

Estimación de los parámetros de crecimiento del stock del camarón roca, *Sicyonia brevirostris*, Stimpson, 1871, en Contoy, Quintana Roo, México

Estimation of growth for the stock of the rock shrimp *Sicyonia brevirostris*, Stimpson, 1871, in Contoy, Quintana Roo, Mexico

R. Ruiz-Vázquez y L. A. Soto

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

RESUMEN

Se estimaron los parámetros de crecimiento de la población de camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*) en la zona de Contoy Quintana Roo, con base en la información de distribuciones de frecuencia de tallas obtenidas de los organismos capturados a bordo de embarcaciones camaroneras de la flota comercial, durante el periodo de septiembre de 1992 a septiembre de 1993. En la estimación de las constantes se utilizó el paquete FISAT (Fish Stock Assessment Tools) que contiene el método ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis). La ecuación de crecimiento de *S. brevirostris* que mejor ajuste mostró ($k=1.18$), resultó ser muy aproximada a la propuesta por Pauly y Gaschütz (1979) para los camarones peneidos de importancia comercial; en dicha ecuación, la oscilación estacional tiene un efecto significativo.

Las hembras, son la parte de la población que sostienen mayormente la pesquería del recurso, dado que son más susceptibles de ser capturadas por el efecto de selectividad del arte de pesca hacia las tallas mayores (>50 mm LT).

Palabras Clave: camarones peneidos, camarón roca *Sicyonia brevirostris*, parámetros de crecimiento.

ABSTRACT

The basic growth parameters of the rock shrimp stock (*S. brevirostris*) were estimated from monthly commercial captures made onboard the shrimp fleet operating in Contoy, Quintana Roo, from 1992 to 1993. The parameters L_{∞} , K and t_0 from von Bertalanffy equation were obtained applying FISAT and its subroutine ELEFAN. The resulting growth equation exhibited a close adjustment to the theoretical growth rates proposed for penaeid shrimp by Pauly and Gaschütz (1979); calculated values presented a marked seasonal fluctuation. Population size structure indicates that females reach maximum lengths (>50 mm TL) and hence are more vulnerable to fishing gears.

Key Words: penaeid shrimp, rock shrimp *Sicyonia brevirostris*, growth rate.¹

El presente estudio se dedica a honrar la memoria del Dr. Eucario López Ochoterena, distinguido universitario y estimado Profesor de varias generaciones de Biólogos en la UNAM. Su honestidad y afable personalidad han dejado una huella perdurable en sus discípulos y amistades.

INTRODUCCION

Entre las seis especies pertenecientes a los camarones peneidos de la familia Sicyoniidae distribuidas en Atlántico Occidental Tropical, el llamado camarón roca *Sicyonia brevirostris*, destaca por su mayor talla y la coloración escarlata de su robusto exoesqueleto. Esta especie figura como un componente faunístico frecuente aunque no abundante en la comunidad de

crustáceos decápodos (120 spp) que habita la plataforma continental del NE y SW del Golfo de México (Soto, 1980a y 1980b). Cobb *et al.* (1973) aportaron las principales características poblacionales de *S. brevirostris* distribuida en la costa occidental de la Península de la Florida. De acuerdo a estos autores, el camarón roca no logra alcanzar concentraciones significativas y se le considera como un elemento incidental en la pesca de arrastre de camarones

peneidos. Soto (1980a) reconoce el área frente a Cabo San George, Fla., entre los 14 y 120 m como un sitio importante en el patrón anual de distribución con valores máximos de abundancia durante la primavera y el verano; en tanto que Cobb *et al.* (1973) establecen un reclutamiento de fases juveniles casi continuo a través del año, alcanzando densidades poblacionales significativas a partir de julio hasta noviembre, particularmente a profundidades cercanas a los 37 m.

Ya en la década de los años 1950, tanto Hildebrand (1955) y Lunz (1957) habían aludido al posible potencial de explotación pesquero de los stocks de *S. brevirostris* en el Banco de Campeche y las costas frente a Carolina del Sur, respectivamente. El primer autor, en su estudio sobre la fauna de acompañamiento del camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum*, destacó la abundancia del camarón roca en el mes de febrero. En este mismo sector del SW del Golfo de México, Soto (1980b) y Soto *et al.* (1981) describen la estructura poblacional de esta especie señalando el bajo porcentaje (7 y 12%) de aportación al volumen total de camarones peneidos capturados en los meses de marzo y septiembre; los valores estimados de CPUE para el camarón roca en el Banco de Campeche fue de tan solo 20 a 2,800 g/hr. Sin embargo, estos últimos autores hacen referencia al mayor rendimiento de hasta 9 Kg./hr obtenido en operaciones de pesca comercial que tienen lugar sobre los fondos carbonatos del sector noreste del Banco de Campeche, frente a la costa de la Península de Yucatán.

También en el sector noroeste del Golfo de México, Kutkuhn (1962), Joyce (1965; 1974) y Joyce y Elred (1966) señalaron la importancia comercial de *S. brevirostris* como especie secundaria en las pesquerías de camarón y se anticipaba la existencia de stocks explotables con rendimientos aproximados de 45 Kg./hr. Allen y Jones (1974a; 1974b) a su vez, resaltaron la importancia de esta especie en las pesquerías de Campeche y Contoy, México. No obstante los fluctuantes valores de abundancia registrados en los stocks de *S. brevirostris* en el Golfo de México, existe consenso entre los autores en admitir que el camarón roca puede ser considerado como una fuente suplementaria de ingreso económico en la pesquería industrial de camarones peneidos (Soto *et al.*, 1982).

PESQUERÍA DE CAMARONES PENEIDOS EN CONTOY, MÉXICO

En los litorales mexicanos del Golfo de México y Mar Caribe se han detectado dos zonas donde el camarón roca (*S. brevirostris*), por su abundancia, puede sostener una pesquería: una en la Sonda de Campeche, y la otra en el área de Contoy (FAO, 1978; Arreguín-Sánchez, 1981a). En el área de Contoy el recurso camaronero lo forman fundamentalmente dos especies: el camarón rosado *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) y el camarón roca *S. brevirostris*. La primera representa el mayor volumen en las capturas de la flota regional, aunque la abundancia de camarón de roca se ha incrementado recientemente (Arreguín-Sánchez, 1981a; 1981b; 1981c; Soto *et al.*, 1991). La tendencia histórica de la captura de *S. brevirostris* en Contoy durante el periodo 1980-1990 revela una fluctuación entre 100 y 900 Tons registradas en 1984 y 1987, con un valor promedio cercano a 450 Tons/2200 días efectivos de pesca. En la explotación de este recurso participan 26 embarcaciones cuyo mayor esfuerzo se aplica en los meses de septiembre a enero (INP-SEMARNAP, 2000). La flota nacional camaronera opera hacia el este y noreste de Isla Contoy, a una profundidad promedio de 40 m. El fondo marino en esta zona es accidentado y consiste en arena y fango, con grandes macizos de origen coralino (Soto *et al.*, 1982). Esta topografía provoca que las embarcaciones camaroneras restrinjan sus operaciones de arrastre en determinadas zonas llamadas «blanquiales», que son sitios libres de rocas y coral. Debido a esto, se considera que una fracción de las poblaciones de camarón rojo (*F. brasiliensis*) y roca (*S. brevirostris*), no está expuesta a la mortalidad por pesca. (Soto *et al.*, 1982).

La escasez de investigaciones en biología pesquera en la zona de Contoy ha repercutido en el hecho de que se desconozcan los niveles de explotación, y el recurso camarón pueda estar alta o completamente explotado, e incluso algunas especies estén subexplotadas (García y Le Reste, 1986).

El conocimiento disponible sobre la pesquería es escaso. Entre los trabajos más relevantes están los efectuados por Allen y Jones (1974a, 1974b) quienes describen la unidad pesquera, el análisis conducido por la FAO (1978) el que incluye el rendimiento máximo sostenido y el potencial de la zona; y por último, los de Arreguín-Sánchez (1981a,

1981b) quien ofrece un diagnóstico de las pesquerías de camarón de roca y rosado.

El conocimiento elemental requerido para salvaguardar y racionalizar la explotación de este recurso es aún escaso. Es imperativo obtener información disponible sobre los aspectos esenciales de la biología de la especie tales como: el crecimiento, la mortalidad natural, y mortalidad por pesca de los peneidos, susceptible de ser utilizada para determinar las condiciones óptimas para la explotación y el establecimiento de esquemas de ordenación. Estos dos aspectos son fundamentales, ya que son la clave de cualquier estudio analítico sobre peneidos (García y Le Reste, 1986).

El principal propósito del presente estudio es la determinación de los parámetros poblacionales (L_{∞} , K y t_0) de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy; así como de la población total de *Sicyonia brevirostris* en la zona de Contoy, Quintana Roo., en el periodo comprendido de septiembre de 1992 a septiembre de 1993.

ESTIMACION DE LA EDAD Y CRECIMIENTO EN LOS CAMARONES

Una de las mayores dificultades del estudio de las poblaciones de peneidos es la ausencia de piezas duras que pueden ser utilizadas para la determinación de la edad. Esta falta asociada con el hecho de que frecuentemente el reclutamiento es continuo, hace extremadamente difícil la determinación de la edad de los camarones por métodos que presentan un considerable riesgo de sesgo o implican subjetividad, con repercusiones sobre la estimación de los coeficientes de crecimiento y mortalidad (García y Le Reste, 1986).

Sin embargo, se han realizado estudios que demuestran que el número de lamelas en la endotícula aumenta con la talla, ofreciendo alguna posibilidad de lectura de la edad (Yano y Kobashi, 1969). Según Bodeke *et al.* (1977), el crecimiento en longitud continúa durante el período de intermudas por alargamiento de las partes flexibles del caparazón y la longitud total varía de forma cíclica entre dos fases de muda.

En camarones el crecimiento es discontinuo y la aparición de fases de muda convierte en delicadas

las técnicas de marcado y, en particular, el uso de marcas externas (discos de Petersen, cintas plásticas, etc.). Este hecho, aunado a la condición de un reclutamiento continuo, puede sesgar innecesariamente la determinación de parámetros poblacionales como la edad o el coeficiente de mortalidad.

Como muchas especies, los camarones peneidos muestran frecuentemente un período de reproducción continua que hace difícil el uso de los métodos de descomposición de las curvas polimodales de distribución de frecuencias de tallas (García y Le Reste, 1986). En este sentido, se han realizado estudios tendientes a desarrollar métodos que logren identificar probables grupos modales en las distribuciones de tallas, por medio de programas de computadora con una robusta base estadística, como son los propuestos por Pauly y David (1981) y Sheperd (1987) entre otros.

En general, la estimación de los parámetros de crecimiento se efectúa en dos etapas. La primera consiste en recopilar registros básicos de la estructura de la población (claves talla-edad, tasas instantáneas de incremento de tallas medias, etc.). Esta información debe ser expresada eventualmente, por una ecuación matemática más o menos simple (de tipo logística, lineal, etc.). Esta segunda etapa es opcional, dado el uso de los ordenadores permite que los datos talla-edad registrados sean utilizados directamente. La fórmula es en cualquier caso aproximada, ya que una sola ley matemática raramente puede ser aplicada al crecimiento de un ejemplar desde su nacimiento hasta su muerte. El precio a pagar por la simplicidad es un cierto grado de aproximación (García y Le Reste, 1986).

MODELO DE CRECIMIENTO DE VON BERTALANFFY (1938)

Una vez que los datos básicos han sido obtenidos (talla-edad, crecimiento en función del tamaño), puede ser necesario buscar una expresión matemática o modelo, que permita la mejor expresión posible del crecimiento con el empleo de una fórmula simple. El modelo más frecuentemente utilizando es el de von Bertalanffy (1938) y la expresión clásica de la curva es de la siguiente forma:

$$Lt = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Donde L_{∞} es la longitud media del individuo de máxima senilidad; K es un parámetro de curvatura y t_0 es un parámetro de ajuste, el cual determina el punto en el tiempo, cuando la longitud del individuo es cero (Sparre *et al.*, 1989).

Existen cuatro condiciones que el modelo de crecimiento de von Bertalanffy cumple satisfactoriamente y que han determinado la universalidad de su uso (Cabrera, 1990).

- i) Describe adecuadamente el crecimiento de los organismos.
- ii) El número de parámetros a calcular es pequeño.
- iii) Sus parámetros tienen un significado biológico (excepto t_0).
- iv) Puede ser incorporado fácilmente a otros modelos más complicados (Beverton y Holt, 1957).

Los parámetros de crecimiento de diversas especies, pueden ser estimados con los programas ELEFAN y SLCA, descritos por Pauly y David (1981) y Shepherd (1987) basados en el análisis de la estructura de tallas de la población. El algoritmo utilizado en cada método es diferente en cuanto a la forma de manejar e interpretar la información disponible en las distribuciones de frecuencias de longitud.

El sistema ELEFAN está basado en la identificación de posibles grupos de edad en cada muestra. Siguiendo de manera sucesiva en el tiempo la evolución de cada grupo de edad, se obtiene una curva de crecimiento individual basada en el modelo de von Bertalanffy (1938). El sistema utiliza un procedimiento numérico para la identificación de posibles grupos de edad y posteriormente una rutina iterativa para maximizar una función (relación ESP/ASP) que resultara en la mejor combinación posible de los parámetros γ y δ . Este mismo sistema permite calcular los parámetros C y WP que caracterizan la variación estacional del crecimiento de acuerdo a la ecuación propuesta por Pauly y Gaschütz (1979), donde C representa la magnitud de la oscilación y WP la época del año donde el reclutamiento es menor o bien no existe (Sparre *et al.*, 1989).

La relación es la siguiente:

El procedimiento SLCA propuesto por Shepherd (1987), difiere del anterior, en que no requiere de la

previa identificación de posibles grupos de edad. El algoritmo utilizado en este caso está basado en una función de difracción que permite utilizar la información contenida en cada intervalo de longitud. De esta forma se estima una función de maximización ($S_{m\acute{a}x.}$), cuyo mayor valor corresponderá a la combinación más adecuada de los parámetros γ y δ . Asimismo, permite la estimación del parámetro t_0 de la ecuación de von Bertalanffy.

En ambos casos, los algoritmos implican que el crecimiento individual de una especie es representado de manera adecuada por la ecuación de von Bertalanffy, y presumen una temporalidad anual en la tasa crecimiento, aspecto que ofrece ventajas con respecto a otros procedimientos (Cassie, 1954; Tanaka, 1956; Bhathacharya, 1967).

AREA DE ESTUDIO

El estado de Quintana Roo se ubica en la parte oriental de la península de Yucatán, al Sureste de la República Mexicana. Su costa comprende 860 Km., y es bañada en su mayor parte por el Mar Caribe y el Golfo de

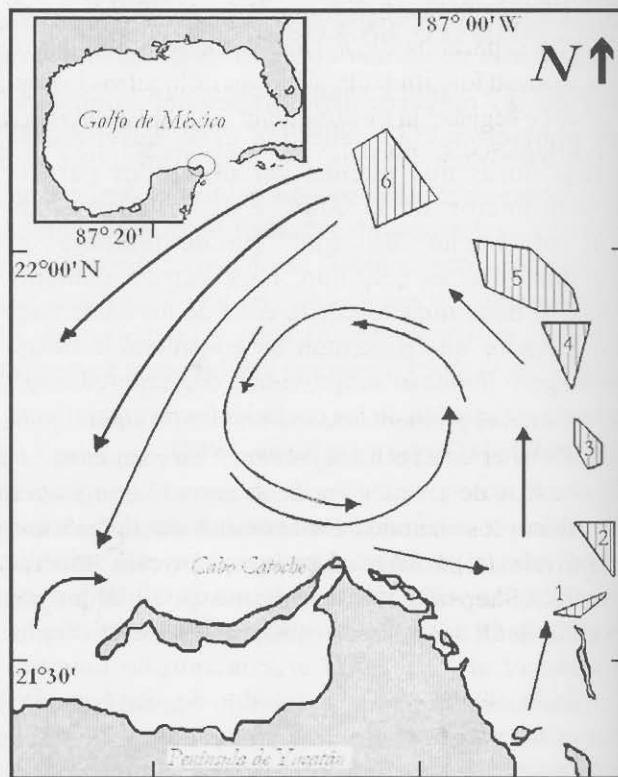


Figura 1. Sitios de captura industrial de *S. brevirostris* en la zona de Contoy, Quintana Roo. (los números corresponden a las áreas).

México. Según Allen y Jones (1974 b) la Zona de Contoy tiene una extensión de 7,418 millas náuticas cuadradas (un área de 13,743 Km² aproximadamente). Porras-Ruiz *et al.*, (1994), delimitaron la zona entre los paralelos 22° 18' 00"; 21° 27' 00" latitud Norte y los 86° 34' 00"; 87° 01' 97" longitud Oeste, con seis áreas definidas de pesca (Fig. 1).

MATERIAL Y METODOS

La información utilizada en este estudio proviene de muestras mensuales de la composición por longitudes de la población de camarón de roca (*S. brevirostris*), obtenida a bordo de embarcaciones camaroneras durante el período comprendido de septiembre de 1992 a septiembre de 1993. El total de organismos fue de 9 814. A partir del número de individuos recolectado en cada muestra aleatoria se calculó un promedio mensual, el cuál mostró una amplia fluctuación (99-2 677). El valor promedio correspondiente de individuos por mes fue de 818 con una desviación estándar de ± 746 .

La muestra se obtuvo diariamente al azar, en un recipiente de 20 l. directamente de los bolsos de la red, en el lance final de arrastre con una duración cercana a las 04:00 horas. Los ejemplares de *S. brevirostris* fueron separados de *F. brasiliensis* y medidos en cuanto a su longitud total (LT) en milímetros. En cada lance se registró la profundidad, velocidad del barco, coordenadas y duración del mismo. Se estimó el volumen total de la captura en Kg. de camarón rojo, camarón roca y fauna de acompañamiento (FAC).

ANÁLISIS DE DATOS

Los datos de longitud total (LT) se agruparon por meses de acuerdo a su talla en mm. y frecuencia. Se obtuvo el promedio de los días muestreados, con el fin de tener una fecha representativa para cada mes. Los datos de frecuencia de longitud se analizaron mediante los métodos Electronic Length Frequency Analysis (ELEFAN) (Pauly y David, 1981) y SLCA (Sheperd, 1987), contenidos en el paquete FISAT del ICLARM (Gayanilo *et al.*, 1993).

Con el programa ELEFAN se realizó una reestructuración de la muestra por promedios móviles, en la que se identificaron los puntos representativos para cada mes. Con estos valores, se efectuó un análisis de la superficie de respuesta descrito en el método, con la finalidad de conocer las mejores combinaciones de los parámetros. Se utilizó una subrutina del programa

FISAT, para realizar una búsqueda automática del parámetro con una predeterminada (Gayanilo *et al.*, 1993).

El parámetro t_0 se estimó a partir de la ecuación propuesta por Pauly (1984):

$$\text{Log } t_0 = -0.3922 - 0.2752 * \text{Log } -1.038 * \text{Log } .$$

El valor de la temperatura media (22.3 °C), se obtuvo de las estaciones oceanográficas establecidas por el Laboratorio de Química del CINVESTAV-IPN Unidad Mérida (David Valdéz, com. pers.), frente a la zona de Holbox (Lat. 87° 10'; Long. 22° 05' y Lat. 87° 49.9'; Long. 22° 04.7') a una profundidad promedio de 20 m, durante los cruceros «Yucatán IV, V, VI y VIII» realizados en el mes de noviembre de 1985 a febrero de 1988.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estrategia de Muestreo.- El muestreo se realizó a bordo de las embarcaciones camaroneras y directamente de los bolsos de la red, con lo cual se evitó un probable sesgo de selección de talla en la toma de las muestras; por otra parte Hampton y Majkowsky (1987) encontraron que ELEFAN tiende a subestimar K entre un 16-36% y sobrestima $L\alpha$ entre un 11-23% por efecto de la selectividad de las artes de pesca en función de la talla y a la alta variabilidad de longitud en individuos de la misma edad.

Los barcos de pesca comercial dirigen su esfuerzo a la búsqueda del camarón rojo (*F. brasiliensis*) con un mayor valor en el mercado y no al camarón roca (*S. brevirostris*). Esta estrategia de pesca se lleva a cabo la mayor parte del año, aunque en ocasiones el esfuerzo de pesca se modifica dependiendo de la abundancia de la especie objetivo. El camarón de roca de alta mar presenta una mayor asociación con las zonas de coral y roca, mientras que el camarón rojo en su etapa adulta se concentra en los sitios arenosos propicios para las operaciones de arrastre. De lo anterior se desprende el porque la muestra biológica no aparece bien representada (en frecuencias de talla) en algunos meses; esto último está estrechamente relacionado con los patrones de reclutamiento (micro cohortes de diferente origen espacio-temporal, período de tiempo en el que se lleva a cabo el desove y la eclosión, y las condiciones climáticas que actúan sobre estos dos procesos (Rosemberg y Bedington, 1987)).

CAMARÓN ROCA SEXOS COMBINADOS							
	<i>L_a</i>	<i>K</i>	<i>t₀</i>	<i>C</i>	<i>W P</i>	<i>R n</i>	<i>F'</i>
CON ESTACIONALIDAD	178.64	1.18	-0.15439	0.7	0.22	0.186	4.58
SIN ESTACIONALIDAD	178.93	0.8	-0.23102	0	0	0.161	4.41
CAMARÓN ROCA HEMBRAS							
	<i>L_a</i>	<i>K</i>	<i>t₀</i>	<i>C</i>	<i>W P</i>	<i>R n</i>	<i>F'</i>
CON ESTACIONALIDAD	176.6	0.8	-0.23185	0.35	0.3	0.175	4.4
SIN ESTACIONALIDAD	176.1	0.638	-0.29346	0	0	0.155	4.3
CAMARÓN ROCA MACHOS							
	<i>L_a</i>	<i>K</i>	<i>t₀</i>	<i>C</i>	<i>W P</i>	<i>R n</i>	<i>F'</i>
CON ESTACIONALIDAD	168.1	1.625	-0.00008	0.5	0	0.197	4.68
SIN ESTACIONALIDAD	168.5	1.825	-0.00007	0	0	0.179	4.71

Tabla 1. Valores de los parámetros de crecimiento para la especie *Sicyonia brevirostris* en la zona de Contoy Q. Roo, obtenidos con el programa ELEFAN para la población de hembras, machos y sexos combinados, con estacionalidad y sin estacionalidad. *L_a*: Talla asintótica a la que tiende la especie. *K*: Tasa instantánea de crecimiento. *t₀*: Edad a la que la longitud del organismo es cero. *C*: Amplitud en la estacionalidad del crecimiento. *W P*: Época del año en que el crecimiento es menor o bien no existe. *R n*: Índice de ajuste. *F'*: Phi de Munro (Munro y Pauly, 1983; Sparre *et al.*, 1989).

(muestreo estratificado). Castro y Erzini (1988), sugieren que para planear estrategias de muestreo y analizar los datos se debe tener una clara idea de la magnitud de los patrones de reclutamiento, así como de los patrones de migración.

Por otra parte las poblaciones migratorias están formadas generalmente por numerosas micro-cohortes (pequeños grupos con diferentes orígenes espacio temporales) y, a menos que exista un muestreo bien definido que permita su identificación, la atribución de variaciones en talla media de migración a un crecimiento, puede conducir a resultados erróneos que generalmente subestimarán el crecimiento real (García y Le Reste, 1986), por lo tanto los datos generados en este estudio deberán ser considerados con prudencia.

CRECIMIENTO

El crecimiento de los crustáceos no es continuo como el de los peces; éste ocurre durante las fases de muda, por lo que estaría bien representado por un modelo que incluyera una función de paso en los momentos que sucede tal proceso (Arce-Ibarra, 1990). Sin embargo, la mayoría de los investigadores que realizan estudios de biología pesquera en camarones peneidos han adoptado el modelo de von Bertalanffy para describir su crecimiento, por lo práctico de su aplicación, además del significado biológico de sus parámetros (excepto *t₀*) y la escala temporal de los estudios de biología pesquera (el ciclo de vida de los

peneidos tiene una duración máxima de dos años). El crecimiento de especies explotadas ha sido evaluado mediante métodos directos e indirectos. Generalmente, los métodos directos se basan en la identificación de anillos de crecimiento, los cuales se asocian a procesos metabólicos ligados directa o indirectamente con el medio ambiente donde viven los organismos (Leonce-Valencia y Monroy, 1993). Como se refirió anteriormente, en camarones peneidos es difícil estimar el crecimiento con el empleo de métodos directos, porque estos organismos carecen de estructuras calcáreas que persistan a las mudas del exoesqueleto.

Lindner y Anderson (1956) y Klima (1974) usaron técnicas de marcaje y recaptura para hacer estimaciones de los parámetros de crecimiento de camarones peneidos en el Golfo de México.

García y Le Reste (1986) determinan que la existencia de una distribución geográfica o batimétrica heterogénea de tallas y sexos es sin duda un obstáculo que hace difícil elaborar la reconstrucción de un histograma representativo de la población. Esta es la razón de las dificultades que surgen generalmente en los análisis de muestras de las pesquerías industriales. Las variaciones en la concentración relativa del esfuerzo sobre los diferentes estratos de la población asociados con variaciones en capturabilidad, producen a veces cambios en la forma de los histogramas de distribuciones de tallas de captura, que no están relacionados con el crecimiento, sino con el carácter

no aleatorio del «muestreo» realizado por el barco de pesca. Esta dificultad se puede obviar si se utiliza un buque de investigación con un esquema de muestreo adecuado. Sin embargo, con frecuencia, es difícil y costoso obtener información acerca de la edad de los organismos, además de que tales datos pueden contener ciertos errores de medición, a lo que se añade la incertidumbre en los procesos de estimación (Rosenberg y Beddington, 1988). Un inconveniente del empleo de marcadores es que se subestima el coeficiente de crecimiento debido a que los marcadores empleados son retenidos a través de las mudas e inhiben el crecimiento en cierto grado (Pauly *et al.*, 1984). Otra desventaja de estos métodos es la baja probabilidad de recuperar los organismos marcados. También se ha estudiado el crecimiento de organismos en cautiverio, pero las condiciones ambientales son diferentes a las de su hábitat natural, de tal modo que existen sesgos en estas estimaciones. Actualmente no se dispone de un método infalible para estimar la tasa de crecimiento de especies.

Los parámetros de crecimiento ($L\alpha$, K , t_0) de la ECVB obtenidos para la población (sexos combinados, hembras y machos) del camarón de roca (*S. brevirostris*) en la zona de Contoy Q. Roo., con el método ELEFAN, se presenta en la tabla 1; en ésta se presentan los parámetros de crecimiento contemplando la estacionalidad (cuando el crecimiento es mínimo o bien éste no existe) del recurso, así como sin esta. Se observa que el mayor valor de $L\alpha$ corresponde a sexos combinados sin contemplar el parámetro de estacionalidad, y el menor para machos considerando la estacionalidad. Con respecto a K se observa que en el conjunto de datos de los machos sin estacionalidad presentan el valor más grande y las hembras sin estacionalidad tienen el valor más pequeño. La relación existente entre $L\alpha$ y K (una K superior y una $L\alpha$ inferior) que presentan los machos, se debe a que su crecimiento es normalmente más rápido y su longitud total es menor que en las hembras lo que implica una $L\alpha$ inferior y una K superior como se muestra en los resultados.

Respecto a la estacionalidad se observa que C (magnitud de la oscilación en el crecimiento) para sexos combinados, es mayor que para cada uno de los sexos por separado. Las hembras presentan una menor magnitud en la oscilación de la estacionalidad. El WP , que representa la época del año en que el crecimiento es menor o bien no existe, es similar para sexos combinados y hembras.

De lo anterior se desprende que para sexos combinados el menor crecimiento correspondería a los meses de febrero-marzo y para las hembras en el periodo comprendido entre marzo-abril.

En los machos se detectó un valor de cero para el WP . Lo anterior puede significar; que el programa no es tan fino en su análisis como para detectarlo y le asigna un valor de cero, o bien que éste se da a finales del mes de diciembre y durante enero (ya que es la época del año de mayor incidencia de nortes y la flota camaronera no sale de pesca), y el programa le asigne al WP un valor de cero, dado que no se tienen registradas frecuencias de talla de longitud para el este mes.

El índice de ajuste (Rn) está representado por la razón ESP/ASP que tiende a la unidad cuando el ajuste es óptimo. En lo que respecta a la función de ajuste, cuyo mayor valor corresponderá a la combinación más adecuada de los parámetros $L\alpha$ y K con respecto a la muestra o sea el Rn (ESP/ASP); se aprecia que el mejor ajuste ocurrió para el conjunto de datos correspondiente a machos con estacionalidad y el que mostró el menor ajuste fue el de las hembras sin estacionalidad.

Un punto de análisis en relación con el bajo valor obtenido en el presente estudio con respecto al Rn , lo representa el concepto ASP . Este sugiere modas representando grupos de edad enfatizados por una previa reestructuración de las muestras de frecuencias de longitud. A cada moda se le asigna una puntuación positiva, estos grupos de edad enfatizados sirven para que el programa siga una progresión modal en el tiempo que resultaría en la curva de crecimiento que mejor se ajusta al conjunto de muestras. Si el camarón de roca fuese de reproducción anual con un solo periodo de reclutamiento, entonces el Rn tendería hacia la unidad. Pero la realidad es que la especie mantiene un reclutamiento continuo a través del año y varía su intensidad durante éste, por lo que los puntos ASP son múltiples, es decir, que existen cohortes con diferente origen espacio-temporal representadas en el conjunto de muestras, con diferentes valores en sus parámetros y por lo tanto distintas curvas de crecimiento, lo cual implica que la puntuación del Rn disminuya (con respecto a organismos con reclutamiento anual y estén representados por una sola curva de crecimiento).

Con respecto a la Φ' de Munro (Munro y Pauly, 1983; Sparre *et al.*, 1989) se observa que los valores

observados no varían significativamente entre sí, lo que es de esperarse ya que se ha observado que los valores de las especies de la misma familia tienen valores de Φ' que son similares y están normalmente distribuidos.

En las figuras 2, 3 y 4 se observan las distribuciones de frecuencias de tallas de los organismos (sexos combinados, hembras y machos) a través del tiempo, así como la curva que mejor explica a la distribución de modas de la muestra. Utilizando el programa ELEFAN con estas mismas y en el mismo programa, se observa la variación estacional del recurso. Lo que es importante resaltar es la ausencia de tallas pequeñas; esto origina que la distribución de las frecuencias de tallas en la muestra no esté bien representada; este efecto se encuentra bien marcado en la muestra que representa a la población de machos. Lo anterior se atribuye al tipo de muestreo realizado y a la selectividad que el arte de pesca ejerce sobre las tallas mayores (>50 mm).

La estacionalidad, que está representada por la ECvB modificada para considerar las variaciones estacionales durante el crecimiento que representan los estimadores C y WP , pueden aportar información con la cual se pueden inferir aspectos de la dinámica de la especie y puede servir de base para estudios más detallados

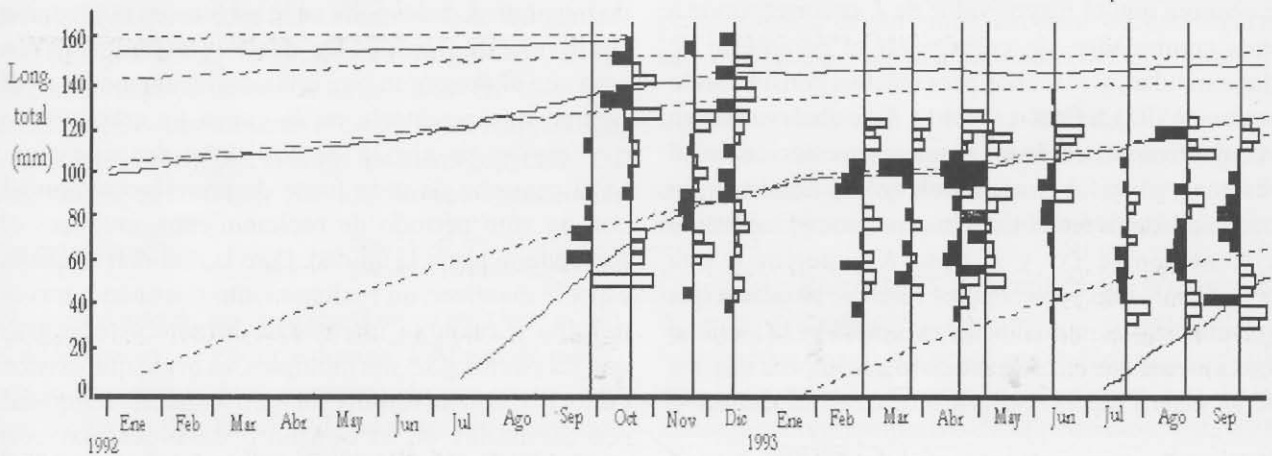
Es probable que el ciclo de vida del camarón de roca, con una marcada componente migratoria estacional por

reproducción y reclutamiento, las variaciones en el esfuerzo pesquero y las diferencias aparentes en el crecimiento entre sexos, sean factores que en forma aislada o combinada, se reflejan en las estimaciones del crecimiento estacional de la especie en el presente estudio. Aunque generalmente se considera a la estacionalidad en el crecimiento como una función del descenso de la temperatura, para aguas tropicales esta oscilación puede estar asociada a la época de tormentas tropicales y nortes (Moreau, 1987).

L_a	K	t_0
179.4	0.2307	0.3785

Tabla 2. Valores de los parámetros de crecimiento (L_a , K , y t_0) reportados por Arreguín-Sánchez (1981) para el camarón *Sicyonia brevirostris*.

Los parámetros de crecimiento obtenidos para el camarón de roca en la zona de Contoy con el método ELEFAN, varían significativamente con respecto a los registrados para la especie (tabla 2) al utilizar otros procedimientos de estimación (Arreguín-Sánchez, 1981a). Esto se puede deber a que los métodos se fundamentan en criterios y algoritmos diferentes de evaluación. Es importante resaltar que los métodos utilizados en este estudio, incorporan una significativa base estadística y un mayor número de iteraciones automáticas en el cálculo de los parámetros de



Especie: *Sicyonia brevirostris* (Sexos combinados)

(1:—) (2:-----)

L_{∞} : 178.64 178.93

K : 1.18 0.8

C : 0.7 0.0

WP : 0.22 0.0

R_n : 0.186 0.161

L_{∞} : Talla asintótica a la que tiende la especie

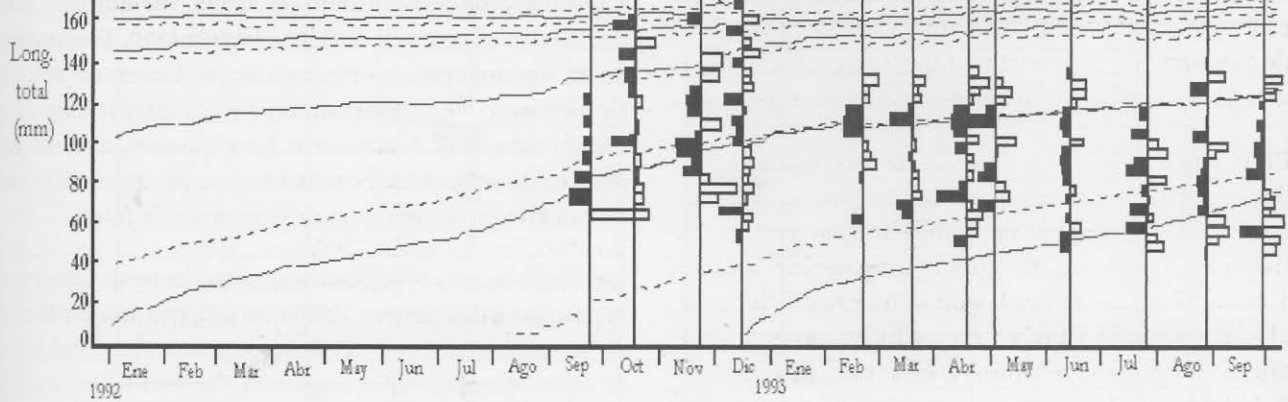
K : Tasa instantánea de crecimiento

C : Amplitud en la estacionalidad del crecimiento

WP : Época del año en que el crecimiento es menor o bien no existe

R_n : Índice de ajuste

Figura 2. Curvas de crecimiento a partir de datos de frecuencia de longitud de *S. brevirostris* para sexos combinados (1: con estacionalidad; 2: sin estacionalidad).

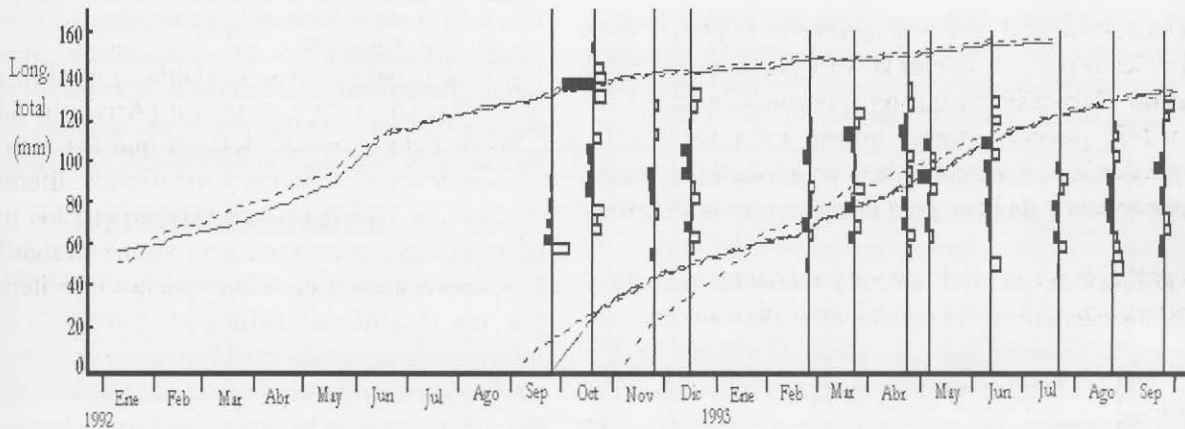


Especie: *Sicyonia brevirostris* (Hembras)

	(1:—)	(2:-----)
L _{oc} :	176.60	176.10
K :	0.800	0.638
C :	0.350	0.000
WP :	0.300	0.000
Rn :	0.175	0.155

L_{oc} : Talla asintótica a la que tiende la especie
 K : Tasa instantánea de crecimiento
 C : Amplitud en la estacionalidad del crecimiento
 WP : Época del año en que el crecimiento es menor o bien no existe
 Rn : Índice de ajuste

Figura 3. Curvas de crecimiento a partir de datos de frecuencia de longitud de *S. brevirostris* para hembras (1: con estacionalidad; 2: sin estacionalidad).



Especie: *Sicyonia brevirostris* (Machos)

	(1:—)	(2:-----)
L _{oc} :	176.60	176.10
K :	0.800	0.638
C :	0.350	0.000
WP :	0.300	0.000
Rn :	0.175	0.155

L_{oc} : Talla asintótica a la que tiende la especie
 K : Tasa instantánea de crecimiento
 C : Amplitud en la estacionalidad del crecimiento
 WP : Época del año en que el crecimiento es menor o bien no existe
 Rn : Índice de ajuste

Figura 4. Curvas de crecimiento a partir de datos de frecuencia de longitud de *S. brevirostris* para machos. 1: con estacionalidad; 2: sin estacionalidad).

crecimiento, comparados con los procedimientos de separación de modas en forma gráfica de las distribuciones de frecuencias de tallas (e.g. Cassie).

Por otra parte, es necesario considerar que las tallas empleadas en este trabajo para la estimación de los parámetros de crecimiento, representan organismos completos (con cefalotórax). Además la toma de muestras se realizó a bordo de las embarcaciones

camaroneras, con lo cual se evitó un probable sesgo de selección de tallas, a diferencia de los registrados por la literatura que son para tallas de longitud abdominal y que fueron tomados en los sitios de descarga, específicamente en las empacadoras (Arreguín-Sánchez, 1981a).

Una forma de validar los parámetros de crecimiento registrados en este estudio, sería por medio de las tablas

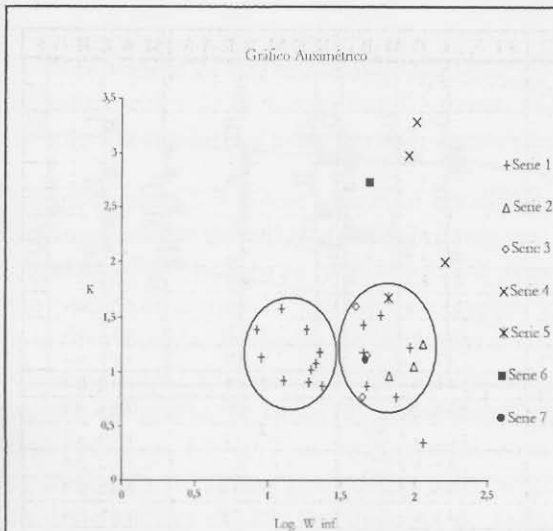


Figura 5. Gráfico auximétrico: para cada par de valores de K y W inf., existe un área de convergencia que agrupa a las spp emparentadas más directamente. Serie 1: Valores recopilados por Pauly (1984). Serie 2: Valores para *P. brasiliensis* de Almazan-Becerril (1996). Serie 3: Valores para *S. brevirostris* de Ruiz-Vázquez (1996). Serie 4: Valores para *P. brasiliensis* de Arreguín-Sánchez (1981). Serie 5: Valores para *P. brasiliensis* de Francisco-Zalazar (1994). Serie 6: Valores para *S. brevirostris* Arreguín-Sánchez (1981). Serie 7: Valores para *S. brevirostris* de Ruiz-Vázquez (1993)

3, 4 de talla-edad (con y sin estacionalidad, Pauly *et al.* (1984), analizaron 16 conjuntos de muestras de longitud de camarones peneidos (tabla 5) provenientes de diferentes partes del mundo y obtenidos en diferentes épocas. El gráfico auximétrico (figura 5) muestra que para pares de valores de K y $\log W\alpha$ ($W\alpha = 0.008 L\alpha$) existe un área de convergencia que agrupa a las especies emparentadas más directamente. Los valores registrados por este estudio se ubican muy cerca e incluso dentro del área correspondiente al género *Penaeus*, lo que representaría una forma más para validar los parámetros reportados por este análisis.

CONCLUSIONES

La captura de camarón en el estado de Quintana Roo se ha desarrollado básicamente como pesca industrial, no existiendo hasta el momento pesquería artesanal de este recurso.

El crecimiento en longitud del camarón de roca (*S. brevirostris*) durante el período de septiembre de 1992 a septiembre de 1993 en la zona de Contoy, Quintana Roo, presenta una marcada oscilación estacional y es descrito en forma adecuada por el modelo propuesto por Pauly y Gaschütz (1979).

Las características del ciclo de vida de la especie, las estrategias de pesca de la flota comercial y la limitación de las áreas de pesca en la región, establecen un sesgo significativo en la estimación de los parámetros de crecimiento de *S. brevirostris*. En consecuencia, no se dispone de una población suficientemente representativa en cuanto a su distribución de frecuencia de tallas.

Las hembras, son la población que mayormente sostiene la pesquería del recurso, dado que son más susceptibles de ser capturadas por el efecto de selectividad del arte de pesca hacia las tallas mayores (>50 mm LT). De tal forma se puede inferir, en base en la tasa de explotación de estas, que el recurso no ha sido sobre explotado.

Las curvas talla edad reflejan que la especie (*S. brevirostris*), alcanza la talla comercial al año de edad. Los parámetros ($L\alpha$ y K) estimados en este estudio son más robustos con respecto a los registrados anteriormente para la especie *S. brevirostris*.

Las curvas de crecimiento generadas a partir de los parámetros obtenidos en este estudio, describen satisfactoriamente el crecimiento de la parte explotada de la población para que pueda ser aplicada en planes de manejo y explotación del recurso pesquero.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de la Pesca por las facilidades brindadas para el uso de la información generada en el Programa de Camarón del Caribe Mexicano. A la flota camaronera de Quintana Roo por las facilidades otorgadas durante los muestreos en alta mar. Al Biól. Carlos M. Illescas M. por la elaboración de las figuras.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Salazar, F. A., F. Soto-Aguirre, A. Solis-Nava y B. Delgado-Gómez, 1995. El recurso camarón en la zona Norte de Quintana Roo. Inf. Tec. Inst. Nal. Pesca, SEPESCA. 21 p.
- Almazán-Becerril A., F. A. Aguilar-Salazar y F. Arreguín-Sánchez, 1996. Análisis del crecimiento del camarón rosado del Caribe mexicano *Penaeus brasiliensis* en la zona de Contoy Quintana Roo, México. FES Zaragoza, UNAM. CRIP Puerto Morelos, Q. Roo, INP .SEPESCA. EPOMEX, UAC. 25 p.

EDAD	SEX. COMB.	HEMBRAS	MACHOS
t	L _t	L _t	L _t
0	-0.23	-0.23	-0.0001
1	11.32	8.9	23.77
2	22.13	17.56	44.19
3	32.24	25.77	61.73
4	41.7	33.55	76.79
5	50.56	40.93	89.73
6	58.83	47.93	103.84
7	66.59	54.57	110.39
8	73.82	60.86	118.58
9	80.6	66.82	125.64
10	86.91	72.48	131.67
11	92.87	77.85	136.87
12	98.43	82.93	141.33
13	103.62	87.76	146.16
14	108.47	92.33	148.46
15	113.02	96.67	151.29
16	117.27	100.78	153.71
17	121.25	104.68	155.8
18	124.97	108.39	157.59
19	128.45	111.89	159.13
20	131.7	115.25	160.45
21	134.75	119.36	161.59
22	137.6	121.35	162.56
23	140.26	124.19	163.4
24	142.76	126.88	164.12

Tabla 3. Valores talla-edad para sexos combinados, hembras y machos de *Sicyonia brevirostris*, sin estacionalidad. t: Tiempo en meses, L_t: Longitud al tiempo t en mm.

EDAD	SEX. COMB.	HEMBRAS	MACHOS
t	L _t	L _t	L _t
0	0.2	-0.03	-0.0001
1	15.14	10.75	19.76
2	29.79	21.19	38.23
3	44.77	31.54	55.86
4	59.1	41.51	71.67
5	71.19	50.55	84.42
6	80.43	58.43	94.01
7	87.84	65.44	101.76
8	95.23	72.21	109.41
9	103.64	79.12	117.66
10	112.41	85.99	125.68
11	119.91	92.29	132.01
12	125.06	97.64	135.97
13	128.41	102.18	138.43
14	131.65	106.47	141.05
15	136.15	110.99	144.87
16	141.69	115.73	149.36
17	146.74	120.21	153.02
18	149.88	123.93	154.77
19	151.16	126.87	155
20	152.04	129.49	155.24
21	154.12	132.36	156.79
22	157.67	135.61	159.57
23	161.39	138.86	162.16
24	163.66	141.54	163.22

Tabla 4. Valores talla-edad para sexos combinados, hembras y machos de *Sicyonia brevirostris*, con estacionalidad. t: Tiempo en meses, L_t: Longitud al tiempo t en mm.

Especies (sexo)	L _a	K	C	WP	R _n	Fuente de los datos
<i>Metapenaeopsis durus</i> (M y H)	11.6	1	-	-	0.45	Ingles (1980)
<i>Metapenaeus brevicornis</i> (M y H)	13.3	0.9	-	-	0.47	Ramamurthy (1965)
<i>Metapenaeus brevicornis</i> (M y H)	14.3	0.9	-	-	0.49	Ramamurthy (1965)
<i>Metapenaeus affinis</i> (M y H)	17.5	1.2	-	-	0.39	Mohamed (1967)
<i>Metapenaeus kutchensis</i> (M y H)	14	1.2	-	-	0.42	Ramamurthy (1965)
<i>Metapenaeus kutchensis</i> (M y H)	14	1.2	-	-	0.21	Ramamurthy (1965)
<i>Metapenaeus kutchensis</i> (M y H)	13.5	1.1	-	-	0.46	Ramamurthy (1965)
<i>Metapenaeus kutchensis</i> (M y H)	13.8	1.1	-	-	0.33	Ramamurthy (1965)
<i>Parapenaeus longipes</i> (M)	10	1.4	-	-	0.38	Ingles (1980)
<i>Parapenaeus longipes</i> (H)	10.3	1.2	-	-	0.25	Ingles (1980)
<i>Penaeus duorarum</i> (M)	17.6	1.5	0.6	0.9	0.35	Irversen et al. (1960)
<i>Penaeus duorarum</i> (M)	17.6	1.2	0.5	0.9	0.26	Irversen et al. (1960)
<i>Penaeus kerathurus</i> (H)	21	0.8	0.9	0.8	0.46	Rodríguez (1977)
<i>Penaeus kerathurus</i> (M)	18	0.9	0.9	0.8	0.57	Rodríguez (1977)
<i>Trachypenaeus fulvus</i> (H)	13	1.4	-	-	0.48	Ingles (1980)
<i>Trachypenaeus fulvus</i> (M)	11.4	1.6	-	-	0.45	Ingles (1980)
<i>Sicyonia brevirostris</i> (M y H)	19.7	0.2	-	-	-	Arreguín-Sánchez (1981)
<i>Sicyonia brevirostris</i> (M y H)	17.9	1.1	0.7	0.2	0.17	Ruiz-Vázquez (1993)
<i>Sicyonia brevirostris</i> (M y H)	17.9	1.2	0.7	0.2	0.19	Ruiz-Vázquez (1996)
<i>Sicyonia brevirostris</i> (H)	17.7	0.8	0.4	0.3	0.18	Ruiz-Vázquez (1996)
<i>Sicyonia brevirostris</i> (M)	16.8	1.6	0.5	0	0.2	Ruiz-Vázquez (1996)
<i>Penaeus brasiliensis</i> (M y H)	24	1.2	0.9	0.5	0.17	Almazan-Becerril (1996)
<i>Penaeus brasiliensis</i> (H)	22.9	1.1	0.6	0.5	0.16	Almazan-Becerril (1996)
<i>Penaeus brasiliensis</i> (M)	20.2	1	0.8	0.4	0.18	Almazan-Becerril (1996)
<i>Penaeus brasiliensis</i> (M y H)	22.8	0.3	-	-	-	Arreguín-Sánchez (1981)
<i>Penaeus brasiliensis</i> (M y H)	20	1.7	-	-	-	Aguilar-Salazar (1995)

Tabla 5. Parámetros de crecimiento para camarones obtenidos en diferentes partes del mundo y épocas del año por Pauly et al. (1984); así como los reportados para la zona de Contoy Quintana Roo, México.

- Allen, D. M. y A. C. Jones, 1974a. Campeche shrimp fishery. Unit Fishery description. NMFS. NOAA., U.S.
- Allen, D. M. y A. C. Jones, 1974b. Pesquería de camarón en Contoy. Descripción de la unidad pesquera. NMNFS. NOAA., U.S.
- Arce-Ibarra, A. M., 1990. Estimación del crecimiento de la langosta espinosa (*Panulirus argus*, Letreille) con metodologías convencionales y a través de funciones de singularidad. Tesis de maestría. CINVESTAV-IPN. México.
- Arreguín-Sánchez, F., 1981a. Diagnósis de la pesquería de camarón de roca (*Sicyonia brevirostris* Stimpson, 1871) de Contoy Q. Roo, México. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Depto. Pesca. México, I (2): 21-41.
- Arreguín-Sánchez, F., 1981b. Diagnósis de la pesquería de camarón rojo. (*Penaeus brasiliensis* Letreille, 1817) de Contoy Q. Roo, México. An. Esc. Nal. Cien. Biol. México, 25: 39-77.
- Arreguín-Sánchez, F., 1981c. Estudio sobre la tasa de crecimiento del camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Letreille, 1817) de las costas de Q. Roo, México. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Depto. Pesca. México, (1): 61-70.
- Bertalanffy, L. von, 1938. A quantitative theory of organic growth human. Biol., 10:181-213.
- Beverton, R. S. H. and S. J. Holt., 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Lond. 2 (19): 1-533.
- Bhattacharya, C. G., 1967. A simple method of resolution of distribution in Gaussian components. Biometrics, 23: 115-135.
- Bodeke, R., R. Dijkema y M. E. Siemelink, 1977. The Patterned migration of shrimp populations: a complete study of *Crangon crangon* and *Penaeus schmitti*. FAO Fish. Rep. /FAO Inf. Pesca, (200): 31-49.
- Brey, T. y D. Pauly, 1986. Electronic length frequency analysis. A revised and expanded user's guide to ELEFAN 0, I and II. Institute für Meereskunde, Kiel, 76p.
- Cabrera, V. M. A., 1990. Apuntes del curso sobre dinámica de poblaciones de peces como apoyo a la asignatura de ecología II de la licenciatura en biología de la U.A.Y. CINVESTAV-IPN. México. (46): 23-30.
- Cassie, S. E., 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 5: 513-522.
- Castro, M. y K. Erzini, 1988. Comparison of the two length frequency based packages for estimating growth and mortality parameters using simulated samples with varying recruitment patterns. Fish. Bull. 88(40):645-653.
- Cobb, S. P., C. R. Futch y D. K. Camp, 1973. The rock shrimp, *Sicyonia brevirostris* Stimpson, 1871 (*Decapoda, Penaeidae*). Mem. Hour. Cruis. Mar. Res. Lab. Fla., 3 (1): 1-38.
- FAO, 1978. Informe de la reunión conjunta de la COPACO. Grupo de trabajo sobre evaluación de los recursos pesqueros, y grupo de trabajo sobre la evaluación de los recursos camaroneros y bogavante. Com. Pesca. Atl. Cent. Occ. WECAF / 78 / 6.
- García, S. y L. Le Reste, 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones *peneidos* costeros. FAO. Doc. Téc. Pesca, (203): 180p.
- Gayanilo, F., P. Sparre y D. Pauly, 1993. The FISAT user's guide. Computerized information series. Fisheries 99. ICLARM. DIFMAR 383 p.
- Hampton, J. y J. Majkowsky, 1987. An examination of reliability of the ELEFAN computers programs for length-based stock assessment. Length based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13, 203-216 p.
- Hildebrand, H. H., 1955. A study of the fauna of pink shrimp (*Penaeus duorarum* Burkenroad) grounds in the Gulf of Campeche. Inst. Mar. Sci., 4 (1): 169-232.
- INP-SEMARNAP, 2000. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. 691 pp.

- Joyce, E. A., 1965. The commercial shrimp of the Northeast coast of Florida. Prof. Pap. Ser. Fla. Board Cons. Mar. Lab. St. Petersburg, 6p.
- Joyce, E. A., 1974. Rock shrimp research and marketing. Gulf and Caribb. Fish. Inst. 27th Ann. Sess., 127-128.
- Joyce, E. A. y B. Elred, 1966. The Florida Shrimping industry. Fla. Board Cons. Mar. Lab. St. Petersburg, Fla. Educ. Ser. No. 15.
- Klima, E. F., 1974. A white shrimp mark-recapture study. Transactions of the American Fisheries Society 103:107-113.
- Kutkuhn, J. H., 1962. Gulf of Mexico Commercial shrimp populations trends and characteristics, 1956-59. U.S. Fish Wild. Serv. Fish. Bull. 62 (212): 343-402.
- Leonce-Valencia, C. O. y C. Monroy, 1993. Age and growth determination of the red Snapper (*Lutjanus campechanus*) in the Campeche Bank. International workshop on tropical groupers and snappers. ICLARM-EPOMEX. Mexico.
- Lindner, M. I. y W. W. Anderson, 1956. Growth, migration, spawn and size distribution of *Penaeus setiferus*. Fish. Bull. Fish and Wildlf Serv. U.S. 56(106):555-645.
- Lunz, G. R., 1957. notes on the rock shrimp *Sicyonia brevirostris* (Stimpson) from exploratory trawling off the South Carolina coast. Bears Bluff Lab. 25: 1-10.
- Moreau, J., 1987. Mathematical and biological expression of growth in fishes: Recent trends and further developments. In The age and growth of fish, edited by Robert C. Summerfelt and Gordon E. Hall. Iowa, USA. 81-113 p.
- Munro, J. L. y D. Pauly, 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. Fish byte 1:5-6.
- Pauly, D. y G. Gashütz, 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. Int. Counc. Explor. Sea, CM. 1979 / g, 24:26p.
- Pauly, D. y N. David, 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length frequency data. Meeresforsch. 28 (4): 205-211.
- Pauly, D., 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programable calculators. ICLARM Studies and Reviews (8): 325p.
- Pauly, D., J. Ingles y R. Neal, 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN I and II). En Gulland, J. A. y B. I. Rostchild (Eds.). *Penaeid* shrimp: their biology and management fishing. News Books Ltd. Fernham, G. B.: 220-234.
- Porrás-Ruíz, R., F. Aguilar-Salazar y F. Arreguín-Sánchez, 1994. Localización de las áreas de captura comercial de camarón rosado (*Penaeus brasiliensis*) y roca (*Sicyonia brevirostris*) en la zona de Contoy, Quintana Roo. FES-Zaragoza, UNAM; CRIP Puerto Morelos, INP; EPOMEX, UAC.
- Rosenberg, A. A. y I. R. Beddington., 1988. Monte-Carlo testing for two methods for estimating growth from length-frequency data with general conditions for their applicability, p. 283-289. In D. Pauly and G. R. Morgan (eds) Length-based methods in fisheries research. ICLARM conference proceeding 13, 468 p. International center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait.
- Ruiz-Vázquez, R., 1993. Evaluación de los parámetros de crecimiento de la población de camarón de roca *Sicyonia brevirostris*, en la zona de Contoy, Quintana Roo. Servicio Social. FES-Zaragoza, UNAM., CRIP Puerto Morelos, INP. México. 26 pp.
- Ruiz-Vázquez, R., 1996. Evaluación de los parámetros de crecimiento y mortalidad de la población de camarón de roca *Sicyonia brevirostris*, en la zona de Contoy, Quintana Roo. Tesis de Licenciatura. FES-Zaragoza, UNAM., CRIP Puerto Morelos, INP. México. 48 pp.

- Shepherd, J. G., 1987. A weakly parametric method for the analysis of length composition data. En: Pauly, D. y G. P. Morgan (Eds.). The Theory and application of length-based methods of stock assessment, ICLARM Conf. Serv., Manila, 13: 283-298.
- Soto, F., B. Delgado y V. Sosa, 1991. Diagnóstico de las pesquerías del recurso camarón en el estado de Quintana Roo. Informe Técnico. CRIP Puerto Morelos, INP. SEPESCA. México, 35p.
- Soto, Luis A., 1980a. Decapod crustacea Shelf-fauna of the northeastern Gulf of México. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México, 7(2): 79-110.
- Soto, Luis A., 1980b. Decapod Crustacea Shelf-fauna of the Campeche Bank: Fishery and Ecological Aspects. Gulf Caribb. Fish. Inst. 32, 66-81.
- Soto, Luis A. *et al.*, 1981. Study of the penaeid shrimp population in relation to petroleum hydrocarbons in Campeche Bank. Gulf Caribb. Fish. Inst. 33, 81-100.
- Soto, Luis A., M. C. Rodríguez de la Cruz, R. Rodríguez, A. Gracia, F. Soto, F. Arreguín y E. Chávez, 1982. Análisis del conocimiento científico-tecnológico nacional de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. Reunión nacional sobre la investigación científico-pesquera. Cocoyoc, Morelos 26-29 mayo. México. 88p.
- Sparre, P., E. Ursin, S. C. Venema, 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fish. Tec. Paper. No. 306.1. Rome, 337p.
- Tanaka, S., 1956. a method for analysing the polymodal frequency distribution and its application to the length distribution of porgy *Taius tumifrons*. Bull. Tokai Reg. Res. Lab., 14: 1-12.
- Yano, J. y S. Kobashi, 1969. Calcification and age determination in crustacean. Part 1. Possibility of age determination in crabs on the basis of number of lamellae in cuticles. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 35 (1): 34-40.