

CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DE JUVENILES DEL CARACOL ROSADO *Strombus gigas* EN PUNTA GAVILAN, QUINTANA ROO. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE SU PESQUERIA.

Carlos Díaz Avalos*

RESUMEN

Se realizó un estudio de crecimiento y mortalidad en un banco de juveniles de *Strombus gigas* en la zona de Punta Gavilán al sur del estado de Quintana Roo, México, con el objetivo de evaluar el efecto que podrían tener sobre la pesquería de esta especie siembras de juveniles producidos mediante cultivo intensivo. Se encontró que el crecimiento es similar al reportado para otras áreas del Caribe y que en el área estudiada se producen dos cohortes anualmente.

Durante el estadio juvenil, la mortalidad es lo suficientemente alta como para poner en duda la efectividad de una estrategia de manejo basada en el cultivo de juveniles y repoblación de los bancos pesqueros.

Finalmente, se discute el papel que esta pesquería podrá jugar en el futuro para aumentar el nivel económico de los pescadores de la región.

ABSTRACT

Growth and mortality were studied from a bank of juvenile *Strombus gigas* near Punta Gavilán in the State of Quintana Roo, México, to assess the effect that seeding of juveniles produced on a hatchery could have on this fishery. It was found that growth pattern in the study area is similar to that reported for other areas in the Caribbean Sea and that in this area two cohorts are produced each year.

Mortality is high in the juvenile stage, suggesting that a management strategy based upon seed production and repopulation of the conch banks might not be the best. Also, the future role that this fishery could play in the fishermen's income is discussed.

INTRODUCCION

La pesca de los caracoles marinos ha sido descrita como una actividad económicamente importante en el área del Mar Caribe (Brownell, 1977), aumentando su importancia en los años 70, al desarrollarse un mercado de carne de caracol en los Estados Unidos de Norteamérica. Sin embargo, el estado actual de las pesquerías indica que los bancos existentes no serán capaces de atender la demanda futura, lo que se agrava día con día al disminuir la cantidad de bancos aprovechables a nivel comercial (Brownell y Stevely, 1981).

En el estado de Quintana Roo son varias las especies de gasterópodos que se explotan a nivel comercial, aunque la más importante es el caracol rosado, *Strom-*

bus gigas, pues representa más del 90 por ciento del volumen de captura de caracol en la entidad. La pesca comercial en estos moluscos se inició en los años 50 (De la Torre, 1984) y, a partir de entonces, el volumen de captura aumentó en forma rápida hasta 1975, cuando se logró la captura más alta, declinando ésta en forma notable a partir de este año debido, probablemente, a la sobre explotación del recurso.

Esta situación llamó la atención de las autoridades, por lo que, a partir de 1981 se comenzaron a tomar medidas al respecto, las cuales consistieron en implantar una veda de tres meses al año y establecer un programa de maricultura para producir y sembrar "semilla" de esta especie en las zonas sobre explotadas, con una meta de producción y siembra de 100 mil juveniles con talla de 50 mm cada año.

* Centro Regional de Investigación Pesquera. Tampico, Tamps.

No obstante, el éxito de dichas siembras depende en gran parte del conocimiento de algunos parámetros de las poblaciones nativas, motivo por el cual se planteó la necesidad de realizar el presente trabajo, el cual tiene como propósito evaluar el efecto que sobre la pesquería podrían tener las siembras de la "semilla" de caracol producida mediante cultivo intensivo.

AREA DE ESTUDIO

Este estudio se efectuó en una laguna arrecifal localizada a 10 km al norte del poblado de Xcalak, entre los $18^{\circ} 15'$ y $18^{\circ} 30'$ N y los $87^{\circ} 45'$ y $88^{\circ} 00'$ O (Fig. 1). El fondo se encuentra cubierto por la fanerógama *Thalassia testudinum*, aunque también es posible observar partes sin vegetación macroscópica conocidas localmente como "blanquizales". La pendiente del fondo es casi nula, en los primeros 30 m de la playa hacia el mar la profundidad no excede los 40 cm. Aproximadamente a 300 m de la playa se encuentra una barrera arrecifal, la cual ocasiona que se presente poco oleaje en la zona y, como consecuencia, el agua es poco turbia la mayor parte del año.

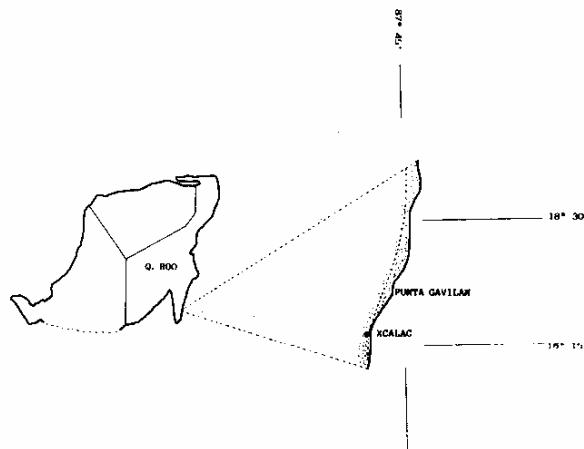


FIG. 1.- LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

METODOLOGIA

Como primer paso se efectuó un recorrido exploratorio con la finalidad de localizar y delimitar los bancos de juveniles. En la región sólo se encontraron dos y se seleccionó el más cercano a Punta Gavilán por ser el que presentaba mayores facilidades para su estudio. Dicho banco se distribuía alrededor de 160 m a lo largo de la playa y 20 m hacia mar adentro. Posteriormente, se inició el programa de muestreos, que comprendió entre marzo de 1983 y marzo de 1984.

Mediante buceo libre y en un lapso de dos horas, se colectó una muestra del mayor tamaño posible y todos los ejemplares comprendidos en ella fueron

marcados y medidos en longitud. Para marcarlos se usaron etiquetas hechas de cinta DYMO, atadas a las espiras de la concha con hilo alquitranado, esta técnica, además de ser económica, no daña la concha de los animales.

Cada etiqueta llevaba una clave del mes en que se colocó y un número de tres dígitos; la longitud se tomó como la distancia en milímetros entre el ápice de la concha y el canal sifonal (Alcolado, 1976), para lo cual se utilizó un vernier de madera. Con los datos de longitud se elaboró mensualmente un histograma y para determinar los grupos modales se aplicó la técnica del papel probabilístico (Cassie, 1954).

Con la información obtenida de las mediciones mensuales en los caracoles marcados, se ajustó una curva de crecimiento al modelo de von Bertalanffy, siguiendo el método de Ford-Walford (Gulland, 1971). En este proceso se utilizaron los datos de aquellos caracoles que fueron recapturados al mes siguiente de su última captura. Sin embargo, se observó que de un mes a otro algunos sufrían daño en el ápice de la concha, por lo que, para el ajuste de la curva de crecimiento, sólo se consideraron los datos

de aquellos que no presentaron este problema, los cuales totalizaron 125 organismos.

Para estimar la tasa instantánea de mortalidad total, se definió arbitrariamente, como un grupo de edad, a los caracoles marcados en marzo de 1983 con talla entre 110 y 119 mm, por ser ésta la talla inferior mejor representada en ese muestreo.

Durante los meses siguientes se registraron los que habían sido recuperados en cada visita a la zona de trabajo, obteniendo una aproximación al número de sobrevivientes para este mes (N_t); procedimiento que se repitió durante el resto del año.

Al final, se hizo una corrección para anotar a los caracoles que aunque no aparecían en un muestreo sí lo hacían en otro posterior; con estos valores se hizo una regresión de logaritmo natural de N_t contra la edad calculada para ese mes, cuyo coeficiente de regresión representa la tasa instantánea de mortalidad.

Por último, se hizo una estimación del rendimiento máximo de la pesquería en la zona mediante un ajuste al modelo de Schaefer (1954), utilizando para ello los datos de captura de 1972 a 1983, reportados por la Delegación Federal de Pesca en la entidad. La unidad del esfuerzo pesquero se tomó como días de pesca al año, dado que la captura de esta especie se realiza, a mano, en embarcaciones de menos de 28 pies de eslora y con tres tripulantes en promedio.

Debido a la falta de información precisa sobre el tamaño de la flota durante cada uno de los años comprendidos en este periodo, se consideró un número inicial de 30 embarcaciones (Anónimo, 1973), y se hicieron tres suposiciones sobre el modo en que pudo aumentar el tamaño de la flota: lineal, exponencial o logarítmicamente, llegando en los tres casos a un máximo de 150 embarcaciones, que es la cifra reportada en 1983.

El número de días de pesca al año se obtuvo multiplicando el número de embarcaciones por 120 días, que es el tiempo promedio que se dedica a la pesca de estos moluscos, con excepción de los últimos tres años del periodo, en los que se aplicó una veda de tres meses y el número de días de pesca se redujo en un 25 por ciento. Con estos datos se hizo una regresión de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) contra esfuerzo y, con los valores de los coeficientes, se calcularon los puntos de la parábola de Schaefer (1954) para poder estimar el rendimiento máximo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el periodo de estudio el intervalo de tallas estuvo comprendido entre 50 y 185 mm de longitud. Randall (1964) y Hesse (1979) señalan que los individuos de talla inferior a los 40 mm se entierran en la arena durante el día y salen a alimentarse por la noche. Para comprobar lo anterior, se hicieron prospecciones nocturnas en diferentes horarios, sin encontrarse en el tiempo y espacio del presente estudio ejemplares con talla inferior a los 50 mm, por lo que es probable que la metamorfosis y el crecimiento inicial de estas poblaciones se lleven a cabo en otra zona.

Los datos de frecuencia de tallas durante el ciclo anual estudiado se presentan en forma de histogramas en la figura 2.

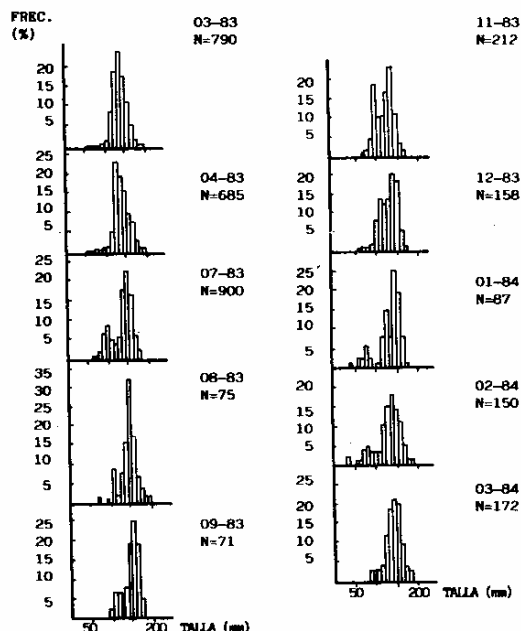


FIG. 2.- HISTOGRAMAS DE DISTRIBUCION DE TALLAS DE LOS JUVENILES DE (*S. gigas*), EN PUNTA GAVILAN, Q. ROO.

Durante los primeros nueve meses se detectaron dos grupos de edad: I y II (Fig.3). El primero tuvo una talla media de 134 mm en marzo, la cual aumentó a 165 mm en enero, cuando este grupo desapareció del banco debido a la emigración hacia aguas más profundas de los individuos que lo componían.

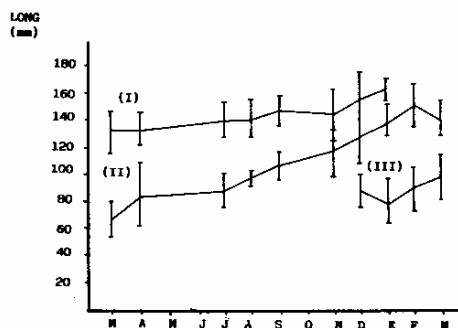


FIG. 3.- CRECIMIENTO OBSERVADO EN LOS GRUPOS MODALES PRESENTES EN EL BANCO DE JUVENILES DE, (*S. gigas*). ESTUDIADO EN PUNTA GAVILAN, Q. ROO.

El segundo grupo fue detectado en marzo con una talla media de 67 mm, creciendo hasta alcanzar los 152 mm en febrero del siguiente año, aunque al próximo mes la media de este grupo disminuyó a 141 mm debido, en parte, a la emigración de los ejemplares más grandes y al enmascaramiento del resto del grupo.

A partir de diciembre hizo su aparición un tercer grupo (III) cuya media bajó de 89 a 79 mm en enero, alcanzando finalmente los 99 mm en marzo de 1984.

Al aplicar la ecuación 1 a estos grupos modales, se estimó que la fecha de metamorfosis fue entre mayo y agosto de 1982 para el grupo I, entre octubre y diciembre del mismo año para el grupo II, y de junio a agosto de 1983 para el grupo III, hecho que sugiere la existencia de dos periodos de reclutamiento durante el año, uno en verano y otro a finales del otoño.

Alcolado (1976), Berg (1976) y Brownell (1977) reportan para las localidades que estudiaron, que la diferencia de edad entre los grupos resultantes del análisis con papel probabilístico fue de un año, lo cual se debe a la existencia de una sola temporada reproductiva en el año disparada por cambios en la temperatura del agua.

La ecuación de crecimiento para *S. gigas* en la región fue:

$$L_t = 227 [1 - \exp(-k(t + 0.08))] \quad (1)$$

$$k = 0.036$$

en la cual t está expresado en meses y L_t en milímetros, y la curva que representa se muestra graficada en la figura 4.

El crecimiento de *S. gigas* ha sido estudiado en otras localidades por Alcolado (1976) y Berg (1976), los resultados de estos autores se comparan con los

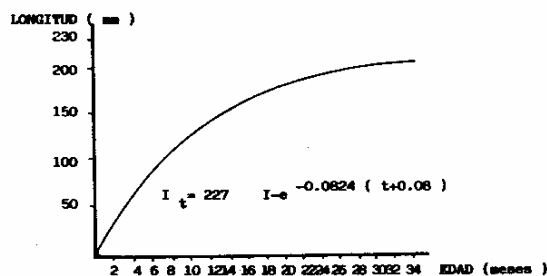


FIG. 4.- CURVA DE CRECIMIENTO AJUSTADA PARA LOS CARACOLAS DEL BANCO DE JUVENILES DE (*Strombus gigas*). ESTUDIADO EN PUNTA GAVILAN, Q. ROO.

de este trabajo en la tabla 1. Como se puede observar, la longitud promedio durante los primeros meses de edad es mayor en Punta Gavilán que en las otras localidades, aunque a los 36 meses el tamaño alcanzado es similar en todas ellas.

Esto está relacionado con las diferencias morfológicas existentes entre las localidades comparadas, ya que en Punta Gavilán los juveniles viven en la pradera de *T. testudinum* hasta alcanzar una talla de 170 mm, para después emigrar hacia los arenales vecinos donde la presencia de vegetación macroscópica es notablemente menor.

Debido a que estos organismos se alimentan de las algas epifitas que crecen sobre los pastos marinos (Robertson, 1961), el resultado neto es un crecimiento acelerado durante los primeros 15 meses de vida y más lento en los siguientes.

Lo anterior, no ocurre en los otros sitios aquí comparados, pues según los autores son praderas de *T. testudinum* que se extienden más allá de los 5 m de

TABLA. 1. COMPARACION DE LA LONGITUD ALCANZADA A LOS 12, 24 Y 36 MESES POR LOS ORGANISMOS DE *S. gigas* EN VARIAS LOCALIDADES DEL CARIBE.

LOCALIDAD	L12 (cm)	L24 (cm)	L36 (cm)	TASA DE CREC. (cm/año)	AUTOR
Cabo Cruz A (Cuba)	112	188	243	8.11	Alcolado (1976)
Cabo Cruz B (Cuba)	104	173	225	7.51	Alcolado (1976)
Diego Pérez A (Cuba)	86	138	171	5.70	Alcolado (1976)
Diego Pérez B (Cuba)	79	125	154	5.15	Alcolado (1976)
Cayo Anclitas (Cuba)	105	172	210	7.00	Alcolado (1976)
Rada Inst. de Oc. (Cuba)	89	163	215	7.17	Alcolado (1976)
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	Berg (1976)
Punta Gavilán (México)	146	195	215	7.18	Pres. trabajo.

profundidad y que permitirían a los caracoles un ritmo de crecimiento más uniforme al no tener que abandonar el pastizal para alcanzar las aguas más profundas.

Otra posibilidad es la existencia de diferencias en la temperatura del agua, la cual puede ser más elevada o bien que sus fluctuaciones sean menos pronunciadas que en los otros lugares, dando como resultado un valor más alto de la constante de crecimiento en Quintana Roo, porque se ha demostrado que existe una correlación directa entre la temperatura y dicha constante (Pauly, 1980; Taylor, 1962).

Alrededor de los 36 meses de edad, los organismos de *S. gigas* forman el labio de la concha y alcanzan la madurez sexual. A partir de este momento, el crecimiento en longitud se detiene y la deposición ulterior de calcio por parte del manto sólo sirve para engrosar la concha (Randall, 1964). Por este motivo, el modelo de crecimiento propuesto en la ecuación 1 no es de mucha utilidad para determinar la edad de los ejemplares adultos.

De esta forma, en futuros estudios pesqueros se tiene que encontrar un método más adecuado para determinar la edad, ya que, de acuerdo a las regulaciones en vigor, los adultos son la única parte de la población que puede ser capturada comercialmente.

La curva de sobrevivencia-edad específica para la especie en la localidad se calculó a partir de los datos de la tabla 2, dando por resultado la ecuación:

$$\ln N_t = 6.306 - 0.219t; r = 0.965 \quad (2)$$

en la que t representa la edad en meses. Debido al método empleado para obtener los datos que ajustaron esta ecuación, el valor 0.219 incluye emigración y, por lo tanto, sobrestima la mortalidad. Sin embargo, de acuerdo a las observaciones de campo, la emigración del área de muestreo fue poco significativa en ejemplares con menos de 170 mm de longitud, de los cuales se obtuvieron los datos para ajustar la ecuación 2.

Por lo anterior, dicho valor representa una buena aproximación para representar la tasa de mortalidad de los juveniles, siendo similar a la que Berg (1976) calculó con los datos de Randall (1964), misma que adaptada a las unidades que aquí se manejan fue:

$$\ln N_t = 9.896 - 0.248t \quad (3)$$

Ambas curvas se muestran graficadas en la figura 5, y de acuerdo con ellas, de cada 100 mil larvas recién metamorfoseadas menos de 40 alcanzan el estado adulto.

En la tabla 3 se presenta la captura de *S. gigas* durante el periodo de 1972-1983 para la zona sur del estado, definida por De la Torre (1984), la cual representó en ese lapso más del 70 por ciento del total estatal.

A partir de 1975, cuando la captura alcanzó un máximo de 315 toneladas, el volumen de ésta ha decrecido sustancialmente, observándose una ligera recuperación a partir de 1981, fecha en la que se hicieron vigentes las medidas regulatorias, mismas que consistieron en una veda de tres meses en todo el estado y una cuota de captura de seis toneladas al mes

TABLA 2. NUMERO DE SOBREVIVIENTES DE UN GRUPO DE EDAD DE *S. gigas* CONTRA SU EDAD EN MESES, EN PUNTA GAVILAN, QUINTANA ROO. *

Número de sobrevivientes (Nt)	Edad (t) (meses)
76	8.56
42	12.56
17	14.56
16	16.56
14	17.56
11	18.56
9	19.56
4	20.56

* La edad se calculó a partir de la longitud con ayuda de la ecuación de crecimiento para la especie en la localidad estudiada.

TABLA 3. CAPTURA DE CARACOL *S. gigas* EN LA ZONA SUR DEL ESTADO DE Q. ROO Y ESFUERZO PESQUERO APLICADO BAJO TRES SUPOSICIONES DE INCREMENTO

AÑO	CAPTURA* (kg)	ESFUERZO PESQUERO (Días de pesca al año)		
		Lineal	Exponencial	Logarítmico
1972	66 479	3 600	3 600	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.

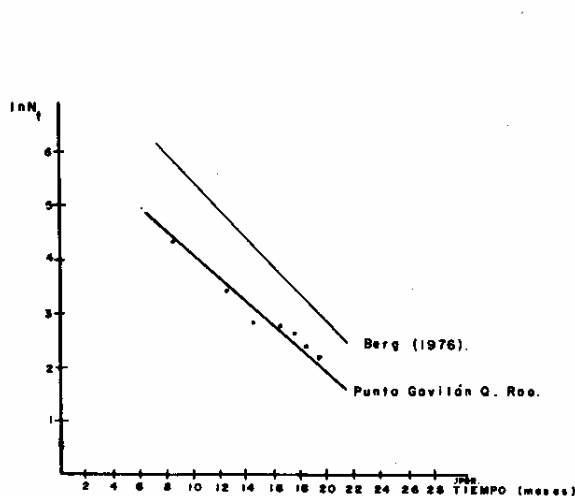


FIGURA 5. CURVA DE SOBREVIVENCIA-EDAD ESPECÍFICA PARA *S. gigas* EN PUNTA GAVILÁN Y EN LAS ISLAS VIRGENES (BERG, 1976). LOS PUNTOS REPRESENTAN LOS VALORES OBSERVADOS.

para la cooperativa que opera en esta zona, la cual, como se ve en la tabla, no ha sido respetada.

De acuerdo al modelo de Schaefer (1954), la captura máxima en equilibrio de la pesquería del sur de Quintana Roo oscila entre 117 y 136 toneladas anuales (Fig.6), aunque debido a las restricciones propias del modelo (Krebs, 1978; Pitcher y Hart, 1982; Roof y Fairban, 1980; Walter, 1978) y a las suposiciones que fue necesario hacer al obtener los datos de esfuerzo pesquero, las cifras mencionadas representan tan sólo una aproximación.

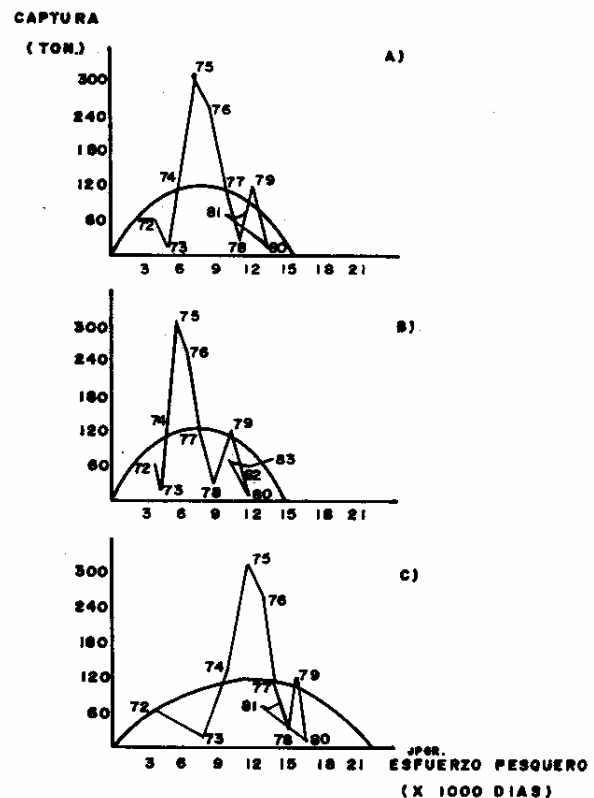


FIGURA 6. CAPTURA MÁXIMA POTENCIAL EN EQUILIBRIO PARA LA PESQUERÍA DE *S. gigas* EN EL SUR DE Q. ROO BAJO TRES SUPOSICIONES DE AUMENTO DEL ESFUERZO PESQUERO: A) AUMENTO LINEAL. B) AUMENTO EXPONENCIAL. C) AUMENTO LOGARÍTMICO.

Legalmente la explotación de este recurso está reservada a las sociedades cooperativas de producción pesquera, pero aún cuando a través de medidas adecuadas se lograra la captura máxima de 136 toneladas anuales, esta cantidad tendrá que repartirse entre el número creciente de pescadores. Por esta razón el papel que pueda jugar dentro de su economía familiar se verá disminuido gradualmente (Cauvin, 1980), cumpliendo únicamente como hasta ahora lo ha hecho, un papel de captadora de mano de obra mientras la pesquería de langosta está en veda.

Dado que la estrategia actual de aprovechamiento y conservación del recurso se basa en el cultivo y siembra de juveniles, el efecto que pudiera tener sobre la pesquería dependerá del número de ejemplares que se incorporen a la población explotable, lo cual viene dado por la ecuación:

$$R = N_o * \exp [-M (tr - ts)] \quad (4)$$

donde:

R = número de reclutas a la población explotable

N_o = número de ejemplares sembrados

M = tasa instantánea de mortalidad natural

tr = edad a la que entran a la población explotable

ts = edad de los ejemplares sembrados

Una vez que los organismos cultivados son dejados en libertad quedan sujetos a los factores naturales que afectan su sobrevivencia y, por lo tanto, el único modo de elevar el valor de R será haciendo que

ts se aproxime a tr, lo cual implica que los ejemplares cultivados sean retenidos en estanques durante más tiempo, elevando su costo de producción.

Aunque con anterioridad se ha discutido la conveniencia del cultivo de esta especie para repoblar los bancos caracoleros agotados (Berg, 1976; Brownell, 1977), existen muchos factores que deben ser controlados para lograr el éxito de esta actividad (Chanley, 1982).

Independientemente de la forma en que se logre producir un gran número de crías bajo condiciones controladas, la tasa de mortalidad estimada indica que de cada 100 mil juveniles sembrados con talla de 50 mm, menos de 100 alcanzarían a reclutarse a la población explotable y, conociendo que en promedio cinco caracoles adultos rinden un kilogramo de carne, se observa que el trabajo de un año en un centro de maricultura sólo reditúa a la pesquería 20 kg.

De acuerdo con lo anterior, se hace patente la necesidad de evaluar la estrategia actual de regulación y aprovechamiento del recurso bajo bases biológico-pesqueras más sólidas, a fin de conocer otras alternativas que pudieran dar un resultado más eficaz y con un costo menor, pues el cultivo para repoblar los bancos caracoleros sólo puede atacar el efecto y no la causa de la sobre explotación, sin que esto haga desaparecer el peligro de agotamiento del recurso en el futuro.

LITERATURA CITADA

- ALCOLADO, P., 1976. Crecimiento, variaciones morfológicas y algunos datos biológicos del cobo *Strombus gigas*. Serie Oceanológica No. 34. Cuba 46 pp.
- ANONIMO, 1973. Anuario de la pesca mexicana. Comisión Consultiva de Pesca de la Cámara de Diputados. México.
- BERG, C.J., 1976. Growth of the queen conch *Strombus gigas* with a discussion of the practicability of its mariculture. Marine Biology, 34: 191-199.
- 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.
- BROWNELL, S., A. STEVELY, 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 distributions. Aus. J. Mar. Freshw. Res., 5: 513-522.

- CAUVIN D.M., 1980. **The valuation of recreational fisheries.** Can. J. Aquat. Sci., 37: 1321-1327.
- CHANLEY, P., 1982. **Queen conch mariculture. Is it practical?.** Catch'82, 16: 12-13.
- DE LA TORRE, R., 1984. **La pesquería de caracoles en Quintana Roo.** Serie Informativa. Secretaría de Pesca. México.
- GULLAND, J.A., 1971. **Manual de métodos para la evaluación de poblaciones de peces.** Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- HESSE, K., 1979. **Movements and migrations of the queen conch, *Strombus gigas*, in the Turks and Caicos Islands.** Bull. Mar. Sci., 29: 303-311.
- KREBS, C.J., 1978. **Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance.** Harper and Row. N. Y., E. U. A.
- PAULY, D., 1980. **On the relationship between natural mortality, growth parameters and environmental temperature in 175 fish stocks.** J. Cons. Int. Explor. Mer., 39 (2): 175-192.
- RANDALL, J.E., 1964. **Contributions to the biology of the queen conch, *Strombus gigas*.** Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean., 14(2): 246-295.
- ROBERTSON, R., 1961. **The feeding of *Strombus* and other related herbivorous marine gastropods.** Notula. Naturae, 349: 1-9.
- ROFF, D.A., D.J. FAIRBAN., 1980. **And evaluation of Gulland's method for fitting the Schaefer model.** Can. J. Fish. Aquat. Sci., 37: 1229-1235.
- SCHAEFER, M.B., 1954. **Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries.** Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm., 1 (2): 27-56.
- TAYLOR, C.C., 1962. **Growth equations with metabolic parameters.** J. Cons. Int. Explor. Mer., 27: 270-286.
- WALTER, C.J., 1978. **A surplus yield model incorporating recruitment and applied to a stock of atlantic mackerel (*Scomber scombrus*).** J. Fish. Res. Board Can., 35: 229-234.