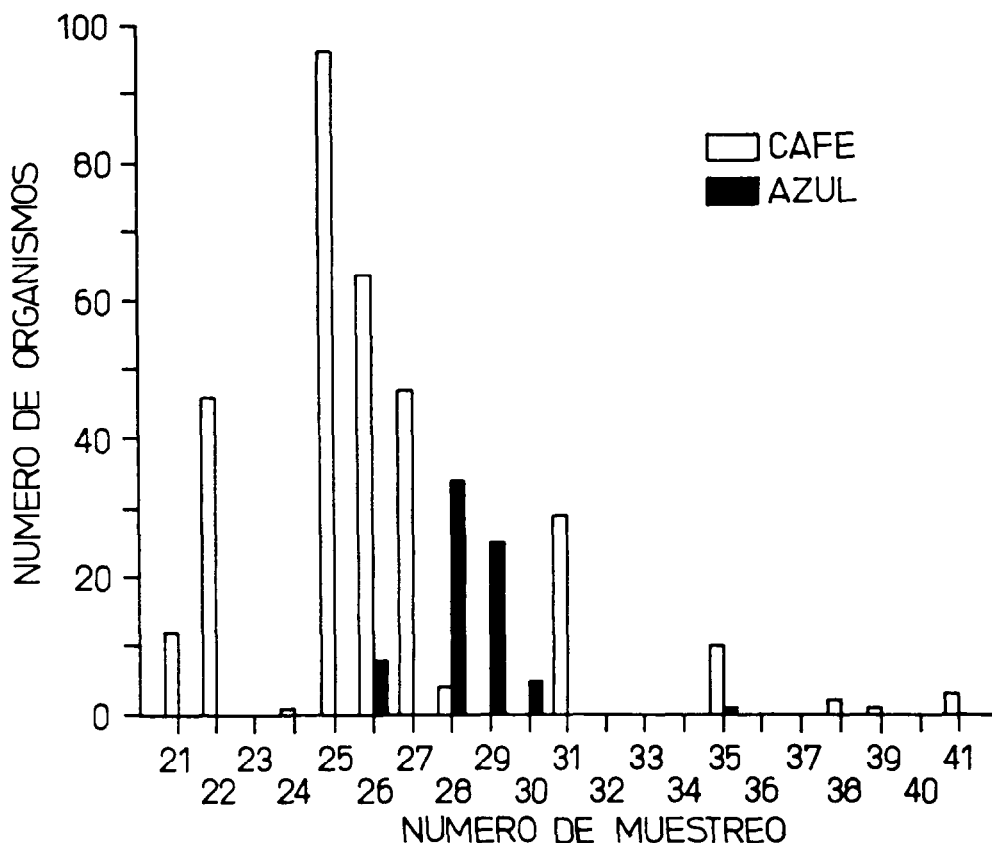


Figura 4. Abundancia de juveniles de *Penaeus californiensis* (café) y *P. stylirostris* (azul) en la laguna La Cruz, Sonora.

Figure 4. Abundance of *Penaeus californiensis* (brown) and *P. stylirostris* (blue) juveniles in La Cruz coastal lagoon, Sonora.

muestreos de julio y en el del 7 de agosto de 1990, dominaron las tallas pequeñas. Después de estos meses los organismos pequeños no vuelven a ser importantes y en general baja la abundancia de juveniles.

En el caso de *P. stylirostris*, los juveniles de menor talla capturados fueron de 7 cm y alcanzaron hasta los 16 cm de longitud total (Fig. 6).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los camarones pencidos muestran una clara estacionalidad en su comportamiento reproductivo, reflejándose esto en la disponibilidad de sus primeras fases de desarrollo en el medio ambiente marino. Barreiro-Güemes (1986) y Valverde (1986) mencionan que *P.*

was noticeable. However, Barreiro-Güemes (1986) mentions that in Sinaloa the postlarvae of this species generally do not enter coastal lagoons and estuaries and that juveniles are rarely seen, *P. vannamei* being the dominant species. These differences among the neighbouring states of Sonora and Sinaloa can be explained by the hydrological characteristics that predominate in both states. In Sinaloa there are several rivers that flow into coastal bodies of water, pluvial precipitation is higher and the annual fluctuation of temperature is lower than in Sonora.

In Sonora, Rodríguez-de la Cruz (1975) found that the best represented juveniles in the bays and lagoons were those of *P. stylirostris*. This author mentions that during July and August the highest numbers of

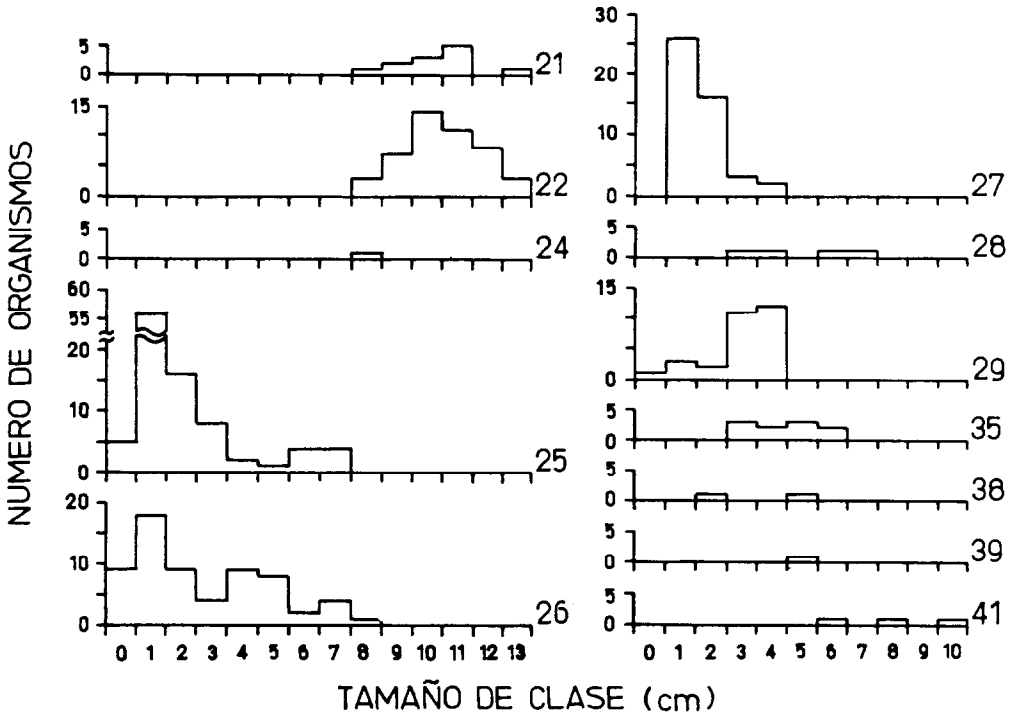


Figura 5. Distribución de los tamaños de clase de los juveniles de *Penaeus californiensis* capturados en la laguna La Cruz, Sonora. Los números a la derecha indican el muestreo.
Figure 5. Size class distribution of *Penaeus californiensis* juveniles caught in La Cruz coastal lagoon, Sonora. The numbers on the right indicate the samplings.

californiensis se reproduce a lo largo del año, y presenta períodos de desoves máximos entre mayo y septiembre al sur de Sinaloa (Barreiro-Güemes, 1986). Para la parte norte del Golfo de California, los períodos de desoves máximos se centran entre junio y agosto, siendo escasos entre noviembre y enero (Valverde, 1986). En este estudio fue claro el limitado período de tiempo en el cual estuvieron presentes las postlarvas de camarón azul y blanco, específicamente de junio a octubre.

La dominancia de postlarvas de *P. californiensis* en el sistema Bahía Kino-Laguna La Cruz fue notoria; sin embargo, Barreiro-Güemes (1986) menciona que en Sinaloa las postlarvas de esta especie generalmente no penetran a los cuerpos de agua costeros y que raramente se observan juveniles, siendo *P. vannamei* la especie importante. Estas diferen-

postlarvae were found in the coastal lagoons of Sonora, but unfortunately she did not identify the species. Loesch (1980) reports that *P. californiensis* was caught all year round in the coastal lagoon of El Soldado, Sonora. The results obtained by Rodríguez-de la Cruz (1975) are different to the results obtained in this survey and by Loesch (1980).

Due to the fact that the samplings were made during daylight hours, an underestimation of the abundance of postlarvae could be presupposed, taking into account the global dynamics of the zooplankton community and that the availability of postlarvae is closely related to patterns of immigration towards the coastal systems. Forbes and Benfield (1986), Gracia and Soto (1990) and Castro-Meléndez *et al.* (1990) report different immigration patterns closely related to light and tidal conditions, and differences in the depth of

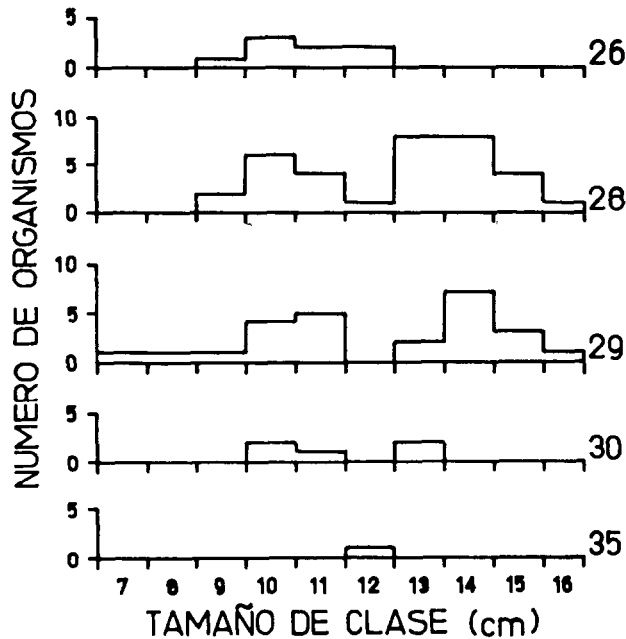


Figura 6. Distribución de los tamaños de clase de los juveniles de *Penaeus stylirostris* capturados en la laguna La Cruz, Sonora. Los números a la derecha indican el muestreo.

Figure 6. Size class distribution of *Penaeus stylirostris* juveniles caught in La Cruz coastal lagoon, Sonora. The numbers on the right indicate the samplings.

cias encontradas entre los vecinos estados de Sonora y Sinaloa se pueden explicar por las características hidrológicas que predominan en ambos estados. En Sinaloa existen varios ríos que descargan en mayor o menor grado en cuerpos de agua costeros y el grado de precipitación pluvial es mayor, además la fluctuación anual de temperatura es menor que en Sonora.

En Sonora, Rodríguez-de la Cruz (1975) encontró que los juveniles mejor representados en las bahías y esteros fueron de *P. stylirostris*. Este autor menciona que durante julio y agosto se encontró el mayor número de postlarvas de camarón en las lagunas costeras de Sonora, pero desafortunadamente no identificó las especies. En el estero El Soldado, Sonora, Loesch (1980) reporta que *P. californiensis* se captura todo el año. Los resultados de Rodríguez-de la Cruz (1975) son contrastantes con el presente estudio y con los resultados de Loesch (1980).

high abundance of the species. In this respect, the absence of information on shrimp species for the Gulf of California is notable. Probably, the strong current in the lagoon's mouth, due to the amplitude of the tide, does not permit a stratification of organisms during the process of water exchange. Obviously this needs to be proved. The fact that none of the sampling stations had a higher accumulation of abundance all year round, may be an effect of this high dynamics during the water exchange. This high variability is reflected in other hydrological aspects studied by Castro-Longoria and Grijalva-Chon (1991).

Like postlarvae, the juveniles were present in a definite period of time. This part of the Gulf of California is characterized by low rainfall, so the annual temperature fluctuation would mark the beginning of juvenile emigration, as proposed by Staples and Vance (1986) and Benfield *et al.* (1989) for other similar systems. *P. stylirostris* stays for three

El haber llevado a cabo los muestreos durante el día podría presuponer una subestimación de la abundancia de las postlarvas, tomando en cuenta la dinámica global de la comunidad zooplanctónica y que la disponibilidad de las postlarvas está estrechamente relacionada con los patrones de inmigración hacia los sistemas costeros. Forbes y Benfield (1986), Gracia y Soto (1990) y Castro-Meléndez *et al.* (1990) reportan patrones diferentes de inmigración estrechamente relacionados con las condiciones de luz, estado de la marea y diferencias en la profundidad de mayor abundancia de las especies. En estos aspectos es notoria la falta de información para las especies del Golfo de California. Probablemente la fuerte corriente que se registra en la boca de la laguna, debido a la amplitud de la marea, no permite una estratificación de los organismos durante el proceso de intercambio de agua. Esto obviamente necesita ser probado. El hecho de que ninguna estación de muestreo se destacara por una mayor acumulación de organismos en forma constante a lo largo del período de estudio, pudiera ser un efecto de esta alta dinámica durante el intercambio de marea. Esta alta variabilidad espacial también se vio reflejada en otros aspectos hidrológicos estudiados por Castro-Longoria y Grijalva-Chon (1991).

Al igual que las postlarvas, los juveniles estuvieron presentes en un período de tiempo definido. En esta área del Golfo de California, las lluvias son escasas, por lo que la fluctuación de la temperatura anual marcaría el inicio de la emigración de los juveniles, como lo plantean para otros sistemas similares Staples y Vance (1986) y Benfield *et al.* (1989). *P. stylirostris* permanece por espacio de tres meses en el estero El Soldado, Sonora (Loesch, 1980), y sale del sistema a finales de octubre y principios de noviembre. En el estero La Cruz, durante 1990, el camarón azul fue notablemente escaso como postlarvas, siendo más abundante en la bahía. Los juveniles estuvieron presentes hasta la segunda quincena de septiembrey por las tallas encontradas suponemos que esta especie sale de los cuerpos de agua protegidos a una talla de 16 cm de longitud total. En el caso de *P. californiensis* es posible que los juveniles capturados en mayo de 1990 correspondan a las postlarvas de finales del período anterior (noviembre de 1989) debido a que correspondieron a las tallas máximas, las cuales no

months in El Soldado lagoon, Sonora (Loesch, 1980), and leaves the system at the end of October and beginning of November. In La Cruz lagoon, during 1990, the blue shrimp postlarvae were noticeably scarce, being more abundant in the bay. The juveniles were present until the second half of September, and by the sizes measured we estimate that this species leaves the lagoon at 16 cm total length. In the case of *P. californiensis*, it is possible that the juveniles captured in May 1990 belong to postlarvae of the end of the previous period (November 1989) since they were of the maximum size, which did not appear again during the study. The absence of *P. vannamei* juveniles is closely linked to the scarcity of their postlarvae.

The decline of shrimp production in the coastal lagoons is one of the reasons that motivated the investigations with regard to the dynamics of postlarvae (García-González, 1989). However, the decline of coastal fisheries must not only be attributed to the fishery effort itself but also to the use of postlarvae for aquacultural purposes. It has been estimated that among postlarvae and juveniles of *P. vannamei* there is 90% mortality in the Huizache-Caimanero system, Sinaloa (Edwards, 1977). Then, the surviving 10% must be divided between inshore fishing, deep-sea fishing, and those that survive to maintain the population. If the closed season is not strictly respected and if in addition extra pressure is exerted on the population by the extraction of postlarvae and juveniles for aquacultural purposes, then the future of the resource is not very encouraging. It is obvious that special attention must be paid to the management of this resource.

For *P. setiferus* from Terminos lagoon, it has been estimated that it is necessary to collect 480×10^6 postlarvae to sow 4,000 hectares of ponds (Gracia, 1989). This estimation is not directly applicable to other penaeid species but there is no doubt that it gives us an overall idea of the abundances required. Although Gracia (1989) proposed, based on his model, that the collection of postlarvae be carried out before they settle down in the nursery areas, the reality is otherwise. The great majority, if not all, of the shrimp farms in southern Sonora and northern Sinaloa obtain postlarvae and juveniles for culture from the shallow and relatively calm waters of coastal lagoons (Pérez-Alvírez, personal

se volvieron a registrar durante el estudio. La ausencia de juveniles de *P. vannamei* está estrechamente ligada a la escasez de sus postlarvas.

La baja en la producción de las pesquerías artesanales de los camarones en los cuerpos de agua costeros es una de las razones que motivan los estudios en relación a la dinámica de las postlarvas (García-González, 1989). Sin embargo, la disminución de las pesquerías ribereñas no sólo se debe de atribuir al esfuerzo mismo de la pesquería sino al uso de las postlarvas con fines acuícolas. Se ha estimado que *P. vannamei* presenta una mortalidad del 90% entre postlarva y juvenil en el sistema Huizache-Caimanero, Sinaloa (Edwards, 1977). Entonces, el 10% que sobrevive se tiene que repartir entre la pesca artesanal, la pesca de alta mar y los sobrevivientes para mantener la población. Si no existe un estricto respeto a los periodos de veda y además se ejerce una presión extra a la población por la extracción de postlarvas y juveniles para fines de cultivo, entonces el futuro del recurso es poco alentador y resulta obvio que es necesario poner especial cuidado en el manejo de estos recursos.

Para *P. setiferus* de la laguna de Términos, se ha estimado que se necesitan colear 480 x 10⁶ postlarvas para sembrar 4,000 ha de estanquería (Gracia, 1989). Esta estimación no se aplica directamente a las otras especies de peneidos pero indudablemente nos da una idea global de las abundancias requeridas. Aunque Gracia (1989) recomienda, con base en su modelo, realizar la colecta de postlarvas antes de que se establezcan en las áreas de crecimiento, la realidad es otra. La gran mayoría, si no todas, de las granjas camarónicas del sur de Sonora y norte de Sinaloa obtienen postlarvas y juveniles para cultivo en las aguas someras y de relativa calma de las lagunas costeras (Pérez-Alvídrez, comunicación personal), ya que resulta mucho más fácil hacerlo ahí que colearlos antes de que entren a esos sistemas. El análisis de las tallas de juveniles sugiere que el camarón café penetra a la laguna en un estadio de desarrollo mucho más temprano que el camarón azul, por lo tanto la colecta de estos estadios para fines de cultivo, de acuerdo a Gracia (1989), estaría limitada al camarón azul en esta zona del Golfo de California.

Hasta hace muy poco (1990) la especie desarrollada en los cultivos de la región era

communication), since it is easier to collect them here than before they enter the lagoons. The size analysis of juveniles suggests that brown shrimp enter the lagoon at an earlier developmental stage than blue shrimp. Therefore, the collection of these stages for aquacultural purposes, in accordance with Gracia (1980), would be limited to blue shrimp in this area of the Gulf of California.

Until recently (1990), the species cultured in the region was *P. stylirostris*. However, viral diseases have led to the search for conditions suitable to other species, such as *P. vannamei* (Aguirre-Hinojosa, personal communication). Nevertheless, *P. californiensis* should not be discarded.

Data in relation to actual catches of sylvester shrimp postlarvae and juveniles for culture are not available, neither is there historic knowledge of spatio-temporal variations of abundances of these organisms in the Mexican littoral. Routine and reliable data will undoubtedly be an important help for the better management of this resource.

ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge the financial support received from the Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica of the Secretaría de Educación Pública through collaboration agreement C89-01-0209, and the Secretaría de Pesca (Sonora Branch) for allowing the use of the otter trawl in the coastal lagoon. We also thank Reina Castro and two anonymous referees for their valuable comments.

English translation by the first author.

P. stylirostris; sin embargo, las enfermedades virales han conducido a la búsqueda de adecuaciones que se ajusten a otras especies, como podría ser *P. vannamei* (Aguirre-Hinojosa, comunicación personal), pero tampoco debe descartarse a *P. californiensis*.

No existen datos disponibles sobre las actuales capturas de postlarvas y juveniles silvestres para los cultivos. Tampoco se cuenta con datos de las variaciones espacio-temporales de la abundancia de estos organismos en la franja costera de México. La disponibilidad de ambos tipos de datos en forma rutinaria y

confiable será sin lugar a dudas una ayuda importante para una mejor administración del recurso.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la ayuda financiera de la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica de la Secretaría de Educación Pública a través del convenio C89-01-0209 y a la Secretaría de Pesca (Delegación Sonora) por otorgar el permiso para el uso de la red de arrastre dentro de la laguna costera. También agradecemos las valiosas opiniones de Reina Castro Longoria y las de dos revisores anónimos.

LITERATURA CITADA

- Arredondo-Figueroa, J.L. (1987). La investigación científica en el desarrollo de la camaronicultura en México, pp. 54-61. En: Secretaría de Pesca, Los Recursos del Mar y la Investigación, 1, 120 pp.
- Barreiro-Güemes, M.T. (1986). Estudio sobre la madurez y desove de *Penaeus californiensis* y *Penaeus vannamei* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) en la costa sur de Sinaloa, pp. 1-30. En: Memorias I Intercambio Académico sobre Investigaciones en el Mar de Cortés, 380 pp.
- Benfield, M.C., Bosschietter, J.R. and Forbes, A.T. (1989). Growth and emigration of *Penaeus indicus* H. Milne Edwards (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in the St. Lucia Estuary, Southern Africa. Fish. Bull., U.S., 88: 21-28.
- Calderón-Pérez, J.A., Macías-Regalado, E., Abreu-Grobois, F.A. and Rendón-Rodríguez, S. (1989a). Antennular flagell: a useful character for distinguishing subgenera among postlarval shrimp of the genus *Penaeus* (Decapoda) from the Gulf of California. J. Crust. Biol., 9: 482-491.
- Calderón-Pérez, J.A., Macías-Regalado, E. y Rendón-Rodríguez, S. (1989b). Clave de identificación para los estadios de postlarva y primeros juveniles de camarón del género *Penaeus* (Crustacea: Decapoda) del Golfo de California, México. Ciencias Marinas, 15(3): 57-70.
- Castro-Longoria, R. y Grijalva-Chon, J.M. (1991). Variabilidad espacio-temporal de nutrientes y seston en la laguna costera La Cruz, Sonora. Ciencias Marinas, 17(2): 83-97.
- Castro-Meléndez, R.G., Medellín-Avila, M., Bonilla, C., Rosas-Torres, E., Orta-Núñez, R. y Conde, E. (1990). Incidencia de postlarvas de camarón café *Penaeus aztecus* en la laguna de Almagre, Tamaulipas y relación con las poblaciones de alta mar en el noroeste del Golfo de México. Ciencia Pesquera, (7): 121-141.
- Conover, W.J. (1971). Practical Nonparametric Statistics. John Wiley and Sons, New York, 493 pp.
- Edwards, R.R.C. (1977). Field experiments on growth and mortality of *Penaeus vannamei* in a Mexican coastal lagoon complex. Estuarine and Coastal Mar. Sci., 5: 107-121.
- Forbes, A.T. and Benfield, M.C. (1986). Tidal behaviour of postlarval penaeid prawns (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in a southeast African estuary. J. Exp. Mar. Ecol., 102: 23-34.
- García-González, A.J. (1989). Cuantificación de postlarvas de camarón *Penaeus* spp. durante su migración del mar a la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México (julio de 1983-junio de 1984). Inv. Mar. CICIMAR, 4: 117-121.
- Gracia, A. (1989). Impacto de la explotación de postlarvas sobre la pesquería del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, México, 16: 255-262.
- Gracia, A. and Soto, L.A. (1990). Populations study of the penaeid shrimp of Terminos Lagoon, Campeche, Mexico. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, México, 17: 241-255.
- Loesch, H. (1980). Some ecological observations on slow-swimming nekton with emphasis on penaeid shrimp in a small Mexican west coast estuary. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, México, 7: 15-26.
- Ramos-Salas, E. (1987). Camarón y cultura. Cuadernos del CICTUS, Serie Azul, (3): 19 pp.

- Rodríguez-de la Cruz, M.C. (1975). Resultados de los muestreos en aguas protegidas del litoral sonorense, temporada 1975. Inst. Nal. de Pesca, Serie Información, (34): 28 pp.
- Staples, D.J. and Vance, D.J. (1986). Emigration of juvenile banana prawns *Penaeus mequiensis* from a mangrove estuary and recruitment to offshore areas in the wet-dry tropics of the Gulf of Carpentaria, Australia. Mar. Ecol. Prog. Ser., 27: 239-252.
- Valverde, F.J. (1986). Distribución batimétrica de desove y reclutamiento del camarón azul (*Penaeus stylirostris*) y camarón café (*P. californiensis*) en el Golfo de California durante la temporada 1985-86, pp. 340-358. En: Memorias I Intercambio Académico sobre Investigaciones en el Mar de Cortés, 380 pp.