



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

25  
24

"EVALUACION DE LOS PARAMETROS DE  
CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DE LA POBLACION DEL  
CAMARON DE ROCA *Sicyonia brevirostris*  
EN LA ZONA DE CONTOY, QUINTANA ROO "

T E S I S

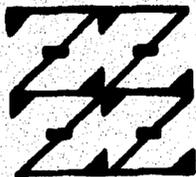
Que para obtener el Título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

RICARDO RUIZ VAZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. XAVIER CHIAPPA CARRARA



LO HERMANO  
ES  
DE NUESTRA REFLEXION

México, D. F.

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**DEDICATORIA.**

**A:**

Concepción Novoa  
Ma. Magdalena Vázquez Novoa  
Por la formación que me dieron y por lo que esto significa para ellas.

Adriana Vázquez N.  
J. Antonio González  
Por su apoyo incondicional.

Javier Vázquez N.  
Joel Vázquez N.  
Por creer en lo que hago.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Al Instituto Nacional de la Pesca por las facilidades brindadas para el empleo de la información generada en el Programa de Camarón del Caribe Mexicano, en especial a Manuel Puerto Mococho director del CRIP-Puerto Morelos y al M. en C. Francisco Aguilar S. responsable del programa en el estado.

A la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera, así como a la flota camaronera de Quintana Roo, por las facilidades otorgadas durante los muestreos en alta mar.

A mi director de tesis Dr. Javier Chiappa Carrara, por el apoyo académico y logístico.

A los profesores Dr. Isaias H. Salgado U., Dra. Laura E. Sanvicente A., Biol. Angélica E. González S. y Biol. Manuel A. Castillo R. por sus observaciones y correcciones realizadas a este trabajo.

A los M. en C. Miguel Cabrera Vázquez y Silvia Salas por sus comentarios y observaciones.

Al T.P. Miguel Angel Rivero y a los biólogos Edith Zárate, Javier Zacarias, Alejandro Córdoba, Juan Fuentes, así como al C.D. Coeme Ortega Avila y la socióloga Leticia Araujo Morales por su apoyo y amistad.

**INDICE.**

Página.

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>2</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>4</b>
<b>ANTECEDENTES BIOLÓGICOS</b>	
Ciclo de vida de <i>Sicyonia brevirostris</i> .....	6
Posición taxonómica de <i>Sicyonia brevirostris</i> .....	7
Distribución.....	7
Hábitat.....	7
<b>ANTECEDENTES PESQUEROS</b>	
En relación a la pesquería.....	7
Estimación de la edad y crecimiento en los camarones.....	8
Modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938).....	10
Curva de captura de Brey y Pauly (1986).....	12
Estimación de las tasas de mortalidad.....	15
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>17</b>
<b>MATERIAL Y METODO.....</b>	<b>17</b>
<b>FASE DE CAMPO.....</b>	<b>17</b>
<b>FASE DE GABINETE.....</b>	<b>18</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>19</b>
<b>CONSIDERACIONES RESPECTO AL MUESTREO.....</b>	<b>19</b>
<b>CRECIMIENTO.....</b>	<b>21</b>
<b>MORTALIDAD.....</b>	<b>29</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>41</b>

## RESUMEN.

Se estimaron los parámetros de crecimiento y de mortalidad de la población de camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*) en la zona de Contoy Quintana Roo, con base en la información de las 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. Para 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 que mostró un ajuste adecuado de los datos, resultó ser de la forma propuesta por Pauly y Gaschütz (1979), presentando una significativa oscilación estacional.

Las hembras, son la parte de la población que soporta 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.

Con base en el coeficiente de mortalidad total ( $Z$ ), en la tasa de mortalidad natural ( $M$ ), en la tasa de mortalidad por pesca ( $F$ ) y en la tasa de explotación ( $E$ ), estimados con el paquete FISAT para la población de las hembras, es posible inferir que el recurso en la zona de Contoy no ha sido sobreexplotado.

## INTRODUCCIÓN.

En los litorales mexicanos del Golfo de México y Mar Caribe se han detectado dos zonas donde el camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*), por su abundancia, puede sostener una pesquería: una en la Sonda de Campeche y la otra en el área de Contoy (Arreguín Sánchez, 1981a).

En Contoy, el recurso camaronero está formado fundamentalmente por dos especies; el camarón rosado *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) y el camarón de roca *Sicyonia brevirostris* (Stimpson, 1871). La primera especie constituye el objetivo de la flota regional, aunque los volúmenes desembarcados de camarón de roca se han incrementado considerablemente en épocas recientes (Arreguín Sánchez, 1981a; 1981b; 1981c; Soto *et al.*, 1991).

La flota nacional en general opera hacia el este y noreste de Isla Contoy, a una profundidad promedio de 20 brazas. El fondo marino en esta zona es muy accidentado, formado de arena y fango, con grandes macizos de origen coralino (Soto *et al.*, 1982). Esta topografía provoca que las embarcaciones camaroneras sólo puedan operar en determinadas zonas llamadas blanquiales, que son lugares libres de rocas y coral. Debido a esto se considera que una fracción de las poblaciones de camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) y de roca (*S. brevirostris*), queda fuera de la influencia de las artes de pesca (Soto *et al.*, 1982). Por lo cual el stock en su totalidad no está siendo capturado por la pesquería.

Una de las mayores dificultades en el estudio de las poblaciones de Peneidos es la ausencia de estructuras corporales duras que puedan ser utilizadas para la determinación de la edad. Esta falta, asociada con el hecho de que el reclutamiento es frecuentemente continuo, hace extremadamente difícil la determinación de la edad de los camarones por métodos que presentan un considerable riesgo de sesgo o que implican una cantidad no

despreciable de subjetividad, con repercusiones sobre la estimación de los coeficientes de crecimiento y mortalidad (García y Le Reste, 1986).

La escasez de investigaciones en biología pesquera en la zona de Contoy ha tenido como consecuencia el desconocimiento de los niveles de explotación. Por este motivo, el recurso camarón puede estar en diversos niveles de explotación, desde completamente explotado hasta darse el caso de que algunas especies estén subexplotadas (García y Le Reste, 1986).

El conocimiento elemental requerido para salvaguardar y racionalizar la explotación de este recurso es aún muy escaso. Así, es importante generar información sobre los aspectos esenciales de la biología de *S. brevirostris* como son el crecimiento, la mortalidad natural y la mortalidad por pesca de estos Peneidos, misma que es susceptible de ser utilizada para determinar las condiciones óptimas para la explotación y el establecimiento de esquemas de ordenación. Por esto es necesario hacer investigación sobre dichos aspectos fundamentales, ya que son la clave de cualquier estudio analítico sobre este grupo (García y Le Reste, 1986).

#### ÁREA DE ESTUDIO.

El estado de Quintana Roo se ubica en la parte Oriental de la península de Yucatán, al Sureste de la República Mexicana. Este cuenta con una superficie de  $50,843 \text{ Km}^2$ , limita al Norte con el Golfo de México y el estado de Yucatán, al Este con el Mar Caribe, al Sur con Belice y Guatemala y al Oeste con el estado de Campeche.

Su costa comprende 860 Km, y es bañada en su mayor parte por el Mar Caribe y el Golfo de México.

Según Allen y Jones (1974b) la Zona de Contoy tiene una extensión de 7,418 millas náuticas cuadradas (un área de  $13,743 \text{ Km}^2$  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).

Merino (1992) identifico en esta zona, un ascenso de agua subsuperficial estacional rico en nutrientes, con características defutidas de temperatura a lo largo del margen de la plataforma de Yucatán. Este afloramiento presenta una intensidad máxima en la primavera producida por un cambio en la dinámica de este sistema a fines del invierno, época en que se observa un importante ascenso de agua fría, con un elevado contenido de nutrientes en la corriente de Yucatán y que además caracteriza la velocidad de la surgencia. A partir de este momento, este afloramiento comienza a invadir toda la plataforma de Yucatán.

Este autor menciona además la presencia de una ramificación de dos capas de agua en la zona de surgencia, con un claro y marcado gradiente térmico entre ellas. Esta estructura se desplaza sobre toda la plataforma en primavera y verano, con la formación de un domo que puede alcanzar la superficie frente a Cabo Catoche y relacionado con un giro ciclónico frente a este sitio. El otro ramal abandona la plataforma y se hunde junto al Arrecife Alacranes (Fig. 1).

El afloramiento de agua en la región induce a una fertilización muy importante en la zona eufótica. Este hecho provoca un aumento importante en la biomasa fitoplanctónica en toda la plataforma, con las mayores concentraciones en la parte oriental cerca de Cabo Catoche, en donde se detecta un importante pastoreo por diferentes especies de plancton.

La aparición y desplazamiento de una surgencia intensa de agua subsuperficial rica en nutrientes, hacia la plataforma continental en primavera y verano, coincide con un movimiento similar de camarón rosado en las áreas de pesca comercial en la zona de Contoy.

Merino y Otero (1991) reconocieron tres periodos climáticos en la zona de estudio: de secas, lluvias y de nortes. El periodo de secas, de marzo a junio, se caracteriza por vientos dominantes del este y del sudeste, con baja precipitación. el periodo de lluvias, de

julio a octubre, presenta el mismo régimen de vientos, pero la precipitación es muy abundante. Por último, durante el periodo de nortes, de noviembre a febrero, los vientos provienen del norte, con fuertes tormentas.

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'; Lon. 22° 05' y Lat. 87° 49.9'; Lon. 22° 04.7') a una profundidad promedio de 20 m, durante los cruceros "Yucatán IV, V, VI y VII" realizados en el mes de noviembre de 1985 a febrero de 1988.

#### ANTECEDENTES.

Los estudios realizados sobre *Sicyonia brevirostris* son escasos, no obstante que desde hace tiempo se tienen datos acerca de su presencia en la zona de estudio y de la posible importancia económica en las aguas del Golfo de México. Hildebrand (1955) y Lutz (1957) hicieron referencia a la abundancia y a las posibilidades de explotación de esta especie en las costas de Campeche y de Carolina del Sur, respectivamente.

Kutkuhn (1962), Joyce (1965; 1974) y Joyce y Elred (1966) señalaron la importancia comercial de *Sicyonia brevirostris* como especie secundaria en las pesquerías de camarón en el Norte del Golfo de México. Allen y Jones (1974a; 1974b) resaltaron la importancia de esta especie en las pesquerías de Campeche y Contoy.

En cuanto a la biología de la especie pueden mencionarse los estudios de Cook y Murphy (1965) sobre el desarrollo de los estadios larvarios. Cobb *et al.*, (1973) y Kennedy *et al.*, (1977) proporcionaron información sobre la posición taxonómica de la especie, las características morfológicas, algunas relaciones biométricas, la distribución, el desarrollo gonadal, los hábitos alimentarios y la depredación, a partir de ejemplares obtenidos en aguas cercanas a Florida. Se puede citar el documento elaborado por FAO (1978), en el que se

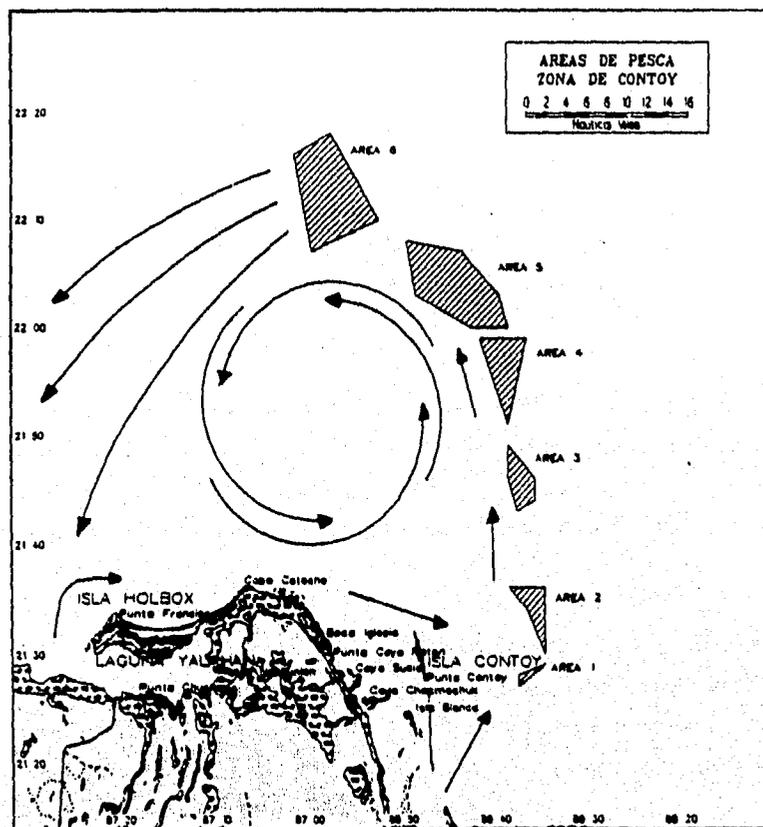


Figura 1. Sitios de captura comercial en la zona de Contoy Quintana Roo y desplazamiento de la surgencia en la zona.

presentan las estimaciones de los rendimientos de la pesquería en la zona de Contoy y el posible potencial del camarón de roca.

#### **CICLO DE VIDA DE *Sicyonia brevirostris*.**

En general, el ciclo de vida de *Sicyonia brevirostris* se apega a los patrones conocidos para los peneidos. Los diferentes estadios larvarios de vida bentónica se desarrollan en aguas costeras, de poca profundidad, con gran vegetación y fango, mientras que las fases juvenil y adulta viven en el mar, en donde se reproducen (Arreguín-Sánchez, 1981a)

Cook y Murphy (1965) al estudiar el desarrollo larvario de *Sicyonia brevirostris* mencionan que a los tres días del desove se forma la primera protozoa; a los doce días la primera larva mysis y la postlarva aparece hasta los 29 días. Los autores indican que antes de formarse esta postlarva, los organismos pasan por cinco formas nauplio, tres protozoas y cuatro mysis.

Cobb *et al.* (1973) y Kennedy *et al.* (1977), describieron cinco estadios de desarrollo para la gónada femenina, siendo el tamaño mínimo registrado de 46 mm de longitud total. Arreguín-Sánchez (1981a) infirió un periodo de reproducción masiva al año en la Zona de Contoy, no obstante que durante todo el año se observaron hembras maduras. Dicho periodo correspondió aparentemente a la época de verano.

Por lo que se refiere a la alimentación, Cobb *et al.* (1973) y Kennedy *et al.* (1977) encontraron que *Sicyonia brevirostris* es una especie carnívora cuya dieta se compone fundamentalmente de moluscos y pequeños crustáceos. Con respecto a la depredación, los mismos autores mencionaron diversas especies de peces que se alimentan del camarón de roca. Algunos registros indicaron que los camarones, junto con otras especies acuáticas, forman parte de la dieta habitual de las tortugas marinas (Solórzano, 1963).

**POSICIÓN TAXONÓMICA DE *Sicyonia brevirostris* (Holthius 1980, Williams 1984).**

Phylum: *Arthropoda*

Clase: *Crustácea*

Subclase: *Malacostrácea*

Serie: *Eumalacostrácea*

Suborden: *Dendrobranchiata*

Familia: *Sicyoniidae*

Género: *Sicyonia*

Especie: *S. brevirostris*

Nombre común: Camarón de roca

**DISTRIBUCIÓN.**

La distribución geográfica de *S. brevirostris* abarca desde el Sur de Norfolk, Virginia, a través de las Bahamas, hasta el Sur de Cuba; alrededor del Golfo de México hasta el Sur de Texas y a partir de la Bahía de Campeche hasta el Noreste de Yucatán (Pérez-Farfante, 1980).

**HÁBITAT.**

*S. brevirostris* se encuentra en aguas poco profundas, hasta los 180 m de profundidad. Vive en fondos arenosos y desarrolla la mayor parte de su ciclo de vida en el ambiente marino (Holthius, 1980).

**EN RELACIÓN A LA PESQUERÍA.**

El conocimiento que se tiene de la pesquería de esta especie es escaso y carece de continuidad. Entre los trabajos más relevantes están los efectuados por Allen y Jones (1974b) quienes hacen una descripción de la unidad pesquera. FAO (1978) presenta un breve análisis sobre el rendimiento máximo sostenible y el potencial pesquero de la zona.

Arreguín-Sánchez (1981a, 1981b) elaboró un diagnóstico de las pesquerías de camarón de roca y rosado.

La captura del camarón en el estado de Quintana Roo se ha desarrollado básicamente como pesca de altura, no existiendo hasta el momento pesquerías ribereña ó costeras de este recurso.

Los barcos camaroneros que operan en esta zona corresponden al tipo "Florida" y "Banfoco". El tamaño de los barcos es de 21 a 24 m de eslora y de 6 a 8 m de manga; la mayoría son de casco de hierro con motor diesel y una potencia de 365 a 520 HP. Todos los barcos se encuentran equipados con compás, lorán y ecosonda como equipo de navegación y radio transmisor-receptor como equipo de comunicación. La capacidad de carga varía desde 15 hasta 30 toneladas y su autonomía es de 30 a 40 días dependiendo si tienen o no equipo de refrigeración.

#### **ESTIMACIÓN DE LA EDAD Y CRECIMIENTO EN LOS CAMARONES.**

El crecimiento de las 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 Mouroy, 1993). En camarones peneidos es sumamente difícil estimar el crecimiento con el empleo de métodos directos, porque estos organismos no poseen estructuras calcáreas que persistan a las mudas del exoesqueleto. Sin embargo, se han realizado investigaciones 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 internudas debido al alargamiento de las partes flexibles del caparazón y la longitud total varía de forma cíclica entre dos mudas.

El crecimiento de los crustáceos no es continuo como el de otros organismos como los peces. Éste ocurre en los momentos de su muda, por lo que estaría bien representado por un modelo que incluyera una función de paso en los momentos que sucede tal evento (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 el crecimiento, tanto por la facilidad práctica de su aplicación y el significado biológico de sus parámetros (excepto  $t_0$ ) como por la escala temporal en la que se realizan los estudios de biología pesquera (el ciclo de vida de los peneidos tiene una duración máxima de dos años).

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. Sin embargo, con frecuencia, es difícil y cara 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 sumamente diferentes a las que se presentan en la naturaleza, de tal modo que existen sesgos en estas estimaciones. Hasta ahora no es adecuado hablar de un método que sea mejor que otro, los métodos para el estudio de esta parte de la biología en cualquier especie presentan ventajas y desventajas.

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 cómputo basados con una base estadística más objetiva, como son los propuestos por Pauly y David (1981) y Shepherd (1987).

En general, la estimación de los parámetros del crecimiento de una especie 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.). Luego, esta información debe ser expresada finalmente por una ecuación matemática más o menos simple (de tipo logística, lineal, etc.). Esta segunda etapa es opcional, desde que el uso corriente de las computadoras permite que los datos talla-edad observados sean utilizados directamente. La fórmula es, en cualquier caso, aproximada ya que una expresión matemática dada raramente puede ser aplicada al crecimiento de un organismo desde su nacimiento hasta su muerte. El precio que se paga por la simplicidad matemática es el grado de aproximación a la descripción del fenómeno (García y Le Reste, 1986).

#### MODELO DE CRECIMIENTO DE VON BERTALANFFY (1938).

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

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

Donde  $L_{\infty}$  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 una gran variedad de formas biológicas.
- 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, como los de rendimiento máximo sostenible (Beverton y Holt, 1957).

Los parámetros del 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 composición por longitudes 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. De esta manera se obtiene una curva de crecimiento individual basada en el modelo de von Bertalanffy (1938). El algoritmo utiliza un procedimiento numérico para la identificación de posibles grupos de edad y posteriormente presenta una rutina iterativa para maximizar una función (relación  $ESP/ASP$ ) que resultará en la mejor combinación posible de los parámetros  $L_{\infty}$  y  $K$ .

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:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{(-K(t-t_0) - (C+K/2\pi) \text{Sen}(2\pi(t-Wp)))})$$

El procedimiento SLCA, propuesto por Shepherd (1987), es diferente al anterior pues no requiere de la identificación previa de los 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 (*Smáx.*), cuyo valor más elevado corresponderá a la combinación más adecuada de los parámetros  $L_\infty$  y  $K$ . Asimismo, permite la estimación del parámetro  $t_0$  de la ecuación de von Bertalanffy.

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

#### **CURVA DE CAPTURA DE BREY Y PAULY (1986).**

Una curva de captura es una representación gráfica del logaritmo natural de la proporción de sobrevivientes ( $\ln N_t/N_0$ ) en un intervalo de tiempo  $t$ , o del logaritmo natural del número de organismos en la muestra ( $\ln N$ ).

La parte izquierda descendente de la curva se origina por el decremento en la eficiencia de la captura del arte de pesca en relación a la disminución en la longitud del individuo.

La porción derecha descendente puede ser utilizada para estimar  $Z$  a partir del primer punto a la derecha del valor máximo de la curva. Este punto representa al grupo de edad que tiene probabilidades de ser completamente vulnerable al arte de pesca.

Si la mortalidad de la población sigue una tendencia que pueda ser descrita por un modelo exponencial negativo, tal como lo describe la ecuación siguiente:

$$N_t = N_0 * e^{-Zt}$$

entonces, una curva de captura mostrará una tendencia lineal decreciente a la derecha del punto máximo en la curva. En consecuencia, esta tendencia puede ser descrita por una ecuación lineal, que no es más que la forma logarítmica de la ecuación anterior:

$$\ln(N_t) = a + b_i$$

Donde la mortalidad total será el valor de la pendiente (con signo negativo).

El uso de este procedimiento lleva implícitas las siguientes suposiciones:

- a) *Z* es similar para todos los grupos de edad.
- b) El reclutamiento es constante y todos los grupos de edad fueron reclutados en proporción a su abundancia.
- c) Todos los grupos de edad son igualmente vulnerables al arte de pesca.
- d) La muestra es suficientemente grande y abarca los grupos de edad necesarios para representar la estructura de la población en el periodo de tiempo considerado.

El procedimiento para construir una curva de captura es como sigue.

- i) Obtener el registro de las longitudes para construir las distribuciones de frecuencias.

ii) Estimar la edad de una submuestra de organismos y construir una clave edad-longitud.

iii) Convertir la muestra de la distribución de frecuencias en una muestra de frecuencias de edad, por medio de esa clave.

Cuando no es posible conocer la edad individual de los organismos estudiados puede utilizarse una curva de captura convertida a longitud para estimar  $Z$ .

Ésta consiste en graficar el  $\ln (N_i / \Delta t)$  contra la edad relativa  $t_i$  donde  $N_i$  es el número de organismos en la  $i$ -ésima clase de longitud y  $\Delta t$  es el tiempo requerido para que un organismo crezca a través de su clase de longitud.

Para efectuar este procedimiento se requiere disponer de un grupo de parámetros de crecimiento derivados de la distribución de frecuencias analizada. En este caso la ecuación de regresión para la estimación de  $Z$  es:

$$\ln (N_i / \Delta t) = a + bt \quad \text{Donde: } Z = -b$$

La estimación de  $Z$  por este procedimiento lleva implícitas las siguientes suposiciones:

- a)  $Z$  es constante en todas las clases de talla incluidas en la gráfica.
- b) Las fluctuaciones en el reclutamiento son pequeñas y de carácter aleatorio.
- c) La muestra usada representa a la estructura promedio de la población en el periodo de tiempo considerado.

El procedimiento para construir una curva de captura convertida a longitud es el siguiente:

- i) Combinar las muestras individuales de las distribuciones de frecuencia en una total, la cual se supone es representativa de la población.
- ii) Construir la curva de captura usando la distribución de frecuencias de longitudes total y los parámetros de crecimiento estimados a partir de ella.
- iii) Graficar la curva de captura usando el  $\ln(\%N_t)$  y  $t_{media}$ , y estimar  $Z$  a partir de los puntos localizados en el lado derecho del punto máximo de la curva de captura.

#### **ESTIMACIÓN DE LAS TASAS DE MORTALIDAD.**

La mortalidad es un parámetro crítico en el estudio de la dinámica de las poblaciones, debido a la dificultad asociada con su medición y evaluación. En particular, lo que concierne a la mortalidad natural y a las consecuencias de los sesgos que afectan su estimación (García y Le Reste, 1986).

La mortalidad que experimenta un grupo de organismos es un fenómeno natural continuo, que sucede en el seno de la población y representa la proporción de estos organismos que muere en un período de tiempo dado.

La mortalidad total es la suma de dos componentes: la mortalidad natural ( $M$ ), que es debida a las interacciones de los organismos con el ambiente y con otros organismos que viven en el mismo medio (depredación, parasitismo, fluctuaciones en el ambiente, etc.), y la mortalidad ejercida por la pesca ( $F$ ). La mortalidad total ( $Z$ ) se expresa de la manera siguiente (Sparre *et al.*, 1989):

$$Z = M + F$$

Hay dos formas de expresar numéricamente la mortalidad en una población: las tasas de mortalidad anuales, o esperanza anual de muerte y los coeficientes instantáneos de

mortalidad (Ricker, 1975). La forma más práctica de expresar este decremento en el número de individuos, es por medio de tasas instantáneas, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$N_t = N_0 * e^{-Zt}$$

Donde  $N_0$  es el número inicial de organismos cuando  $t = 0$ .

$N_t$  es el número de organismos que queda al término del tiempo  $t$ .

$Z$  es la tasa instantánea de mortalidad total.

Brey y Pauly (1986), propusieron una modificación a la curva de captura, que se basa en la representación gráfica del logaritmo natural del número de sobrevivientes ( $\ln N_t / N_0$ ) o del logaritmo natural del número de organismos en la muestra ( $\ln N$ ). Para este procedimiento es necesario disponer de un grupo de parámetros de crecimiento derivados de la distribución de frecuencias analizadas.

La estimación de la mortalidad total ( $Z$ ) por este procedimiento lleva implícita las siguientes suposiciones:

- i) La mortalidad total ( $Z$ ) es constante en todas las clases de talla incluidas en la gráfica.
- ii) Las fluctuaciones en el reclutamiento son pequeñas y de carácter aleatorio.
- iii) La muestra representa a la estructura promedio de la población en el periodo de tiempo considerado.

**OBJETIVO.**

Determinar los parámetros poblacionales ( $L_{\infty}$ ,  $K$  y  $t_0$ ) de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy y la mortalidad por sexo; así como de la población total de *Sicyonia brevirostris* en la zona de Contoy, Quintana Roo, para el período comprendido de septiembre de 1992 a septiembre de 1993.

**MATERIAL Y MÉTODO.**

La información utilizada en este estudio proviene de muestras mensuales de la composición por longitudes de la población de camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*), obtenidas a bordo de embarcaciones camaroneras durante el período comprendido de septiembre de 1992 a septiembre de 1993.

**FASE DE CAMPO.**

Las muestras biológicas se obtuvieron diariamente, al azar y sin seleccionar, en una cubeta de 20 l y directamente de los bolsos de la red, en el lance final de las operaciones pesqueras alrededor de las 06:00 horas. Los ejemplares de *Sicyonia brevirostris* fueron separados de *Penaeus brasiliensis* y medidos sin descabezar, con una regla graduada que permitió una precisión de 1 mm.

Posteriormente se llenaron las bitácoras correspondientes con los datos de las tallas de los organismos, así como la profundidad, la velocidad del barco, las coordenadas y la hora del lance. Por otra parte se cuantificó la captura en Kg de acuerdo con la siguiente clasificación: camarón rosado, camarón roca y fauna de acompañamiento (FAC).

### FASE DE GABINETE.

Los datos de longitud total ( $L_t$ ) se agruparon por meses de acuerdo con su talla (cada cinco milímetros) y frecuencia.

Dado que no se tenían datos de captura diaria, 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 con el método ELEFAN (Pauly y David, 1981), contenidos en el paquete FISAT del ICLARM (Gayanilo *et al.*, 1993).

El programa ELEFAN hizo 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  $L_{\infty}$  y  $K$ .

Se utilizó una subrutina del programa FISAT para realizar una búsqueda automática del parámetro  $K$  con una  $L_{\infty}$  predeterminada (Gayanilo *et al.*, 1993).

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

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

Para la determinación de la mortalidad se aplicó el método de curva de captura (Brey y Pauly, 1986) del programa FISAT. La mortalidad natural ( $M$ ) se determinó a partir de la ecuación por regresiones múltiples de Pauly (1984):

$$\text{Log } M = -0.0066 - 0.279 * \text{Log } L_{\infty} + 0.6543 * \text{Log } K + 0.4634 * \text{Log } T^{\circ}\text{C}.$$

El valor F se calculó de la relación  $Z = M + F$  (Sparre *et al.*, 1989).

El valor de la temperatura media asignada a la ecuación anterior (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'; Lon. 22° 05' y Lat. 87° 49.9'; Lon. 22° 04.7') a una profundidad promedio de 20 m, durante los cruceros "Yucatán IV, V, VI y VII" realizados en el mes de noviembre de 1985 a febrero de 1988.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### CONSIDERACIONES RESPECTO AL MUESTREO.

Los barcos de pesca comercial dirigen su esfuerzo a la búsqueda del camarón rojo (*P. brasiliensis*) con un mayor valor en el mercado y no al camarón de roca (*S. brevirastris*). Esta estrategia de pesca se lleva a cabo durante 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 prefiere los sitios arenosos propios para las operaciones de pesca. De lo anterior se desprende la razón por la cual la muestra no está bien representada (en frecuencias de talla) en todos los meses.

Además, en el análisis es necesario considerar los patrones de reclutamiento de la especie estudiada que presenta microcohortes de diferente origen espacio-temporal, varios períodos en los que se lleva a cabo el desove y la eclosión, así como las condiciones climáticas que actúan sobre estos dos procesos (Rosemberg y Bedington, 1987).

García y Le Reste (1986) determinan que la existencia de una distribución geográfica o batimétrica heterogénea de las tallas y de los sexos es sin duda un obstáculo que hace difícil elaborar la reconstrucción de un histograma representativo de la población. Por este

motivo, en los análisis de muestras de las pesquerías industriales se presentan una serie de dificultades. Asimismo, las variaciones en la concentración relativa del esfuerzo sobre los diferentes estratos de la población asociados con las variaciones en la capturabilidad del recurso, producen cambios en la forma de los histogramas de las frecuencias de las tallas de captura, que no están necesariamente relacionadas 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 (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, formadas como se ha señalado por numerosas micro-cohortes, sólo pueden ser evaluadas correctamente mediante una estrategia de muestreo que permita la identificación de cada pico modal. De lo contrario, la atribución de variaciones en la talla media a los fenómenos de crecimiento, puede conducir a resultados erróneos que generalmente subestimarán el crecimiento real (García y Le Reste, 1986).

Es importante señalar que Hampton y Majkowsky (1987) encontraron que el algoritmo del ELEFAN tiende a subestimar  $K$  entre un 16-36% y sobrestima  $L_{\infty}$  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. Si bien en este trabajo el muestreo se realizó a bordo de las embarcaciones camarónicas 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, es necesario considerar que los datos generados en este estudio pueden tener algunas limitaciones.

### CRECIMIENTO.

En la tabla 1, se presentan los parámetros del crecimiento ( $L_{\infty}$ ,  $K$ ,  $t_0$ ) de la ECVB obtenidos para la población (sexos combinados, hembras y machos) del camarón de roca, *Sicyonia brevirostris*, en la zona de Contoy Q. Roo, con el método ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis; Pauly y David, 1981).

En dicha tabla se observan los parámetros de crecimiento contemplando la estacionalidad (cuando el crecimiento es mínimo o bien esté no existe) del recurso, así como sin esta. Es posible apreciar que el mayor valor de  $L_{\infty}$ , corresponde a sexos combinados, en el caso en que no se contempló el parámetro de la estacionalidad. Por otro lado, el valor menor que se obtuvo fue para los machos considerando la estacionalidad.

Con respecto a  $K$  se observa que en el conjunto de datos de los machos sin estacionalidad se presenta el valor más grande, mientras que las hembras sin estacionalidad tienen el valor más pequeño.

La relación existente entre las magnitudes de  $L_{\infty}$  y  $K$  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  $L_{\infty}$  inferior y una  $K$  superior como se muestra en los resultados.

Con respecto a la estacionalidad se observa que  $C$ , parámetro que representa la magnitud de la oscilación en el crecimiento, es mayor para el caso de la población total 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 periodo de menor crecimiento correspondería a los meses de febrero-marzo, mientras que para las hembras esto ocurre en los meses de marzo y abril.

TABLA 1. Valores de los parámetros de crecimiento para la especie *Steyania 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.

CAMARÓN ROCA SEXOS COMBINADOS							
	$L_{\infty}$	$K$	$t_0$	$C$	$WP$	$Rn$	$\Phi'$
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							
	$L_{\infty}$	$K$	$t_0$	$C$	$WP$	$Rn$	$\Phi'$
CON ESTACIONALIDAD	176.6	0.8	-0.23185	0.35	0.3	0.175	4.1
SIN ESTACIONALIDAD	176.1	0.638	-0.29346	0	0	0.155	4.3
CAMARÓN ROCA MACHOS							
	$L_{\infty}$	$K$	$t_0$	$C$	$WP$	$Rn$	$\Phi'$
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

$L_{\infty}$ : Talla asintótica a la que tiende la especie.

$K$ : Tasa instantánea de crecimiento.

$t_0$ : Edad a la que la longitud del organismo es cero.

$C$ : Amplitud en la estacionalidad del crecimiento.

$WP$ : Época del año en que el crecimiento es mayor o bien no existe.

$Rn$ : Índice de ajuste.

$\Phi'$ :  $\Phi'$  de Mauro (Mauro y Pauly, 1983; Sparre *et al.*, 1989)

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 la época del año en que el crecimiento es menor es a finales del mes de diciembre y durante enero, por los que el programa le asigna al  $WP$  un valor de cero, dado que no se tienen registradas frecuencias de talla de longitud para el esté mes. Al respecto, cabe señalar que durante los meses del invierno se presenta la época de mayor incidencia de vortes y la flota camaronera no sale de pesca.

En lo que respecta a la función de ajuste ( $Rn$ ), que está representada por la razón  $ESP/ASP$  que tiende a la unidad cuando el ajuste es óptimo y cuyo mayor valor corresponderá a la combinación más adecuada de los parámetros  $L_{\infty}$  y  $K$  con respecto a la muestra, 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, a 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 esté, 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  $\Phi$  de Munro (Munro y Pauly, 1983; Sparre *et al.*, 1989) se observa que los valores calculados en este trabajo no varían significativamente entre sí. Se ha observado que los valores de  $\Phi$  que se han obtenido para las especies de la misma familia son similares y están normalmente distribuidos.

En las figuras 2, 3 y 4 se presentan las distribuciones de las frecuencias de tallas de los organismos (sexos combinados, hembras y machos) a través del tiempo, así como la curva que mejor describe la progresión de modas en la muestra. Utilizando el programa ELEFAN, se realizó el análisis considerando la variación estacional del recurso. Lo que es importante resaltar es la ausencia de tallas pequeñas en el muestreo, lo cual conlleva a que la distribución de las frecuencias de tallas en la muestra no esté bien representada en todos los grupos de edad. Este hecho se encuentra bien marcado en la muestra que representa a los machos (Figura 4). Lo anterior se atribuye, además del tipo de muestreo realizado, 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 mediante la adición de los parámetros  $C$  y  $WP$ , aporta información con la cual se pueden inferir algunos 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 reflejen en las estimaciones del crecimiento estacional de la especie en el presente estudio. Aunque generalmente se ha considerado a la estacionalidad en el crecimiento como una función de las variaciones de la temperatura, para aguas tropicales esta oscilación puede estar asociada a la época de tormentas tropicales y nortes (Moreau, 1987).

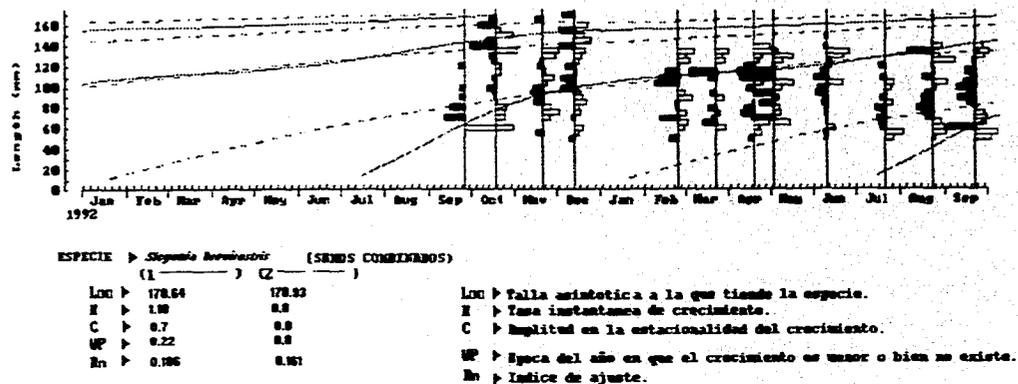


Figura 2, curvas de crecimiento a partir de datos de frecuencia de longitud de *Sicyonia brevirostris* para sexos combinados (1: con estacionalidad, 2: sin estacionalidad).

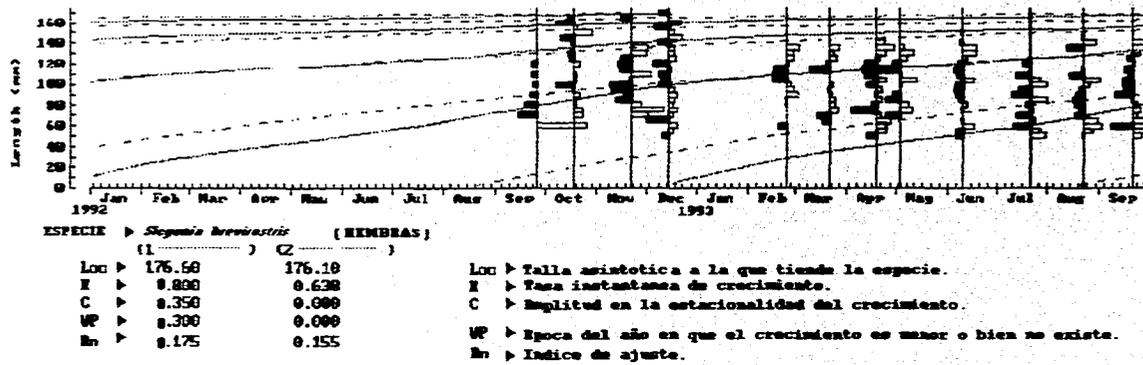


Figura 3. curvas de crecimiento a partir de datos de frecuencia de longitud de *Sicyonia brevirostris* para hembras (1: con estacionalidad, 2: sin estacionalidad).

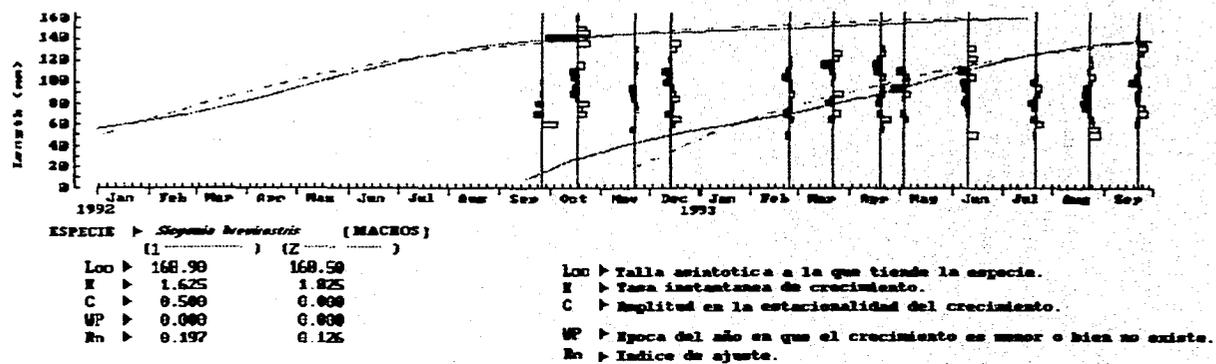


Figura 4, curvas de crecimiento a partir de datos de frecuencia de longitud de *Sicyonia brevirostris* para machos (1: con estacionalidad, 2: sin estacionalidad).

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 reportados para la especie (Tabla 2a) al utilizar otros procedimientos de estimación (Arreguín-Sánchez, 1981a). Esto puede deberse a que los distintos métodos se fundamentan en supuestos diferentes y en algoritmos particulares de evaluación. Es importante resaltar que los métodos utilizados en este estudio, incorporan una fundamentación estadística sólida y calculan un mayor número de iteraciones para la estimación de los parámetros de crecimiento, comparados con los procedimientos de separación de modas en forma gráfica de las distribuciones de frecuencias de tallas (e.g. Cassie, 1954).

Tabla 2a. Valores de los parámetros de crecimiento ( $L_{\infty}$ ,  $K$ , y  $t_0$ ) reportados por Arreguín-Sánchez (1981) para el camarón *Sicyonia brevirostris*.

$L_{\infty}$	$K$	$t_0$
179.4	0.2307	0.3783

Tabla 2b. Valores de la mortalidad total ( $Z$ ), natural ( $M$ ), por pesca ( $F$ ) y tasa de explotación ( $E$ ) de el camarón *Sicyonia brevirostris*, reportados por Arreguín-Sánchez (1981).

$Z$	$M$	$F$	$E$
0.388	0.1426	0.2432	0.2032

Por otra parte, es necesario considerar que las tallas empleadas en este trabajo para la estimación de los parámetros de crecimiento, provienen de la medición de organismos completos, es decir con cabeza. Además, la obtención de las muestras se realizó a bordo de las embarcaciones camaroneras, con lo cual se evitó un probable sesgo en la selección de las tallas. En los trabajos señalados (Arreguín-Sánchez, 1981a), se consideraron tallas de longitud abdominal y los muestreos se realizaron en los sitios de desembarco, específicamente en las empacadoras.

Una forma de validar los parámetros de crecimiento reportados en este estudio, es por medio de las tablas 3 y 4 de talla-edad, en las que se presentan los resultados de los cálculos realizados con estacionalidad y sin estacionalidad respectivamente, para la especie. En dichas tablas se advierte que tanto la población total como los sexos separados y considerando la estacionalidad, alcanzan la talla de mayor valor comercial (>120 mm con cabeza) antes de los dos años de edad. Asimismo, se observa claramente que los machos crecen con mayor rapidez que las hembras y alcanzan la talla comercial en un menor lapso de tiempo.

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 cada par de valores de  $K$  y del  $\log W_{\infty}$  ( $W_{\infty} = 0.008 L_{\infty}^3$ ) existe un área de convergencia que agrupa a las especies emparentadas más directamente. Los valores reportados en 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.

#### **MORTALIDAD.**

Las curvas de los coeficientes de mortalidad total ( $Z$ ) para sexos combinados, hembras y machos (contemplando la estacionalidad y sin ésta), estimados a partir del método de curva de captura (Brey y Pauly, 1986) del sistema FiSAT (Gayanilo *et al.*, 1993), están representados en las figuras 6a, 6b, 7a, 7b, 8a y 8b respectivamente. En las figuras 8a y 8b, que representan las curvas de captura para los machos (con estacionalidad y sin estacionalidad respectivamente), se observa de una forma clara la ausencia de frecuencias de tallas en toda la muestra, lo que influye de manera directa en la sobrestimación del valor del coeficiente de mortalidad total ( $Z$ ).

TABLE 3. Valores talla-edad para sexos combinados, hembras y machos del camarón *Sicyonia brevirostris* sin estacionalidad.

EDAD. t	SEX. COMB. L <sub>t</sub>	HEMBRAS L <sub>t</sub>	MACHOS L <sub>t</sub>
0	40.2297	40.2291	40.0001
1	11.3247	8.90896	23.7724
2	22.1341	17.5591	44.1910
3	32.2463	25.7670	61.7289
4	41.7064	33.5510	76.7925
5	50.5663	40.9319	89.7309
6	58.8355	47.9306	103.813
7	66.5908	54.5670	110.389
8	73.8205	60.8597	118.587
9	80.6050	66.8266	125.639
10	86.9162	72.4846	131.677
11	92.8786	77.8496	136.872
12	98.4283	82.9369	141.334
13	103.620	87.7606	146.167
14	108.477	92.3316	148.459
15	113.020	96.6719	151.296
16	117.271	100.784	153.715
17	121.248	104.684	155.801
18	124.968	108.391	157.592
19	128.448	111.888	159.131
20	131.703	115.253	160.453
21	134.749	119.365	161.588
22	137.599	121.356	162.563
23	140.264	124.189	163.401
24	142.758	126.877	164.120

TABLE 4. Valores talla-edad para sexos combinados, hembras y machos del camarón *Sicyonia brevirostris* con estacionalidad.

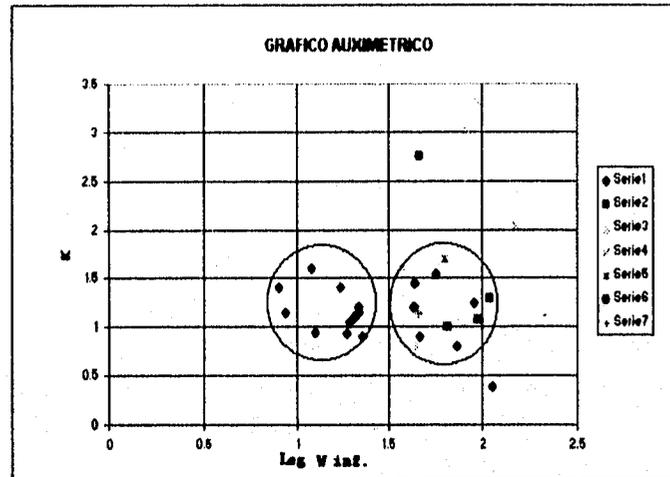
EDAD. t	SEX. COMB. L <sub>t</sub>	HEMBRAS L <sub>t</sub>	MACHOS L <sub>t</sub>
0	0.20093	-0.0338	-0.0001
1	15.1489	10.7540	19.7651
2	29.7934	21.1948	38.2355
3	44.7761	31.5455	55.8655
4	59.1066	41.5101	71.6739
5	71.1969	50.5532	84.4259
6	80.4333	58.4300	94.0121
7	87.8425	65.4478	101.763
8	95.2398	72.2166	109.411
9	103.643	79.1201	117.663
10	112.413	85.9919	125.688
11	119.910	92.2961	132.010
12	125.063	97.6459	135.971
13	128.410	102.183	138.430
14	131.637	106.470	141.038
15	136.152	110.994	144.872
16	141.692	115.738	149.364
17	146.743	120.217	153.023
18	149.889	123.939	154.771
19	151.162	126.873	155.000
20	152.043	129.495	155.242
21	154.124	132.364	156.799
22	157.670	135.618	159.570
23	161.394	138.864	162.169
24	163.662	141.548	163.222

t: Tiempo en meses.  
L<sub>t</sub>: Longitud al tiempo t en mm.

Tabla 5. Parámetros de crecimiento para camarones obtenidos en varias partes del mundo y en diferentes épocas del año por Pauly *et al.* (1984), así como los reportados para la zona de Cintoy Quintana Roo, incluyendo los de este estudio.

Especies (sexo)	L <sub>∞</sub>	K	C	WP	Rn	Fuente de los datos
<i>Hymenopenaeus robustus</i> (H)	24.25	0.39	0.1	0.4	0.531	Anderson y Linder (1971)
<i>Metapenaeopsis durus</i> (M y H)	11.6	0.95	-	-	0.446	Inglis (1980)
<i>Metapenaeus brevicornis</i> (M y H)	13.3	0.93	-	-	0.465	Ramanurthy (1965)
<i>Metapenaeus brevicornis</i> (M y H)	14.25	0.9	-	-	0.49	Ramanurthy (1965)
<i>Metapenaeus affinis</i> (M y H)	17.5	1.2	-	-	0.392	Mohamed (1967)
<i>Metapenaeus kutchensis</i> (M y H)	14	1.15	-	-	0.418	Ramanurthy (1965)
<i>Metapenaeus kutchensis</i> (M y H)	14	1.2	-	-	0.209	Ramanurthy (1965)
<i>Metapenaeus kutchensis</i> (M y H)	13.5	1.05	-	-	0.456	Ramanurthy (1965)
<i>Metapenaeus kutchensis</i> (M y H)	13.75	1.1	-	-	0.328	Ramanurthy (1965)
<i>Parapenaeus longipes</i> (M)	10	1.4	-	-	0.379	Inglis (1980)
<i>Parapenaeus longipes</i> (H)	10.25	1.15	-	-	0.251	Inglis (1980)
<i>Penaeus duorarum</i> (M)	17.6	1.45	0.6	0.93	0.347	Iverson <i>et al.</i> , (1960)
<i>Penaeus duorarum</i> (M)	17.6	1.2	0.54	0.87	0.264	Iverson <i>et al.</i> , (1960)
<i>Penaeus hercules</i> (H)	21	0.8	0.9	0.8	0.457	Rodríguez (1977)
<i>Penaeus hercules</i> (M)	18	0.9	0.85	0.75	0.566	Rodríguez (1977)
<i>Penaeus setiferus</i> (H)	22.5	1.25	0.61	0.11	0.433	Anderson y Linder (1958)
<i>Penaeus setiferus</i> (M)	19.25	1.55	0.675	0.15	0.476	Anderson y Linder (1958)
<i>Trachypenaeus fulvus</i> (H)	13	1.4	-	-	0.401	Inglis (1980)
<i>Trachypenaeus fulvus</i> (M)	11.4	1.6	-	-	0.451	Inglis (1980)
<i>Sicyonia brevirostris</i> (M y H)	19.74	0.23	-	-	-	Arreguin-Sánchez (1981)
<i>Sicyonia brevirostris</i> (M y H)	17.86	1.14	0.7	0.22	0.172	Ruiz-Vázquez (1993)
<i>Sicyonia brevirostris</i> (M y H)	17.86	1.18	0.7	0.22	0.186	Ruiz-Vázquez (1996) *
<i>Sicyonia brevirostris</i> (H)	17.66	0.8	0.35	0.3	0.175	Ruiz-Vázquez (1996) *
<i>Sicyonia brevirostris</i> (M)	16.81	1.62	0.5	0	0.197	Ruiz-Vázquez (1996) *
<i>Panopeus brasiliensis</i> (M y H)	24	1.21	0.85	0.5	0.172	Almazan-Becerra (1996)
<i>Panopeus brasiliensis</i> (H)	22.89	1.08	0.64	0.47	0.159	Almazan-Becerra (1996)
<i>Panopeus brasiliensis</i> (M)	20.2	1.01	0.8	0.4	0.176	Almazan-Becerra (1996)
<i>Panopeus brasiliensis</i> (M y H)	22.8	0.27	-	-	-	Arreguin-Sánchez (1981)
<i>Panopeus brasiliensis</i> (M y H)	20	1.7	-	-	-	Aguilar-Salazar (1993)

H: Hembras  
M: Machos



**Figura 5, gráfico auximétrico: para cada par de valores de  $K$  y de  $W\alpha$ , existe un área de convergencia que agrupa a las especies emparentadas más directamente.**

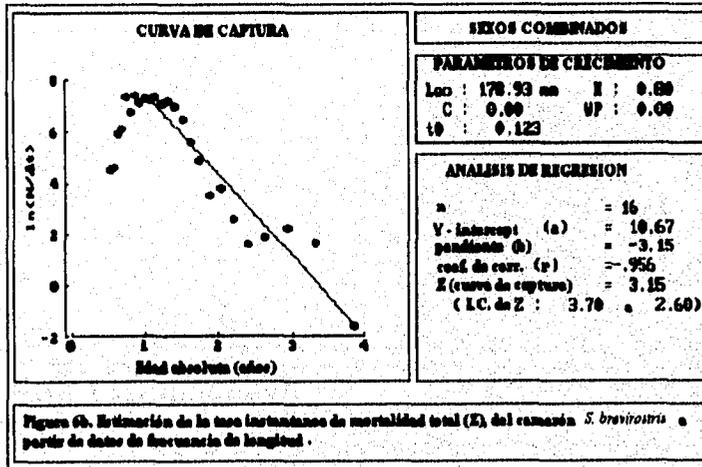
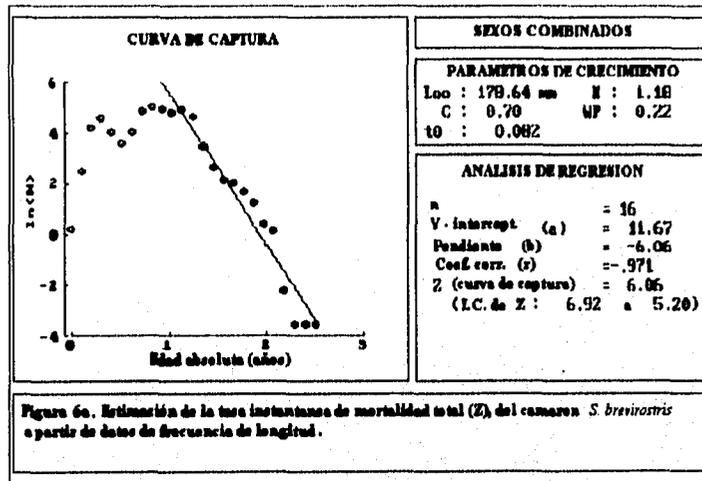
- Serie 1: Valores recopilados por Pauly (1984).
- Serie 2: Valores para *P. brasiliensis* de Almazan-Becerril (1996).
- Serie 3: Valores de este trabajo (Ruiz-Vázquez, 1996).
- Serie 4: Valores para *P. brasiliensis* de Arreguin-Sánchez (1981)
- Serie 5: Valores para *P. brasiliensis* de Francisco-Zalazar (1994)
- Serie 6: Valores para *S. brevirostris* de Arreguin-Sánchez (1981)
- Serie 7: Valores para *S. brevirostris* de Ruiz-Vázquez (1993).

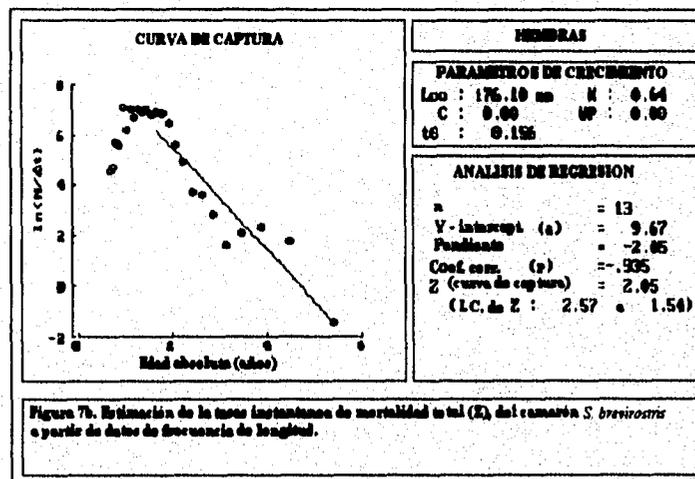
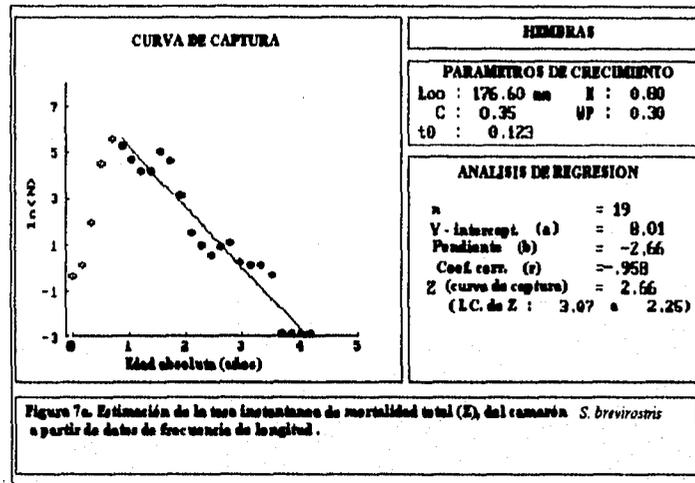
La mezcla de tallas (sexos combinados) hace que el método de curva de captura sobrestime  $Z$  debido a su vulnerabilidad a fuertes variaciones de talla a la misma edad (la mezcla de sexos proporciona un sesgo en sí, dado que las hembras y los machos difieren en longitud a la misma edad). Por otra parte, los organismos del mismo sexo que representan la frecuencia de tallas de longitud, provienen de numerosas cohortes con diferente origen espacio-temporal, y por lo mismo, la variación en la talla a la misma edad es considerablemente alta. Por lo tanto, la desviación involucrada en la estimación de  $Z$  resulta elevada (Tabla 6), lo que es evidente en los valores estimados de  $Z$  para machos (con estacionalidad y sin estacionalidad).

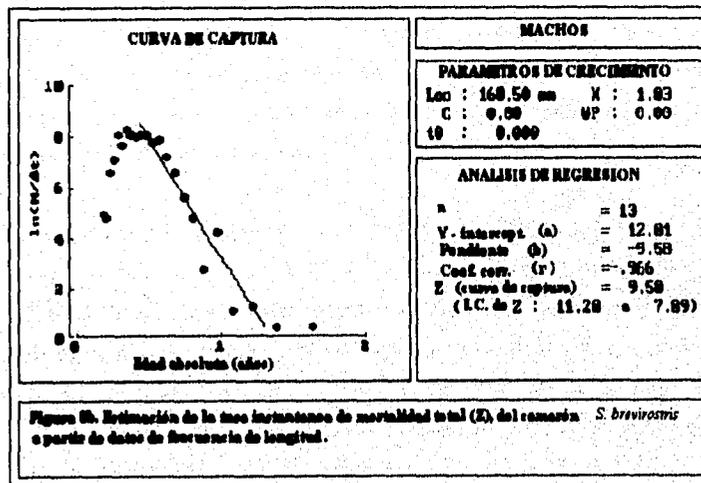
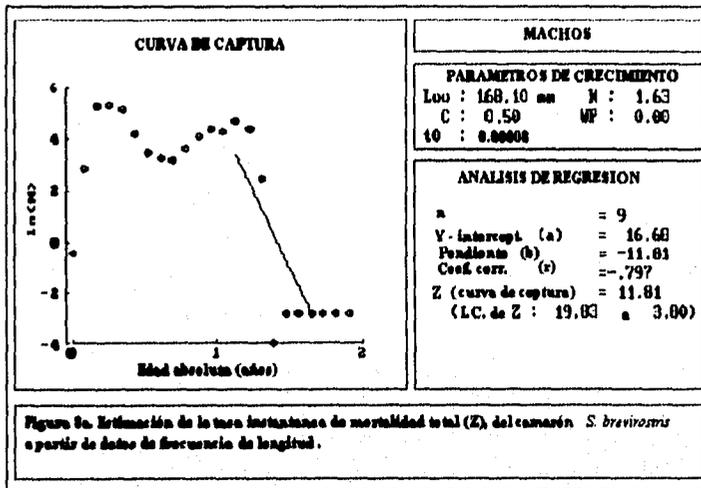
Hampton y Majkosjky (1987) consideran que  $Z$  se sobrestima en un 20% cuando se utiliza el método de curva de captura, con datos provenientes de pesquerías comerciales, donde existe una selección de tallas y el reclutamiento es continuo (como en este estudio).

Los valores obtenidos de las tasas de mortalidad natural ( $M$ ), mortalidad por pesca ( $F$ ) y el coeficiente de mortalidad total ( $Z$ ), así como la tasa de explotación ( $E=F/Z$ ) para sexos combinados, hembras y machos de la población del camarón de roca se muestran en la tabla 6. En los resultados se observa una sobrestimación de  $Z$  para los machos, lo que genera que  $F$  y  $E$  estén también sobrestimados. Esto es un resultado de la ausencia de frecuencias de tallas en toda la muestra.

Por otra parte el contemplar la estacionalidad para determinar la mortalidad total ( $Z$ ), tiende a sobrestimar el valor de  $Z$ , lo cual se ve reflejado en sexos combinados con estacionalidad y de igual forma se sobrestima el valor de  $F$  y  $E$ . En las hembras este efecto también está presente sólo que es menos drástico que en las demás muestras. Los valores de mortalidad natural ( $M$ ) obtenidos a partir de la ecuación propuesta por Pauly (1984), no varían significativamente si se contempla la estacionalidad o no, dentro de cada una de las muestras (sexos combinados, hembras y/o machos).







La mezcla de tallas (sexos combinados) hace que el método de curva de captura sobrestime  $Z$  debido a su vulnerabilidad a fuertes variaciones de talla a la misma edad (la mezcla de sexos proporciona un sesgo en sí, dado que las hembras y los machos difieren en longitud a la misma edad). Por otra parte, los organismos del mismo sexo que representan la frecuencia de tallas de longitud, provienen de numerosas cohortes con diferente origen espacio-temporal, y por lo mismo, la variación en la talla a la misma edad es considerablemente alta. Por lo tanto, la desviación involucrada en la estimación de  $Z$  resulta elevada (Tabla 6), lo que es evidente en los valores estimados de  $Z$  para machos (con estacionalidad y sin estacionalidad).

Hampton y Majkosjky (1987) consideran que  $Z$  se sobrestima en un 20% cuando se utiliza el método de curva de captura, con datos provenientes de pesquerías comerciales, donde existe una selección de tallas y el reclutamiento es continuo (como en este estudio).

Los valores obtenidos de las tasas de mortalidad natural ( $M$ ), mortalidad por pesca ( $F$ ) y el coeficiente de mortalidad total ( $Z$ ), así como la tasa de explotación ( $E=F/Z$ ) para sexos combinados, hembras y machos de la población del camarón de roca se muestran en la tabla 6. En los resultados se observa una sobrestimación de  $Z$  para los machos, lo que genera que  $F$  y  $E$  estén también sobrestimados. Esto es un resultado de la ausencia de frecuencias de tallas en toda la muestra.

Por otra parte el contemplar la estacionalidad para determinar la mortalidad total ( $Z$ ), tiende a sobrestimar el valor de  $Z$ , lo cual se ve reflejado en sexos combinados con estacionalidad y de igual forma se sobrestima el valor de  $F$  y  $E$ . En las hembras este efecto también está presente sólo que es menos drástico que en las demás muestras. Los valores de mortalidad natural ( $M$ ) obtenidos a partir de la ecuación propuesta por Pauly (1984), no varían significativamente si se contempla la estacionalidad o no, dentro de cada una de las muestras (sexos combinados, hembras y/o machos).

El valor de la mortalidad natural ( $M$ ), estimada a partir de la ecuación propuesta por Pauly (1984), se debe tomar con reservas, dado que su forma de cálculo fue diseñada para peces y se le considera como un método empírico. Dado lo anterior, el valor de  $F$  (tasa de mortalidad por pesca) puede ser considerado simplemente como un valor que indica la tendencia de explotación del recurso.

Tabla 6. Valores de las tasas instantáneas de mortalidad y tasas de explotación (con estacionalidad y sin estacionalidad) para el camarón *Sicyopterus brcirostris* en la zona de Cuntuy Q. Roo

SEXOS COMBINADOS				
	Z	M	F	E
CON/ESTACIONALIDAD	6.06	2.07	3.99	0.66
SIN/ESTACIONALIDAD	3.15	1.6	1.55	0.49
HEMBRAS				
	Z	M	F	E
CON/ESTACIONALIDAD	2.66	1.61	1.05	0.39
SIN/ESTACIONALIDAD	2.05	1.39	0.66	0.32
MACHOS				
	Z	M	F	E
CON/ESTACIONALIDAD	11.81	2.6	9.21	0.78
SIN/ESTACIONALIDAD	9.58	2.8	6.78	0.71

Z: Tasa instantánea de mortalidad total.

M: Tasa instantánea de mortalidad natural.

F: Tasa instantánea de mortalidad por pesca.

E: Tasa de explotación.

El valor de la tasa de mortalidad por pesca ( $F$ ), para sexos combinados y hembras (con estacionalidad y sin estacionalidad) debe ser considerado con reservas, considerando que se obtuvo a partir de una sustracción ( $F=Z-M$ ). Si  $F$  depende directamente de la confiabilidad de la estimación de  $Z$ , entonces habría que analizarlo con precaución.

Por otra parte, el valor de la tasa de explotación ( $E=F/Z$ ) para las mismas poblaciones (sexos combinados y hembras), se encuentra con el mismo problema de confiabilidad, ya que su estimación está directamente afectada por el coeficiente de mortalidad total ( $Z$ ) y de la tasa de mortalidad por pesca ( $F$ ).

Los valores obtenidos ( $Z$ ,  $M$ ,  $F$  y  $E$ ) para la población de hembras, son los que en todo caso representarían con mayor exactitud a la pesquería de la especie, dado que en este estudio sólo se está analizando la parte explotada de la población. De la misma manera, la muestra que está mejor representada en frecuencias de tallas de longitud a través del tiempo, corresponde a las hembras. Además que el arte de pesca ejerce una fuerte selectividad por las tallas que son propias de las hembras, de lo que se infiere que ésta es la población que soporta mayormente la pesquería del camarón de roca.

Arreguín-Sánchez (1981a) estimó el coeficiente de mortalidad total ( $Z$ ), la tasa de mortalidad por pesca ( $F$ ) y la mortalidad natural ( $M$ ) para la especie en la zona de Contoy (Tabla 2b), con base en los parámetros de crecimiento calculados con el método de Cassie. Estos difieren de forma significativa de los reportados en este trabajo, lo que es explicable si retomamos lo discutido con respecto a la confiabilidad de los parámetros de crecimiento estimados con el método de Cassie con respecto a los de este estudio.

Los valores de las mortalidades en este trabajo deben ser considerados como una aproximación preliminar a las estimaciones que se realicen en el futuro en la región, tomando en cuenta que los supuestos de una mortalidad constante en todas las clases de longitud, que las fluctuaciones en el reclutamiento son pequeñas y de carácter aleatorio y que la muestra representa a la estructura promedio de la población en el período de tiempo considerado, pueden no cumplirse *sensu stricto*. Este aspecto cobra importancia fundamental en los estudios de dinámica de poblaciones, sobre todo cuando se consideran los parámetros de una región determinada y se aplican a poblaciones de otra zona (Soto *et al.*, 1982).

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CONCLUSIONES.

El crecimiento en longitud del camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*) durante el periodo 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, contribuyen como componentes de error significativos para las estimaciones de los parámetros de crecimiento y mortalidad de *Sicyonia brevirostris*, con base en información derivada de distribuciones de frecuencia de tallas.

Las hembras de esta especie constituyen la población que mayormente soporta 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.

Con base en la tasa de explotación de las hembras y asumiendo que constituyen aquella fracción del recurso a la cual se dirige el esfuerzo pesquero, es posible inferir que en la zona de Contoy el camarón de roca no se encuentra sobreexplotado.

Las curvas talla edad reflejan que *Sicyonia brevirostris* alcanza la talla comercial al año de edad.

Los parámetros del crecimiento ( $L_{\infty}$  y  $K$ ) de *Sicyonia brevirostris* estimados en este estudio son más robustos que los reportados para la especie en la literatura.

Las curvas de crecimiento generadas a partir de los parámetros obtenidos en este estudio, describen el crecimiento de la parte explotada de la población, de forma satisfactoria.

**LITERATURA CITADA.**

- Aguilar-Salazar, F. A., F. Soto-Aguirre, A. Solís-Nava y B. Delgado-Gómez, 1995. El recurso camarón en la zona Norte de Quintana Roo. Inf. Tec. Inst. Nal. Pesca, SEPESCA. 21 p.
- Almazan-Becerril A., F. A. Aguilar-Salazar y F. Arreguín-Sánchez, 1993. 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.
- 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 espinoza (*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, 1 (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.

- Arreguin-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. Nat. 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.
- Cook, H. L. y M. A. Murphy, 1965. Early developmental stages of the rock shrimp, *Sicyonia brevirostris* Stimpson, reared in the Laboratory. *Contr.* 203. Bureau Comm. Fish. Biol. Lab. Galveston, Texas.
- Eldred, B. y R. Hutton, 1966. On the grading and identification of domestic commercial shrimps (Family Penaeidae) with tentative world list of commercial penaeids. *Quar. J. Fla. Acad. Sci.* 23(2):87-118.
- 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 camaroneos y bogabante. *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 penecidos 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.
- Hildebrant, 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.
- Holthuis L. B., 1980. Shrimps and prawns of the world. *FAO Species Catalogue*. Rome. 125(1):38-39, 58-59.
- 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.
- Kennedy, F. S., J. J. Crane, R. A. Schlieder y D. G. Barber, 1977. Studies of the rock shrimp, *Sicyonia brevirostris*, a new fishery resource on Florida's Atlantic shelf. *Fla. Res. Publ. No.* 27.
- 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 Wildl. Serv. Fish. Bull.* 62 (212): 343-402.

- Leonce-Valencia, C. O. y C. Monroy, 1993. Age and growth determination of the red Snapper (*Lutianus campechanus*) in the Campeche Bank. International workshop on tropical groupers and snappers. ICLARM-EPOMEX. México.
- Lindner, M. J. 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.
- Merino, M. y L. Otero, 1991. Atlas ambiental costero, Puerto Morelos-Quintana Roo. Editado por el centro de investigaciones de Quintana Roo, México, 89 p.
- Merino, M. I., 1992. Afloramiento en la plataforma de Yucatán. Tesis doctoral. Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. México, D. F. 255 p.
- 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. *Fishbyte* 1:5-6.
- Pauly, D. y G. Gaschütz, 1979. A simple method for fitting oscillating lenght 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 programs 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.

Pérez-Farfante I., 1980. A new species of Rock Shrimp of the genus *Sicyonia* (*penaeidae*), with a key to the western Atlantic Species. *Proc. Biol. Soc. wash.* 93:771-780.

Porrás-Ruiz, 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.

Ricker, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, (191): 382p.

- Rosenberg, A. A. y J. 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.
- 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.
- Solórzano, A., 1963. Prospección acerca de las tortugas marinas de México. INIBP. México., 6 (54): 1-12.
- Soto, L., 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.
- 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.
- Sparre, P., E. Ursin, S. C. Venema, 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Parte 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 *Tauius tunifrons*. Bull. Tokai Reg. Res. Lab., 14: 1-12.

Yano, J. y S. Kobashi, 1969. Calcification and age determination in crustacea. Part 1. Possibility of age determination in crabs on the basis of number of lamallae in cuticles. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 35 (1): 34-40.

Williams, B., 1984. Shrimps, Lobsters and Crabs of the Atlantic Coast of Eastern United States Maine to Florida. Smithsonian Institution Press Washington, D.C., 9 p.