

12  
2-9



# ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ZARAGOZA U. N. A. M.

"ESTUDIO DE ALGUNOS PARAMETROS  
POBLACIONALES DEL CARACOL Strombus gigas  
(Linneus, 1775) EN PUNTA GAVILAN Q. ROO.  
MEXICO"

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :  
CARLOS DIAZ AVALOS

MEXICO, D. F.

1986





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 está 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.

## I N D I C E

I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	4
II.1. Distribución y hábitos	4
II.2. Ciclo de vida	4
II.3. Estado actual del recurso en México	5
III. OBJETIVOS	8
IV. AREA DE ESTUDIO	9
V. METODOLOGIA	11
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	18
VII. CONCLUSIONES	38
VIII. RECOMENDACIONES	39
LITERATURA CITADA	40

## AGRADECIMIENTOS.

Deseo hacer patente mi sincero agradecimiento al Biól. Roberto Iglesias Prieto por la paciente y atinada - dirección de este trabajo, al M. en C. Eric Baqueiro Cárdenas por el apoyo recibido en las primeras fases y al Gobierno del Estado de Quintana Roo por el financiamiento aportado.

## I. INTRODUCCION

La pesca de caracoles marinos es una actividad económica importante en el área del Mar Caribe, pues la carne de estos moluscos es apreciada por su sabor y las conchas son utilizadas en la fabricación de artículos diversos (Brownell, 1977). La importancia económica de este recurso ha aumentado en algunos países en forma directa a la demanda, creciendo esta última en la década de los '70 por el desarrollo de un fuerte mercado de carne congelada de caracol en los Estados Unidos. Sin embargo, el estado actual de las pesquerías indica que los bancos actuales no serán capaces de atender la demanda futura, y este problema se agrava día con día al disminuir la cantidad de bancos aprovechables a nivel comercial (Brownell & Stevely, 1981).

En el Estado de Quintana Roo la especie más importante es el caracol rosado Strombus gigas (Linneus) debido a que representa casi la totalidad del volumen de captura de caracol aunque su pesquería es poco importante en términos económicos, ya que ocupa aproximadamente el 4º lugar en lo referente a valor de la producción, y aporta unicamente alrededor del 2.20% del ingreso pesquero estatal<sup>1/</sup>. A pesar de su reducido papel económico, su importancia radica en la función que desempeña como captadora de mano de obra pues mientras la pesquería de langosta se encuentra en veda, un gran porcentaje de pescadores del Estado se dedica a la pesca de caracol.

El volumen de captura de esta especie aumentó constantemente de 1970 a 1975, año a partir del cual se registró una disminución considerable de este rubro, debido presumiblemente a la sobreexplotación de la especie, hecho que no solo ha sido observado en México sino en la mayoría de los países donde se explota este molusco (De la Torre, 1984), por lo que a nivel regional se están haciendo varios intentos para sostener y manejar esta pesquería, sugiriendose como alternati

1/ Anuario estadístico pesquero, varios años. Secretaría de Pesca, México.

vas principales el cultivo de juveniles para repoblar las áreas sobreexplotadas, así como el desarrollo de programas de biología pesquera con la finalidad de facilitar la toma de decisiones al administrar este recurso.

En 1982 se inició en Puerto Morelos Q.Roo un programa de cultivo masivo de esta especie, con el propósito de producir "semilla" de caracol para sembrarla en las zonas sobreexplotadas y de este modo ayudar a la recuperación de la pesquería. Sin embargo, el éxito de un programa de siembras depende en gran parte del conocimiento de la época y tallas adecuadas, así como de la definición de otros factores tales como la densidad de siembra y la manera en que éstas se van a realizar, esto es, por agregados o en forma dispersa. Para auxiliar en la toma de estas decisiones se planteó la necesidad de contar con un estudio de dinámica poblacional en un banco natural de juveniles de esta especie, pues con la información que se obtenga de él es posible evaluar los cambios temporales que sufren parámetros como la densidad poblacional, reclutamiento, mortalidad y patrón de distribución, y en base a estos cambios es posible delimitar en forma aproximada las condiciones bajo las cuales se deberán hacer las siembras de la "semilla" producida en el cultivo masivo.

Cuando se realiza un estudio de dinámica poblacional el primer problema que se enfrenta es precisamente señalar cuales son los límites de la población bajo estudio, y para fines prácticos estos son marcados arbitrariamente por el investigador (Krebs, 1978). En el caso de los caracoles de esta especie y de los recursos pesqueros de gran distribución, resulta sumamente difícil señalar los límites de las poblaciones debido a lo amplio de su área de dispersión (Pitcher & Hart, 1982). Por esta razón, los datos que aquí se presentan no deben considerarse como los parámetros de la población, sino más bien son los parámetros de un banco ,

el cual es una muestra de una población cuyos límites son sumamente difíciles de fijar.

## II. ANTECEDENTES.

### II.1. DISTRIBUCION Y HABITOS.

Strombus gigas L. es una especie de la familia Strombidae y se distribuye en las zonas costeras del Mar Caribe desde Florida hasta Venezuela, a profundidades entre 0 y 40 m (Brownell y Stevely, 1981). Son encontrados comunmente en pastizales marinos y arenales, así como en zonas coralíferas cuando estas son relativamente planas (Randall, 1964); los juveniles habitan principalmente en las partes someras (Alcolado, 1976) y los de tallas inferiores a 50 mm pasan el día enterrados en el sedimento y salen a alimentarse en la noche (Hesse, 1979). El principal alimento de la especie lo constituyen las algas epifitas que crecen sobre los pastos marinos, entre ellas algunas especies de los géneros Chladorphora y Polisiphonia, así como Hypnea cervicornis (Robertson, 1961) y aunque se han encontrado algunos invertebrados en análisis del contenido estomacal, se cree que son ingeridos en forma accidental (Randall, 1964).

### II. 2. CICLO DE VIDA.

En S. gigas los sexos están separados y la fecundación es interna. Las hembras depositan masas de huevos que tienen la apariencia de madejas de estambre, y están formadas por un tubo mucilaginoso dentro del cual se encuentra un filamento formado por los huevecillos. Debido a su naturaleza pegajosa, considerables cantidades de arena se adhieren al tubo, lo cual ayuda a hacer menos conspicua la masa de huevecillos, y el número de estos por puesta oscila alrededor de 400 mil (Randall, 1964).

El proceso de incubación dura aproximadamente 120 horas, las larvas que eclosionan adoptan un tipo de vida pelágico y su alimento lo constituye el fitopláncton (D'Assaro, 1965). Después de algunas semanas de vida larval estas



se sedimentan en lugares con poca corriente para realizar la metamorfosis, alcanzando en este momento una talla de aproximadamente un milímetro. Estas zonas se caracterizan por estar resguardadas del oleaje, su profundidad no excede los tres metros y presentan el fondo cubierto por pastos marinos, principalmente de Thalassia testudinum y Syringodium filiforme (Alcolado, 1976). Las larvas recién metamorfoseadas cambian sus hábitos planctófagos y comienzan a alimentarse de algas epifitas; su crecimiento es en promedio de 7 cm al año (Alcolado, 1976; Berg, 1976) y culmina 3 ó 4 años después de la metamorfosis, cuando el labio de la concha ha sido formado totalmente, y es en este momento donde se tiene el mayor rendimiento de carne comercializable por animal (Brownell & Stevely, 1981).

### II. 3. ESTADO ACTUAL DEL RECURSO EN MEXICO.

La distribución de S. gigas en la República Mexicana abarca casi toda la costa de la Península de Yucatán. En el Estado de Quintana Roo, la pesca de estos caracoles a nivel comercial se inició prácticamente en la década de los '50, aunque los habitantes de la región ya los explotaban desde antes para diversos fines (De la Torre, 1984). La pesca de estos moluscos presenta algunas variaciones regionales y para facilitar la descripción la costa del estado se ha dividido arbitrariamente en tres zonas: Norte, Centro y Sur.

La zona Norte comprende desde Holbox hasta Puerto Morelos (Fig. 0) y en ella las principales áreas de captura se localizan al Sur y Sureste de Isla Mujeres y al Sureste de Puerto Morelos. La pesca se realiza a mano utilizando equipo de buceo autónomo (SCUBA), pues la constante explotación a que han sido sometidos los bancos provocó su escasez en las partes someras donde antes se les encontraba, por lo que en la actualidad los pescadores deben alcanzar profun-

didades superiores a los 70 piés para poder llegar hasta los bancos. Jordán et.al. (1978) mencionan que en 1972 estos caracoles eran muy abundantes en las praderas de T. testudinum vecinas a la laguna de Nichupté, al norte del Estado, pero en la actualidad cualquier pescador sabe que ya no es rentable dedicarse a la pesca de caracol en el área.

En la zona Centro, comprendida entre Puerto Morelos y la Bahía del Espíritu Santo, los sitios de mayor abundancia en el pasado fueron las costas al Oeste de la isla de Cozumel, donde los lugareños afirman que los caracoles se encontraban "como piedras en la playa". Hoy día el animal es encontrado a profundidades cercanas a los 100 piés, por lo que el uso de tanques de buceo se ha convertido en un hecho cotidiano.

Finalmente, en la zona Sur, que abarca desde Punta Herrero hasta el límite internacional con Belice, los pescadores capturan la mayor parte en el Banco Chinchorro, que es un cayo arrecifal con profundidad no mayor de 50 piés, por lo que quizá es el unico lugar del Estado donde la pesca se puede realizar mediante buceo libre y debido a la abundancia del recurso en este lugar, es de esta zona donde se extrae más del 90% de la captura de esta especie en el Estado.

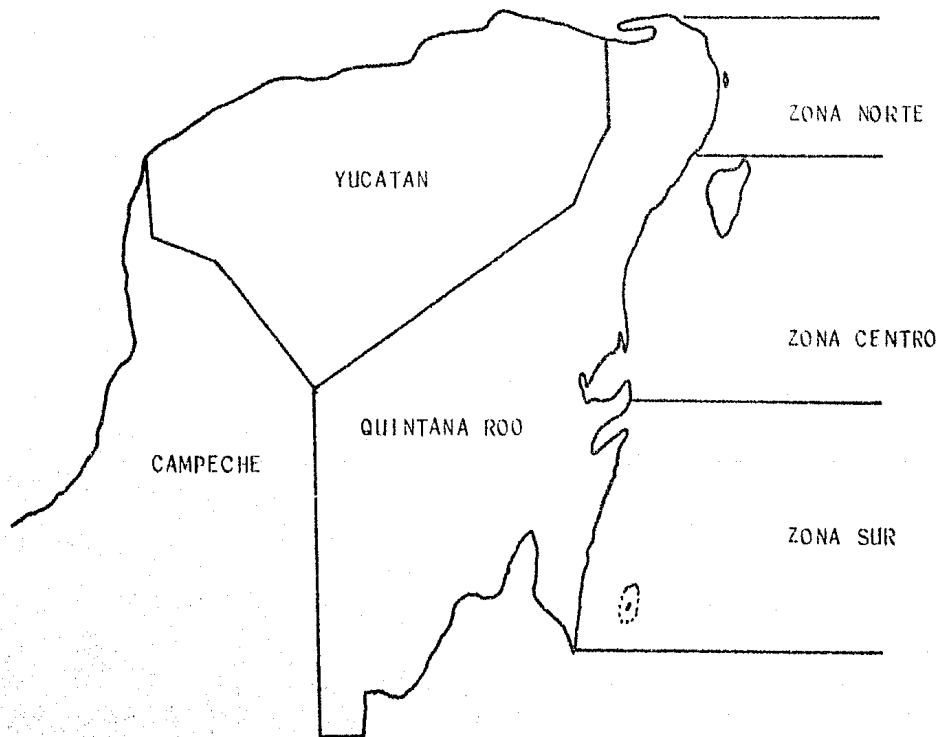


Figura 0. Zonas de pesca de *Strombus gigas* en el Estado de Q. Roo según De la Torre (1984).

### III. OBJETIVO.

#### III.1. OBJETIVO GENERAL.

Estudiar la dinámica poblacional de un banco de juveniles de Strombus gigas L. como primera aproximación hacia la delimitación de las condiciones bajo las cuales se deberán hacer las siembras de la "semilla" de ésta especie que se produce en el Centro Regional de Investigación Pesquera de Puerto Morelos, Quintana Roo.

#### III.2. METAS ESPECIFICAS.

- 1.- Conocer las variaciones mensuales de la densidad poblacional.
- 2.- Conocer el patrón de distribución de los juveniles y sus variaciones mensuales.
- 3.- Conocer las variaciones mensuales de la distribución de tallas.
- 4.- Conocer el índice de crecimiento de los caracoles estudiados.
- 5.- Conocer los porcentajes mensuales de pérdidas (mortalidad + emigración) y de dilución (natalidad + inmigración).
- 6.- Con toda esta información sugerir una posible época de siembra para la "semilla" producida en sistemas de cultivo
- 7.- Estimar de manera aproximada el efecto que dichas siembras tendrán en la pesquería.

#### IV. AREA DE ESTUDIO.

Se localiza 10 Km al norte del poblado de Xcalac, entre los 18°15' y 18°30' de latitud Norte y los 87°45' y 88°00' de longitud Oeste, en el punto 16QDR1528 según la carta topográfica F16-11 editada en 1981 por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. El clima de la región de acuerdo con García (1964) es Aw1(x"), lo cual denota un clima cálido subhúmedo con lluvias en Verano, precipitación pluvial hasta de 1300 mm anuales y variación media anual de la temperatura menor a 5°C (Figura 1).

Es una laguna arrecifal con profundidad no mayor a los tres metros, cuyo fondo se encuentra cubierto básicamente por la fanerógama Thalassia testudinum, aunque también es posible observar algunas partes sin vegetación macroscópica conocidas localmente como "blanquizales". En el borde del agua es posible encontrar parches de Syringodium filiforme y de Halodule sp. que sustituyen parcialmente a T. testudinum (Jordán, 1979). La pendiente del fondo es casi nula, por lo que en los primeros 30 m de la playa hacia el mar la profundidad no excede los 40 cm, aunque dispersas de manera irregular se encuentran algunas concavidades desprovistas de vegetación, con profundidad hasta de 50 cm con respecto al fondo. Las variaciones anuales de la temperatura del agua al medio día son de 26 a 31°C y las de salinidad de 31 a 37‰. (Donaldo Martínez, comunicación personal) y de acuerdo al calendario de mareas del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional el nivel medio del mar no varía más de 30 cm. A 300 metros de la playa se encuentra una barrera arrecifal que impide que el oleaje en la zona sea considerable, por lo que el agua es poco turbia la mayor parte del año.

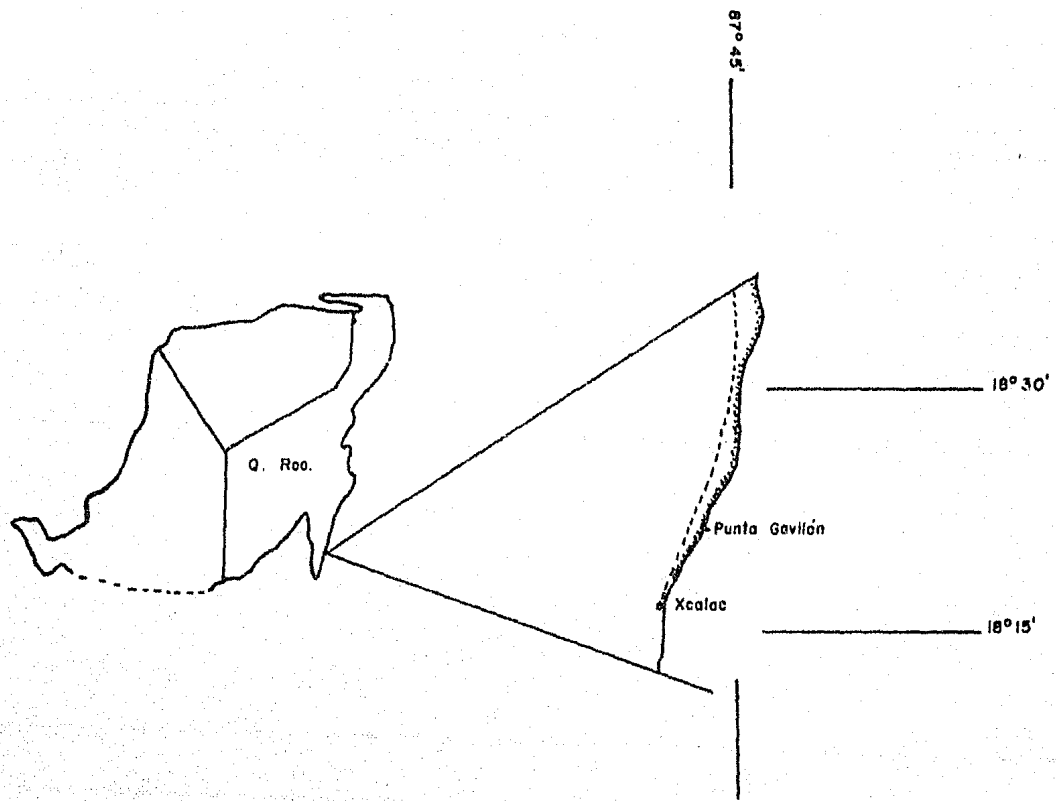


FIGURA 1. Localización de la zona de trabajo.

## V. METODOLOGIA.

Como primer paso se hizo un recorrido exploratorio con la finalidad de localizar y delimitar los bancos de caracoles. En la región solo se encontraron dos de estos y se seleccionó el más cercano a Punta Gavilán por ser el que presentaba más facilidades para su estudio. Dicho banco se distribuye aproximadamente 160 m a lo largo de la playa y 20 m hacia mar adentro. Hecho lo anterior se procedió a iniciar el programa de muestreo, el cual comenzó en marzo de 1983 y culminó en marzo de 1984. Los métodos que se describen a continuación fueron aplicados en cada una de las 10 visitas que se hicieron a la zona de trabajo.

1.- Densidad de población. Para cuantificarla se hicieron tres transectos perpendiculares a la playa, de 50m de largo y 5 m de ancho, divididos en 10 cuadrantes de 5x5m cada uno, con una separación de 50 m entre cada transecto. Los cuadrantes se hicieron con hilo de nylon de 1/2 cm de grueso y se fijaron al fondo con estacas de fierro de 25cm de largo. En cada cuadrante se anotó el número de caracoles encontrado y se pasó al siguiente transecto. El total de ejemplares de los tres transectos se dividió entre el área total muestreada para así obtener la densidad promedio en ese mes.

2.- Patrón de distribución. Con la misma técnica descrita en el punto anterior se calculó el número promedio de caracoles por cuadrante ( $\bar{x}$ ) y su varianza ( $S^2$ ). Con estos datos, el patrón de distribución de los organismos se obtuvo - dividiendo la media entre la varianza, tomando el siguiente criterio (Elliot, 1977):

- Si  $\bar{x}/S^2$  es menor a 1.0 la distribución es agregada
- Si  $\bar{x}/S^2$  es igual a 1.0 la distribución es aleatoria
- Si  $\bar{x}/S^2$  es mayor a 1.0 la distribución es uniforme

Las hipótesis anteriores se comparan con lo esperado de acuerdo a la distribución de Poisson (Emmel, 1976; Elliot, 1977; Elseth, 1981; Vandermeer, 1981), obteniéndose un valor de Ji-cuadrado que se contrasta con el de las tablas de este estadígrafo con  $n-1$  grados de libertad, siendo  $n$  el número de datos, en este caso cuadrantes. Las tablas que se utilizaron fueron las publicadas en la obra de Remington (1974).

3.- Distribución de tallas. Mediante buceo libre y en un lapso de dos horas, se colectó una muestra del mayor tamaño posible, y todos los ejemplares contenidos en ella fueron marcados y medidos en longitud. Para marcarlos se utilizaron etiquetas de plástico hechas con cinta DYMO, atadas a las espiras de la concha de los caracoles con hilo alquitranado, pues esta técnica además de barata no daña la concha de los animales (Donaldo Martínez, comunicación personal); cada etiqueta llevaba una clave del mes en que se colocó y un número de control de tres dígitos. La longitud que se midió fué del ápice de la concha al canal sifonal (Alcolado, 1976), para lo cual se utilizó un vernier de fabricación doméstica con graduaciones de 0.5 cm. Con los datos de longitud de los animales de la muestra se elaboró mensualmente un histograma de distribución de tallas, pues con los cambios observados en estos durante el ciclo anual es posible delimitar las épocas de reclutamiento. Para separar los grupos modales se utilizó la técnica del papel probabilístico (Cassie, 1954).

4.- Curva de crecimiento. Con los datos de las mediciones mensuales en los caracoles marcados se ajustó una curva de crecimiento total al modelo de Von Bertalanffy siguiendo el método descrito por Ford-Walford en 1946 (Erhart, 1981), el cual consistió en obtener los parámetros  $L_{\infty}$  y  $k$  de la ecuación mediante una regresión lineal de la longitud al tiempo  $t$  ( $l_t$ ) contra la longitud al tiempo  $t+1$  ( $l_{t+1}$ ).



La intercepción de la recta ajustada con la bisectriz marca el valor de la longitud asintótica, pues en este punto  $l_t = l_{t+1}$  y la constante de crecimiento  $k$  esta relacionada con el coeficiente de regresión de la recta ajustada mediante la igualdad

$$b = e^{-k}$$

de donde fácilmente se despejó el valor de  $k$ . Para ajustar la recta se utilizaron los datos de aquellos caracoles que fueron recuperados al mes siguiente de su última captura; sin embargo, como se encontró que de un mes para otro muchos ejemplares sufrían daño en la concha, para la obtención de la curva de crecimiento solo se consideraron los datos de aquellos caracoles que no presentaron este problema, mismos que totalizaron 125 organismos.

Con los valores de  $k$  y  $L_{\infty}$ , la obtención del parámetro  $t_0$  de la ecuación de Von Bertalanffy se hizo despejándolo de la ecuación. Una vez hecho esto se calculó un valor del parámetro en cuestión sustituyendo una pareja de valores de  $t$  y  $l_t$  observados, proceso que se repitió con 30 valores tomados al azar de entre los 125 totales con la ayuda de una tabla de números aleatorios. Los 30 valores de  $t_0$  fueron promediados y se tomó esta cantidad como  $t_0$  (Erhart, 1981).

5.- Tasa de pérdidas (mortalidad + emigración) y dilución (natalidad + inmigración). Para la estimación de estos parámetros se utilizó la técnica de marcado-recaptura y se utilizó el modelo estocástico de Jolly (1965). La técnica para aplicarlo consiste en lo siguiente: En el primer muestreo se marcó a todos los animales de la muestra de acuerdo al punto 3. En la siguiente ocasión se tomó nota del tamaño de la muestra y del número de ejemplares con marca, colocando a los no marcados la etiqueta correspondiente al mes de su captura. Este proceso se continuó en los muestreos restantes y se elaboró una tabla como la siguiente (Ricker, 1975):

*****													
MUESTREO	ANIMALES MARCADOS	TAMAÑO DE MUESTRA	RECAPTURAS DE ANIMALES MARCADOS EN EL MUESTREO #									TOTAL	VALOR DE
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		$k_i$
*****													
1	$M_1$	$C_1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	$M_2$	$C_2$	$R_{12}$	-	-	-	-	-	-	-	-	$m_2$	$k_2 = R_{13} + R_{14} + R_{15} + \dots + R_{19}$
3	$M_3$	$C_3$	$R_{13}$	$R_{23}$	-	-	-	-	-	-	-	$m_3$	$k_3 = R_{14} + \dots + R_{19} + R_{24} + \dots + R_{29}$
4	$M_4$	$C_4$	$R_{14}$	$R_{24}$	$R_{34}$	-	-	-	-	-	-	$m_4$	$k_4 = R_{15} + \dots + R_{19} + R_{25} + \dots + R_{29} + R_{35} + \dots + R_{39}$
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.....
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.....
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.....
*****													
TOTAL			$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$R_7$	$R_8$	$R_9$		

A partir de la tabla, los parámetros de la población se calculan como sigue:

$$\beta_i = (M_i k_i / R_i) + m_i \quad ; \quad i = \# \text{ de animales con marca al tomar la muestra } i$$

$$N_i = \beta_i k_i / m_i \quad ; \quad N_i = \text{tamaño de la población}$$

$$S_i = \beta_{i+1} / (\beta_i - m_i + M_i) \quad ; \quad S_i = \text{tasa de sobrevivencia entre el período } i \text{ y el } i+1$$

$$B_i = N_{i+1} - S_i (N_i - C_i + M_i) \quad ; \quad B_i = \text{número de animales reclutados entre el muestreo } i \text{ y el } i+1 \text{ que sobrevivieron.}$$

Las varianzas de estos parámetros se calcularon a partir de las fórmulas que da Ricker (1975) y que son:

$$M_i = \text{sin error} \quad V(k_i) = k_i \quad V(m_i) = m_i$$

$$C_i = \text{sin error} \quad V(R_i) = R_i$$

$$V(\beta_i) = (M_i k_i / R_i)^2 * (k_i / k_i^2 + R_i / R_i^2) + m_i$$

$$V(N_i) = (N_i)^2 * (k_i / k_i^2 + m_i / m_i^2)$$

$$V(S_i) = (S_i a_i)^2 * (V(S_i) / S_i^2 + V(N_i) / a_i^2) \quad ; \quad a_i = N_i - C_i + M_i$$

$$V(S_i) = S_i^2 (V(\beta_{i+1}) / (M_{i+1} - 2)^2 + V(\beta_i) / (M_{i+1})^2)$$

6.- Curva de sobrevivencia edad-específica. Para obtener la ecuación de esta curva se definió arbitrariamente como una cohorte a aquellos caracoles marcados en marzo de 1983 con talla entre 110 y 119 mm, por ser la talla inferior mejor representada en ese muestreo. Durante los meses siguientes se registró cuales de ellos eran recapturados en cada visita a la zona de trabajo, lo cual da una aproximación al número de sobrevivientes para ese mes ( $N_t$ ), y este procedimiento se repitió durante el resto del año. Al final se hizo una corrección para anotar a aquellos caracoles que aunque no aparecían en ese muestreo sí eran recapturados en algun muestreo posterior, por lo que evidentemente habían estado vivos durante las visitas anteriores. Con estos datos se hizo una regresión del logaritmo natural de  $N_t$  contra el tiempo por el método de mínimos cuadrados (Sokal y Rohlf, 1979) con el objeto de calcular la recta que mejor represente a estos valores y cuya pendiente representa la tasa instantánea de mortalidad (Krebs, 1978).

7.- Rendimiento potencial de la pesquería. Este se obtuvo mediante un ajuste al modelo de Schaeffer (1954) utilizando los datos de la captura de 1972 a 1983, mismos que fueron proporcionados por la Delegación Federal de Pesca en el Estado. La unidad de esfuerzo pesquero se tomó como día de pesca por lancha, pero debido a que se careció de datos sobre el tamaño de la flota durante estos años, se consideró un número inicial de 30 embarcaciones y se hicieron tres suposiciones sobre el modo en que pudo aumentar el tamaño de la flota: lineal, exponencial y logarítmicamente, sin pasar de un número de 150 embarcaciones que era lo reportado para 1983. El número de días de pesca/lancha en cada año se obtuvo multiplicando el número de embarcaciones por 120 días, que es en promedio el tiempo que se dedica anualmente a la pesca de esta especie, exceptuando los tres últimos años, en los que se aplicó una veda y el número de días de

pesca se vió reducido en un 25%.

Con estos datos se hizo una regresión lineal de captura por unidad de esfuerzo contra esfuerzo para obtener los coeficientes de la parábola de Schaeffer (1954) y con ella estimar el rendimiento potencial de la pesquería.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

En la figura 2 se muestran en forma gráfica las variaciones mensuales de la densidad poblacional media observada en los transectos, expresada como el número de caracoles por cada 100 m<sup>2</sup> de superficie. Como se puede apreciar, la densidad aumentó constantemente entre marzo y julio, mes en que alcanzó el valor anual máximo con 20.0 para de ahí pasar en el mes de agosto a tomar el valor mínimo anual de 0.1. Existe un aumento en el Otoño hasta un valor de 4.0 que se alcanzó en noviembre y vuelve a disminuir a 0.4 en enero, aumentando nuevamente en los últimos dos meses.

Los valores de la densidad poblacional están influidos positivamente por la natalidad (reclutamiento) y la inmigración; y en forma negativa por la mortalidad y la emigración (Krebs, 1978). De acuerdo a lo que se observó en la zona, los aumentos registrados entre marzo y julio, y de enero a marzo fueron causados en su mayor parte por el reclutamiento de ejemplares de tallas inferiores al banco, pues como se puede apreciar en los histogramas de la figura 5, fué durante estos meses cuando aparecieron nuevas tallas. A su vez, el aumento ocurrido entre agosto y noviembre puede ser atribuido a la inmigración de caracoles de las zonas aledañas hacia el banco estudiado, pues en este período no hubo un reclutamiento tan marcado, además que en este lapso se encontró un número considerable de caracoles marcados y no marcados, todos ellos con talla superior a los 120 mm.

Por su parte, la baja densidad observada en agosto es muy posible que se haya debido a una gran mortandad, pues en este mes se encontró una gran cantidad de caracoles muertos dentro del área de muestreo, algunos con marca y otros sin ella por lo que es poco probable que haya sido causada por el proceso de marcado de los organismos; las posibles causas

DENSIDAD  
(Animales / 100 m<sup>2</sup>)

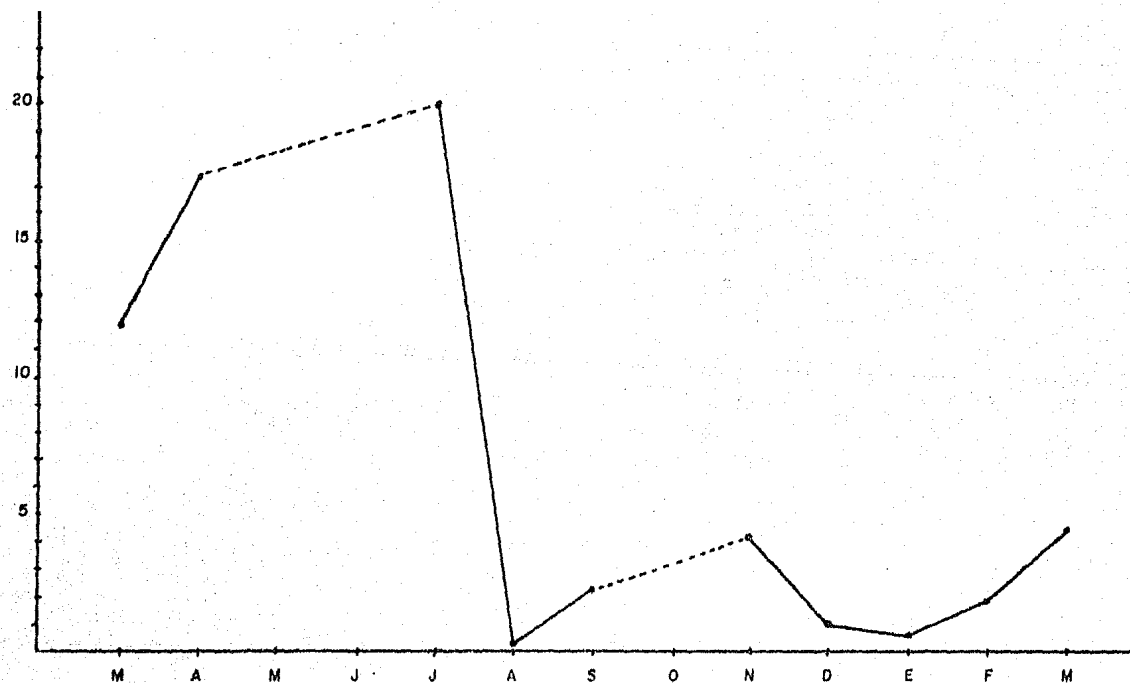


FIGURA 2. Variaciones mensuales de la densidad poblacional en el banco de juveniles de *Strombus gigas* estudiado en Punta Gavilán Quintana Roo, expresada como número de caracoles por 100 m<sup>2</sup> de superficie.

de esta mortandad se discutirán más adelante. Por otro lado, debido a que durante el invierno se encontraron muchos caracoles marcados fuera de la zona de muestreo, todos con tallas superior a los 165 mm, se puede afirmar que la disminución de la densidad en este período fué provocada en gran parte por la emigración de los caracoles hacia las partes más profundas.

El patrón de distribución que se observó fué agregado en algunos casos y al azar en otros (Tabla 1), y en la figura 3 se presentan las variaciones mensuales del cociente  $\bar{X}/S'$  comparadas con las variaciones de la densidad. En ella se puede apreciar que ambas cantidades se encuentran inversamente relacionadas, dando por resultado que el patrón al azar se presentara solo en los meses de baja densidad.

Los organismos de S. gigas tienen tendencia a vivir agrupados y este comportamiento puede ser atribuido a varias causas, siendo una de ellas la desigual distribución de los recursos alimenticios en el hábitat (Alcolado, 1976). Esta situación también parece presentarse en la zona estudiada, pues aunque las praderas de T. testudinum se distribuyen a lo largo de casi todo el litoral del Estado, solo en algunas partes es posible encontrar a los individuos de S. gigas formando bancos, lo cual puede deberse a que la distribución de las algas epifitas de las que se alimentan esté restringida a sitios específicos, que a su vez son los que favorecen la formación de los bancos de caracoles. Los meses en que se encontró el patrón de distribución al azar fué debido más a la baja densidad que a la presencia de un hábitat uniforme, ya que en estos meses se encontraron muchos cuadrantes con 0, 1 ó 2 individuos y pocos ó ninguno con más ejemplares, lo cual da como resultado que el valor de la varianza disminuya y por lo tanto el valor de la relación  $\bar{X}/S'$  aumente, haciendo que estadísticamente resulte un patrón de distribución al azar, a pesar de que las características del hábitat



MES	X/S'	PATRON
MARZO	0.293	agregado
ABRIL	0.246	agregado
JULIO	0.108	agregado
AGOSTO	1.025	al azar
SEPTIEMBRE	0.578	al azar
NOVIEMBRE	0.555	agregado
DICIEMBRE	0.747	al azar
ENERO	0.809	al azar
FEBRERO	0.556	al azar
MARZO	0.242	agregado

TABLA 1. Valores de la relación media/varianza observada en el muestreo por transectos del banco de juveniles de Strombus gigas en Punta Gavilán Quintana Roo.

Densidad (an/100m<sup>2</sup>)

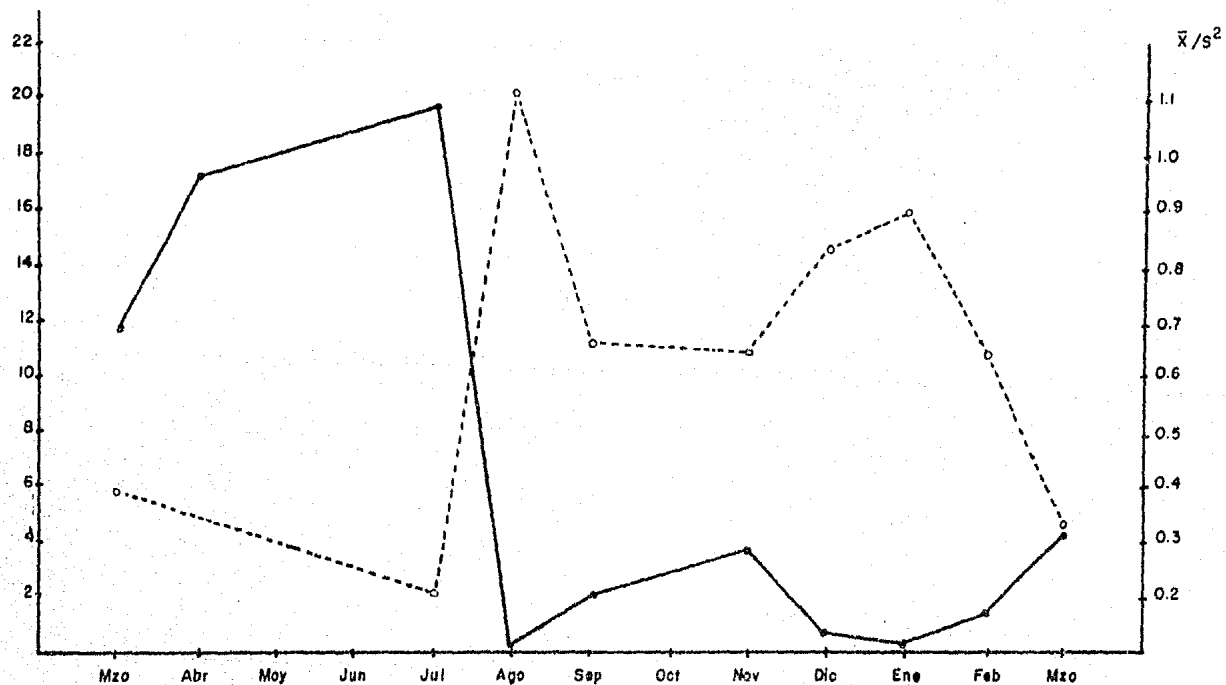


FIGURA 3. Comparación de las variaciones mensuales del cociente  $\bar{x}/s^2$  con la densidad en el banco de juveniles *S. gigas* estudiado en Punta Gavilán Quintana Roo. (————, densidad; - - - - - ,  $\bar{x}/s^2$ )

sean las mismas que cuando se presentó el patrón agregado.

Alcolado (1976) describe que el patrón de distribución de estos caracoles es agregado y Berg (1981) sugiere que dicho patrón se presenta a lo largo de todo el ciclo de vida de la especie, lo cual sin duda le resulta ventajoso, pues siendo de movimientos lentos y teniendo una concha muy pesada que acarrear en el estado adulto, resultaría un gasto de energía muy grande el tener que desplazarse largas distancias para encontrar una hembra con quién intercambiar material genético, y en el caso de los juveniles la distribución contagiosa disminuye la probabilidad individual de ser atacados por un depredador.

La curva de crecimiento ajustada para S. gigas en la localidad fué

$$l_t = 227[1 - e^{-0.0824(t-t_0)}]; t_0 = -10.5508$$

en la cual  $t$  está expresado en meses y  $l_t$  en milímetros. Dado que un valor de  $t_0$  tan a la izquierda del origen es de dudoso significado biológico y es el resultado de la falta de información sobre el crecimiento de animales con talla inferior a 90 mm, se procedió a hacer un ajuste de este valor tomando en cuenta que de acuerdo a lo observado en el Centro Regional de Investigación Pesquera de Puerto Morelos Q.Roo, la talla de los caracoles recién metamorfoseados es de 1.5mm (José Luis Coral, comunicación personal). En base a esto, tenemos entonces que cuando  $t=0$ ,  $l_t=1.5$  mm; sustituyendo estos valores y despejando  $t_0$  obtenemos que

$$t_0 = \ln[1 - (1.5/227)] / -k$$

lo que da como resultado  $t_0 = -0.08$  y finalmente la ecuación queda

$$l_t = 227[1 - e^{-0.0824(t+0.08)}]$$

y la curva que representa se muestra graficada en la figura 4.

LONGITUD (mm)

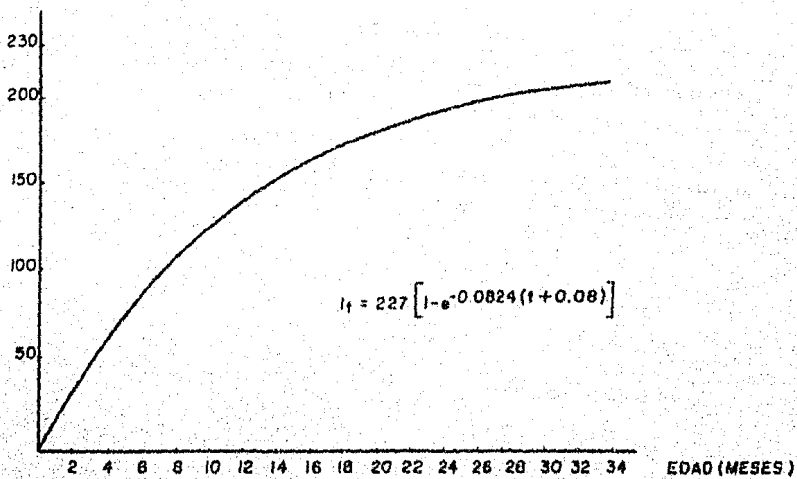


FIGURA 4. Curva de crecimiento ajustada para los coracoles del banco de juveniles de Strombus gigas estudiado en Punta Gavilón Quintana Roo.

De acuerdo con esta ecuación la talla de los caracoles un año después de la metamorfosis será de 143 mm, 195 mm a los dos años y de 219 mm a los tres años, dando por resultado un crecimiento promedio de 71 mm por año. Después del tercer año aproximadamente, el animal deja de crecer en longitud y comienza a formar el labio de la concha, alcanzando posteriormente la madurez sexual (Brownell & Stevely, 1981).

En otros lugares también se ha estudiado el crecimiento de S. gigas (Alcolado, 1976; Berg, 1976; Brownell, 1977) y los resultados obtenidos por estos autores se comparan con los de este trabajo en la tabla 2. Como podemos ver, la longitud durante los primeros meses de edad es mayor en Punta Gavilán, aunque al tercer año es similar a la observada en otras localidades, por lo que su crecimiento promedio anual no es muy distinto a los demás. Esto en parte puede ser debido a que en la zona estudiada los caracoles habitan en la pradera de T. testudinum hasta alcanzar una talla promedio de 165 mm, para después emigrar hacia los blanquiales vecinos, en aguas un poco más profundas, donde la cantidad de alimento probablemente sea menor, dando como resultado un crecimiento acelerado en los primeros 15 meses y más lento en los meses siguientes, hecho que resulta distinto para las otras localidades aquí comparadas, ya que estas según describen los autores son praderas de T. testudinum que se extienden más allá de los 5 m de profundidad y que podrían permitir a los caracoles un ritmo de crecimiento más uniforme debido a que los juveniles no tienen que abandonar el pastizal para alcanzar aguas más profundas. Otro factor que debe ser tomado en cuenta al comparar el ritmo de crecimiento de los juveniles de S. gigas en Punta Gavilán es la temperatura del agua, la cual puede ser relativamente más alta comparada con la de las otras localidades ó que sus fluctuaciones sean menos pronunciadas, dando por resultado neto un valor de la constante de crecimiento más alto que en los otros

<u>LOCALIDAD</u>	1 <sub>12</sub>	1 <sub>24</sub>	1 <sub>36</sub>	Tasa de crecimiento (cm/año)	Autor
Cabo cruz A (Cuba)	112	188	243	8.11	Alcolado (1976)
Cabo Cruz B (Cuba)	104	173	225	7.51	"
Diego Perez A (Cuba)	86	138	171	5.70	"
Diego Perez B (Cuba)	79	125	154	5.15	"
Cayo Anclitas (Cuba)	105	172	210	7.00	"
Rada Ihs. de Oc. (Cuba)	89	163	215	7.17	"
St. John (I.V.U.S.A.)	106	169	206	6.88	Berg (1976)
St. Croix (I.V.U.S.A.)	83	138	173	5.78	"
Punta Gavilán (Méx.)	146	195	215	7.18	Presente trabajo

Tabla 2. Comparación de la longitud alcanzada a los 12, 24 y 36 meses por los organismos de S. rigas en varias localidades del Caribe.

lugares, pues se sabe que existe una correlación positiva entre dicha constante y la temperatura (Taylor, 1963).

Los datos de frecuencia de tallas durante el ciclo anual estudiado se presentan en forma de histogramas en la figura 5. El rango de tallas durante el año estuvo comprendido entre 50 y 200 mm, salvo en los meses de julio, enero y febrero en que hubo tallas aún más pequeñas. Durante los primeros nueve meses se detectaron 2 grupos de edad (I y II), teniendo el primero una talla media de 134 mm en el mes de marzo, la cual aumentó hasta 165 mm en enero que fué cuando este grupo desapareció del banco debido a la emigración hacia aguas más profundas de la mayoría de los individuos que lo componían. El segundo grupo (II) fué detectado en marzo con una talla media de 67 mm, creciendo constantemente hasta alcanzar los 152 mm en febrero del siguiente año, aunque al siguiente mes la media de este grupo bajó a 141 mm debido en parte a la emigración de los ejemplares más grandes y al enmascaramiento del resto del grupo con otros caracoles de crecimiento más lento. A partir de diciembre hizo su aparición un tercer grupo (III) cuya media bajó de 89 a 79 mm en enero, para de ahí llegar a 99 mm en marzo. El crecimiento de estos grupos de edad se muestra graficado en la figura 6.

Aunque aparentemente la ecuación de crecimiento obtenida no se ajusta muy bien al aumento de talla de los grupos de esta figura, esto se debe básicamente a diferencias metodológicas entre ambos puntos, pues para obtener la curva de crecimiento solo se consideraron los datos de aquellos caracoles que no sufrían daños en la concha de un mes para otro, ya que de lo contrario se obtenía un valor de  $L$  de 180 mm el cual definitivamente está más alejado de la realidad, mientras que para elaborar los histogramas y hacer el análisis probit se utilizó la totalidad de los ejemplares que componían

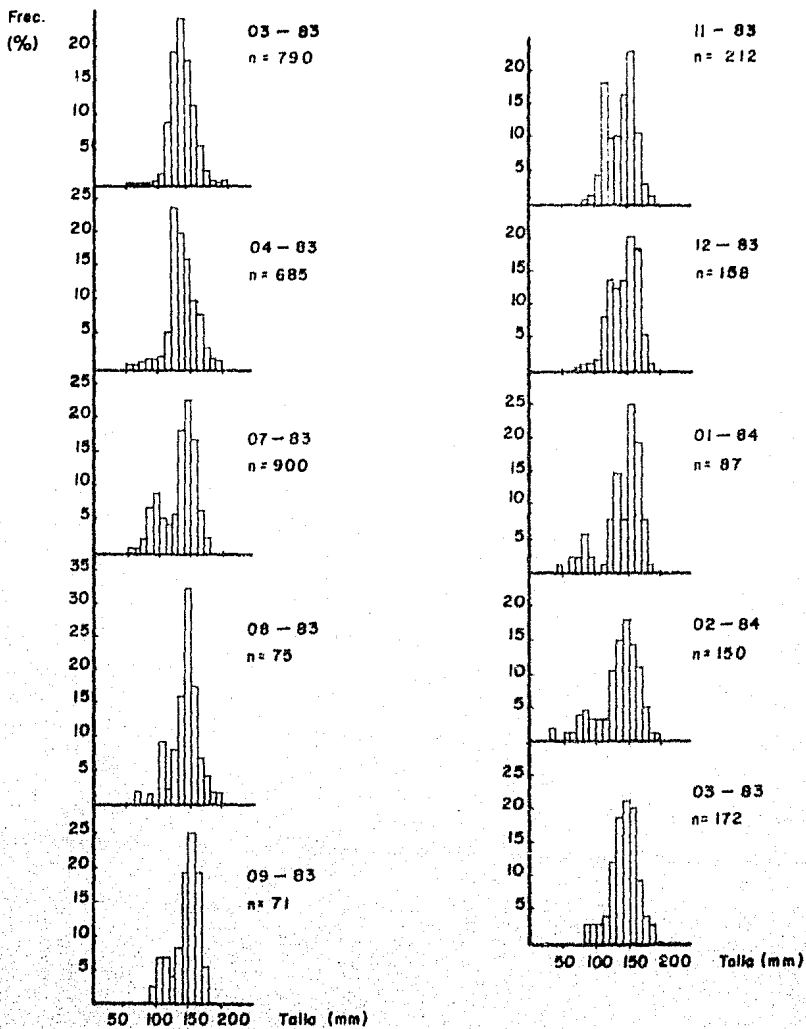


FIGURA 5. Histogramas de distribución de tallas de los juveniles de *S. gigan* en Punta Gavilán Quintana Roo, México.



la muestra. Aún con todo, la ecuación parece ser un ajuste bastante aceptable para describir el crecimiento de los juveniles de S. gigas en la localidad estudiada. De acuerdo a esta ecuación, las fechas de metamorfosis de los grupos de la figura 6 fueron entre mayo y agosto de 1982 para el grupo I, entre octubre y diciembre del mismo año para el grupo II y entre junio y agosto de 1983 para el grupo III, hecho que hace resaltar la aparente existencia de dos periodos de reclutamiento durante el año, uno en el Verano y otro en Invierno, lo cual resulta distinto a lo que se ha reportado al respecto en otras localidades, en las que la diferencia de edad entre los grupos resultantes del análisis probit ha sido de aproximadamente un año (Alcolado, 1976; Berg, 1976; Brownell, 1977), y de acuerdo con estos autores se debe a la existencia de una sola temporada reproductiva durante el año, cuyos límites son marcados por cambios de temperatura. Sin embargo, lo encontrado en Punta Gavilán no resulta totalmente probatorio de la existencia de dos temporadas reproductivas en ese lugar, pues la existencia de dos grupos de edad en el mismo año puede ser el resultado de una alta mortalidad de larvas, tal como ocurre con otras especies marinas (Pitcher & Hart, 1982).

En la tabla 3 se presentan los resultados del experimento de marcado-recaptura, así como la desviación standard de cada uno de los parámetros estimados. En ella se puede apreciar que el tamaño del banco ( $N_i$ ) disminuyó constantemente entre marzo y diciembre de 1983, volviéndose a registrar aumentos en este renglón a partir de enero del siguiente año. Estas disminuciones fueron debidas tanto a la mortalidad como a la emigración de los caracoles, aunque a lo largo del año ambos factores actuaron con distinta magnitud. Así, de la tabla se puede deducir que la mortalidad fué el factor dominante durante los meses de Verano, ya que entre julio y septiembre se tuvieron los valores de sobrevivencia más bajos, lo cual coincidió con la observación durante ese

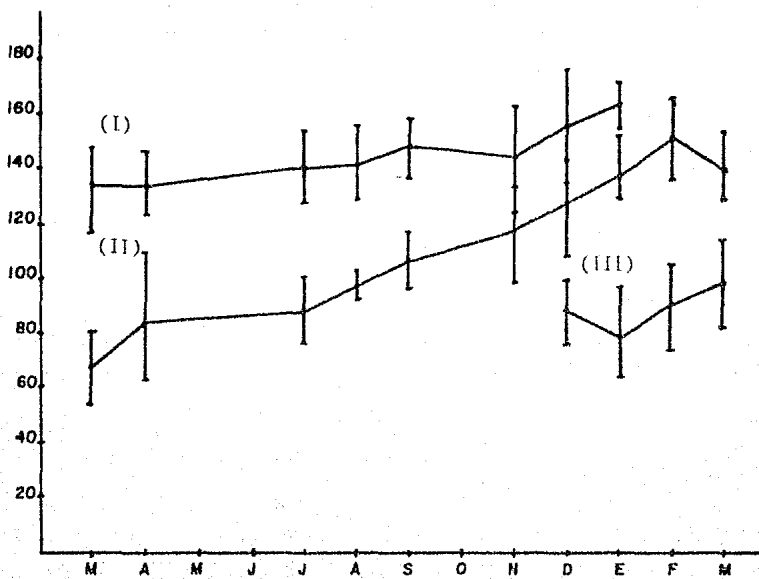


FIGURA 6. Crecimiento observado en los grupos de edad presentes en el banco de juveniles de Strombus gigas estudiado en Punta Gavilán Quintana Roo.

MES	NUMERO DE MUESTREO	TAMAÑO DEL BANCO	$V(N_i)^{\frac{1}{2}}$	TASA DE SOBREVIVENCIA	$V(S_i)^{\frac{1}{2}}$	NUMERO DE RECLUTAS	$V(B_i)^{\frac{1}{2}}$
MARZO	1	--	--	0.960	--	--	--
ABRIL	2	2443	235.0	0.727	0.110	414	168.6
JULIO	3	2190	266.8	0.161	0.145	522	62.9
SEPTIEMBRE	4	875	163.9	0.595	0.089	-196	97.8
NOVIEMBRE	5	325	53.3	0.869	0.179	26	49.5
DICIEMBRE	6	308	44.6	1.101	0.167	109	49.8
ENERO	7	420	64.9	0.811	0.245	76	58.4
FEBRERO	8	417	70.3	--	--	--	--
MARZO	9	--	--	--	--	--	--

TABLA 1. Valores de los parámetros poblacionales en el banco de caracoles juveniles de Strombus gigas estudiado en Punta Gavilán Quintana Roo.

lapso de una gran cantidad de caracoles muertos dentro del área del muestreo, mientras que en observaciones hechas en las partes vecinas al banco casi no se encontraron caracoles. Durante los meses de Invierno la incidencia de caracoles marcados fuera del área de muestreo fué cada vez mayor, debido al desplazamiento de los ejemplares más grandes hacia las partes profundas, por lo que se puede afirmar que en esta época del año el factor que más influyó en el tamaño del banco fué la emigración.

La alta mortalidad del Verano estuvo relacionada con la disminución del nivel del agua que se presenta en esta estación, a tal grado que gran cantidad de caracoles quedaba fuera del agua y expuesto a los rayos del sol de mediodía, lo cual sugiere que la posible causa de la muerte de muchos de ellos fué la elevación de la temperatura, tanto corporal como del agua que les rodeaba, hechos que afectan la eficiencia respiratoria (Sander & Moore, 1978), ya que el solo hecho de permanecer fuera del agua pero a la sombra no afecta notablemente su capacidad de recuperación al ser devueltos al agua (Alcolado, 1976). Este fenómeno aparentemente se presenta en forma anual, y afecta tanto en la región debido a que el fondo tiene una pendiente poco pronunciada lo cual hace que una disminución de 30 cm en el nivel medio del agua deje una superficie considerable fuera del mar, por lo que se puede tomar este hecho como una causa normal de mortalidad para los juveniles de S. gigas en la región. A partir de Septiembre se dejó de observar este fenómeno y nuevamente se tuvo un alto porcentaje de sobrevivencia, el cual perduró durante el resto del ciclo.

Respecto al número de reclutas que se incorporan al banco ( $B_i$ ), se puede apreciar la presencia de dos picos, uno en julio y otro en diciembre, siendo más intenso el reclutamiento en el Verano que en Invierno; la presencia de estos dos picos ya ha sido discutida previamente, aunque aquí cabe aclarar que debido a las características del método empleado

para cuantificarlos, las cantidades que aparecen en la tabla no es posible desglosarlas en reclutamiento por natalidad ó por inmigración.

La curva de sobrevivencia edad-específica para la especie en la localidad estudiada se calculó a partir de los datos de la tabla 4, dando por resultado la ecuación:

$$\ln N_t = 6.306 - 0.219t \quad ; \quad r = 0.965$$

en la que  $t$  representa el tiempo en meses y  $N_t$  el número de organismos que sobreviven hasta el tiempo  $t$ , y se presenta graficada en la figura 7. Aunque esta ecuación se estimó con datos de recaptura de juveniles marcados y estos no fueron monitoreados hasta el estado adulto, resulta una buena aproximación para calcular la sobrevivencia de una cohorte en ausencia de pesca, siendo similar a la que Berg (1976) calculó con los datos de Randall (1964), misma que adaptada a las unidades que aquí se manejan fué:

$$\ln N_t = 9.869 - 0.248t$$

De acuerdo a la ecuación obtenida para Punta Gavilán, de cada 10 mil caracoles recién metamorfoseados solo alrededor de 4 sobrevivirán el período de tres años estimado para alcanzar la madurez sexual, que es cuando normalmente se reclutan a la pesquería.

Si se considera que el objetivo del Centro Regional de Investigación Pesquera de Puerto Morelos Q.Roo es cultivar caracoles para sembrarlos a una talla de 50 mm, sería necesario hacer estas siembras en forma continua, debido principalmente a que los huevecillos para el cultivo se obtienen de manera más ó menos constante, por lo que la producción de "semilla" en los estanques de cultivo sigue el mismo patrón. Ahora bien, las primeras siembras piensan hacerse en la parte Sur del Estado, cuyas características morfológicas y climáti-

Numero de sobrevivientes (N)	edad (t)
76	8.56
42	12.56
17	14.56
16	16.56
14	17.56
11	18.56
9	19.56
4	20.56

Tabla 4. Número de sobrevivientes de una cohorte contra su edad en meses. La edad se calculó a partir de la longitud con la ayuda de la ecuación de crecimiento obtenida para la especie en la localidad de Punta Gavilán Q.Roo

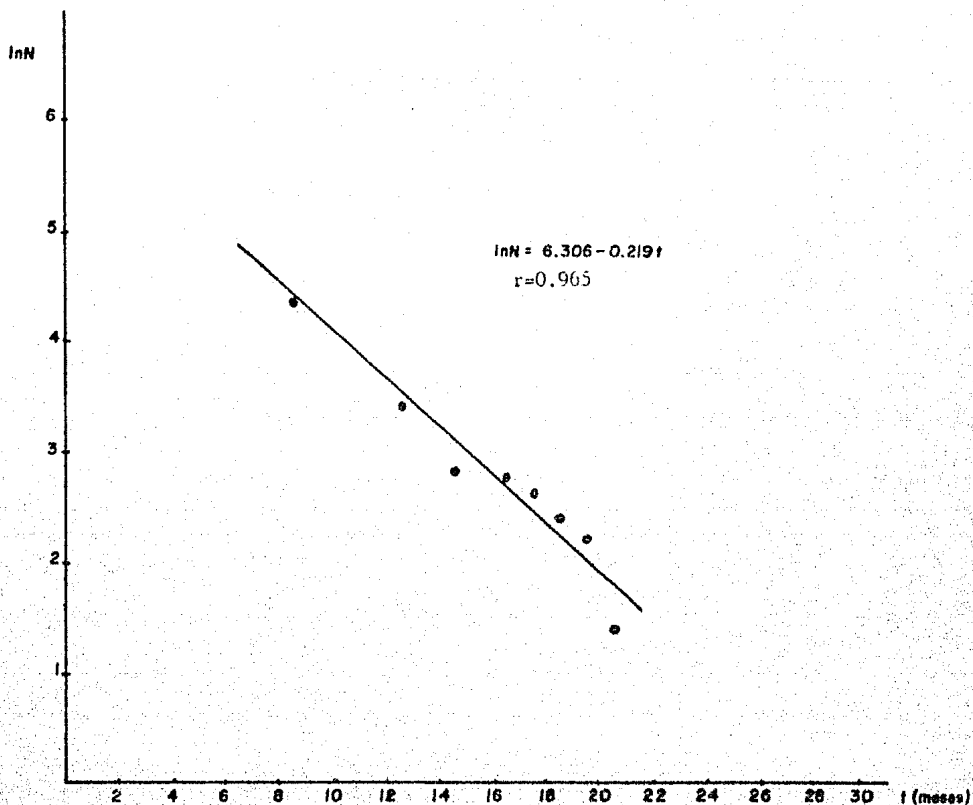


FIGURA 7. Curva de sobrevivencia edad-específica para una cohorte de S. gigas en Punta Gavilán Q. Roo.

cas son similares a las de Punta Gavilán, por lo que sería conveniente considerar que en toda la zona existe un alto riesgo de mortalidad en el Verano y que quizá fuera prudente esperar hasta el Otoño para realizar las siembras. Si esto se hiciera, los caracoles liberados comprenderían una amplia gama de tamaños, pero aún aquellos que se sembraran con talla de 50 mm tendrían para el siguiente Verano una talla aproximada de 160 milímetros, por lo que su probabilidad de sobrevivir el período crítico sería mayor, ya que cuando alcanzan este tamaño aproximadamente comienzan a emigrar hacia las partes más profundas, donde las disminuciones del nivel medio del mar no les afectan. Sin embargo, también debe tomarse en cuenta que en esta época hay reclutamiento natural y por tanto, sería recomendable que antes de hacer la siembra se evaluara la densidad de organismos ya presentes en el área, con el objeto de no sobrepasar la capacidad de carga del ambiente, la cual depende para el interés de las siembras, de la productividad primaria de las algas epifitas de las que se alimentan estos moluscos, y por ello es conveniente que no se alcance la densidad máxima observada (20 caracoles en 100 m<sup>3</sup>) al hacer las siembras, pues este valor se estimó en julio y no se sabe si el ciclo productivo de las algas epifitas presenta variaciones estacionales.

En la tabla N° 5 se presenta la captura de S. gigas en la zona Sur para los años de 1972 a 1983, y en ella se puede ver que a partir de 1975 en que se logró pescar 315 toneladas la captura ha disminuido sustancialmente, lograndose un ligero aumento a partir de 1981, cuando por primera vez se aplicaron medidas regulatorias, mismas que consistieron en una veda de tres meses y una cuota de captura de seis toneladas mensuales para la cooperativa que opera en esta zona, la cual como se ve en la tabla, no ha sido respetada.

Esta cuota de 54 toneladas anuales, al precio vigente <sup>2/</sup>

---

<sup>2/</sup> Precio de enero de 1985



AÑO	CAPTURA	ESFUERZO PESQUERO (Días de Pesca)		
		Lineal	exponencial	logaritmico
1972	66 479	3600	3600	3 600
1973	17 489	4 800	4 150	7 500
1974	138 048	6 000	4 800	10 100
1975	315 330	7 300	5 700	11 400
1976	252 405	8 400	6 400	12 900
1977	112 145	9 600	7 500	13 800
1978	31 580	10 800	8 700	14 800
1979	122 580	12 000	10 100	15 600
1980	13 402	13 200	11 700	16 450
1981	72 289	9 600	10 200	12 600
1982	65 118	10 500	11 700	13 400
1983	77 898	11 100	13 500	14 100

Fuente: Delegación Federal de Pesca en Quintana Roo.

Tabla 5. Captura de caracol Strombus gigas en la zona sur del Estado de Quintana Roo y esfuerzo pesquero aplicado bajo tres suposiciones de incremento.

de \$1800 por kilogramo deja un total de \$97.2 millones a la cooperativa, los cuales deben ser repartidos entre los 450 miembros que la forman actualmente y se traduce en un ingreso mensual per cápita de \$18 mil, a los que se debe restar lo invertido en gasolina y lubricante para llegar a la zona de pesca, por lo que las ganancias netas por pescador obtenidas de la explotación de este recurso son aún menores a dicha cantidad. De acuerdo al modelo de Schaeffer (1954) la captura máxima en equilibrio para esta pesquería oscila entre las 117 y 136 toneladas anuales (Figura 8), aunque debido a las suposiciones que fué necesario hacer para obtener estas parábolas, las cifras mencionadas solo representan una aproximación. Aún dando por hecho que a través de medidas adecuadas se lograra alcanzar la captura máxima sostenible de 136 toneladas anuales, los ingresos mensuales por pescador no sobrepasarían los \$45 mil, cantidad que irá disminuyendo a medida que aumente el número de socios de la cooperativa, por lo que el papel de esta pesquería dentro del ingreso familiar seguirá siendo secundario, ya que la mayoría de los pescadores ribereños se dedican a la pesca de langosta.

Cuando se inició el programa de cultivo de "semilla" de S. gigas en Puerto Morelos Q.Roo se fijó como meta inicial la producción de 1 700 000 juveniles con talla de 50 mm anualmente, cantidad que no se ha logrado a tres años de haber comenzado el programa y que ha obligado a sus directivos a fijar metas mucho más realistas, pues hasta ahora se han invertido más de \$40 millones y la producción total no ha sido superior a 10 mil caracoles. Aún suponiendo que las metas originales se cumplieran, los caracoles sembrados requerirían de un tiempo aproximado de 33 meses para reclutarse a la pesquería, y de acuerdo a la ecuación de sobrevivencia, de ese 1 700 000 solo alrededor de 1 272 alcanzarán a reclutarse a la población explotable. Tomando en cuenta que

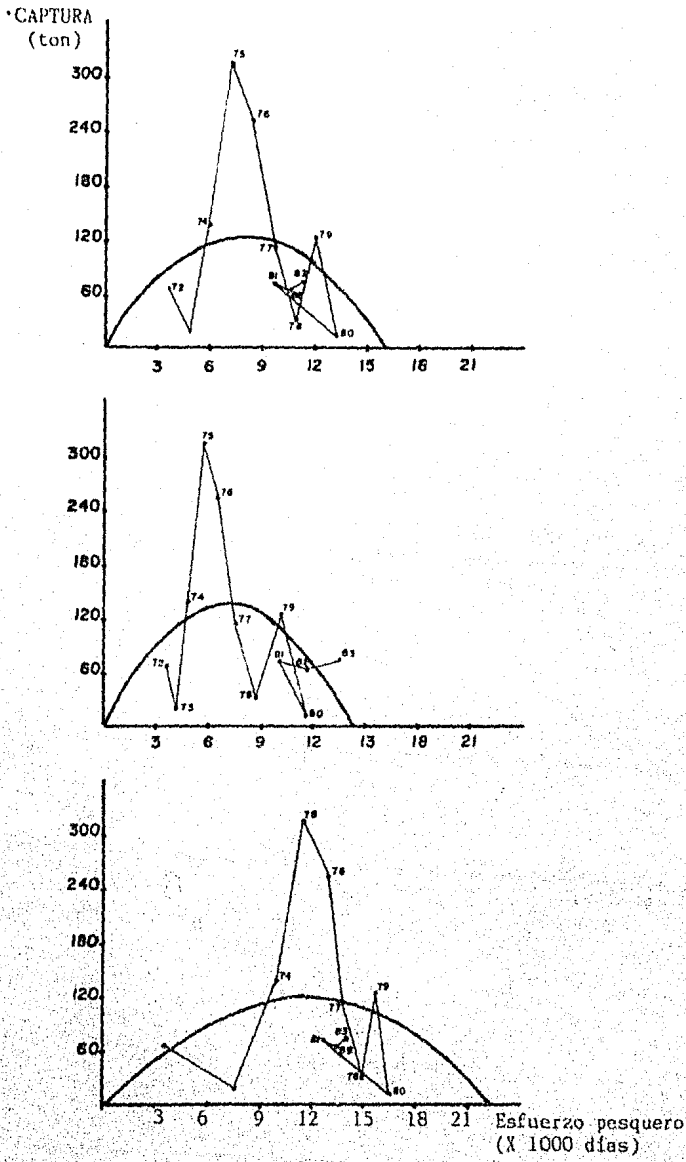


FIGURA 8. Captura máxima potencial en equilibrio para lo pesquero de S. glaucus bajo 3 suposiciones de aumento del esfuerzo pesquero: a) aumento lineal; b) aumento exponencial; c) aumento logarítmico

aproximadamente cinco caracoles rinden un kilogramo de pulpa, se puede ver que esos 1 272 ejemplares resultantes de un año de trabajo en un centro de acuicultura mediante una inversión financiera elevada, representan en peso comercial poco más de 250 Kilos, que es aproximadamente la cuota de captura diaria para la cooperativa que opera al Sur del Estado.

Aunque el papel de esta pesquería en el ingreso de los pescadores sea secundario, sí es recomendable hacer esfuerzos para su aprovechamiento racional, pues como se mencionó al principio de este trabajo, gran parte de la mano de obra que queda libre al cerrarse la temporada de pesca de langosta se dedica a la pesca de caracol, pero en base a lo expuesto en párrafos anteriores resulta claro que la estrategia más adecuada para la conservación y aprovechamiento de este recurso pesquero no es el cultivo y siembra de juveniles, pues actualmente la naturaleza tiene mayor capacidad de producción de esta especie que cualquier centro de acuicultura, además de que una política de aprovechamiento basada en repoblaciones ataca el efecto y no las causas del problema de la sobreexplotación, y a medida que la población se vea sujeta a un mayor esfuerzo pesquero, será necesario producir cada vez más "semilla" para recuperar un nivel aceptable de explotación del recurso. Lo más conveniente y sobre todo más barato que el cultivo, sería emprender un estudio biológico pesquero a gran escala para evaluar las posibilidades reales de rendimiento de esta pesquería, y en base a los resultados del mismo diseñar la política de explotación que mejor se adapte a los fines que persigan tanto el Gobierno como los pescadores, estudio cuya realización es totalmente compatible con las funciones que debe realizar el Centro Regional de Investigación Pesquera de Puerto Morelos Q.Roo.

## VII. CONCLUSIONES.

- 1.- La tasa de mortalidad es variable, presentando un máximo en el Verano y un mínimo en la primavera.
- 2.- La velocidad de crecimiento de S. gigas en la zona es mayor que en otras localidades durante los primeros dos años de vida, aunque el tiempo en que se forma la concha es cerca de los tres años tal como ha sido reportado en otros países.
- 3.- La curva de crecimiento y la tasa de sobrevivencia estimada para los caracoles estudiados sugiere que el efecto de las siembras en la pesquería es prácticamente nulo.
- 4.- La mejor estrategia para el manejo y la conservación de este recurso no es la repoblación de los bancos sino la regulación pesquera.

### VIII. RECOMENDACIONES.

Dado que el programa de cultivo masivo de "semilla" de esta especie ya ha sido iniciado, se recomienda lo siguiente:

- Antes de hacer las siembras de los juveniles en otras regiones del estado, sería conveniente evaluar la dinámica de los bancos ya existentes, con el objeto de considerar los factores locales que la afectan.

- Al hacer las siembras es recomendable no alcanzar densidades muy altas, a efecto de no causar una sobrepoblación que lleve a una competencia intraespecífica.

- Después de sembrar los juveniles sería adecuado que se continuara estudiando su evolución dentro del medio natural, con el objeto de poder evaluar el efecto que realmente van a tener estas siembras en la pesquería.

- Por último, se recomienda emprender un estudio biológico-pesquero de esta especie, pues el aprovechamiento adecuado de este recurso no se podrá lograr únicamente a base de repoblaciones.

LITERATURA CITADA

- Alcolado, P. (1976). Crecimiento, variaciones morfológicas y algunos datos biológicos del cobo Strombus gigas. Serie oceanológica N° 34. Instituto de Oceanología, Cuba. 46 pp.
- Berg, C.J. (1976). Growth of the Queen conch Strombus gigas with a discussion of the practicality of its mariculture. Marine Biology, 34: 191-199.
- Berg, C.J. (1981). Conch biology, en Berg, C.J. (Ed). Proceeding of Queen conch fisheries and mariculture meeting, January 1981. Freeport, Bahamas. The Wallace Groves Aquaculture Foundation, 9-12 p.
- Brownell, S. (1977). Reproduction laboratory culture and growth of Strombus gigas, S. costatus and S. pugilis in Los Roques, Venezuela. Bull. Mar. Sci., 27: 668-680.
- \_\_\_\_\_. and Stevely, A. (1981). The biology, fisheries and management of the Queen conch Strombus gigas. Mar. Fish. Rev., 43 (7): 1-12.
- Cassie, R.M. (1954). Some uses of probability paper in the analysis of size, frequency distribution. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 5: 513-522.
- Dássaro, Ch. (1965). Organogenesis, development and metamorphosis in the Queen conch Strombus gigas with notes on breeding habits. Bull. Mar. Sci., 15 (2): 359-416.

De la Torre, R. (1984). La pesquería de caracoles en Quintana Roo. Serie Informativa, Secretaría de Pesca, México.

Elliot, J.M. (1977). Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Freshwater Biological Association. London 157 pp.

Elsbeth, G.D. (1981). Population Biology. D. Van Nostrand Co. N.Y., 582 pp.

Emmel, R. (1976). Population Biology. Harper & Row. N.Y. 236 pp.

Erhart, N. (1981). Apuntes del curso de dinámica de poblaciones de peces. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca, México. 150 pp.

García, M.E. (1964). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen (para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana). Offset Larios. México D.F. 21 pp.

Hesse, K. (1979). Movement and migration of the Queen conch Strombus gigas in the Turks and Caicos Islands. Bull. Mar. Sci., 29(3):303-311.

Jolly, J.M. (1965). Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration. Stochastic model. Biometrika, 52:225-247.

Jordán, E., M. Angot y R. de la Torre. (1978). Prospección biológica de la laguna de Nichupté (Cancún) Q.Roo, México. Ann. Cent. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. México, 5(1):179-188.



- \_\_\_\_\_. (1979). Estructura y composición de los arrecifes coralinos en la región Noreste de la Península de Yucatán, México. Ann. Cent. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. México, 6(1):69-86.
- Krebs, Ch.J. (1978). Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row. 2nd. Ed. N.Y. 436 pp.
- Pitcher, T.J. and P.J. Hart (1982). Fiseries Ecology. The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut. 368 pp.
- Randall, J.E. (1964). Contributions to the biology of the biology of the Queen conch Strombus gigas. Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean, 14(2):246-295.
- Remington, P. (1974). Estadística Biométrica y Sanitaria. Prentice Hall International, 1ª ed. México, D.F.
- Ricker, W.E. (1975). Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Fish. Res. Board of Canada, Bull. 119. 300 pp.
- Robertson, R. (1961). The feeding of Strombus and other related herbivorous marine gastropods. Notula Naturae, 343:1-9.
- Sander, F. and E. Moore (1978). Comparative respiration of the gastropods Murex pomum and Strombus pugilis at different temperatures and salinities. Comp. Biochem. Physiol. 60:99-106.
- Sokal, J. y E. Rolf (1979). Biometría. Ed. Blume, Madrid.

Schaeffer, M.B. (1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. Interamerican Tropical Tuna Commission Bulletin, 1(2):25-56.

Taylor, C.C. (1962). Growth equations with metabolic parameters. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer., 27:270-286.

Vandermeer, M. (1981). Elementary Mathematical Ecology. John Wiley & Sons. N.Y. 376 pp.