

EFICIENCIA DE REDES EPIBENTICAS DE BARRA TIPO RENFRO PARA MUESTREO DE CAMARONES PENEIDOS

EFFICIENCY OF EPIBENTHIC RENFRO BEAM NETS FOR SAMPLING PENAEID SHRIMP

Adolfo Gracia
Gerardo Hernández-Ferreira
Rebeca García-del-Real
José A. Genis-Vargas

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México
Apartado postal 70-305
México, D.F. 04510

Recibido en marzo de 1993; aceptado en junio de 1994

RESUMEN

Se estima la eficiencia de una red de barra tipo Renfro para el muestreo de postlarvas y juveniles de camarones peneidos sobre sustratos desnudos y cubiertos de vegetación, en dos localidades de la laguna de Términos, México. La captura de organismos peneidos en la localidad de Palizada Vieja, con sustrato desnudo, estuvo constituida por 87% de camarón blanco, *Penaeus setiferus*, y 13% de camarón café, *Penaeus aztecus*; mientras que en la localidad de isla Pájaros, con fondo cubierto de vegetación (*Thalassia testudinum*), predominó el camarón rosado, *Penaeus duorarum* (98%), sobre el camarón café (2%). La densidad estimada en el primer lance sobre sustrato desnudo varió entre 1.2 y 1.3 org. m⁻² y sobre sustrato cubierto de vegetación fue 1.8 org. m⁻². La efectividad de la red estimada en el sustrato desnudo fue de 28% en lances efectuados en contra de la corriente y disminuyó a 17% en los lances a favor de la corriente. En sustratos cubiertos de vegetación la eficiencia de la red fue de 15%. La estructura de tallas obtenidas con el primer lance es diferente de la estructura de la población en el área cercada en ambos tipos de sustrato (χ^2 , $P = 0.05$). Sin embargo, la información recabada con al menos una réplica no muestra diferencia significativa con la estructura de tallas total en un nivel de $P = 0.05$.

Palabras clave: eficiencia de muestreo, postlarvas epibénticas, peneidos, red de barra.

ABSTRACT

The efficiency of a Renfro beam trawl net was tested in vegetated and nonvegetated habitats of Términos Lagoon, Mexico. The white shrimp, *Penaeus setiferus* (87%), predominated over the brown shrimp, *Penaeus aztecus* (13%), in the naked substrate (Palizada Vieja), whereas the pink shrimp, *Penaeus duorarum* (98%), was the most abundant penaeid shrimp in the habitat with vegetation (Pájaros Island). In the substrate covered by vegetation, only the brown shrimp (2%) was present in addition to pink shrimp. Estimated penaeid shrimp density through the first sample ranged from 1.2 and 1.3 org. m⁻² in Palizada Vieja to 1.8 org. m⁻² at Pájaros Island. The efficiency of the beam trawl net was estimated at 28% in naked substrate when trawlings were done countercurrent. Net efficiency decreased to 17% when trawlings were done along the water flow. Net efficiency on vegetated substrates was estimated at 15%. Size composition of the first tow was significantly different

(χ^2 , $P = 0.05$) from the total size distribution of penaeids present in the area enclosed in both substrates, although mean sizes were similar. However, the size distribution obtained with two replicates did not show significant differences in both substrates at the same probability level.

Key words: sampling efficiency, epibenthic postlarvae, penaeids, beam net.

INTRODUCCION

El ciclo de vida de los camarones peneidos consta de diferentes estadios que se desarrollan tanto en el medio ambiente marino como en el estuarino. En este ciclo, la importancia relativa de los factores bióticos y abióticos que los afectan varía de acuerdo con cada etapa de la historia de vida de los camarones (García y Le Reste, 1981; Gracia, 1989, 1992). La fase que se desarrolla en las lagunas costeras, donde ocurre el cambio de hábitos planctónicos a bénticos de las postlarvas de camarón, ocupa un lugar preponderante.

Estas zonas costeras son utilizadas por el camarón como áreas de crianza, por periodos variables de dos a cuatro meses según la especie, ya que les proporcionan alimento y refugio de los depredadores. El establecimiento de postlarvas planctónicas en las áreas costeras y su desarrollo hasta ser juveniles constituye una de las etapas más importantes en la regulación del tamaño de la población del camarón (Gracia, 1989). De hecho, las condiciones ambientales del hábitat estuarino que determinan el espacio y alimento disponibles para esta etapa son críticas para la determinación del nivel de reclutamiento de la población adulta (Gracia, 1989, 1991, 1992).

Debido a la trascendencia que tiene el estudio de esta etapa para la dinámica poblacional de las especies de camarón, y particularmente para comprender el proceso de reclutamiento, la estimación de la abundancia de postlarvas epibénticas y juveniles y sus fluctuaciones ha sido abordada por varios autores. Los trabajos se han enfocado a diferentes aspectos que abarcan desde la influencia de los factores ambientales sobre la distribución, abundancia, supervivencia y crecimiento de las etapas tempranas de los camarones (García y Le Reste, 1981; Zimmerman *et al.*, 1984; Alvarez *et al.*, 1987; Ortega del Valle, 1988; Hernández-Ferreira y Genis-Vargas, 1989; Gracia, 1989; García del

INTRODUCTION

The life cycle of penaeid shrimp consists of different stages that develop in both marine and estuarine environments. In this cycle, the relative importance of the biotic and abiotic factors that affect them varies according to each stage of the shrimp life history (García and Le Reste, 1981; Gracia, 1989, 1992). The phase that develops in coastal lagoons, where the change from planktonic to benthic habits occurs, is of the utmost importance.

These coastal zones are used by shrimp as nursery areas, for variable periods of two to four months depending on the species, since they provide food and refuge from predators. The settlement of planktonic postlarvae in coastal areas and their development into juveniles is one of the most important stages in the regulation of the size of the shrimp population (Gracia, 1989). In fact, the environmental conditions of the estuarine habitat that determine the space and food available for this stage are critical for the determination of the level of recruitment to the adult population (Gracia, 1989, 1991, 1992).

In view of the importance that the study of this stage has to the population dynamics of shrimp species and particularly to understand the process of recruitment, the estimation of the abundance of epibenthic postlarvae and juveniles and their fluctuations has been tackled by several authors. The papers have dealt with different aspects, from the influence of environmental factors on the distribution, abundance, survival and growth of the early stages (García and Le Reste, 1981; Zimmerman *et al.*, 1984; Alvarez *et al.*, 1987; Ortega del Valle, 1988; Hernández-Ferreira and Genis-Vargas, 1989; Gracia, 1989; García del Real, 1990) to attempts to use the abundance of postlarvae and juveniles to predict the catches at sea (Berry and Baxter, 1969; Klima *et al.*, 1982; Sutter and Christmas, 1983; Baxter, 1983).

Real, 1990) hasta el intento de utilizar la abundancia de postlarvas y juveniles para predecir las capturas en altamar (Berry y Baxter, 1969; Klima *et al.*, 1982; Sutter y Christmas, 1983; Baxter, 1983).

En todos los casos, el problema fundamental es obtener estimaciones de la abundancia de los organismos que reflejen con precisión la densidad real en el ambiente. Con el fin de muestrear las etapas estuarinas, se han empleado diferentes equipos, como redes epibénticas de patín, de barra, de empuje, fijas y muestreadores cilíndricos fijos, con empleo de succión del agua circundada (*drop sampler*). Entre estos equipos de muestreo, uno de los más empleados por su bajo costo, facilidad de manejo y uso tradicional ha sido la red de barra tipo Renfro (Renfro, 1963) u otras similares (García y Le Reste, 1981).

Las hipótesis de trabajo planteadas sobre este tema de estudio dependen directamente de la precisión de las estimaciones de la abundancia de camarones peneidos que, a su vez, es función del equipo de muestreo empleado. Por tanto, el conocer la efectividad del muestreador es básico para planear el diseño de muestreo e interpretar los resultados obtenidos con mayor rigor. En este trabajo, se realizó un experimento con el fin de evaluar la eficiencia de muestreo de la red de barra tipo Renfro, tanto en sustratos desnudos como en sustratos cubiertos de vegetación, el cual puede servir para comparación con trabajos anteriores y de referencia para trabajos futuros que empleen este muestreador.

AREA DE ESTUDIO

El experimento se desarrolló en dos localidades de la laguna de Términos, situada en el suroeste del golfo de México (91°15' a 91°51' O y 18°27' a 18°50' N). La primera de ellas, conocida como Palizada Vieja, se ubica en el margen suroccidental de la laguna de Términos (Fig. 1) y se caracteriza por tener un sustrato de limo arcilloso desnudo y gran cantidad de materia orgánica, aportada principalmente por el manglar circundante (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1983; Gracia, 1989; Hernández-Ferreira y Genis-Vargas, 1989).

In all cases, the basic problem is to obtain estimates of the abundance of the organisms that accurately reflect the real density in the environment. Different fishing gear has been used to sample the estuarine stages, such as epibenthic trawl nets, beam nets, push nets, fixed nets and drop samplers. Among this gear, one of the most widely employed because of its low cost, ease of handling and traditional use is the Renfro beam net (Renfro, 1963) or similar samplers (García and Le Reste, 1963).

The work hypotheses in this subject of study depend directly on the accuracy of the estimates of penaeid shrimp abundance, which in turn depend on the gear used. Therefore, knowledge of the effectiveness of the sampler is basic to plan the sampling design and to interpret the results obtained with greater objectivity. In this study, an experiment was carried out to evaluate the sampling efficiency of the Renfro beam trawl net in naked substrates as well as in substrates covered by vegetation, which can serve as a comparison for previous studies and as reference for future works that use this sampler.

STUDY AREA

The experiment was carried out at two sites of Términos Lagoon, which is located on the southwest coast of the Gulf of Mexico (91°15'-91°51' W, 18°27'-18°50' N). The first, known as Palizada Vieja, is situated on the southwestern shore of Términos Lagoon (Fig. 1) and is characterized by having a naked, clay-silt substrate and a great quantity of organic matter, contributed mainly by the surrounding mangrove swamp (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1983; Gracia, 1989; Hernández-Ferreira and Genis-Vargas, 1989).

Pájaros Island (Fig. 1), the second site chosen, is located in the eastern part of Términos Lagoon, near the mouth of Puerto Real. In view of its location, this site presents high marine influence. The substrate is sandy with high carbonate content and is covered by sea grasses, mainly *Thalassia testudinum* (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1983; García del Real, 1990).

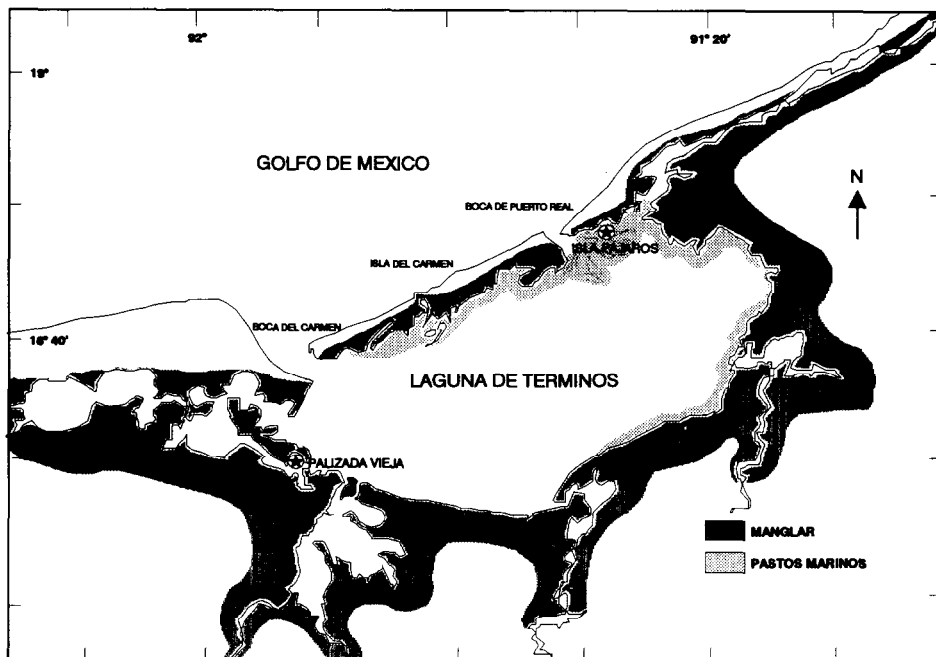


Figura 1. Ubicación de las localidades de estudio en la laguna de Términos.
Figure 1. Location of the study sites at Términos Lagoon.

Isla Pájaros (Fig. 1), la segunda localidad escogida, se ubica en la parte oriental de la laguna de Términos cercana a la Boca de Puerto Real. Esta localidad, por su ubicación, presenta una alta influencia marina; además, el sustrato es arenoso con alto contenido de carbonatos y está cubierto por pastos marinos, principalmente *Thalassia testudinum* (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1983; García del Real, 1990).

MATERIAL Y METODOS

Las dimensiones de la red tipo Renfro (Renfro, 1963) con la cual se evaluó la eficiencia de este tipo de muestreador fueron: 1.3 × 0.5 m de boca por 1.5 m de largo y luz de malla de 1 mm. El estudio se llevó a cabo del 7 al 10 de diciembre de 1987 en las dos localidades, con el fin de considerar la operación de la red en sustratos desnudos y en sustratos cubiertos de vegetación. Las localidades fueron escogidas con base en los registros de mayor presencia y abundancia de los camarones penidos en la

MATERIAL AND METHODS

The dimensions of the Renfro net (Renfro, 1963) used to evaluate the efficiency of this type of sampler were as follows: 1.3 × 0.5 m mouth by 1.5 m length and 1 mm mesh size. The study was carried out at both sites from 7 to 10 December 1987, in order to consider the operation of the net in naked substrates and in substrates covered by vegetation. The sites were chosen based on records of greater presence and abundance of penaeid shrimp in Términos Lagoon during one annual cycle (Gracia, 1989; Hernández-Ferreira and Genis-Vargas, 1989; García del Real, 1990). Depth varied between 1.2 and 1.0 m for Palizada Vieja and Pájaros Island, respectively. Since many studies with this net are carried out under day light conditions, the experiments were done during the first hours of each day.

At each site, an area, 10 m in length and 1.3 m in width, was enclosed with nets of 2 mm mesh size. The nets rose above the surface and

laguna de Términos durante un ciclo anual (Gracia, 1989; Hernández-Ferreira y Genis-Vargas, 1989; García del Real, 1990) y su profundidad varió entre 1.2 y 1.0 m para Palizada Vieja e isla Pájaros, respectivamente. Debido a que gran parte de los estudios con esta red se desarrollan bajo condiciones de luminosidad, los experimentos se efectuaron en las primeras horas de cada día.

En cada localidad se instaló un cerco de 10 m de largo y 1.3 m de ancho, con redes de 2 mm de luz malla. Las redes que conformaron el cerco sobresalieron de la superficie del agua y se fijaron en el fondo, con el fin de evitar escapes y/o ingresos de los organismos que pudieran causar un sesgo en el experimento. Asimismo, el ancho del cerco coincidió con el ancho de la red de barra para evitar al mínimo el escape lateral de los camarones peneidos. Posteriormente, se efectuaron arrastres manuales sucesivos con la red tipo Renfro dentro del cerco en ambas direcciones (a favor y en contra de la corriente predominante en el momento del experimento). El número de lances para cada experimento fue variable ya que éste estuvo determinado por la disminución de los organismos en los lances sucesivos.

Los organismos peneidos obtenidos en cada lance se separaron y se conservaron para identificarlos y medirlos después. La identificación a nivel específico se llevó a cabo con las claves de Williams (1959), Cook (1966), Ringo y Zamora (1968) y Pérez-Farfante (1970). Se obtuvo la longitud total (LT) de cada uno de los organismos, tomada desde la punta del rostrum hasta la punta del telson mediante un vernier con precisión de 0.05 mm.

El análisis de la información se efectuó con base en los métodos de Leslie (Leslie y Davis, 1939; Ricker, 1975) y De Lury (De Lury, 1947; Ricker, 1975) que son aplicables a poblaciones cuya captura sucesiva es suficientemente grande como para reducir en forma notable la captura por unidad de esfuerzo. En el primer caso, el procedimiento relaciona la disminución de la captura por unidad de esfuerzo con la captura acumulativa en cierto periodo y a partir de la recta resultante se puede estimar la población inicial y la capturabilidad. La ecuación de los casos especiales del método de Leslie cuando se

were fixed to the bottom in order to prevent the escape or entry of organisms that could cause a bias in the experiment. Likewise, the width of the enclosure coincided with the width of the beam net to reduce to a minimum the lateral escape of penaeid shrimp. Successive hand tows were then carried out with the Renfro net within the enclosure in both directions (along and against the predominant current at the moment of the experiment). The number of tows for each experiment varied since this was determined by the decrease in organisms in the successive tows.

The penaeid organisms obtained in each tow were separated and preserved to be later identified and measured. The keys of Williams (1959), Cook (1966), Ringo and Zamora (1968) and Pérez-Farfante (1970) were used for the specific identification. The total length (TL) of each organism was obtained, taken from the tip of the rostrum to the tip of the telson, using a vernier with a precision of 0.05 mm.

The information was analysed following the methods of Leslie (Leslie and Davis, 1939; Ricker, 1975) and De Lury (De Lury, 1947; Ricker, 1975), which are applicable to populations whose successive catches are sufficiently large so as to significantly reduce the catch per unit effort. In the first case, the method relates the decrease in catch per unit effort to the cumulative catch in a certain period. From the resulting straight line, the initial population and catchability can be estimated. The equation for the special cases of Leslie's method when the same units of effort are used in successive catches, as in this work, is the following:

$$C_t = qN_0 - qK_t$$

where C_t is the number of organisms caught in tow t , N_0 the initial size of the population, q the catchability of the organisms and K_t the cumulative catch at the beginning of tow t plus half the catch obtained in that tow.

De Lury's method (De Lury, 1947; Ricker, 1975) relates catch per unit effort to the cumulative effort and the resulting straight line gives the same information. In this case, the following equation is used to reduce the variability of the data from Pájaros Island:

emplean unidades de esfuerzo iguales en las capturas sucesivas, como en este trabajo, es la siguiente:

$$C_1 = qN_0 - qK_1$$

donde C_1 es número de organismos capturados en el lance t ; N_0 , tamaño inicial de la población; q , capturabilidad de los organismos; K_1 , captura acumulativa al inicio del lance t más la mitad de la captura obtenida en dicho lance.

El método de De Lury (De Lury, 1947; Ricker, 1975) relaciona la captura por unidad de esfuerzo con el esfuerzo acumulativo y la línea recta resultante da los mismos estadísticos. En este caso, se empleó la siguiente ecuación con el fin de reducir la variabilidad de los datos de isla Pájaros:

$$\ln(C_t/f_t) = \ln(qN_0) - qE_t$$

donde C_t/f_t es captura por unidad de esfuerzo en el lance t ; E_t , esfuerzo acumulado hasta el comienzo del intervalo t más la mitad del esfuerzo en ese intervalo.

La eficiencia de la red Renfro se calculó a partir de la proporción de camarones peneidos capturada en el lance inicial respecto a la estimación del total de peneidos presentes en el cerco. Se toma como supuesto que la captura obtenida en el primer lance refleja la efectividad de la red para capturar a los camarones peneidos en los muestreos. La composición de tallas de los lances se analizó mediante un análisis de varianza (ANDEVA) de una vía y en caso de existir diferencias significativas se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias de Newman-Keuls (Zar, 1974). Asimismo, con el fin de analizar si la captura del primer lance ofrecía una estimación adecuada de la estructura de tallas de la parte de la población bajo la influencia de la red, se comparó la composición de tallas del primer lance con respecto a la distribución total de tallas de la población en el cerco mediante una prueba de χ^2 (Zar, 1974). El nivel de significación que se empleó para las pruebas fue de $P = 0.05$ y se transformaron los datos mediante logaritmos.

$$\ln(C_t/f_t) = \ln(qN_0) - qE_t$$

where C_t/f_t is the catch per unit effort in tow t and E_t the effort accumulated until the beginning of range t plus half the effort in this range.

The efficiency of the Renfro net was calculated from the proportion of penaeid shrimp caught in the first tow relative to the estimate of the total of penaeids in the enclosure. It is assumed that the catch obtained in the first tow reflects the effectiveness of the net to capture penaeid shrimp in the samplings. The size composition of the tows was analysed with the one-way analysis of variance (ANOVA) and, when significant differences occurred, the Newman-Keuls multiple comparison of means test (Zar, 1974) was used. Also, in order to analyse if the catch of the first tow offers an appropriate estimate of the size distribution of the part of the population under the net's influence, the size composition of the first tow was compared to the total size distribution of the population in the enclosure using a χ^2 test (Zar, 1974). The significance level used for the tests was $P = 0.05$ and the data were transformed by means of logarithms.

RESULTS

Palizada Vieja

At this site, the catch was composed mainly of *P. setiferus*, which represented 87% of the organisms recorded in both experiments (with six and eight tows each) carried out in the area. The brown shrimp, *P. aztecus*, constituted the remaining 13%. According to Gracia (1989), the white shrimp is the predominant species in the lagoons adjacent to Términos Lagoon.

As the objective of this work is to analyse the efficiency of the sampler regardless of the composition by species of the penaeid catch, the total number of penaeids was considered in order to estimate the population in the enclosed area. Figures 2 and 3 show the negative trend of the catch in the two experiments carried out at Palizada Vieja in relation to the successive tows. A variability was observed in

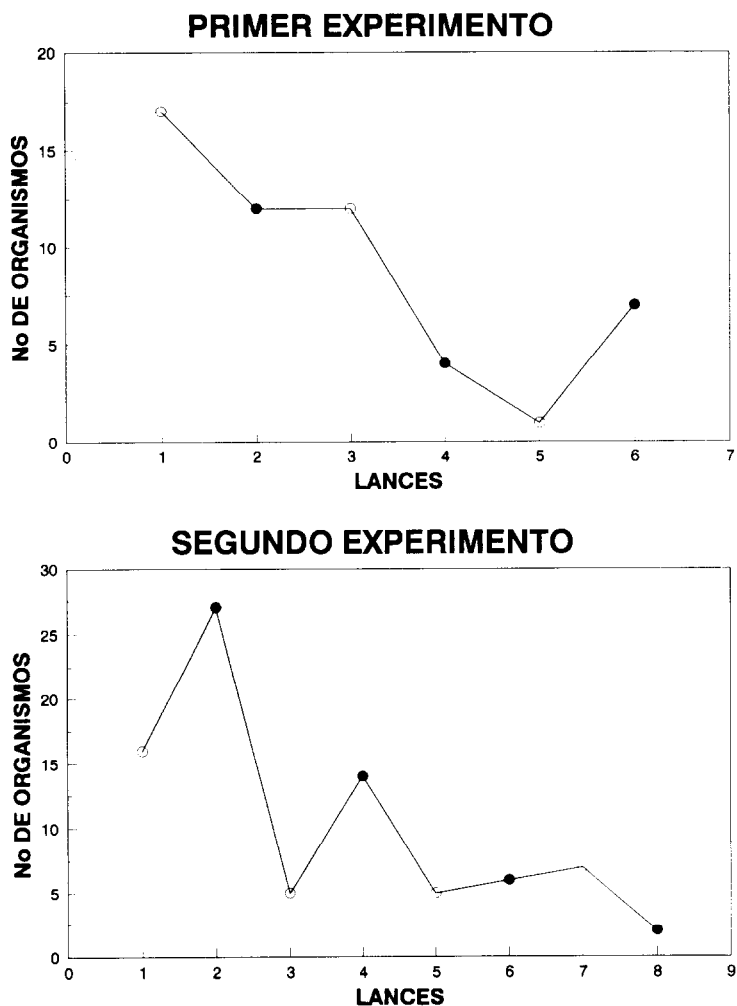


Figura 2. Captura de camarones penidos por lance en los experimentos efectuados en Palizada Vieja, a favor (○) y en contra (●) del flujo de agua.

Figure 2. Catch of penaeid shrimp per tow in the experiments carried out at Palizada Vieja along (○) and against (●) the water flow.

RESULTADOS

Palizada Vieja

En esta localidad, la captura estuvo compuesta principalmente por *P. setiferus*, que representó el 87% de 135 organismos registrados en dos experimentos (con seis y ocho lances cada uno) realizados en el área; mientras que el

the number of organisms recorded associated with the direction in which the net was towed (Fig. 2): when it was done countercurrent, the catches were generally larger. Based on the regressions estimated by least squares for each experiment and using Leslie's equation, the initial population was estimated in each case and compared to the number recorded in the first tow to estimate the efficiency of the net.

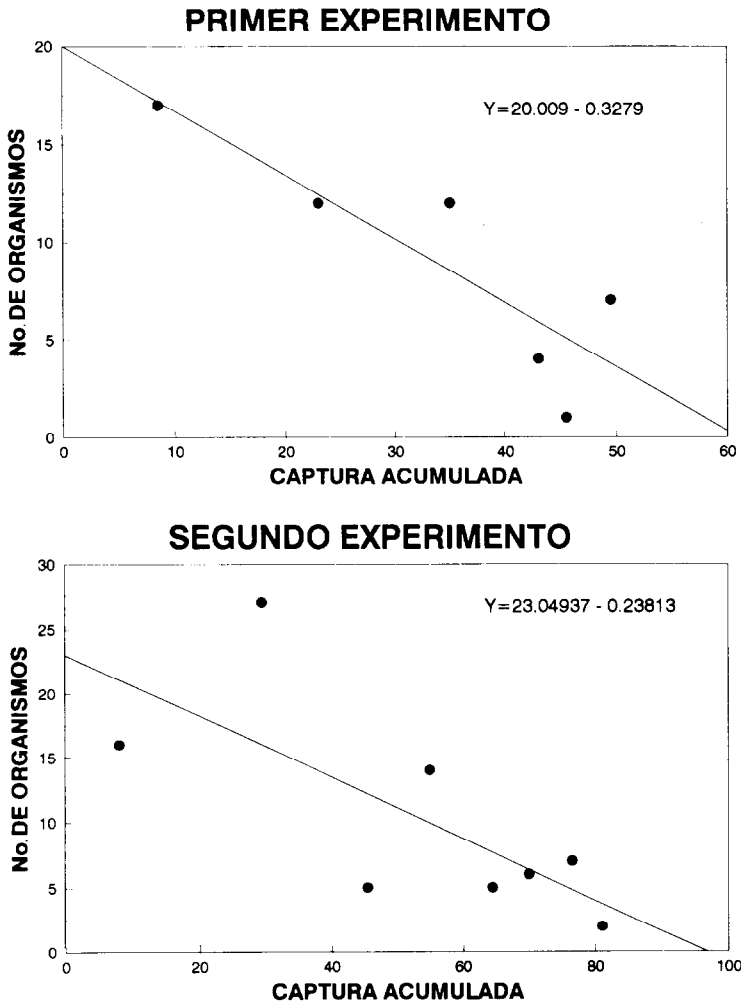


Figura 3. Diagrama de Leslie de la disminución de abundancia de las capturas sucesivas de peneidos, en dos experimentos efectuados en Palizada Vieja.

Figure 3. Leslie diagram of the decrease in abundance of the successive penaeid catches in two experiments carried out at Palizada Vieja.

13% (18 organismos) restante correspondió al camarón café, *P. aztecus*. De acuerdo con Gracia (1989), el camarón blanco es la especie predominante en las lagunas adyacentes a esta área de la laguna de Términos.

Como el objetivo de este trabajo es analizar la eficiencia del muestreador independientemente de la composición por especies de la captura de peneidos, se consideró el número total

The initial population estimated was 61 and 97 organisms, corresponding to a density of 4.7 and 7.5 org. m⁻². When the first tow was done against the current (first experiment; Figs. 2, 3), approximately 28% of the penaeids in the sampling area were caught, whereas when the tows were done along the water flow, the percentage of organisms captured decreased to 17% (second experiment; Figs. 2, 3).

de peneidos para estimar la población en el área encerrada. En las Figs. 2 y 3 se puede apreciar la tendencia negativa de la captura en los dos experimentos efectuados en Palizada Vieja con respecto a los lances sucesivos. En la Fig. 2 se observa variabilidad en el número de organismos registrados asociada con la dirección en que se efectuó el lance, ya que cuando éste se efectuaba en dirección contraria al flujo de agua las capturas en general fueron mayores. Con base en las regresiones estimadas mediante mínimos cuadrados para cada experimento y a partir de la ecuación de Leslie, se estimó la población inicial en cada caso y se comparó con el número registrado en el primer lance para estimar la eficiencia de la red. La población inicial estimada fue de 61 y 97 organismos que corresponden a una densidad de 4.7 y 7.5 org. m². Cuando el primer lance se efectuó en contra de la corriente (primer experimento; Figs. 2, 3) se capturó aproximadamente el 28% de los peneidos del área muestreada; mientras que cuando el lance se llevó a cabo a favor de la corriente, el porcentaje de organismos capturados disminuyó a 17% (segundo experimento; Figs. 2, 3).

Las tallas registradas en cada lance de los dos experimentos muestran una variabilidad alta con intervalos de tallas más o menos similares, excepto en el primer lance del primer experimento, donde éste fue más reducido (tabla 1). En ambos experimentos, se observó una proporción ligeramente mayor de organismos de tallas más altas conforme aumenta el número de lances, aunque el ANDEVA sólo presentó una diferencia significativa de las tallas entre los lances del primer experimento ($F = 3.39$; $F_{0.05(1),5,45} = 2.42$) en Palizada Vieja. En este caso, la única diferencia entre medias que se presentó fue entre el primero y el último lance ($q = 5.33$; $q_{0.05,40} = 4.23$). El segundo experimento en Palizada Vieja no mostró diferencia significativa entre las medias de los distintos lances ($F = 0.52$; $F_{0.05(1),7,70} = 2.14$).

Aunque la media de las tallas de los primeros lances en los experimentos de Palizada Vieja son similares a la media de la población cercada en ambos experimentos (tabla 1), la estructura de tallas registrada en el lance inicial (Fig. 4), que correspondería al estimador de distribución de tallas de la población muestreada

The sizes recorded for each tow in both experiments present high variability, with similar size ranges, except in the first tow of the first experiment when this was smaller (table 1). In both experiments, the proportion of larger-sized organisms increased as the number of tows increased. However, ANOVA only showed a significant difference in size among the tows of the first experiment ($F = 3.39$; $F_{0.05(1),5,45} = 2.42$) at Palizada Vieja. In this case, the only difference between means occurred between the first and last tow ($q = 5.33$; $q_{0.05,40} = 4.23$). The second experiment at Palizada Vieja did not show significant differences between the means of the different tows ($F = 0.52$; $F_{0.05(1),7,70} = 2.14$).

Though the mean size of the first tows in the Palizada Vieja experiments are similar to the mean of the population in the enclosed area in both experiments (table 1), the size composition recorded in the initial set (Fig. 4), which would correspond to the estimator of size distribution of the population sampled with the beam net, shows a significant difference relative to the size distribution of the total of tows in both experiments ($\chi^2 = 33.61$, $df = 8$, $P < 0.001$; $\chi^2 = 19.03$, $df = 10$, $P < 0.005$). This statistical difference is not observed when the first two tows are considered as a whole and compared to the total size distribution.

Pájaros Island

The experiment at Pájaros Island consisted of 14 tows, in which a total of 132 organisms were obtained; the pink shrimp represented 98% and the brown shrimp 2% of the total catch. In this area with carbonated substrate covered by vegetation, mainly *Thalassia testudinum*, the pink shrimp is the predominant species (Gracia *et al.*, in press).

The number of penaeids caught in this experiment showed a general decreasing trend (Fig. 5). However, the variability was wider. In particular, in tow 7 the number of organisms caught began to increase, which also coincided with an increase in the upper limit of the TL range of the shrimp collected (table 2). The second maximum of penaeids captured was obtained in tow 10, after which the negative trend again occurred (Fig. 5). The distribution of the

Tabla 1. Talla media, desviación estándar, intervalo de tallas y número de peneidos capturados por lance, en Palizada Vieja.

Table 1. Mean size, standard deviation, range of sizes and number of penaeids caught per tow at Palizada Vieja.

Primer experimento					
Lance	Media	Desviación estándar	Talla mínima	Talla máxima	Número
1	9.96	2.04	6.5	15	17
2	14.67	7.51	7.2	31.7	12
3	14.46	7.43	8	30.7	12
4	20.75	10.85	10.5	37.2	4
5	10.5				1
6	23.61	12.96	10	51.4	7
Total	14.67	8.8	6.5	51.4	53
Segundo experimento					
Lance	Media	Desviación estándar	Talla mínima	Talla máxima	Número
1	14.05	9.39	7	47.4	16
2	15.83	9.45	8.3	45	27
3	13.62	7.6	9.5	28.8	5
4	17.38	8.68	7.8	32.5	14
5	13.26	8.88	6.5	30.7	5
6	20.57	10.38	10.6	40.4	6
7	15.13	10.57	4.2	37	7
8	22.5	12.5	10	35	2
Total	15.09	9.69	6.5	28.8	82

con la red de barra, muestra una diferencia significativa con respecto a la distribución de tallas del total de lances en los dos experimentos ($\chi^2 = 33.61$, $gl = 8$, $P < 0.001$; $\chi^2 = 19.03$, $gl = 10$, $P < 0.05$). Esta diferencia estadística no se observa cuando se consideran los dos primeros lances en conjunto y se hace la comparación con la estructura de tallas total.

Isla Pájaros

El experimento en isla Pájaros constó de 14 lances, en los cuales se obtuvo un total de 132 organismos, representado en 98% por camarón rosado, *P. duorarum*, y en 2% por camarón

sizes recorded in each tow showed great variability (table 2) and, just as in the case of Palizada Vieja, there was a higher proportion of large organisms in the last tows, with no significant differences in size composition between them ($F = 1.66$; $F_{0.05(1),13,120} = 1.8$).

The combined catch data obtained at this site can be explained by the vulnerability of the organisms to the Renfro net, which is probably associated with the depth to which they burrow in the substrate, which in turn is related to their size. Even though there is no significant difference in the mean size of the tows, it can be assumed that, based on the size distribution that shows an increase in the proportion of large or-

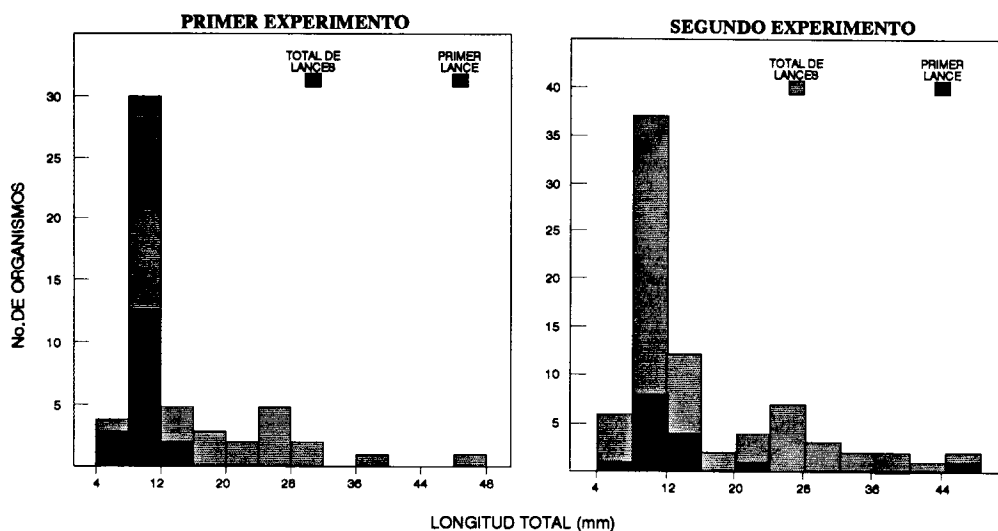


Figura 4. Comparación de la estructura de tallas obtenidas en el primer lance con respecto a la composición total de los lances efectuados en el área cercada, en dos experimentos realizados en Palizada Vieja.

Figure 4. Comparison of the size composition obtained in the first tow in relation to the total composition of the tows done in the enclosed area in two experiments carried out at Palizada Vieja.

café. En esta área, con sustrato carbonatado cubierto de vegetación, principalmente *Thalassia testudinum*, el camarón rosado es la especie predominante (Gracia *et al.*, en prensa).

El número de peneidos capturados en este experimento mostró una tendencia general a disminuir (Fig. 5); sin embargo, la variabilidad fue más amplia. Particularmente, en el lance 7 comenzó a incrementarse el número de organismos capturados, lo cual coincidió además con un aumento en el límite superior del intervalo de LT de los camarones recolectados (tabla 2). El segundo máximo de peneidos capturados se obtuvo en el lance 10, después del cual se presentó nuevamente la tendencia negativa (Fig. 5). La estructura de tallas registradas en cada lance mostró una gran variabilidad (tabla 2) y, al igual que en el caso de Palizada Vieja, se observó mayor proporción de organismos grandes en los últimos lances, pero tampoco hubo una diferencia significativa en la composición de tallas entre ellos ($F = 1.66$; $F_{0.05(1), 13, 120} = 1.8$).

El conjunto de datos de captura obtenidos en esta localidad puede explicarse por la vulnerabilidad de los organismos a la red Renfro,

organisms from tow 7 onwards (table 2), two groups with different catchability occur. The first group is mainly composed of smaller-sized organisms, which are more vulnerable to the first tows because they occur in the upper layers of the substrate. The second group includes organisms of larger mean size, with higher frequency of large organisms with greater capacity to burrow deeper in the substrate, which may make them less vulnerable to the net in the first tows. However, after repeated tows that disturb the bottom and vegetation, the penaeids are exposed and their catchability increases.

In view of the variability of the data, the regression was fitted using De Lury's method (De Lury, 1947; Ricker, 1975) and an estimate of $N_0 = 154$ (11.9 org. m^{-2}) was obtained. Likewise, assuming that two groups of organisms of different catchability occur, two regressions were fitted (Fig. 6) to estimate the initial size of the population. The two data groups (tows 1-7 and 10-14), chosen based on the tendency of the curve and size composition of each tow, gave a similar N_0 (149 org. m^{-2}) to the previous method.

Tabla 2. Talla media, desviación estándar, intervalo de tallas y número de peneidos capturados por lance, en isla Pájaros.

Table 2. Mean size, standard deviation, range of sizes and number of penaeids caught per tow at Pájaros Island.

Lance	Media	Desviación estándar	Talla mínima	Talla máxima	Número
1	50.46	13.81	23	76	23
2	56.86	11.17	36	70	7
3	46.07	12.66	33	63.2	3
4	53.83	10.46	33	62	6
5	43.33	4.03	40	49	3
6	40.25	1.12	22	58	4
7	57.14	9	40	69	7
8	62.28	8.55	52	83	9
9	52.72	9.66	37	67	9
10	51.97	9.04	31	68	21
11	57	8.74	35	67	9
12	58.92	10.53	39.5	78	12
13	52.4	9.56	42	69	5
14	54	10.69	37	67	14
Total	53.64	11.65	22	83	132

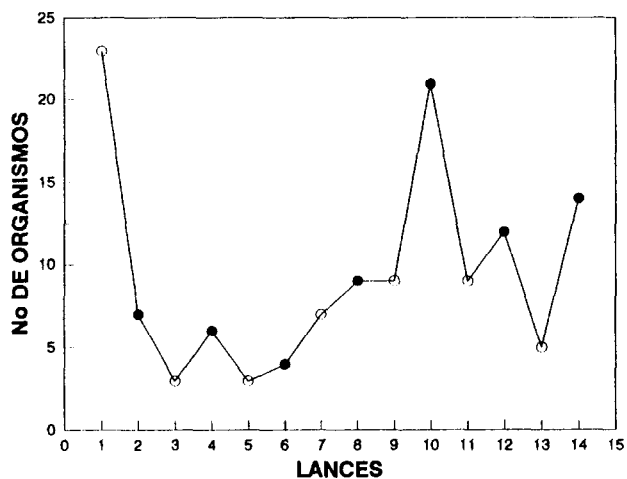


Figura 5. Captura de camarones peneidos por lance, en el experimento efectuado en isla Pájaros a favor (○) y en contra del flujo de agua (●).

Figure 5. Catch of penaeid shrimp per tow in the experiment carried out at Pájaros Island along (○) and against (●) the water flow.

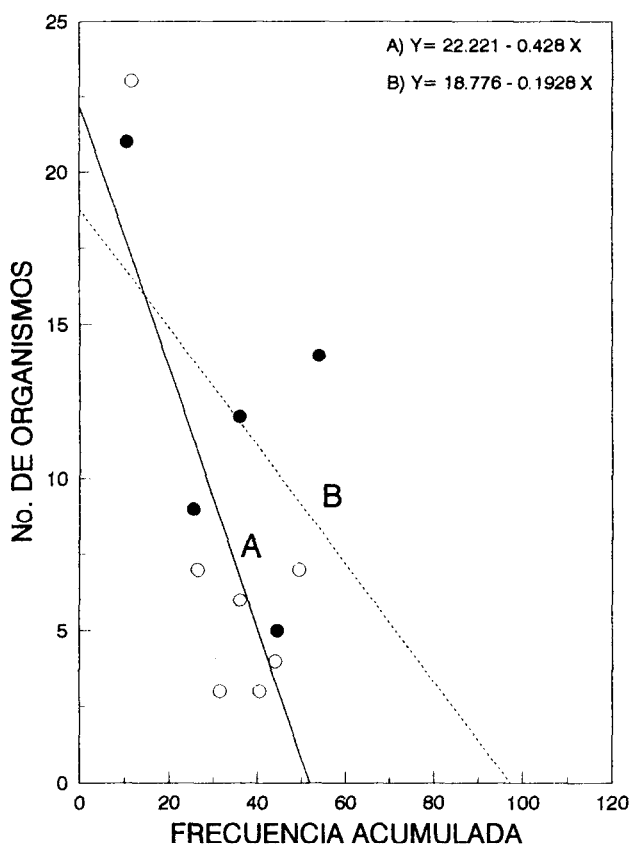


Figura 6. Disminución de la abundancia de peneidos en capturas sucesivas efectuadas en isla Pájaros. Se presentan dos rectas ajustadas a dos grupos de camarones peneidos con una supuesta capturabilidad diferente.

Figure 6. Decrease in the abundance of penaeids in successive catches made at Pájaros Island. Two straight lines are fitted to two groups of penaeid shrimp with an assumed different catchability.

probablemente asociada con la profundidad a que se entierran en el sustrato, lo cual a su vez está relacionado con su talla. A pesar de que no existe diferencia significativa en la media de tallas de los lances, se puede suponer, con base en la estructura de tallas que se incrementó en la proporción de organismos grandes a partir del lance 7 (tabla 2), que en términos generales existen dos grupos con diferente capturabilidad. El primero está compuesto en su mayoría por organismos de talla más pequeña, los cuales muestran mayor vulnerabilidad a los primeros lances, dado que se distribuyen en las capas superiores del sustrato. El segundo grupo, que incluye organismos de talla media mayor, con

This indicates that the efficiency of the Renfro net in substrates covered by vegetation is 15%, lower than in naked substrates. In this case, there was no marked influence of water flow on the catch obtained per tow (Fig. 5).

The size distribution of the first tow at this site also presented a significantly different composition from the total size distribution of the population in the enclosure ($\chi^2 = 23.741$, $df = 13$, $P < 0.05$). It should be indicated that, despite the increasing trend of the average size as of tow 7, the mean size of the initial tow was similar to the mean size of the organisms obtained in all the tows (Fig. 7). As in the case of Palizada Vieja, with the incorporation of the

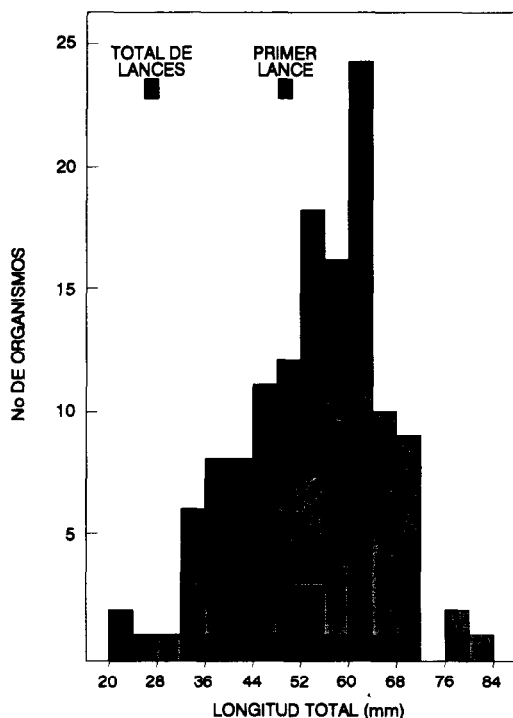


Figura 7. Comparación de la estructura de tallas de camarón rosado obtenido en el primer lance con respecto a la composición de tallas del total de lances, en isla Pájaros.

Figure 7. Comparison of the size composition of pink shrimp obtained in the first tow in relation to the size composition of the total of tows at Pájaros Island.

una frecuencia más alta de organismos grandes capaces de enterrarse a mayor profundidad en el sustrato, lo que los puede hacer menos vulnerables a la red en los primeros lances. Sin embargo, con la repetición de los arrastres que perturban el fondo y la vegetación, los peneidos quedarían al descubierto y se incrementaría su capturabilidad.

Debido a la variabilidad de los datos, se ajustó la regresión mediante el método de De Lury (De Lury, 1947; Ricker, 1975) y se obtuvo una estimación de $N_0 = 154$ (11.9 org. m^{-2}). Asimismo, bajo el supuesto de la presencia de dos grupos de organismos de diferente capturabilidad, se ajustaron dos regresiones (Fig. 6) para estimar el tamaño inicial de la población. Los dos grupos de datos escogidos (lances 1 a 7 y 10 a 14) con base en la tendencia de la curva y

second tow as replicate of the sampling, there is no significant difference regarding the total size distribution.

DISCUSSION

According to the estimates obtained of the number of organisms present in the enclosed area (N_0), the efficiency of the Renfro net varies depending on the substrate. This net works better in naked substrates, where its effectiveness varied between 17 and 28%. The vulnerability of the penaeids to this epibenthic net is greater (28%) if the tow is done countercurrent. Therefore, the direction of the current should be considered when the samplings are carried out, because it is easier for the organisms to escape the net's action when the tow is done along the

la composición de tallas de cada lance arrojaron un N_0 similar (149 org. m^{-2}) al método anterior.

Esto indica que la eficiencia de la red Renfro en sustratos cubiertos de vegetación es del 15%, menor que en los sustratos desnudos. En este caso no se apreció una influencia marcada del flujo de agua sobre la captura obtenida por lance (Fig. 5).

La estructura de tallas del primer lance en esta localidad también presentó una composición significativamente diferente a la estructura total de tallas de la población en el cerco ($\chi^2 = 23.741$, $gl = 13$, $P < 0.05$). Cabe señalar que aun a pesar de la tendencia de incremento en la talla promedio a partir del lance 7, la talla media del lance inicial fue similar a la talla media de los organismos obtenidos con el total de lances (Fig. 7). Como en el caso de Palizada Vieja, con la incorporación del segundo lance como réplica del muestreo no se observa una diferencia significativa con respecto a la estructura de tallas total.

DISCUSION

De acuerdo con las estimaciones obtenidas del número de organismos presentes en el área cercada (N_0), la eficiencia de la red Renfro varía en función del sustrato. Esta red opera mejor en fondos desnudos, donde su efectividad varió entre 17 y 28%. La vulnerabilidad de los peneidos a esta red epibéntica es mayor (28%) si el arrastre se efectúa contra la corriente. Por esto, es recomendable considerar la dirección de la misma cuando se efectúen los muestreos; ya que los organismos escapan más fácilmente de la acción de la red cuando el lance se efectúa a favor de la corriente. Con los arrastres en esta dirección se captura sólo el 17%, con lo cual se disminuye 11% el número de peneidos capturados en sentido contrario.

En el caso de sustratos cubiertos de vegetación, la red Renfro, como gran parte de los muestreadores de barrido de área, disminuye aún más su efectividad, ya que sólo captura el 15% de los organismos presentes. La diferencia de efectividad está relacionada con la obstrucción que presenta la vegetación al movimiento de arrastre, lo cual propicia el escape de los organismos. Zimmerman *et al.* (1984), en el norte

water flow. Only 17% are caught with the tows in this direction, 11% lower than the number of peneids caught in the opposite direction.

Like most similar types of samplers, the efficiency of the Renfro net decreases even more with substrates covered by vegetation. In this case, it only captures 15% of the organisms present. The difference in effectiveness is related to the obstruction presented by the vegetation to the tow, which allows organisms to escape. In the northern Gulf of Mexico, Zimmerman *et al.* (1984) recorded greater effectiveness for the Renfro net in both vegetated and nonvegetated habitats, reaching 82 and 23%, respectively. However, these results are not entirely comparable due to differences in the method of evaluation as well as in the type of habitat. In this study, the sampling was carried out in a tropical coastal lagoon where the predominant vegetation is *Thalassia testudinum*, whereas *Spartina alterniflora* dominates in the marshes of the northern coast of the Gulf of Mexico. Moreover, in the type of experiment designed in this study the estimates are made over the same sampling area and the organisms are not allowed to escape, so the population sampled does not vary and additional biases are not introduced in the estimate of effectiveness. The results suggest that the Renfro net is less efficient in tropical coastal areas such as the one where this experiment was carried out, and this may be related to the type of bottom and the density and height of the vegetation. However, specific studies are necessary to determine other influencing factors.

The composition of the first tow was significantly different than that of the total of organisms in the enclosure in the three experiments. This result is influenced by the comparatively small size of the sample obtained with the first tow, which does not appropriately reflect the frequency of sizes in each size class. Despite the small fraction caught by the Renfro net, the mean size estimated for the first tow is similar to the mean size of the part of the population that is subject to the net's influence. However, if the first two tows in each experiment are taken as replicates and if their size distribution is compared to the total by a χ^2 test, there is no significant difference at the level of

del golfo de México, registró mayor efectividad para la red Renfro, tanto en sustratos desnudos, como en los cubiertos de vegetación, donde llegó a ser de 82 y 23%, respectivamente. No obstante, hay diferencias tanto en el método de evaluación como en el tipo de hábitat que no hacen comparables en su totalidad estos resultados. En este estudio, se efectuó el muestreo en una laguna costera tropical donde la vegetación predominante es *Thalassia testudinum*, diferente de *Spartina alterniflora*, que domina en las marismas de la costa norte del golfo de México. Por otro lado, el tipo de experimento diseñado en este estudio considera la estimación sobre una misma área de muestreo y no permite el escape de los organismos, de forma que no varía la población muestreada y no se introducen sesgos adicionales en la estimación de la efectividad. Los resultados sugieren una eficiencia menor de la red tipo Renfro en áreas costeras tropicales como en la que se desarrolló este experimento, cuyas causas podrían estar relacionadas con el tipo de fondo, y la densidad y altura de la vegetación; sin embargo, tendrían que desarrollarse estudios específicos para determinar otros factores influyentes.

La composición del primer lance fue significativamente diferente del conjunto total de organismos en el cerco, en los tres experimentos efectuados. Este resultado está influenciado por el tamaño comparativamente pequeño de muestra que se obtiene con el primer lance, con el cual no se refleja adecuadamente la frecuencia de tallas en cada intervalo de clase. Cabe señalar que, a pesar de la fracción pequeña que captura la red Renfro, la media de tallas estimada por el primer lance es similar a la talla media de la parte de la población sujeta a la influencia de la red. Sin embargo, si se toman los primeros dos lances en cada uno de los experimentos a manera de réplicas y se lleva a cabo la comparación de la estructura de tallas de éstos con el conjunto total, mediante una prueba de χ^2 no se observa una diferencia significativa en el nivel de $P = 0.05$. Esto se mantiene tanto en los sustratos desnudos como en los cubiertos de vegetación e indica que, con al menos una réplica, se obtiene una estimación no sesgada de la estructura de tallas cuando se emplea este muestreador.

$P = 0.05$. This is valid in both the naked substrates and those covered by vegetation and indicates that, with at least one replicate, an unbiased estimate of the size distribution is obtained when this sampler is used.

The efficiency of the Renfro net is low when compared to other types of samplers, such as the drop sampler, which on average captures 94% of the organisms that occur in vegetated or nonvegetated habitats (Zimmerman *et al.*, 1984). This sampler is more sophisticated and consists of a fiberglass cylinder, 1.8 m in diameter by 1.2 m in height, which is buried and recovered from the substrate with a winch. The water contained in this cylinder is pumped out and the bottom can be swept with spoon nets, assuring the capture of the organisms in the area. However, the operation cost of this equipment is higher than that of a Renfro net, thus making it inaccessible to many users.

The variation in catchability may be the most important source of potential error in the methods for estimating the abundance of organisms. Catchability can fluctuate in relation to environmental variations or because the individuals differ in their vulnerability to the sampler.

Temperature is one of the abiotic factors that can influence catchability, as shown in Hill's (1985) study on *Penaeus esculentus*. This author reported that the activity of *P. esculentus* presents a positive linear relation to the range of temperature examined (12-26°C), which affects its catchability. In the case of Términos Lagoon, thermal variations may affect the different levels of efficiency of the Renfro net in one annual cycle. However, the range of mean annual variation of water temperature in Términos Lagoon is relatively small (25-30°C) so important changes in the catchability of shrimp are not expected and, in principle, the estimated efficiency can apply to one annual cycle. Nevertheless, similar experiments in other seasons are recommended to verify whether the catchability is affected by the variation of temperature or any other abiotic factor in different times of the year.

Another factor, the most obvious, that affects the probability of capture is the light (Fuss and Ogren, 1966; Hughes, 1968; Greening and

La red Renfro tiene una eficiencia baja si se le compara con otro tipo de muestreadores, como el *drop sampler*, con el cual se captura en promedio el 94% de los organismos presentes en áreas desnudas o cubiertas de vegetación (Zimmerman *et al.*, 1984). Este muestreador es más sofisticado y consiste en un cilindro de fibra de vidrio de 1.8 m de diámetro por 1.2 m de alto que se entierra y se retira del sustrato con la ayuda de un malacate. El agua encerrada con este cilindro es extraída mediante bombeo y se puede barrer el fondo con redes de cuchara, con lo cual se asegura la captura de los organismos en el área. Sin embargo, el costo de operación de este equipo es mayor que el de una red tipo Renfro, lo cual disminuye su accesibilidad para gran parte de los usuarios.

La variación de la capturabilidad es tal vez la fuente de error potencial más importante en los métodos que pretenden estimar la abundancia de organismos. La capturabilidad puede fluctuar en relación con variaciones ambientales o debido a que los individuos difieren en su vulnerabilidad al muestreador.

Entre los factores abióticos que pueden influenciar la capturabilidad se encuentra la temperatura, como destaca el trabajo desarrollado por Hill (1985) sobre *Penaeus esculentus*. Este autor señaló que la actividad de *P. esculentus* presenta una relación lineal positiva con el intervalo de temperatura examinado (12 a 26°C), lo cual afecta su capturabilidad. En el caso de la laguna de Términos, las variaciones térmicas podrían repercutir en diferentes niveles de eficiencia de la red Renfro en un ciclo anual; sin embargo, el intervalo de variación medio anual de la temperatura del agua en la laguna de Términos es relativamente reducido (25 a 30°C) como para esperar cambios notables en la capturabilidad de los camarones y, en principio, puede considerarse la eficiencia estimada aplicable para un ciclo anual. No obstante, es conveniente desarrollar experimentos similares en otras temporadas del año, con el fin de verificar si la capturabilidad es afectada por la variación de la temperatura y/o algún otro factor abiótico en diferentes épocas del año.

Otro factor, el más obvio, que afecta la probabilidad de captura es la luz (Fuss y Ogren, 1966; Hughes, 1968; Greening y Livingston,

Livingston, 1982). Shrimp have nocturnal habits and, hence, one would expect their catchability to increase when they emerge from the substrate during the night. However, as previously indicated, the objective of this experiment is to obtain a correction factor that may be applied to sampling activities with the Renfro beam trawl net, which are generally carried out in daylight.

There are several factors that may affect the variability of shrimp abundance and thus the net's efficiency levels. However, this experiment offers an estimate of the efficiency of the Renfro beam trawl net that may serve as a basis to correct the abundance indices of several previous works and as reference for subsequent studies with this type of net. For example, the estimates for the first tow increase from 1.2, 1.3 and 1.8 to 4.7, 7.5 and 11.9 org. m⁻², respectively. These values are closer to real density values that are consistent with the fisheries developed in the area and are comparable to the densities of penaeid shrimp recorded in the breeding areas of the northern Gulf of Mexico, whose mean values reach maximum values of 36.3 org. m⁻², with records of up to 118.9 org. m⁻² (Zimmerman and Minello, 1984; Zimmerman *et al.*, 1984).

CONCLUSIONS

In winter, the Renfro beam trawl net presented an efficiency of 28% in naked substrates if the tow was done countercurrent, decreasing to 15% in substrates covered by vegetation. However, regarding the size composition of the population sampled, replicates are recommended to obtain an appropriate estimate with this sampler.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank David Ortega del Valle and Luis Lin Jurado for their collaboration during the field work. Thanks are also due to two anonymous referees for their careful revision and valuable comments.

English translation by Christine Harris.

1982). Los camarones tienen hábitos nocturnos y es de esperarse que con la emergencia del sustrato durante la noche aumente su capturabilidad, pero, como se señaló anteriormente, el objetivo de este experimento es obtener un factor de corrección que pueda ser aplicado a las actividades de muestreo con red de barra tipo Renfro, que por lo general se efectúan en horas de luminosidad.

Es indudable que existen varios factores que pueden afectar la variabilidad de la abundancia de camarones y que pueden repercutir en los niveles de eficiencia de la red. Sin embargo, este experimento ofrece una estimación de la eficiencia de la red de barra tipo Renfro que puede servir de base para corregir los índices de abundancia de varios trabajos anteriores y como marco de referencia para trabajos posteriores con este tipo de red. Por ejemplo, los valores estimados del primer lance se incrementan de 1.2, 1.3 y 1.8 a 4.7, 7.5 y 11.9 org. m⁻², respectivamente. Estos valores se acercan más a valores de densidad reales coherentes con las pesquerías que se desarrollan en el área y son más comparables con las densidades de camarones peneidos registradas en las zonas de crianza del norte del golfo de México, cuyos valores medios alcanzan valores máximos de 36.3 org. m⁻², con registros puntuales de hasta 118.9 org. m⁻² (Zimmerman y Minello, 1984; Zimmerman *et al.*, 1984).

CONCLUSIONES

La red de barra tipo Renfro durante la temporada de invierno presentó una eficiencia de 28% en sustratos desnudos cuando el lance se efectuó en contra del flujo de agua, mientras que en sustratos cubiertos de vegetación ésta disminuyó a 15%. Sin embargo, con respecto a la composición de tallas de la población muestreada, es conveniente efectuar réplicas para obtener una estimación adecuada con este muestreador.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración en el campo de David Ortega del Valle y Luis Lin Jurado. Asimismo, agradecen a dos revisores anónimos su cuidadosa revisión y valiosos comentarios y sugerencias.

REFERENCIAS

- Alvarez, F., Gracia, A. y Soto, L.A. (1987). Crecimiento y mortalidad de las fases estuarinas del camarón rosado *Penaeus Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad, 1939 en la laguna de Términos, Campeche. **An. Inst. de Ciencias del Mar y Limnol.**, UNAM, 14(2): 207-220.
- Baxter, K.N. (1983). Abundance of postlarval shrimp: an index of future shrimping success. **Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.**, 35: 79-87.
- Berry, R.J. and Baxter, K.N. (1969). Predicting brown shrimp abundance in the northwestern Gulf of Mexico. **FAO Fish. Rep.**, 3(57): 775-98.
- Cook, H.L. (1966). A generic key to the protozoan, mysis and postlarval stages of the littoral Penaeidae of the northwestern Gulf of Mexico. **Fish Bull.**, 65(2): 437-447.
- De Lury, D.B. (1947). On the estimation of biological populations. **Biometrics**, 3: 145-167.
- Fuss, C.M. and Ogren, L.H. (1966). Factors affecting activity and burrowing habits of the pink shrimp *Penaeus duorarum*. **Biol. Bull. (Woods Hole)**, 130: 170-191.
- García, S. and Le Reste, L. (1981). Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. **FAO Fish. Tech. Pap.**, (203): 215.
- García del Real, R. (1990). Abundancia y distribución de las fases estuarinas del camarón rosado *Penaeus (Farfantepenaeus) duorarum* Burkenroad, 1983, en el área de la laguna de Términos, Campeche. Tesis, **Fac. de Ciencias, UNAM**, 93 pp.
- Gracia, A. (1989). Ecología y pesquería del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la laguna de Términos, Sonda de Campeche. Tesis doctoral, **Facultad de Ciencias, UNAM**, México, D.F., 127 pp.
- Gracia, A. (1991). Spawning stock-recruitment relationships of white shrimp in the southwestern Gulf of Mexico. **Trans. Amer. Fish. Soc.**, 120: 519-527.

- Gracia, A. (1992). Explotación y manejo del recurso camarón. **Ciencia y Desarrollo**, 28(106): 82-95.
- Gracia, A., Vázquez-Bader, A.R., Arreguín-Sánchez, F., Schultz-Ruiz, L. y Sánchez-Chávez, J. Ecología de camarones peneidos del golfo de México. En: D. Flores Hernández, P. Sánchez Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín (eds.), **Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del golfo de México**. EPOMEX-UAC, Serie Científica 4 (en prensa).
- Greening, H.S. and Livingston, R.J. (1982). Diel variation in the structure of seagrass-associated epibenthic macroinvertebrate communities. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 7: 147-156.
- Hernández-Ferreira, G. y Genis-Vargas, J.A. (1989). Variación estacional de los parámetros poblacionales en las fases estuarias de *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la región de la laguna de Términos, Campeche, México. Tesis, **Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, UNAM**, 86 pp.
- Hill, B.J. (1985). Effect of temperature on duration of emergence, speed of movement, and catchability of the prawn *Penaeus esculentus*. In: P.C. Rothlisberg, B.J. Hill and D.J. Staples (eds.), **Second Aust. Nat. Prawn Sem. NPS2**, Cleveland, Australia, pp. 77-83.
- Hughes, D.A. (1968). Factors controlling emergence of pink shrimp (*Penaeus duorarum*) from the substrate. **Biol. Bull. (Woods Hole)**, 134: 48-59.
- Klima, E.F., Baxter, K.N. and Patella, F.J. Jr. (1982). A review of the offshore shrimp fishery and the 1981 Texas closure. **Mar. Fish. Rev.**, 47(4) (9-10): 5-12.
- Leslie, P.H. and Davis, D.H.S. (1939). An attempt to determine the absolute number of rats in a given area. **J. Anim. Ecol.**, 8: 94-113.
- Ortega del Valle, D. (1988). Efecto de algunos factores bióticos y abióticos sobre el reclutamiento de postlarvas epibénticas y juveniles de *Penaeus duorarum* en la laguna de Términos, Camp. Tesis, **Fac. de Ciencias, UNAM**, 60 pp.
- Pérez-Farfante, I. (1970). Diagnostic characters of juveniles of the shrimp *Penaeus aztecus*, *Penaeus duorarum duorarum* and *P. brasiliensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). **U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. (Fish)**, No. 599.
- Renfro, W.C. (1963). Small beam net for sampling postlarval shrimp. **U.S. Fish Wildl. Serv.**, Circ. 161: 86-87.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bull. Fish. Res. Bd. Canada**, (191): 382 pp.
- Ringo, R.D. and Zamora, G. (1968). A penaeid postlarval character of taxonomic value. **Bull. Mar. Sci.**, 18(2): 471-476.
- Sutter III, F.C. and Christmas, J.Y. (1983). Multilinear models for the prediction of brown shrimp harvest in Mississippi waters. **Gulf Res. Rep.**, 7(3): 45-50.
- Williams, A.B. (1959). Spotted and brown shrimp postlarvae (*Penaeus*) in North Carolina. **Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.**, 9(3): 281-290.
- Yáñez-Arancibia, A., Lara-Domínguez, A.L., Chavance, P. and Flores-Hernández, D. (1983). Environmental behavior of Terminos Lagoon ecological system, Campeche, Mexico. **An. Inst. Ciencias del Mar y Limnol.**, UNAM, 10(1): 137-176.
- Zar, T.H. (1974). **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., 620 pp.
- Zimmerman, R.J. and Minello, T.J. (1984). Densities of *Penaeus aztecus*, *Penaeus setiferus*, and other natant macrofauna in a Texas salt marsh. **Estuaries**, 7(4a): 421-433.
- Zimmerman, R.J., Minello, T.J. and Zamora, G. Jr. (1984). Selection of vegetated habitat by brown shrimp *Penaeus aztecus*, in a Galveston Bay salt marsh. **Fish. Bull.**, 82(2): 325-336.