

LONGITUD A LA PRIMERA MADUREZ, CICLO REPRODUCTIVO Y CRECIMIENTO DEL CAMARON BLANCO (*Penaeus occidentalis*, DECAPODA:PENAEIDAE) EN LA PARTE INTERNA DEL GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA

José Palacios Villegas y Mauricio Vargas Barquero
Estación de Biología Marina, Universidad Nacional, Puntarenas

RESUMEN

En este trabajo se estudiaron algunos aspectos biológicos de la población de *Penaeus occidentalis* de la parte interna del Golfo de Nicoya. La relación de sexos en la población, hembra:macho = 1,4:1, resultó ser estadísticamente diferente del esperado 1:1. La dominancia numérica de las hembras es mucho más marcada conforme se incrementa la talla. La longitud al 50% de madurez se estimó para las hembras en 150 mm longitud total, en tanto que para los machos no fue posible la estimación debido al poco número de individuos inmaduros en la muestra. El seguimiento del ciclo reproductivo deja apreciar un período de mayor actividad (desove) durante Junio hasta Agosto para las hembras, en tanto que los machos tienden a permanecer activos durante todo el año sin mostrar "picos" claros de actividad. El reclutamiento de individuos jóvenes a la pesquería parece concentrarse durante los meses de Noviembre a Diciembre. La tasa de crecimiento es mayor para las hembras que para los machos durante todo su ciclo vital, por lo que alcanzan tallas mayores.

ABSTRACT

The sex ratio, population growth parameters, length at first maturity, spawning cycle and recruitment to the fisheries were studied for *Penaeus occidentalis* of the inner part of the Gulf of Nicoya. The sex ratio was found to depart slightly from the expected 1:1 being the females more abundant,

especially at larger length classes. Females reach the length of 50% maturity at 150 mm total length. This estimation was not possible for the males due to the small numbers of juvenile males collected. Sexual dimorphism is marked, being the females larger and heavier than the males. The spawning pattern shows a peak from June through August for females, while males seem to be active all year round, without periods of higher reproduction activity. This pattern can show variations possibly due to environmental changes. Recruitment of young individuals to the fishery seems to occur mainly during November through December as evidenced by a reduction in the average length of capture during those months. According to the estimated growth parameters, females have a higher growth rate than males during its all life cycle.

INTRODUCCION

La pesquería a nivel semi-industrial del camarón blanco se inicia en los años cincuenta en la parte externa del Golfo de Nicoya con niveles altos de captura a muy bajo esfuerzo. Esta actividad prosperó durante los años 60 y 70, alcanzando un máximo de producción en el año 1964 (571,4 TM) para posteriormente iniciar un franco descenso en las capturas a pesar del incremento en el número de embarcaciones y de mejoras tecnológicas tanto en las embarcaciones como en las redes. Este comportamiento en las capturas vino a evidenciar una posible sobrepesca sobre el recurso camarónero, lo

cual motivó que se realizaran los estudios respectivos sobre la dinámica poblacional de las especies de camarón blanco en la parte externa del Golfo de Nicoya, concluyéndose que era necesaria una disminución de al menos un 39% del esfuerzo pesquero, así como, controlar las tallas de capturas mínimas permisibles (TABASH y PALACIOS 1996).

En 1985 se permite la pesca de camarón blanco también en la parte interna del Golfo de Nicoya, zona que hasta ese año había sido mantenida como zona protegida. La flota que pesca en la parte interna del Golfo de Nicoya es de tipo artesanal utilizando como arte de pesca la red de enmalle de 7,62 cm (3 pulgadas) de abertura de malla. Ya para 1988 estaban involucrados en forma directa en esta pesca aproximadamente 1.500 pescadores (MARTINEZ 1988), aumentando su número para 1994 hasta los 3.000 a 4.000 individuos (PALACIOS en preparación). El incremento sostenido en el número de pescadores, así como la disminución del volumen y en la talla media de las capturas puso de manifiesto la necesidad de poner en ejecución medidas para regular la pesquería artesanal del camarón blanco.

PALACIOS *et al.* (1993 a,b) realizaron estudios dirigidos a establecer las medidas de manejo a tomar en cuanto a la pesca del camarón blanco *Penaeus stylirostris* en la parte interna del Golfo de Nicoya, concluyendo que es necesario establecer una reducción de un 34% en el esfuerzo pesquero, así como, establecer una talla mínima de captura de 154 mm en longitud total. En el caso de *Penaeus occidentalis*, especie de camarón blanco que constituye casi un 70% de la captura en la pesca artesanal del Golfo de Nicoya (PALACIOS en preparación), no se han propuesto aún las medidas de manejo requeridas, debido a la ausencia de estudios formales en aspectos de dinámica poblacional y características biológicas para esta especie.

El objetivo del presente trabajo fue el de contribuir al diseño de medidas de manejo para la pesquería artesanal del camarón blanco *Penaeus occidentalis* en el Golfo de Nicoya a través de la estimación de sus parámetros de crecimiento poblacional, longitud a la primera madurez y descripción de su ciclo reproductivo.

MATERIAL Y METODOS

Este estudio se realizó desde Marzo de 1990 hasta Noviembre de 1993. El área de estudio se localiza en la parte interna del Golfo de Nicoya abarcando desde la desembocadura del río Abangares (85° 4' 40" Oeste y 10° 8' 40" Norte) hasta la desembocadura del río Tempisque (85° 00' 42" Oeste y 10° 11' 11" Norte). En esta área se muestrearon cinco puntos de pesca quincenalmente. La escogencia de las estaciones a muestrear fue de acuerdo al movimiento pesquero del momento y no al azar. Para los muestreos se utilizó una red de enmalle de 300 m de longitud de 1,5 m de alto con una abertura de malla de 7,62 cm (3 pulgadas). Los lances se hicieron durante el día y duraron aproximadamente de 15 a 20 minutos.

Los datos básicos obtenidos fueron: longitud total en mm, medida desde el borde posterior ocular hasta el extremo del telson; peso total en gramos; sexo y estado de madurez, este último evaluado macroscópicamente de acuerdo a YANO *et al.* (1988)(cuadro 1). Utilizando los datos de madurez se calculó el número de individuos maduros por clase de talla, con el fin de estimar la longitud a la cual se espera que el cincuenta por ciento de los individuos alcancen la madurez sexual. Para esto se asumió que todos aquellos individuos cuyo estado de madurez fuese dos o mayor estaba maduro. El método de estimación fue el propuesto por TRIPPEL y HARVEY (1991) quienes proponen que la relación entre el arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción de individuos maduros por clase de longitud y la longitud total puede ser descrita por una línea recta:

$$\ln L_i = a + b \cdot \arcsen(\sqrt{p_i}) \quad (1)$$

donde:

- p_i : Proporción de individuos maduros en la i -ésima clase de longitud
- L_i : i -ésima clase de longitud
- a y b : Constantes

Así mismo, se determinó el intervalo de confianza para la estimación utilizando la fórmula 2 (SNEDECOR y COCHRAN 1993):

$$\text{Ln}L_{50\%} \pm t_{(n-2)} \cdot S_{y_k} \cdot \sqrt{\left(1 + \frac{1}{n} + \frac{x^2}{\sum x^2}\right)} \quad (2)$$

donde:

$L_{50\%}$: Longitud a la cual el 50% de los individuos están maduros

$t_{(n-2)}$: Valor de t-Student con n-2 grados de libertad

$S_{y,x}$: Error estándar de la regresión

n : Número de observaciones

$\sum x$: Suma de los cuadrados de las desviaciones de las x respecto de su promedio.

x^2 : Cuadrado de la desviación del valor x utilizado para la estimación del $L_{50\%}$ con respecto al promedio de las x

El tratamiento de los datos se realizó utilizando el paquete SPSS/PC 4.01 y para la estimación de los parámetros de la ecuación de crecimiento de VON BERTALANFFY se utilizaron los procedimientos incluidos en el paquete FISAT (GAYANILO *et al.* 1994).

RESULTADOS Y DISCUSION

Proporción de sexos. La proporción de sexos (hembra/macho) de *Penaeus occidentalis* es de 1,4:1, la cual resulta ser estadísticamente diferente de la esperada 1:1 (X^2 : 169,12 gl = 34). La variación de la proporción de sexos a lo largo del período de estudio favoreció siempre a las hembras, sin que se

podiera detectar una tendencia clara en la variación mensual de esta variable. Un número mayor de hembras que de machos fue también observado para *Penaeus stylirostris* en la parte interna del Golfo de Nicoya, y para ambas especies, *Penaeus occidentalis* y *Penaeus stylirostris*, en la parte externa del Golfo de Nicoya (TABASH y PALACIOS 1996). Dado que tanto en la parte interna como externa del Golfo de Nicoya se capturaron más hembras que machos no se puede atribuir dicha observación a un patrón diferente de distribución espacial por sexo.

Una posible explicación de la razón de sexos encontrada es una mayor mortalidad natural para machos que para hembras. Al revisar la literatura referente a estimaciones de tasas de mortalidad para camarones del género *Penaeus* se ha encontrado en forma consistente una mayor mortalidad natural para machos que para hembras (CHANG CHENG 1981 y SUMIONO 1988).

Talla a la primera madurez. Los datos básicos para el cálculo de la longitud de primera madurez se presentan en el cuadro 2. El análisis fue posible realizarlo únicamente para las hembras, pues para machos el número de individuos inmaduros presentes en la muestra fue muy pequeño. Es deducible que la talla de primera madurez para los machos debe ser menor que para las hembras, dado que para estas últimas no hubo problema en obtener muestras de individuos juveniles de las

Cuadro 1

Descripción de los estados de madurez gonadal para *Penaeus occidentalis* utilizados en el presente estudio, según YANO *et al.* (19880)

Machos	I	Inmaduro, no presenta el petasma bien desarrollado
	II	Funcionalmente maduro con ámpula vacía
	III	Funcionalmente maduro con ámpula llena
Hembras	I	El ovario es transparente sin que se distinga el contorno
	II	El ovario es visible como una línea angosta y opaca a lo largo del eje dorsal
	III	El ovario se presenta como en el estado anterior pero apreciablemente más engrosado
	IV	El ovario se presenta turgente y opaco. Se distingue el contorno
	V	El ovario es turgente, ancho y densamente opaco. El contorno se distingue. La cópula y el desove son inminentes.

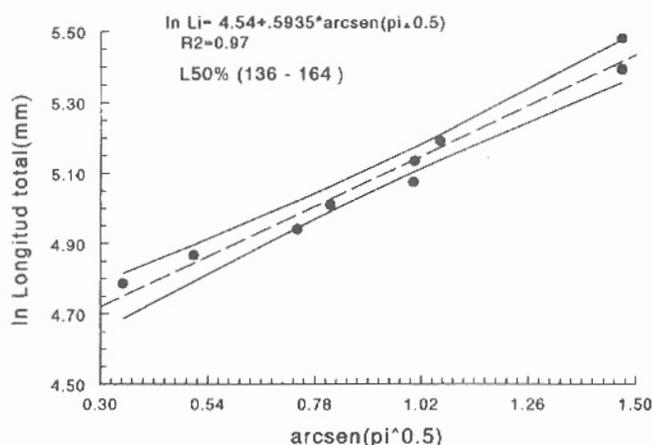


Figura 1. Estimación de la longitud al 50 % de madurez para las hembras de *Penaeus occidentalis* en la parte interna del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Línea interrumpida, regresión; líneas seguidas, bandas de confianza de la regresión 95%.

tallas capturadas (ámbito: 110 – 240 mm). Es posible que la amplitud de selectividad del arte utilizado haya dejado pobremente representadas aquellas tallas a las cuales los individuos machos de *Penaeus occidentalis* aún están inmaduros.

La longitud al 50% de madurez para las hembras de *Penaeus occidentalis* se estimó en 150 mm con un límite mínimo y máximo de 136 y 164 mm, respectivamente (figura 1). Este intervalo incluye el valor estimado para *Penaeus occidentalis* en la parte externa del Golfo de Nicoya por TABASH y PALACIOS (1996) (140 mm), quienes utilizaron el método propuesto por UDUPA (1986). Por su parte, RAMÍREZ (1994), reporta una longitud de primera madurez para *Penaeus occidentalis* en el Pacífico colombiano de 183 mm longitud total (rostro incluido). La longitud de primera madurez es un rasgo biológico susceptible de ser influenciado por el patrón de explotación pesquera. Un esfuerzo excesivo en la pesca tiende a producir la reducción en la talla media de reproducción como respuesta adaptativa de la especie; de ahí que se sugiera el utilizar este parámetro como un indicador alternativo del efecto de la pesca sobre el camarón blanco.

La talla promedio de los camarones de esta especie en la flota comercial artesanal oscila alre-

dedor de 166 mm de longitud total (PALACIOS en preparación). Esta se encuentra fuera del intervalo estimado para la talla de primera madurez, sugiriendo que el ojo de malla que se utiliza actualmente es el adecuado para la captura de esta especie. Sin embargo, se sabe que algunos pescadores utilizan ilegalmente una red con abertura de 69,8 mm, la cual captura especímenes de aproximadamente 140 mm de longitud. Esto evidencia la urgencia de controlar este tipo de artes de pesca ilegales pues podrían afectar el proceso de reproducción y reclutamiento de *Penaeus occidentalis*.

Ciclo reproductivo y reclutamiento a la pesquería. Las figuras 2a y 2b presentan la variación en los distintos estadios de desarrollo gonadal para machos y hembras de *Penaeus occidentalis*.

En los machos es evidente la presencia de individuos con estados avanzados de maduración gonadal a lo largo de toda la investigación sin mostrar una época de especial abundancia. Por su parte, las hembras sí tienden a mostrar un patrón más claro,

Cuadro 2

Proporción de hembras maduras (estado de madurez > 2) por clase de longitud para *Penaeus stylirostris* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica

Talla (mm)	N	Proporción madurez (%)
110	3	0
120	17	12
130	59	24
140	121	45
150	187	53
160	283	71
170	306	72
180	160	76
190	32	59,4
200	6	33
220	1	100
240	1	100

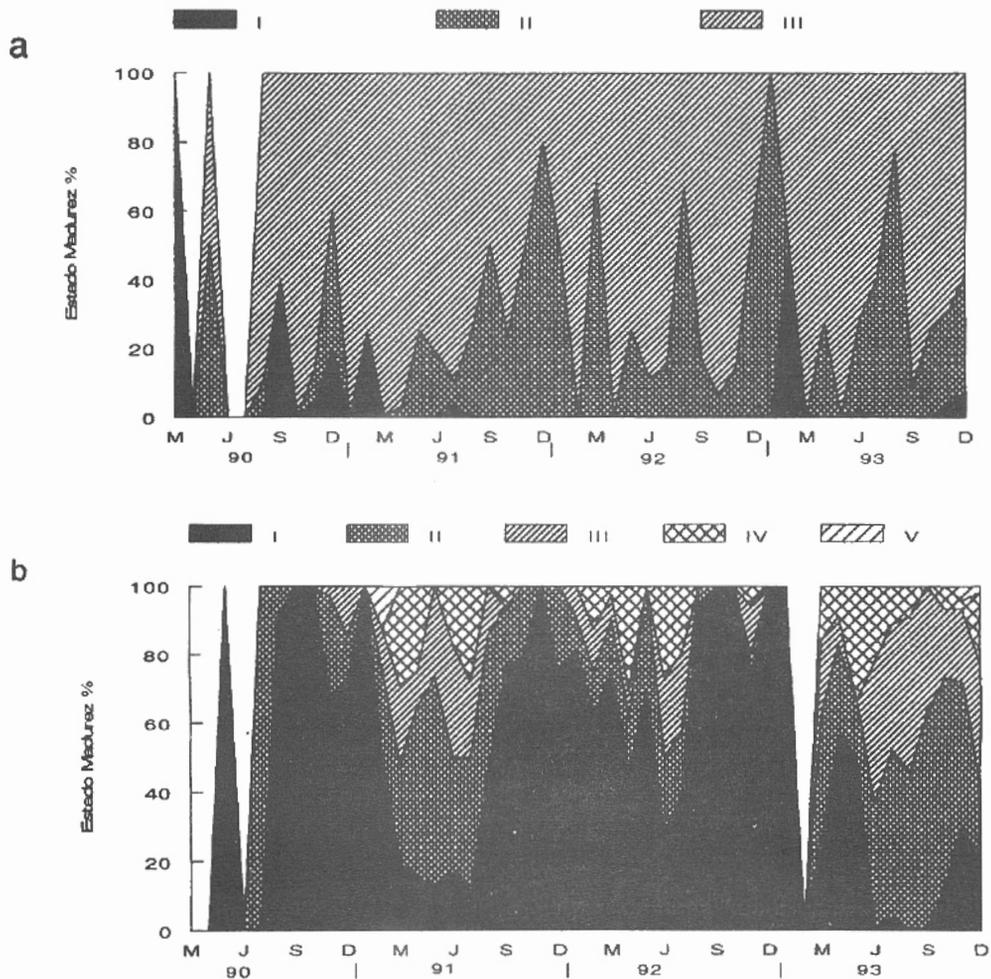


Figura 2. Variación mensual de los estados de madurez gonadal (análisis macroscópico) para *Penaeus occidentalis* en la parte interna del Golfo de Nicoya, Costa Rica. a: Machos b: Hembras. Los espacios en blanco indican ausencia de datos en los meses correspondientes.

con épocas en que se aprecia un evidente incremento en el número de individuos con estadios avanzados de maduración (enero a junio 1991 y noviembre 1991 a mayo 1992) seguidos por un incremento apreciable en el número de individuos en estado I de maduración (julio a octubre 1991 y julio a octubre 1992), evidencia de que un pico de desove tuvo lugar durante los meses de junio a agosto de 1991 y mayo a julio de 1992.

En el año 1993 se nota una variación en el patrón observado para los dos años anteriores. La temporada de actividad reproductiva para las hem-

bras parece desplazarse más allá de los períodos antes señalados sin que sea evidente un pico de desove en este año. La razón de esta aparente desplazamiento en el pico de desove no es claro. Sin embargo, es importante destacar esta variación debido a su posible repercusión en el diseño de medidas de manejo. Una medida muy utilizada actualmente es la de implantar períodos de veda durante los meses de mayor actividad reproductiva. Sin embargo, si lo que se presenta en la figura 2b obedece a un fenómeno usual, como es de esperar, el implantar vedas durante períodos fijos podría resultar una medida inútil en la prevención de la

pesca de los camarones durante su fase de mayor valor biológico.

De acuerdo con estos resultados, se hace necesario establecer un programa para el seguimiento del progreso de la población en su ciclo reproductivo con el fin de detectar este tipo de variaciones e implantar vedas de forma más apropiada.

La figura 3 presenta la variación en la longitud media mensual para los camarones capturados durante el presente estudio. Ahí se aprecia que los valores más bajos se alcanzan hacia finales de año (noviembre a diciembre). CARRANZA y CHACON (sin fecha) hicieron una observación similar para esta especie en el Golfo de Nicoya para los años 1968-1977, donde las tallas en las capturas indican que individuos pequeños, probablemente jóvenes del año, están siendo capturados especialmente durante los períodos mencionados, evidenciando una alta abundancia de dichos individuos debido a un desove en los meses anteriores. Según esto, el principal período de reclutamiento a la

población de *Penaeus occidentalis* en el Golfo de Nicoya tiende a concentrarse a inicios de la época lluviosa, en tanto que el reclutamiento a la pesquería artesanal se verifica hacia finales y principios del año aproximadamente 5 a 6 meses después del desove.

Parámetros de crecimiento. En la figura 4 se presentan las curvas de crecimiento para *P. occidentalis*, basadas en las estimaciones de los parámetros de la ecuación estacional de VONBERTALANFFY. De acuerdo con estos resultados, las hembras presentan una tasa mayor de crecimiento que los machos durante todo su ciclo de vida, alcanzando tallas notablemente mayores, lo cual coincide con lo observado en la mayoría de los camarones pencidos (GARCIA y LE RESTE 1987). Los niveles de estacionalidad en el crecimiento entre los sexos difieren. Las hembras presentan un alto grado de oscilación con su punto de menor crecimiento alrededor de julio, que coincide con los meses en los cuales la abundancia de individuos en estados avanzados de maduración es mayor. Los machos presentan una leve oscilación de crecimiento, lo cual es de esperar debido a que estos están reproductivamente activos todo el año sin presentar un pico claro de actividad. Una oscilación fuerte en el crecimiento ($C=0,70$) fue también reportada por TABASH y PALACIOS (1996) para *Penaeus occidentalis* en la parte externa del Golfo de Nicoya para los meses de agosto a octubre, lo cual fue asociado por los autores como desviación de energía hacia la reproducción en lugar de crecimiento somático.

Ante situaciones en que el dimorfismo sexual es marcado, como es el presente caso, no se recomienda realizar la evaluación del recurso en forma global (sin diferenciar sexo),

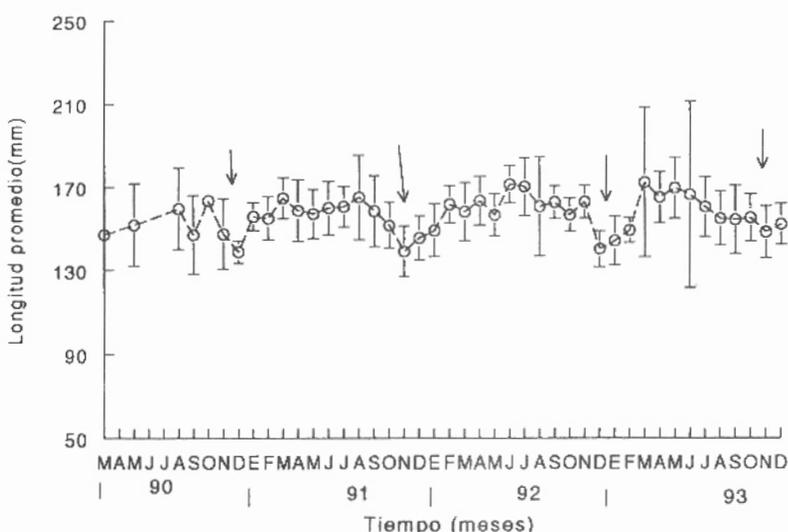


Figura 3. Variación en la longitud total promedio mensual (las líneas verticales indican la desviación estándar) para la población de *Penaeus occidentalis* de la parte interna del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Las flechas indican los meses de menor longitud promedio que fueron precedidos de una tendencia clara de disminución. Estos valles son interpretados como evidencia de reclutamiento de nuevos individuos a la población.

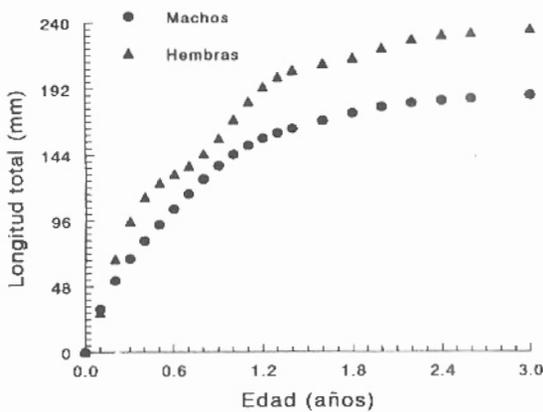


Figura 4. Curvas de crecimiento (longitud total en mm) para *Penaeus occidentalis* en la parte interna del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Hembras y machos, respectivamente: Linfinita: 240 y 190 mm; tasa instantánea de crecimiento: 1,3 y 1,4 anual; C: 0,6 y 0,2 ; WP: 0,6 y 0,4 ; peso asintótico: 164 y 78 gramos.

especialmente cuando el arte de pesca es altamente selectivo (CHANG CHENG 1981). En *Penaeus occidentalis*, la que aparenta mayor susceptibilidad a la sobrepesca, de acuerdo a su longitud de madurez y parámetros de crecimiento, es la hembra, de ahí que se sugiera que las estrategias de manejo se diseñen en función de esta.

REFERENCIAS

- Carranza, F. y A. Chacón. sin fecha. Estudios preliminares sobre la pesca del camarón blanco, café y rosado del litoral pacífico costarricense. Período 1968 – 1977. Serie de Publicaciones Biología Marina Pesquera No. 2. Dirección General de Recursos Pesqueros y Vida Silvestre. MAG.
- Chang Cheng, I. 1981. The prawn (*Penaeus orientalis* Kishinouye) in Pohai Sea and Their fishery. p: 49 – 60. In: Gulland, J. B. Rothschild (eds). Penaeid shrimps – their biology and management. Fishing News Book Ltd. England.
- García, S y L. Le Reste. 1987. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones pencidos costeros. FAO. Doc. Tec. Pesca. 180.
- Gayaniño, F., D. Pauly y P. Sparre. 1994. The FAO ICLARM Stock Management Tools (FiSat) User's Guide. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 63 p.
- Martínez, F. 1988. La pesquería del camarón en el litoral Pacífico costarricense. Misión Técnica Española II.

Centro Regional de la Pesca, Puntarenas, Costa Rica. 250 p.

- Palacios, J. 2000. Estudio biológico pesquero de las poblaciones del camarón blanco (*Penaeus* spp), Golfo de Nicoya, Costa Rica. (en preparación).
- Palacios, J., J. Rodríguez y R. Angulo. 1993a. Estructura poblacional de *Penaeus stylirostris*, (Decapoda: Penaeidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 41: 233-237.
- Palacios, J., J. Rodríguez y R. Angulo. 1993b. La pesquería de *Penaeus stylirostris* (Decapoda: Penaeidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 41: 579-583.
- Ramírez, A. 1994. Evaluación biológico-pesquera del camarón de aguas someras del Pacífico colombiano (*Penaeus occidentalis*) durante el período de Enero de 1993 a Febrero de 1994. Boletín Científico. INPA: 83 – 93.
- Snedecor, G. y W. Cochran. 1993. Statistical Methods. 8 ed. Iowa State University Press. Estados Unidos. 491 p.
- Sumiono, B. 1988. Estimation of growth and mortality in Banana Prawn (*Penaeus merguensis*) from the south coast of Java, Indonesia. Contributions to Tropical Fisheries Biology. Papers by the Participants of FAO/DANIDA Follow-up Training Courses. Venema, S., J. Moller-Cristensen y D. Pauly (eds). FAO Fisheries Report 389. Rome.
- Tabash, F y J. Palacios. 1996. Stock assessment of two penaeid prawns species *Penaeus occidentalis* Streets, 1871 y *Penaeus stylirostris* Simpson, 1874 (Decapoda: Penaeidae) in the lower Gulf of Nicoya, Costa Rica. Revista Biología Tropical. 44: 595-602.
- Trippel, E. y H. Harvey. 1991. Comparison of methods used to estimate age and length of fishes at sexual maturity using populations of white sucker (*Catostomus commersoni*). Can. J. Fish. Aqua. Sci. 48: 146-149.
- Udupa, K. 1986. Statistical method of estimating the size at first maturity in fishes. Fishbyte 4: 8 – 10.
- Vargas, S. y E. Zumbado. 1990. Legislación Pesquera de Costa Rica. Uruk Editores. Dirección de Asesoría Jurídica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica. 306 p.
- Yano, I., B. Tsukimura, J. Sweeney y J. Wyban. 1988. Induced ovarian maturation of *Penaeus vannamei* by implantation of lobsters ganglion. Journal of the World Aquaculture Society. 19: 204 – 208.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del proyecto 881011 adscrito a la Vicerrectoría de Investigación de la UNA y fue financiado por fondos de la Ley de Pesca, Escuela de Ciencias Biológicas y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).