



**UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**

---

**"COMPARACION DE TASAS DE CRECIMIENTO  
DEL CARACOL ROSADO  
*Strombus gigas* (Linnaeus, 1758)  
EN DIFERENTES AMBIENTES  
DEL SUR DE QUINTANA ROO"**



**T E S I S**  
**PARA OBTENER EL TITULO DE:**  
**LIC. EN OCEANOLOGIA**  
**P R E S E N T A :**  
**ALEJANDRO CASTRO DE ANDA**



Chetumal, Q. Roo, México. Septiembre de 1994.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**

---

**"COMPARACION DE TASAS DE CRECIMIENTO  
DEL CARACOL ROSADO  
*Strombus gigas* (Linnaeus, 1758)  
EN DIFERENTES AMBIENTES  
DEL SUR DE QUINTANA ROO"**



**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LIC. EN OCEANOLOGIA**

**P R E S E N T A :  
ALEJANDRO CASTRO DE ANDA**

**Aprobada por:**

-----  
Presidente del Jurado.

M.C. GUILLERMO TORRES MOYE.

-----  
Sinodal Propietario.

OC. ARTURO SIQUEIROS V.

-----  
Sinodal Propietario.

M.C. ALBERTO DE JESUS N.

*Cuando la carne y el acero se funden, la sangre corre.  
Sangre que secará con el sol ardiente del amanecer.  
Al amanecer la lluvia de la mañana limpiará las manchas del pasado.  
Pasado que irremediablemente quedará en nuestras mentes.  
Mentes que deberán recordar y aprender de los errores.  
Errores que destruyen al mundo y su ya tan delicada ecología.  
Violencia que no trae nada bueno a la mente humana y que nunca lo  
hará.  
Una y otra vez la naturaleza nos ha enseñado sus secretos, los cuales  
olvidamos.  
Olvidamos que somos polvo de estrella que cobró conciencia.  
Conciencia de saber cuan frágiles somos.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco muy particularmente a mi director de tesis M.C. Alberto de Jesús Navarrete, quien en más de una ocasión me aleccionó y me hizo ganador no sólo de invaluable conocimientos si no además de un afecto muy especial con sus consejos de amigo.

El trabajo de campo no hubiera sido posible sin la participación de todos mis compañeros, pero en especial agradezco a nuestro lanchero Mauro \*Chandez\*, quien siempre estuvo dispuesto a trabajar hasta en las peores condiciones de tiempo.

A Isaias Landa, Alberto Baena y Sergio Bejarano por su colaboración en el trabajo de cómputo, fotografiado y diseño, sin los cuales este trabajo no hubiera gozado de la calidad que ostenta.

A la Secretaría de Pesca, Dirección General de Acuicultura, la cual financió las actividades de este proyecto.

Al Centro de Estudios Tecnológicos del Mar Num. 10 (CETMAR), el cual facilitó la compresora para el llenado de tanques.

Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida (CINVESTAV) por los análisis de las muestras de salinidad.

Al Instituto Tecnológico de Chetumal (ITCH) el cual facilitó el equipo para sedimentología.

Especialmente a las autoridades del Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO) por todo su apoyo.

Y finalmente, pero en primera plana de mi corazón, a mis padres y hermanos quienes siempre han creído en mí y me han apoyado hasta en el más increíble de mis proyectos, brindándome los momentos más valiosos y felices que me han llevado a transformarme en un hombre profesional, responsable, hecho y derecho.

*A la mujer que ha influido de la manera más profunda e importante, no sólo en mi vida, además en mi ser.*

*A ella, quien es la energía que corre mi cuerpo y mi mente diariamente.*

*A ella, promotora incansable de mi superación como hombre.*

*A ella, a quién debí conocer mucho antes, para justificar la inmensa alegría y felicidad que siento al compartir lo que soy.*

*A ella mi Gabiota adorada, mi oceano de deliciosas sorpresas dedico este trabajo.*

*Con todo mi AMOR para Gabriela Garnica de Castro.*

*Oc. Alejandro Castro de Anda.*

## RESUMEN

De octubre de 1993 a marzo de 1994 se realizaron experimentos de maricultura en los lugares de Punta Gavilán (PG) y Banco Chinchorro (BCH), localizados en el sur del estado de Quintana Roo. Los organismos fueron sembrados con una densidad de 0.4 ind/m<sup>2</sup> en corrales de alambre galvanizado de 1 cm de luz de malla a profundidades que variaron de 0.6 m hasta 6 m. Los corrales se ubicaron en ambientes denominados como; "**thalassia**", para pastos de alta densidad; "**thalassia-arena**", para pastos de baja densidad; "**arena**", para arenales y por último "**coral**", para ambientes con parches pequeños de coral. Los parámetros promedio de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, en la columna de agua, fueron de 29°C, 36 ppm y 6.5 mg/l respectivamente, los cuales al mantenerse prácticamente constantes durante todo el período de estudio no influyeron de manera significativa en el crecimiento de los organismos, ya que dicha estabilidad representó un mayor gasto de energía destinada al crecimiento. En ambos lugares el sedimento estuvo compuesto principalmente de arenas medias a gruesas lo que se tradujo en mayores posibilidades de enterrarse y por ello menor mortalidad por depredación. En cuanto a la evaluación de la cantidad disponible de alimento en los encierros, ésta se midió con el análisis de biomasa vegetal, en la que el principal componente fue el pasto marino *Thalassia testudinum* con un valor promedio de 40.53 ±18.5 g.ps.m<sup>2</sup> y en segundo lugar las epífitas de *Thalassia* con un valor promedio de 29.41 ±9.29 g.ps.m<sup>2</sup>, representando ambas fracciones más del 85% de los vegetales en los sedimentos, siendo las epífitas del pasto una de las principales fuentes de alimento, encontrándose en cantidades suficientes para suministrar alimento natural en los encierros de maricultivo de dichos organismos. Para Punta Gavilán el crecimiento fué óptimo en el ambiente denominado "**arena**" con 3.21 ±0.26 mm/mes, mientras que para Banco Chinchorro el mejor lugar de crecimiento fué en el ambiente "**coral**" 2.3 ±0.44 mm/mes. La mortalidad de caracoles de 140 mm en adelante fué menor a la mortalidad natural, además la relación peso-longitud indicó que los caracoles del ambiente "**coral**" alcanzaron un mayor peso que sus respectivos en los demás ambientes con un rendimiento de hasta el 9.6% de pulpa comestible, lo que es alentador en cuanto a los sistemas de cultivo se refiere, de esta manera se concluyó que el maricultivo es factible de realizar exitosamente si se hace a manera de semicultivo, ocupando los habitats antes mencionados para la instalación de los encierros, procurando colocar los mismos cercanos a zonas de asentamiento natural.

---

## INDICE

|                                                      | pag. |
|------------------------------------------------------|------|
| AGRADECIMIENTOS . . . . .                            | .I   |
| RESUMEN . . . . .                                    | .III |
| INTRODUCCION. . . . .                                | .1   |
| OBJETIVO. . . . .                                    | .9   |
| DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO . . . . .            | .10  |
| MATERIAL Y METODOS. . . . .                          | .15  |
| Construcción de Encierros . . . . .                  | .16  |
| Colecta, Marcado y Medición . . . . .                | .18  |
| Biomasa Vegetal . . . . .                            | .21  |
| Materia Orgánica en Sedimento . . . . .              | .22  |
| Análisis Granulométrico . . . . .                    | .23  |
| Parámetros Físicos y Químicos . . . . .              | .24  |
| Biomasa de Caracol (Relación Peso-Longitud). . . . . | .24  |
| Estimación de la Mortalidad. . . . .                 | .26  |
| Procesamiento de Datos . . . . .                     | .26  |
| RESULTADOS. . . . .                                  | .28  |
| Físico-Químicos . . . . .                            | .28  |
| Granulométricos . . . . .                            | .30  |
| Materia Orgánica en Sedimentos. . . . .              | .38  |
| Biomasa Vegetal . . . . .                            | .38  |
| Crecimiento . . . . .                                | .47  |
| DISCUSIONES . . . . .                                | .60  |
| CONCLUSIONES. . . . .                                | .79  |
| RECOMENDACIONES . . . . .                            | .80  |
| REFERENCIAS . . . . .                                | .83  |

---

## LISTA DE TABLAS

- Tabla I.** Parámetros físicos y químicos en la columna de agua, para los ambientes de cultivo del caracol rosado *Strombus gigas* en Punta Gavilán (oct 93 - mar 94). . . . .pag. 29
- Tabla II.** Parámetros físicos y químicos en la columna de agua, para los ambientes de cultivo del caracol rosado *Strombus gigas* en Banco Chinchorro (oct 93 - mar 94). . . . . pag. 30
- Tabla III.** Contenido de Materia Orgánica y parámetros sedimentológicos en Punta Gavilán (oct 93 - mar 94). . . . .  
. . . . .pag. 33
- Tabla IIIa.** Contenido de Materia Orgánica y parámetros sedimentológicos de Banco Chinchorro (oct 93 - mar 94). . . .  
. . . . .pag. 35
- Tabla IV.** Biomasa promedio en (g/peso seco/m<sup>2</sup>), desviación estandar y porcentaje mensual de la cobertura vegetal en Punta Gavilán, ambiente "thalassia". . . . .pag. 43
- Tabla IVa.** Biomasa promedio en (g/peso seco/m<sup>2</sup>), desviación estandar y porcentaje mensual de la cobertura vegetal en Punta Gavilán, ambiente "thalassia-arena". . . . . pag. 43
- Tabla IVb.** Biomasa promedio en (g/peso seco/m<sup>2</sup>), desviación estandar y porcentaje mensual de la cobertura vegetal en Banco Chinchorro, ambiente "thalassia". . . . .pag. 44
- Tabla IVc.** Biomasa promedio en (g/peso seco/m<sup>2</sup>), desviación estandar y porcentaje mensual de la cobertura vegetal en Banco Chinchorro, ambiente "thalassia-arena". . . . .pag. 44
- Tabla V.** Incremento marginal promedio en (mm) de la concha del *Strombus gigas*, cultivados en el sur de Quintana Roo. . . . .  
. . . . .pag. 47
- Tabla VI.** Parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, para los distintos ambientes de las zonas de estudio. . . . .pag. 49



---

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribución de la familia *Strombidae* (Tomado de Cruz, 1984). . . . . pag. 7
- Figura 2a.** Localización del área de estudio, comprendiendo los sitios pesqueros de interes Punta Gavilán y Banco Chinchorro. . . . . pag. 11
- Figura 2b.** Posición por coordenadas de Banco Chinchorro; perspectiva aérea de la posición y forma de sus cayos, en específico **Cayo Centro**. . . . . pag. 13
- Figura 3.** Cerco doble de 50m<sup>2</sup> de area total, con un diámetro externo de 8 m e interno de 4 m. Densidad poblacional prevista para el experimento es de 0.4 ind/m<sup>2</sup>. . . . . pag. 17
- Figura 3a.** Forma de marcado del caracol rosado *Strombus gigas*, con agarraderas de plástico y etiquetas de cinta "dymo" atados en la espira del caracol. . . . . pag. 19
- Figura 3b.** Forma de medición del caracol rosado, con ictiómetro y/o bernier. . . . . pag. 20
- Figura 4.** Promedio textural y variación por ambiente de los sedimentos en Punta Gavilán, Q. Roo. (oct 93 - mar 94). . . . . pag. 31
- Figura 5.** Variación integrada de los sedimentos en el tiempo y el espacio de los sedimentos de Punta Gavilán, Q. Roo. (oct 93 - mar 94). . . . . pag. 34
- Figura 6.** Promedio textural y variación por ambiente de sedimentos en Banco Chinchorro, Q. Roo. (oct 93 - mar 94). . . . . pag. 36
- Figura 7.** Variación integrada de los sedimentos en el tiempo y el espacio de los sedimentos en Banco Chinchorro, Q. Roo. (oct 93 - mar 94). . . . . pag. 37

---

|                                                                                                                                                      |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Figura 8.</b> Biomasa vegetal adyacente a los corrales de cultivo en Banco Chinchorro (BCH) y Punta Gavilán (PG), Q. Roo (oct 93 - mar 94).       | pag. 45 |
| <b>Figura 9.</b> Biomasa mensual de <i>Thalassia testudinum</i> y de sus epífitas en Punta Gavilán, Q. Roo (oct 93 - mar 94)                         | pag. 46 |
| <b>Figura 10.</b> Biomasa vegetal de <i>Thalassia testudinum</i> y de sus epífitas en Banco Chinchorro, Q. Roo (oct 93 - mar 94)                     | pag. 46 |
| <b>Figura 11a.</b> Curva de crecimiento del caracol rosado en diferentes ambientes de Banco Chinchorro, Q. Roo (oct 93 - mar 94).                    | pag. 50 |
| <b>Figura 11b.</b> Curva de crecimiento del caracol rosado en diferentes ambientes de Punta Gavilán, Q. Roo (oct 93 - mar 94).                       | pag. 51 |
| <b>Figura 12.</b> Incremento directo de los caracoles por ambiente, en las áreas de cultivo de Punta Gavilán (PG) y Banco Chinchorro (BCH), Q. Roo.  | pag. 52 |
| <b>Figura 13.</b> Mortalidad directa de los caracoles por ambiente, en las áreas de cultivo de Punta Gavilán (PG) y Banco Chinchorro (BCH).          | pag. 53 |
| <b>Figura 13a.</b> Mortalidad directa de los caracoles por clases de tamaño, en las áreas de cultivo de Punta Gavilán (PG) y Banco Chinchorro (BCH). | pag. 54 |
| <b>Figura 14.</b> Relación peso-longitud del caracol rosado por ambiente, en Punta Gavilán, Q. Roo.                                                  | pag. 57 |
| <b>Figura 15.</b> Relación peso de pulpa-longitud del caracol rosado en Punta Gavilán, Q. Roo.                                                       | pag. 58 |
| <b>Figura 16.</b> Relación peso-longitud del caracol rosado por ambiente, en Banco Chinchorro, Q. Roo.                                               | pag. 59 |
| <b>Figura 17.</b> Relación peso de pulpa-longitud del caracol rosado en Banco Chinchorro, Q. Roo.                                                    | pag. 59 |

---

## INTRODUCCION

De las 72 especies de caracoles que se encuentran en las aguas tropicales del mundo, algunos conforman generos de importancia comercial tales como: *Melongena* (3 spp), *Busycon* (7 spp), *Fasciolaria* (2 spp), *Cassis* (2 spp), *Pleuroploca gigantea* y *Strombus* (7 spp). En la provincia biogeográfica del Caribe se encuentran las 7 especies del genero *Strombus*; El caracol rosado *Strombus gigas*, las chivitas *Strombus raninus* y *Strombus pugilis*, el caracol de uña *Strombus gallus*, el caracol blanco o lanceta *Strombus costatus*, el caracol gigante *Strombus goliath* y *Strombus alatus*. Destaca entre ellos el llamado caracol rosado *Strombus gigas* (Linnaeus, 1758), denominado también caracol abanico, caracol reina o -Queen conch- (Cruz, 1984), el cual se caracteriza por la magnitud de su talla, su exuberante labio rosado, por la gran aceptación de su carne en el mercado (Aguayo, 1951; Randall, 1964) y ademas por las perlas que ocasionalmente se pueden encontrar en su manto (Randall, 1964; Iversen, 1983) así como aquellas que comunmente son confeccionadas por tornos especializados y que le confieren ornamentalmente a la concha un valor en el mercado bastante elevado (Cruz, 1984).

---

El aprovechamiento integral del caracol rosado lo ha colocado como uno de los recursos pesqueros de mayor importancia económica del Caribe (Appeldoorn, 1989). Actualmente es el segundo producto pesquero en la región de Quintana Roo, después de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Alcalá-Moya, 1985) sin embargo, en los últimos años las capturas de este molusco han disminuido dramáticamente por la sobreexplotación de los bancos en algunos países que comparten aguas del Caribe (Creswell, 1984; Brownell & Stevely, 1981; Stoner y Sandt, 1992).

Muchas áreas como Puerto Rico, Islas Vírgenes, Venezuela, Colombia, México y Florida padecen de la sobrepesca (Appeldoorn, 1991), a tal grado que en la actualidad se considera una especie comercialmente amenazada (Wells, 1983) presentando pocas expectativas para soportar la demanda del mercado poniendo a la pesquería en riesgo de desaparecer (Brownell y Stevely, 1981; Wells, 1983).

Localmente en el estado de Quintana Roo, México., la sobreexplotación hizo disminuir su pesquería, pasando de 114.4 ton/pulpa/año en 1986 a 22.5 ton/pulpa/año en 1992.

---

Por las razones antes descritas, las autoridades de pesca en Quintana Roo, se vieron en la inminente necesidad de vedar al recurso por un lapso de 6 meses e instituir talla mínima de captura de 22 cm de longitud sifonal (**LS**) y cuotas de explotación, así como restringir el permiso de captura a sólo algunas cooperativas de la entidad (Diario Oficial Estatal, 1990).

Aunque se ha demostrado la capacidad técnica para el cultivo del caracol rosado en el laboratorio, (Appeldoorn y Ballantine, 1982; Jory e Iversen 1982; Creswell, 1984; Cruz, 1984; Stoner y Sandt, 1988; Appeldoorn, 1989; Rodríguez y Ogawa 1990; Aldana et al. 1991; Martínez, 1993) todavía existen aspectos por superar en el maricultivo del caracol rosado.

Entre los principales problemas a resolver, se encuentran las dificultades técnicas para llevar a los organismos a tallas de 8 a 10 cm para ser liberados en los encierros y disminuir la influencia de los depredadores, el alimento y económicamente todavía no se ha encontrado un mecanismo de crianza eficiente que minimize atractivamente los costos de producción de juveniles para su posterior semicultivo en el mar (Dalton, 1992).

---

Además hay que considerar la falta de estudios referentes al molusco tales como: La influencia de los parámetros físico-químicos y el sedimento sobre su distribución y abundancia, y datos referentes al tema de pesquerías como son: crecimiento, densidades, zonas de reclutamiento y dinámica poblacional etc.

Por dichas razones el manejo exitoso de la pesquería o de la repoblación de áreas naturales, requerirá de información detallada de las relaciones entre los caracoles y las variables ambientales, así como del conocimiento de las causas naturales de disminución del recurso como es la mortalidad natural la cual es elevada en las primeras fases del desarrollo (Stoner y Waite, 1990).

En Islas Vírgenes se han identificado 22 organismos que depredan al caracol, entre los principales están el caracol tulipán *Fasciolaria tulipa*, el chac-pel *Pleuroploca gigantea*, el murícido *Murex pomum*, el cangrejo ermitaño *Petrochirus diógenes* y la langosta espinosa *Panulirus argus*; entre los peces destacan: la palometa *Trachinotus falcatus*, el boquinete *Lachnolaimus maximus*, el ixcochín *Balistes vetula* y el pez globo *Diodon hystrix*; por último de los reptiles la tortuga verde *Caretta caretta* (Randall, 1964).

---

Y sin dejar de considerar aquéllas practicadas por el hombre como pesca legal y también la pesca deportiva, misma que en particular ha favorecido en la disminución significativa en los juveniles y adultos (pescadores, com. pers.).

Por todo lo anterior, el propósito de realizar el presente trabajo es el de hacer un seguimiento y comparación de tasas de crecimiento de juveniles y adultos del molusco *Strombus gigas* L. en diferentes ambientes y monitorear además, las respectivas condiciones físico-químicas y biológicas generales en dos sitios de la costa sur de Quintana Roo. Punta Gavilán (PG) y Banco Chinchorro (BCH), para elegir finalmente aquél o aquéllos ambientes en el o en los que se presente la mejor tasa de crecimiento y tomar dicho resultado como criterio para la implementación del maricultivo mediante encierros.

En terminos sociales y ecológicos, los encierros serán encaminados a dar nuevas alternativas a los pescadores de la región en tiempo de veda y recuperación del recurso natural al desviar la presión pesquera y disminuir la mortalidad de juveniles.



---

## Antecedentes

El trabajo más completo acerca de la biología y ecología del caracol rosado *Strombus gigas* L. es el de Randall (1964), en el cual se expone la distribución, habitat, alimentación, crecimiento, reproducción, importancia económica, pesquerías y depredadores en las Islas Vírgenes (Fig. 1).

Posteriormente Alcolado (1976) investigó el crecimiento y las variaciones morfológicas del caracol en Cuba; en ese mismo año, Berg et al. (1976), estudiaron el crecimiento y discutieron su posible maricultura.

Las investigaciones biológico-pesqueras sobre el caracol se intensificaron en los años ochentas, cuando se notó una disminución de las poblaciones debido a la sobreexplotación.

Brownell y Stevely (1981) realizaron estudios de la biología, pesquerías y manejo del caracol en la mayor parte de los países del Caribe.

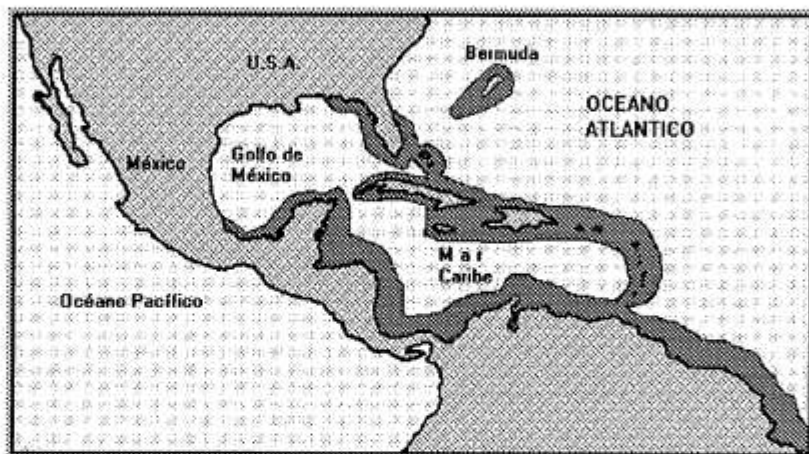
En 1984, Appeldoorn y Sanders en Puerto Rico, realizaron un estudio de los parámetros poblacionales y una evaluación del recurso.

Creswell (1984) trabajó con la alimentación y crecimiento de caracoles juveniles con dietas experimentales.



Appeldoorn (1985) investigó el crecimiento, mortalidad y dispersión de caracoles en criaderos artificiales.

Para el año de 1989, Appeldoorn estudió el crecimiento del caracol en Puerto Rico; Stoner (1990) reportó densidades del caracol y su relación con los pastos marinos en las Bahamas.



**Figura 1.** Distribución de la familia *Strombidae* (Tomado de Cruz, 1984).

En México, se tienen experiencias de cría y repoblación informándose de éxito en el desarrollo de larvas, aunque no se reporta un seguimiento posterior a la tala de siembra (Cruz, 1984).

---

En el estado de Quintana Roo, Alcalá-Moya (1985) realizó un estudio de langosta y caracol rosado, ambos recursos importantes de la costa caribeña mexicana.

En el estado de Quintana Roo se han realizado trabajos referentes a distribución, crecimiento y posibilidad de maricultivo por parte de CIQRO (de Jesús,-Navarrete *et al.*, 1992). Apoyando dichos estudios, se encuentran trabajos que reportan resultados prometedores registrados en varias partes del Caribe (D' Assaro, 1965; Brownell, 1977; Berg *et al.* 1984; Butriago, 1984; Díaz-Avalos, 1989; Chávez, 1990; de Jesús-Navarrete *et al.*, 1992; Domínguez-Viveros *et al.*, 1992; Martínez, 1993).

En la costa sur de Quintana Roo, Punta Gavilán es uno de los sitios mejor conocidos, ya que se han realizado estudios de índole ecológica y de biología pesquera del caracol rosado (Díaz-Avalos, 1989; de Jesús-Navarrete *et al.*, 1992 y Martínez, 1993).

En Banco Chinchorro se tienen los trabajos de Chávez, (1990) quien realizó una evaluación de la población de caracol, Domínguez-Viveros *et al.* (1992) investigaron la abundancia y parámetros poblacionales del caracol.

## Objetivo general

-Analizar y comparar las tasas de crecimiento para juveniles y adultos del caracol rosado *Strombus gigas* en diferentes habitats naturales.

## Objetivos particulares

-Relacionar la tasa de crecimiento con factores físico-químicos y biológicos de dichos ambientes tales como: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, profundidad, granulometría, biomasa vegetal y animal (relación peso-longitud).

-En base a lo anterior, hacer sugerencias para la introducción de encierros implementando la maricultura del molusco en aquellos ambientes donde se presente el mejor crecimiento.

---

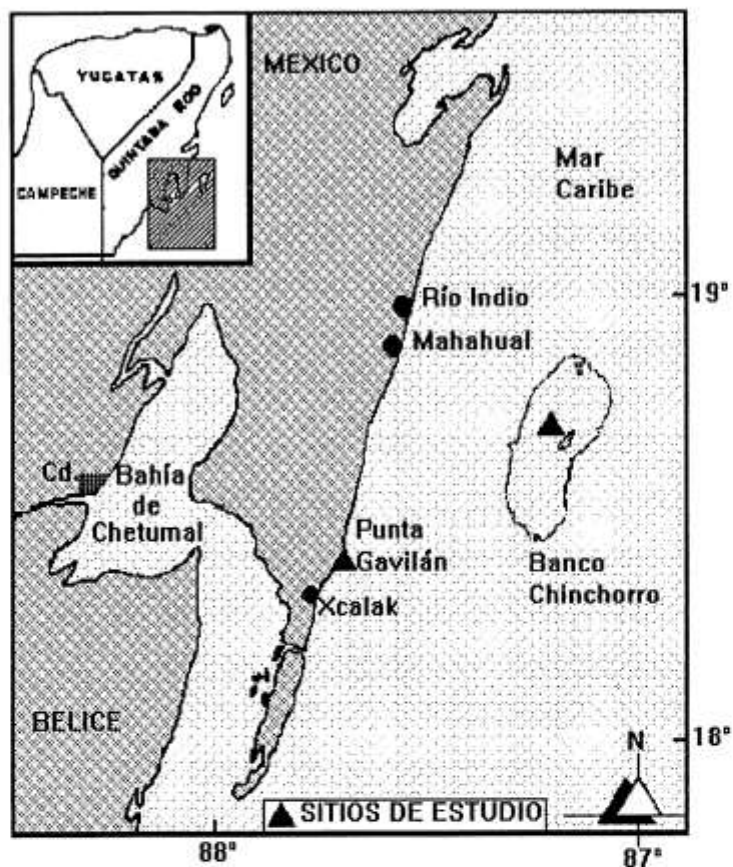
## Descripción del Area de Estudio

### a) Punta Gavilán

Punta Gavilán se ubica al sur del estado de Quintana Roo, (18° 21 011'N, 87°48 256'W Fig. 1a) es una zona que por más de diez años ha demostrado ser importante para la reproducción, el asentamiento, y crecimiento del caracol rosado *Strombus gigas*.

El área se encuentra dentro de la laguna arrecifal, con una distancia media de 800 m entre la línea de playa y el arrecife. La topografía del fondo es suave lo que da lugar a una escasa profundidad dentro de la laguna arrecifal (1.5 m en promedio). En los primeros 150 m a partir de la línea de costa se puede encontrar vegetación sumergida, principalmente pastos marinos, como *Halodule wrightii*, *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, además de macroalgas mezcladas con las fanerógamas como; *Penicillus capitatus*, *Dictyota dichotoma*, *Laurencia poitei*, *Halimeda sp*, *Udotea sp*, *Lobophora sp*, y *Avrainvillea sp*, principalmente.

En manchones dispersos se pueden encontrar diversos corales masivos entre los que destacan: *Acropora palmata*, *A. cervicornis*, *Porites porites*, *Madracis decactis*, *Montastrea annularis*, *Siderastrea radians*, *Eusmilia fastigiata*, *Favia fragum*, *Agaricia agaricites*, *Diploria strigosa*, *D. clivosa*, *Meandrina meandrites* y *Mycetophilia ferox*.



**Figura 2a.** Localización del área de estudio, comprendiendo los sitios pesqueros de interés Punta Gavilán (PG) y Banco Chinchorro (BCH).

#### **b) Banco Chinchorro.**

Localización ( $18^{\circ}47' - 18^{\circ}23' \text{ N}$  y  $87^{\circ}14' - 87^{\circ}27' \text{ W}$ ) hacia el este de la costa de Quintana Roo, denominada Mahahual, situada entre las poblaciones costeras de Río Indio e X-calak.

---

Es un complejo arrecifal separado 30 km aproximadamente del continente, por un gran canal con profundidades que llegan a los 1 000 m. (Aguilar-Perera, 1993) (Figs. 2a y 2b).

Dada su ubicación en el mar Caribe, se encuentra al norte y relativamente cerca de los complejos arrecifales de Belice como son Lighthouse, Glovers y las islas Turneffe, por lo que constituye parte integral de su formación geomorfológica, denominándose formación arrecifal tipo atolón, aunque las características de Chinchorro resultan ser de particular relevancia (Jordan y Martin, 1987) (Fig. 2b).

Con su forma elíptica, Banco Chinchorro es un gran banco arenoso de 46 km de largo y 15 km de ancho. Está bordeado por un crecimiento arrecifal coralino en (rompiente) en forma de barrera hacia el margen del barlovento (este), mientras que un crecimiento coralino semicontinuo, que no emerge del todo en el margen de sotavento (oeste). Tal situación permite la formación de una laguna relativamente somera en su interior, con una profundidad media de 4-6 m (Jordan y Martin, 1987).

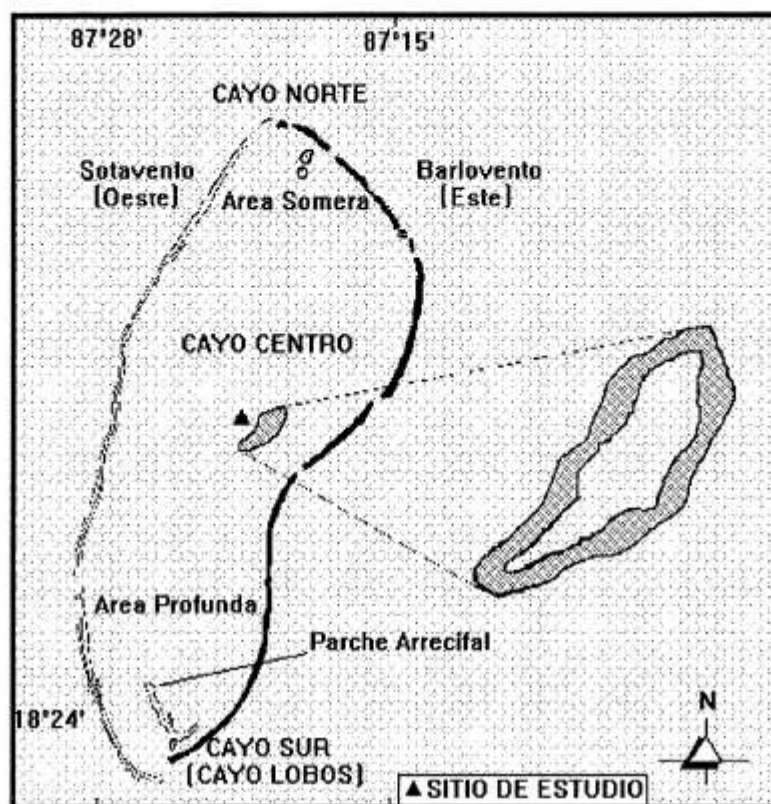


Figura 2b. Posición por coordenadas de Banco Chinchorro; perspectiva aérea de la posición y forma de sus cayos, en específico (Cayo Centro).

Esta laguna se encuentra comunicada ampliamente con el mar abierto, además se encuentra dentro de la zona económica exclusiva de México y actualmente es la zona de máxima captura del caracol rosado *Strombus gigas* en el sur de la entidad (Figs. 2a y 2b).



---

### **b.1) Cayo Centro**

Este cayo representa al cayo más grande (5.1 km<sup>2</sup>) y se encuentra localizado al centro del Banco, existe una formación lagunar en su interior originada por la entrada de agua a través de canales; dicha laguna es conocida como Rabios, ya que en ella se observa una gran abundancia de aves marinas conocidas como rabihorcados (*Fragata magnificens*), que hacen sus nidos sobre las ramas del mangle (Aguilar y Aguilar, 1993) (Fig. 2b).

El cayo posee algunas zonas de playa situadas principalmente en su parte oriental, donde habitualmente se asientan pescadores locales, mientras que al occidente presenta zonas fangosas. En la parte interna de la laguna, presenta parches arrecifales dispersos, que crecen en forma circular entre zonas de pastos marinos, en esta región del Banco abundan los pastos *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, por lo que Cayo Centro está rodeado por zonas de éstos denominados (**seibadales**) que gradualmente disminuyen al alejarse del cayo, dando lugar a un fondo arenoso dominado por algas calcáreas.

---

## MATERIAL METODOS

Para llevar a cabo el proyecto se seleccionaron las zonas y ambientes en donde se distribuye el caracol de manera natural.

Considerándose que el caracol rosado es un microherbívoro y su crecimiento depende de la temperatura del agua y de la cantidad de alimento disponible, todo esto respaldado con antecedentes bibliográficos de trabajos realizados en la región (Miller, 1982; Díaz-Avalos, 1989; Chávez, 1990; de Jesús-Navarrete et al., 1992; Domínguez-Viveros et al., 1992) se decidió instalar los encierros de maricultivo experimentales en las principales zonas de pesca del sur de Q. Roo. como son Punta Gavilán en la parte continental y Banco Chinchorro, en la forma que a continuación se describirá.

Después de hacerse recorridos por la zona sur del litoral de Quintana Roo, utilizando el buceo libre y el autónomo como herramientas de barrido de inspección y evaluación de las densidades de organismos y de las áreas de crianza, en cada uno se eligieron 4 diferentes ambientes ecológicos o habitats denominados en la forma siguiente: a) pasto marino *Thalassia testudinum* abundante ("**thalassia**"), b) pastos con arena ("**thalassia-arena**"), c) arenales o blanquizales ("**arena**") y por último d) parches o cabezos arrecifales ("**coral**"), a

---

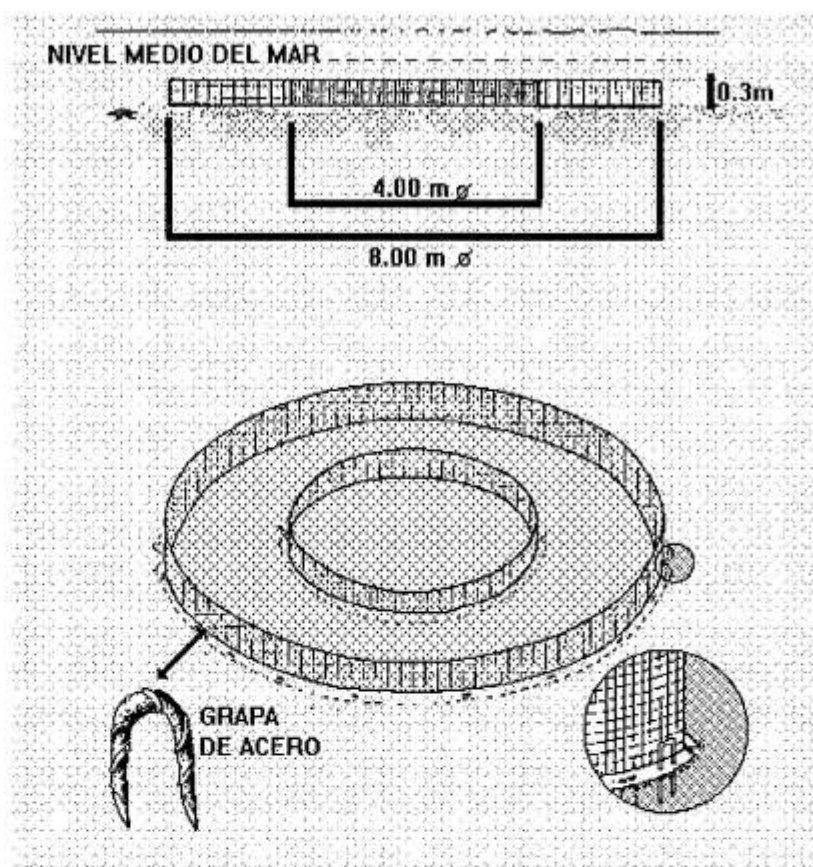
profundidades que estuvieron comprendidas entre los 30 cm hasta los 6 mts, elegidas en cuanto a llenar los requisitos antes mencionados, y que además, el sustrato fuera lo suficientemente blando para poder anclar los encierros en el fondo marino.

#### **\* Construcción de los encierros**

Una vez elegidas las zonas y ambientes, éstas fueron localizadas por coordenadas tomadas con el "GPS" (Global Positioning System) y enseguida se prosiguió a construir un total de 64 corrales circulares dobles hechos de malla de acero galvanizado de 1.0 cm de luz de malla y 30 cm de ancho, e instalarlos en el fondo marino de la forma siguiente: 32 encierros de 8 m de diámetro o 50 m<sup>2</sup> y 32 encierros de 4 m de diámetro o 25 m<sup>2</sup>, esto es, 4 encierros dobles por ambiente en Punta Gavilán y sus respectivos en Banco Chinchorro. Hay que señalar que el corral interior (25 m<sup>2</sup>) tiene la finalidad de evitar que los organismos se agregen en un sólo lugar y no se distribuyan adecuadamente (Fig. 3).

En cada lugar los corrales fueron anclados al fondo marino utilizando grapas de acero de 60 cm de longitud, cuidando en todo momento que no quedaran oquedades entre la malla y el sedimento que permitiera la pérdida de los organismos.

En Punta Gavilán, los corrales se instalaron entre 0.60 m y 2.0 m de profundidad, mientras que en Banco Chinchorro se colocaron a profundidades de 1.5-6.5 m (Fig. 3).



**Figura 3.** Cerco doble de 50 m<sup>2</sup> de area total, con un diámetro externo de 8 m<sup>2</sup> e interno de 4 m<sup>2</sup>. Densidad poblacional prevista para el experimento es de 0.4 ind/m<sup>2</sup>.

Los corrales se diseñaron de una forma circular doble, para facilitar su instalación en el campo y con el fin de evitar que los organismos se acumulen en las esquinas, como ocurre en los corrales cuadrados o rectangulares, así mismo, para que los organismos pudieran alimentarse homogéneamente

---

dentro del corral y por lo tanto evitar el sesgo al hablar de la cantidad de alimento disponible (Martínez, 1993), principalmente en los ambientes "*thalassia*" y "*thalassia-arena*", ya que es importante mencionar que los organismos no fueron alimentados artificialmente durante el tiempo que duró el cultivo.

**\* Colecta Marcado y Medición de los organismos para maricultivo**

Para obtener los caracoles que serían "sembrados" se realizaron recorridos con buceo libre, en las áreas adyacentes a la zona costera, tal es el caso de Hob-Na situado a 1 km de Punta Gavilán un ambiente de fondo arenoso y pasto marino *Thalassia testudinum*, con una profundidad que varió entre 1.25-2.90 m. Los caracoles se clasificaron por tallas, se midieron con una precisión de 1 mm y se marcaron empleando cinta "dymo" atada a la espira (Fig. 3a), "sembrándose" 10 caracoles en el corral interior (25 m<sup>2</sup>) y 10 en el corral exterior (50 m<sup>2</sup>).

Las tallas seleccionadas para medir el crecimiento con respecto al tiempo fueron 1) 100-120 mm 2) 120-140 mm 3) 140-160 mm y 4) 160-180 mm de longitud sifonal (**LS**).

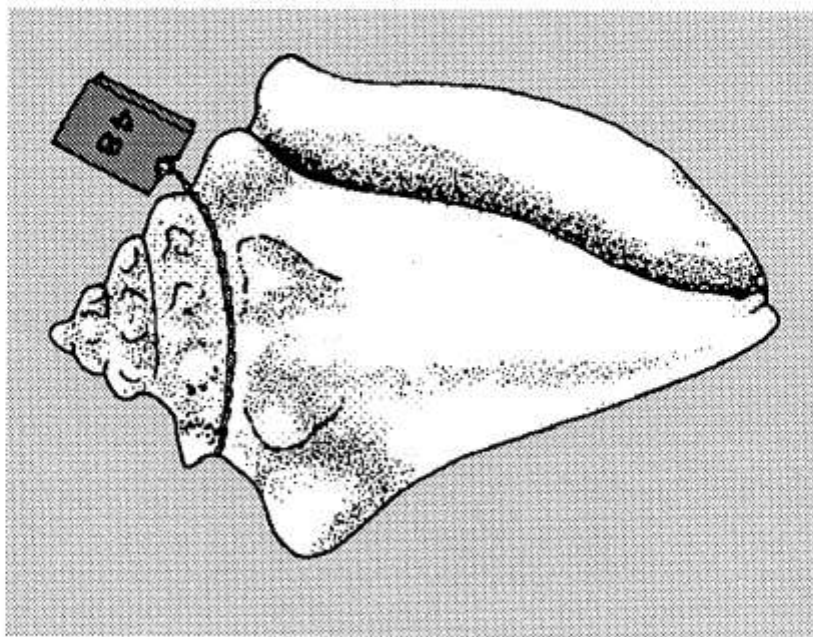
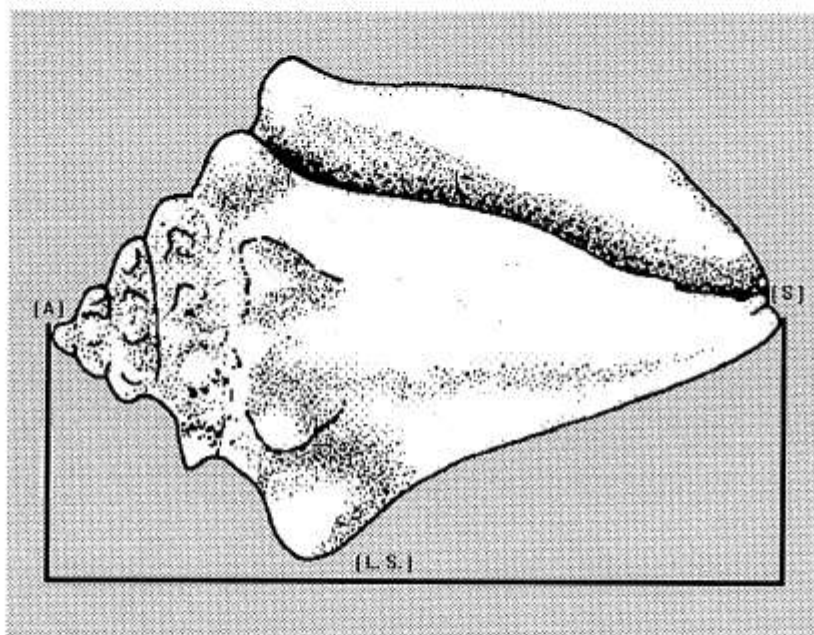


Figura 3a. Forma de marcado del caracol rosado *Strombus gigas*, con agarraderas de plástico y etiquetas de cinta "dymo" atados en la espira del caracol.

Aún cuando la densidad de los organismos en la zona es baja ( $0.005 \text{ ind/m}^2$ , de Jesús -Navarrete et al., 1992) se "sembraron" 20 caracoles de cada talla en los distintos corrales, como se mencionó anteriormente, dando como resultado una densidad de  $0.4 \text{ ind/m}^2$  (Fig. 3b), ya que este valor es normal en áreas de captura (Banco Chinchorro) y otras zonas del



**Figura 3b.** Forma de medición del caracol rosado, con ictiómetro y/o bernier.

**LS:** Longitud sifonal; **A:** apice y **S:** Sifón.

Caribe, además al tener una densidad baja se impide que los caracoles puedan sufrir de problemas por la cantidad de alimento, principalmente en los experimentos con fondos de *Thalassia testudinum*, y que como ya se mencionó anteriormente, ésto fue de suma importancia considerarlo ya que los organismos no fueron alimentados artificialmente, durante el tiempo que duró su encierro.



---

Al tener organizados los corrales por ambientes, en series de cuatro por cada ambiente y con sus divisiones internas, ésto nos permitió hablar de un arreglo de bloques, a los que se le pudo aplicar técnicas de análisis estadístico, tanto paramétrico como no paramétrico.

#### **\* Biomasa vegetal**

Se evaluó la biomasa vegetal, principalmente de pastos marinos y macroalgas. En el campo se recolectó todo el material vegetal, tirandose el cuadrante metálico y "podandose" al raz todos los vegetales contenidos en su interior de 0.01 m<sup>2</sup> de área interna, sólo para los ambientes de "**thalassia**" y "**thalassia -arena**", realizandose dicho podado mensualmente por cuatriplicado por ambiente.

#### **\* Fijación y análisis**

Para la preservación del material colectado, se depositó la muestra obtenida en el campo en una bolsa debidamente etiquetada (lugar y fecha), agregandose formol al 4% con agua de mar, para su traslado al laboratorio.

---

En el laboratorio, las muestras de biomasa vegetal se separaron al nivel taxonómico más bajo posible y se enjuagaron con agua dulce para eliminar los sedimentos y exceso de sal, se colocaron en un recipiente con ácido fosfórico al 10% por un tiempo aproximado de 15 minutos de acuerdo con Nugent *et al.*, (1978).

El tratamiento ácido tuvo por objeto, eliminar los carbonatos residuales y las algas epífitas que están adheridas a la flora marina, midiéndose estas por diferencia de peso, para posteriormente secarse en la estufa a una temperatura de 105°C durante 24 hrs, y pesarse separadamente en una balanza analítica con una precisión de 0.0001 gr. Dicho procedimiento se realizó mensualmente y por cuatriplicado.

#### **\* Contenido de materia orgánica**

El porcentaje de la materia orgánica en el sedimento, se determinó mensualmente y por cuatriplicado, por la técnica de diferencia de peso, sometiendo a éste a calcinación durante 1 hr a 600°C, lo que llevó a eliminar toda la materia orgánica presente en el sedimento eminentemente calcareo (Dean 1974).

---

Posteriormente el sedimento libre de materia orgánica se utilizó para el análisis granulométrico, mismo que incluyó tanto el análisis de la fracción gruesa como fina (limos y arcillas) (Buchanan, 1971).

#### **\* Analisis granulométrico**

Como parte de la caracterización del sedimento; tamaño medio de grano (**Mz**) y distribución de cada fracción textural, se tomaron 4 muestras de sedimento por ambiente por mes, utilizando un nucleador (Tubo de PVC de 5 cm de diámetro), el cual se introdujo 10 cm de la superficie del fondo marino, cuando las características del sustrato lo permitieron.

Estas se colocaron en bolsas de plástico debidamente etiquetadas para su posterior análisis en el laboratorio.

El análisis textural de cada componente sedimentario se determinó, después de haber concluido la cuantificación de materia orgánica antes descrita, dividiendo cada muestra en tres submuestras y en seguida se hizo la separación de fracciones texturales por medio de un agitador mecánico o "cribador".

Se utilizaron 12 mallas cuyos intervalos de separación fueron de  $0.25\phi$  y  $0.5\phi$ . Se hizo la separación desde texturas de arena muy gruesa (**AMG**), pasando por arena de tamaño medio (**AM**), hasta la clase textural de arena muy fina (**AMF**).

---

El análisis de la fracción restante "PAN", se llevó a cabo, utilizando la técnica de la probeta para la separación de las partículas finas con intervalos de separación de  $1\phi$ , pasando por limos y arcillas (LYA) en base a Buchanan, (1971).

**\* Parámetros físicos y químicos**

Se determinaron por ambiente y mensualmente los siguientes parámetros en la columna de agua: Temperatura y oxígeno que fueron medidos con un oxímetro marca YSI modelo 5740-50 con una precisión de  $0.01^{\circ}\text{C}$  y oxígeno disuelto  $0.01\text{ mg/l}$ , la salinidad fue determinada con un refractómetro marca ATAGO s/1000, el cual se calibró adecuadamente con agua destilada y con un salinómetro de inducción marca Kalhsico, cuyas precisiones fueron ( $1\text{ ppm}$  y  $0.001\text{ ppm}$ ) respectivamente.

**\* Biomasa de caracol (relación peso-longitud)**

El análisis de crecimiento de los organismos, mismo que representa el objetivo principal de este trabajo, se realizó de dos maneras: Con el método directo, tomando en cuenta el incremento marginal mensual promedio de la concha, y segundo el método indirecto con un análisis de la muestra poblacional por ambientes, empleando el programa ELEFAN que considera los datos de marca-recaptura de los organismos, cuya precisión antes mencionada fue de  $1\text{ mm}$  y con el cual se obtuvieron los parámetros de crecimiento de la curva de von Bertalanffy.

---

En ambos casos se utilizaron los datos de aquellos organismos que presentaron incremento en el tiempo como los que no, omitiendo aquellos que murieron durante el experimento.

Es necesario señalar que para la utilización del modelo de von Bertalanffy, fue preciso asegurarse, de que el valor de "b", es decir la pendiente obtenida de la regresión lineal de la relación peso-longitud a continuación descrita, resultara en valores cercanos a 3, es decir tener un crecimiento del tipo isométrico parecido al de los peces para los cuales fue desarrollado dicho modelo.

Con el fin de obtener la relación peso-longitud, se midieron y pesaron los organismos con ayuda de la balanza granataria marca OHAUS con una precisión de 1 g.

Dicha relación se obtuvo mediante la regresión matemática del peso "W" como variable dependiente y la longitud del organismo, como variable independiente, para finalmente obtener la siguiente ecuación logarítmica:

$$W = a * L^b$$

En donde "W" es el peso teórico, "a" es una constante, "L" el valor observado de la longitud sifonal (LS) y "b" la pendiente, que representa el tipo de crecimiento.

---

### **\* Estimación de la Mortalidad**

Con el fin de poseer elementos que permitan conocer el rendimiento del cultivo en el medio natural, fue necesario medir la mortalidad, misma que fue estimada en forma directa, mediante los promedios de los valores mensuales de organismos que murieron entre los períodos de muestreo, por ambiente y por talla.

Y de forma total por zonas de cultivo y extrapolando a 12 meses, mediante la utilización de la fórmula:

$$N_t = N_0 * \text{Exp}^{-zt}$$

Donde  $N_t$  es el número de organismos al tiempo  $t$ , en éste caso 30 días;  $N_0$  el número de organismos al inicio y  $z$  la pendiente de la curva que representa la tasa instantánea de mortalidad total.

### **\* Procesamiento y análisis estadístico**

Los datos que se generaron mensualmente sirvieron para llevar un registro de crecimiento en peso y longitud del caracol con respecto al tiempo, así como su tasa instantánea de mortalidad, siendo registrados en la libreta de campo todos los datos generados en el momento y vaciados en una base de datos computarizada del paquete de cálculo QUATTRO PRO versión 3.0.

---

Para el procesamiento de los datos de crecimiento se utilizó el programa ELEFAN 1.0 con el método de Gulland y Holt, c.v. (Gayanilo et al., 1989).

La comparación de los parámetros de crecimiento del método antes mencionado, se realizó posteriormente por diversas técnicas, para éste caso se utilizaron además del señalado, el método de Munro y el de Fabens (Gayanilo et al., 1989).

Los datos de crecimiento marginal y el conjunto de variables ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto en la columna de agua, tamaño medio de grano y contenido de materia orgánica en los sedimentos) fueron analizados utilizando diferentes pruebas estadísticas tales como: correlación de Spearman, análisis de varianza de Tukey y análisis multifactorial, utilizando el paquete STATGRAPHICS versión 6.0.

Entonces, con ayuda de los parámetros y conceptos antes mencionados, se llegaron a conocer los ambientes, la zona y la talla óptima de sembrado de organismos, en los que el crecimiento fue el idóneo para el desarrollo del maricultivo con encierros.



---

## RESULTADOS

### \* Parámetros físicos y químicos

En lo que se refiere a los parámetros ambientales de la columna de agua, no se observó una variación importante en sus valores como se aprecia en las tablas I y II.

Para Punta Gavilán las temperaturas más elevadas se presentaron en el mes de noviembre, aunque no existe una disminución drástica en los valores de la temperatura de la columna de agua, si fue notorio un cambio debido a la presencia de los "nortes" sobre todo en los meses de enero, febrero y marzo.

En el mes de noviembre las lecturas de salinidad se realizaron con el refractómetro, pero al observar variaciones altas se optó por determinar este parámetro con el salinómetro de inducción, que brinda una mayor precisión en las lecturas.

De hecho los datos son congruentes con los valores reportados en el Caribe y son considerados dentro del rango normal.

En Banco Chinchorro, se repitió el patrón, en noviembre se encontraron las temperaturas más altas con un promedio de  $27.22 \pm 0.15$  °C y mostrandose anomalías en los meses de "nortes", diciembre, enero, febrero y marzo.

La salinidad mostró valores altos en el mes de noviembre, pero son debidos a un mal funcionamiento del instrumento más que a un efecto de la combinación de factores, y de aquí la decisión de cambiar a las lecturas del salinómetro, pues no es congruente encontrar valores de 41 ppm en un sistema oceánico abierto y dinámico como Banco Chinchorro.

En el caso del oxígeno disuelto, se encontró que todos los valores estan por encima del valor de saturación para aguas tropicales.

**Tabla I.** Parámetros físicos y químicos en la columna de agua, para los ambientes de cultivo del caracol rosado *Strombus gigas* en Punta Gavilán (octubre 93-marzo 94).

| Ambiente \ Parámetro       | Noviembre | Diciembre | Enero  | Febrero | Marzo  |
|----------------------------|-----------|-----------|--------|---------|--------|
| Thalassia/Temp. (°C)       | 28.50     | 27.80     | 24.80  | 28.40   | 26.70  |
| Salinidad (ppm)            | 37.000    | 35.990    | 32.351 | 35.461  | 35.900 |
| Oxígeno Disuelto (mg/l)    | 6.60      | 7.50      | 8.00   | 7.00    | 6.30   |
| Thalassia-arena/Temp. (°C) | 28.70     | 27.50     | 24.40  | 24.40   | 26.5   |
| Salinidad (ppm)            | 38.00     | 36.00     | 35.457 | 35.461  | 35.943 |
| Oxígeno disuelto (mg/l)    | 6.60      | 7.10      | 6.90   | 6.60    | 6.20   |
| Arena/Temp. (°C)           | 28.30     | 27.20     | 24.90  | 22.80   | 26.50  |
| Salinidad (ppm)            | 37.00     | 35.00     | 35.434 | 35.619  | 35.832 |
| Oxígeno disuelto (mg/l)    | 6.50      | 6.40      | 6.90   | 6.70    | 6.00   |
| Coral/Temp. (°C)           | 28.20     | 27.40     | 25.60  | 24.80   | 25.00  |
| Salinidad (ppm)            | 36.00     | 36.00     | 35.447 | 35.586  | 35.963 |
| Oxígeno Disuelto (mg/l)    | 6.50      | 6.60      | 6.30   | 6.10    | 6.20   |

\* La salinidad de noviembre se determinó con el refractómetro, el resto de los meses con el salinómetro.

**Tabla II.** Parámetros físicos y químicos en la columna de agua, para los ambientes de cultivo del caracol rosado *Strombus gigas* en Banco Chinchorro (octubre 93-marzo 94).

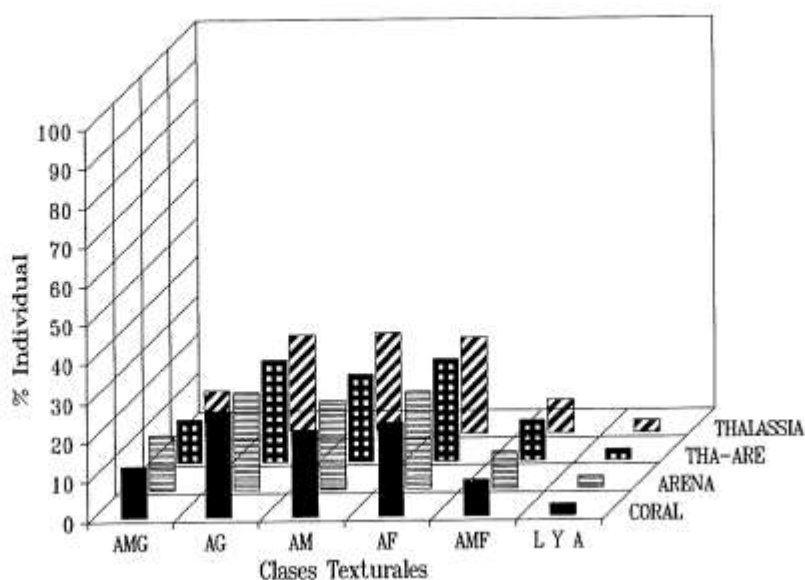
| Ambiente \ Parámetro       | Noviembre | Diciembre | Enero  | Febrero | Marzo  |
|----------------------------|-----------|-----------|--------|---------|--------|
| Thalassia/Temp. (°C)       | 27.10     | 23.50     | 25.00  | 27.30   | 26.60  |
| Salinidad (ppm)            | 38.000    | 36.000    | 35.951 | 35.840  | 36.081 |
| Oxígeno Disuelto (mg/l)    | 7.10      | 6.30      | 7.40   | 7.50    | 6.00   |
| Thalassia-arena/Temp. (°C) | 27.10     | 24.90     | 25.70  | 27.00   | 26.70  |
| Salinidad (ppm)            | 38.000    | 36.000    | 35.927 | 35.852  | 36.089 |
| Oxígeno disuelto (mg/l)    | 6.70      | 5.50      | 7.20   | 6.60    | 5.90   |
| Arena/Temp. (°C)           | 27.40     | 26.70     | 26.00  | 26.50   | 27.20  |
| Salinidad (ppm)            | 41.000    | 35.000    | 35.860 | 35.994  | 35.002 |
| Oxígeno disuelto (mg/l)    | 6.10      | 6.60      | 7.10   | 6.20    | 6.40   |
| Coral/Temp. (°C)           | 27.3      | 26.70     | 24.60  | 26.50   | 27.30  |
| Salinidad (ppm)            | 38.000    | 36.000    | 35.876 | 35.983  | 35.959 |
| Oxígeno Disuelto (mg/l)    | 6.70      | 6.70      | 7.20   | 6.28    | 6.60   |

\* La salinidad de noviembre se determinó con el refractómetro, el resto de los meses con el salinómetro.

#### \* Características sedimentarias

El análisis granulométrico realizado, indicó que los sedimentos son predominantemente arenas medianas a gruesas, que desde luego son importantes para el crecimiento de los pastos adyacentes en la zona costera, pero también permiten a los organismos enterrarse en los sedimentos.

Las tablas III y IIIa muestran el tamaño medio de grano (**MZ**), la desviación estándar (**Ds**) y la Kurtosis (**K**) para los diferentes ambientes en Punta Gavilán. El Tamaño medio de grano, corresponde a las arenas medianas y finas para todos los ambientes "thalassia", "thalassia-arena", "arena" y "coral" (Fig. 4).



**Figura 4.** Promedio textural y variación por ambiente de los sedimentos en Punta Gavilán, Q. Roo. (oct 93-mar 94).

**AMG;** arena muy gruesa; **AG** arena gruesa; **AM** arena mediana; **AMF** arena muy fina; **AF** arena fina; **L Y A** limos y arcillas.

---

Al efectuar un análisis de varianza de dos vías ( $p < 0.05$ ) a los parámetros sedimentarios (Tamaño medio de grano **Mz**) entre ambientes se encontró que los sedimentos no presentaron diferencias significativas entre los ambientes y zonas de muestreo, por lo tanto se puede hablar de que el tamaño medio de grano en ambas zonas fue homogéneo, es decir que se presentaron valores en la escala  $\phi$  que van desde arenas finas a arenas gruesas con una incidencia a arenas medias y que de manera general la clasificación de tipo de sustrato en ambas zonas es del tipo arenoso (Folk, 1969).

Tampoco se observó una modificación de la composición textural a lo largo del tiempo (Fig. 5), ésto es, que no existe un transporte litoral aparente, al menos en Punta Gavilán, que se encuentra protegido por la barrera arrecifal.

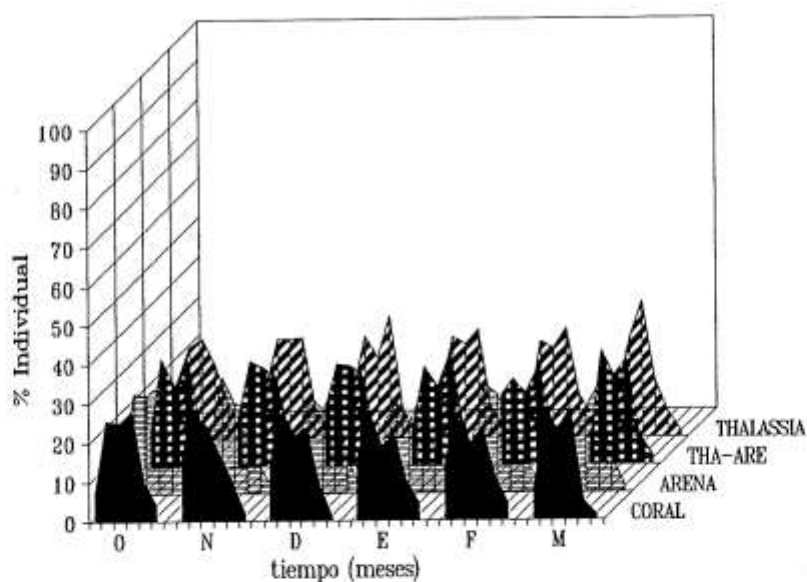
En Banco Chinchorro se observó un comportamiento muy similar, los sedimentos fueron arenas gruesas y medianas, con un componente muy bajo de limos y arcillas, respecto al tiempo tampoco existieron cambios en los tamaños medios ni en la composición textural (Fig. 6).

**Tabla III.** Contenido de Materia Orgánica y parámetros sedimentológicos en Punta Gavilán (octubre 93-marzo 94).

| Mes \ Ambiente |      | Thalassia | Thal-Arena | Arena | Coral |
|----------------|------|-----------|------------|-------|-------|
| Octubre        | Mz   | 1.408     | 1.63       | 1.593 | 0.000 |
|                | Ds   | 1.468     | 1.318      | 1.236 | 0.000 |
|                | K    | 4.447     | 3.413      | 3.187 | 0.000 |
|                | M.O. | 6.071     | 4.607      | 5.045 | 0.000 |
| Noviembre      | Mz   | 1.34      | 1.434      | 1.212 | 1.306 |
|                | Ds   | 1.25      | 1.261      | 1.269 | 1.472 |
|                | K    | 3.171     | 3.217      | 3.308 | 3.962 |
|                | M.O. | 5.178     | 4.973      | 4.254 | 4.849 |
| Diciembre      | Mz   | 1.394     | 1.3        | 1.409 | 1.318 |
|                | Ds   | 1.242     | 1.269      | 1.336 | 1.342 |
|                | K    | 1.317     | 3.274      | 3.558 | 3.627 |
|                | M.O. | 5.207     | 4.448      | 5.89  | 4.585 |
| Enero          | Mz   | 1.478     | 1.705      | 1.407 | 1.38  |
|                | Ds   | 1.277     | 1.469      | 1.504 | 1.481 |
|                | K    | 3.414     | 4.284      | 4.551 | 4.296 |
|                | M.O. | 5.397     | 3.778      | 3.29  | 3.353 |
| Febrero        | Mz   | 1.577     | 1.435      | 1.403 | 1.473 |
|                | Ds   | 1.475     | 1.555      | 1.431 | 1.432 |
|                | K    | 4.422     | 4.519      | 3.809 | 4.076 |
|                | M.O. | 5.407     | 3.844      | 3.382 | 3.479 |
| Marzo          | Mz   | 1.398     | 1.379      | 1.353 | 0.779 |
|                | Ds   | 1.403     | 1.472      | 1.128 | 1.223 |
|                | K    | 4.055     | 4.165      | 2.673 | 2.994 |
|                | M.O. | 6.199     | 4.105      | 4.156 | 3.186 |

Mz: Tamaño medio de grano en escala  $\phi$ ; Ds: Desviación estandar;

K: Kurtosis; M.O.: Materia orgánica [%].



**Figura 5.** Variación integrada de los sedimentos en el tiempo y el espacio en Punta Gavilán, Q. Roo. (oct 93 - mar 94).

Sin embargo, el valor de la desviación estándar, indica que los sedimentos están mal sorteados y por lo tanto la dispersión entre los datos correspondientes a los granos gruesos y finos es amplia, lo que implica que los granos no son homogéneos, y esto ocasiona que exista una mayor cantidad de espacios entre las partículas sedimentarias, dando como



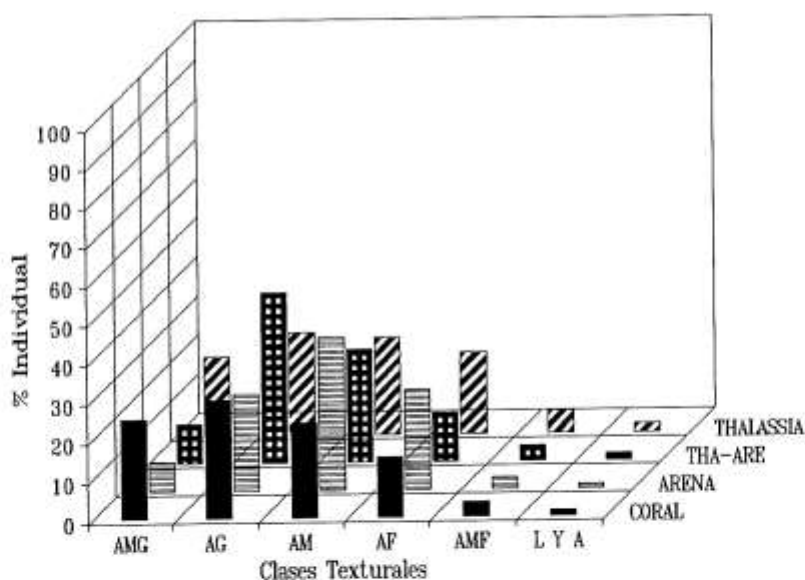
**Tabla IIIa.** Contenido de Materia Orgánica y parámetros sedimentológicos de Banco Chinchorro (octubre 93-marzo 94).

| Mes \ Ambiente |      | Thalassia | Thal-Arena | Arena | Coral |
|----------------|------|-----------|------------|-------|-------|
| Octubre        | Mz   | 0.8       | 0.986      | 1.386 | 1.36  |
|                | Ds   | 0.962     | 0.986      | 0.927 | 1.283 |
|                | K    | 1.649     | 1.798      | 1.819 | 3.475 |
|                | M.O. | 5.901     | 3.549      | 4.254 | 4.51  |
| Noviembre      | Mz   | 1.126     | 0.975      | 1.472 | 0.755 |
|                | Ds   | 1.399     | 0.92       | 0.927 | 1.214 |
|                | K    | 4.043     | 1.633      | 1.819 | 2.708 |
|                | M.O. | 5.397     | 5.777      | 4.181 | 4.48  |
| Diciembre      | Mz   | 1.14      | 1.085      | 1.45  | 0.99  |
|                | Ds   | 1.359     | 1.075      | 0.982 | 1.336 |
|                | K    | 3.564     | 2.275      | 2.02  | 3.364 |
|                | M.O. | 4.98      | 3.138      | 4.26  | 4.187 |
| Enero          | Mz   | 1.185     | 1.092      | 1.425 | 0.734 |
|                | Ds   | 1.423     | 1.146      | 0.979 | 1.18  |
|                | K    | 3.960     | 2.56       | 2.065 | 2.675 |
|                | M.O. | 3.357     | 3.317      | 3.264 | 2.148 |
| Febrero        | Mz   | 1.363     | 1.075      | 1.415 | 0.594 |
|                | Ds   | 1.393     | 1.203      | 1.009 | 1.242 |
|                | K    | 3.821     | 2.843      | 2.177 | 3.123 |
|                | M.O. | 3.295     | 2.581      | 3.011 | 3.084 |
| Marzo          | Mz   | 1.319     | 1.254      | 1.27  | 1.235 |
|                | Ds   | 1.431     | 1.38       | 1.28  | 1.017 |
|                | K    | 4.258     | 3.717      | 3.116 | 2.478 |
|                | M.O. | 3.518     | 3.189      | 2.434 | 1.929 |

Mz: Tamaño medio de grano en escala  $\phi$ ; Ds: Desviación estandar;

K: Kurtosis; M.O.: Materia orgánica [%].

resultado un sedimento poco consolidado, lo que beneficia el proceso de enterramiento de los caracoles. No se debe olvidar que en el caso de los ambientes "thalassia" y "thalassia-arena", la presencia de los pastos y algas, provocan un cambio de la textura de los sedimentos, pues capturan partículas finas, logrando a final de cuentas el compactamiento del fondo.

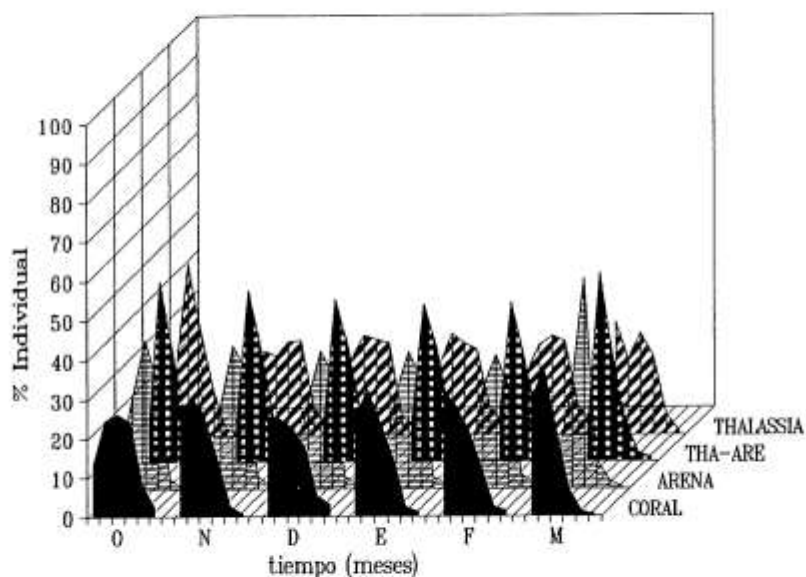


**Figura 6.** Promedio textural y variación por ambiente de sedimentos en Banco Chinchorro, Q. Roo. (oct 93 - mar 94).

AMG; arena muy gruesa; AG arena gruesa; AM arena mediana; AMF arena muy fina; L Y A limos y arcillas.

Los resultados del análisis de varianza multifactorial de Tuckey ( $p < 0.05$ ) indicaron que en Banco Chinchorro a diferencia de Punta Gavilán existió una variación entre los ambientes en donde se ubicaron los corrales.

Por ejemplo los ambientes "thalassia" y "thalasia-arena", representaron ambientes similares entre ellos, sin embargo, los corrales ubicados en "arena" y "coral" fueron diferentes entre ellos y estos ambientes a su vez son diferentes entre los corrales de "thalassia" y "thalassia-arena" (Fig. 7).



**Figura 7.** Variación integrada de los sedimentos en el tiempo y el espacio en Banco Chinchorro, Q. Roo. (oct 93 - mar 94).

---

### \* Contenido de Materia Orgánica

En este rubro se encontró que los valores de materia orgánica estuvieron entre 2.14 % como mínimo a un 6.19% como máximo siendo mayores en Punta Gavilán que en Banco Chinchorro.

Existió una diferencia entre los corrales de "**thalassia**" y "**thalassia-arena**", respecto a los contenidos de materia orgánica comparados con "**arena**" y "**coral**", esta divergencia es natural pues la materia orgánica se deriva en su mayor parte de las hojas de los pastos y algas, por lo que evidentemente fue mayor en Punta Gavilán.

### \* Biomasa Vegetal

Con el fin de saber si la biomasa vegetal representa una factor ambiental definitivo en el crecimiento, ésta sólo se evaluó en los ambientes en donde se colocaron los corrales de "**thalassia**" y "**thalassia-arena**", y se observó, que aunque los organismos se alimentan de las epifitas de la fanerógama marina *Thalassia testudinum*, fueron los dos sitios en donde no se colectó biomasa vegetal, donde al parecer los organismos crecieron de mejor forma.

En la tabla IV, se muestran las principales entidades taxonómicas para Punta Gavilán y en la tabla IVa los vegetales encontrados en Banco Chinchorro.

---

En Punta Gavilán, para el ambiente "*thalassia*", se encontraron 10 entidades diferentes, con *Thalassia testudinum* y las epífitas de *Thalassia testudinum* como las más importantes desde el punto de vista de la biomasa con un valor promedio de  $40.53 \pm 18.5$  g.ps.m<sup>2</sup> un valor máximo de 77 g.ps.m<sup>2</sup> en octubre y un mínimo de 24 g.ps.m<sup>2</sup> en diciembre.

La siguiente entidad taxonómica más importante fue la de epífitas de *Thalassia testudinum*, con un valor promedio de  $29.41 \pm 9.29$  g.ps.m<sup>2</sup>, un valor máximo de 45 g.ps.m<sup>2</sup> en enero, superando incluso al valor del propio pasto marino, el valor mínimo de las epífitas se presentó en el mes de noviembre con 17.6 g.ps.m<sup>2</sup>.

En conjunto los dos componentes, *Thalassia testudinum* y epífitas de la misma, representaron más del 85% de los vegetales recolectados de los sedimentos, el resto de los vegetales fue representado por biomásas muy bajas, e incluso muchos de ellos no son considerados como un alimento para el caracol rosado *Strombus gigas*.

---

Para el ambiente "**thalassia-arena**" se encontraron 8 diferentes especies, sin embargo el patrón de distribución fué muy similar al encontrado en el ambiente "**thalassia**", los principales componentes fueron *Thalassia testudinum* y los epífitos que crecen sobre el pasto; ambos con más del 80% de la biomasa total.

En éste ambiente se encontró en los meses de enero, febrero y marzo que el alga verde *Halimeda*, representada por sus dos especies *H. incrassata* y *H. monile* presentaron valores de 15.4, 14.0 y 24.9 g.ps.m<sup>2</sup> que representaron el 18.6%, 24.3% y 34.6% de la biomasa total de vegetales en esos meses.

En el caso de Banco Chinchorro, la composición de la biomasa vegetal cambió respecto a los valores de la costa, en primer lugar se tiene que en ambos ambientes; "**thalassia**" y "**thalassia-arena**", se encontraron nueve entidades taxonómicas diferentes y a diferencia de la costa (Punta Gavilán), *Thalassia testudinum* ni sus epífitos fueron los más importantes, siendo remplazados por *Halimeda incrassata* y *Halimeda monile*.

---

Para el ambiente "*thalassia*", el pasto de tortuga (*Thalassia testudinum*) tuvo una biomasa de  $16.266 \pm 6.63$  g.ps.m<sup>2</sup> y un máximo valor en el mes de marzo, que representó un 19.31% de la biomasa total; para las epífitas se encontró una biomasa promedio de  $12.06 \pm 7.54$  g.ps.m<sup>2</sup> con su máximo valor en febrero y el mínimo en el mes de octubre.

Las algas verdes, representadas por *H. incrassata* y *H. monile* tuvieron una biomasa elevada, con más del 40% del total superando como se puede observar a la evaluada para *Thalassia testudinum* y sus epífitos, la biomasa promedio de estas algas fue de  $83.94 \pm 26.69$  g.ps.m<sup>2</sup>, otras vegetales importantes en este ambiente fueron; *Udotea flavelum* entre las algas y *Syringodium filiforme* dentro de los pastos.

En el caso del ambiente "*thalassia-arena*", se encontró un comportamiento similar, siendo *Halimeda* sp. la mejor representada en cuanto a biomasa se refiere, con las dos especies *H. incasstata* y *H. monile* con más del 50% de la biomasa total, otros organismos de importancia fueron: *Laurencia poitei*, *Penicillus capitatus* y *Lobophora variegata*.

---

En cuanto a las tendencias ciclicas del pasto marino, es posible apreciar que tienen una relación muy estrecha con la luminocidad solar, aunque esta no fue medida, es posible observar que los valores de biomasa con los de la estación del año y en terminos generales, tienen una tendencia a aumentar a partir de octubre, cuando fue hecho el primer muestreo, para después decaer entre los meses de diciembre y enero, para posteriormente retomar la tendencia a subir en biomasa en el mes de marzo, ésto es representable en los ambientes de "thalassia" y "thalassia-arena" para ambas zonas de estudio (Figs 8, 9, y 10).

Así mismo, existió una relación secuencial de la biomasa con respecto a la materia orgánica, es decir, que la materia orgánica se encuentra en valores relativamente moderados comparados con los reportados para el Caribe, y a partir del aumento de la biomasa antes descrita tienden a aumentar en forma lenta, sólo que al disminuir la biomasa en los meses de diciembre y enero la materia orgánica tiene sus valores más altos, cuestión que se explica por la degradación del pasto muerto y que al formar parte del detritus fue medido como materia orgánica presente en el sedimento, ésto se repite para ambas zonas de estudio en los ambientes de "thalassia" y "thalassia-arena" (Tablas III, IIIa, IV, IVa, IVb y IVc).



Tabla IV. BIOMASA PROMEDIO (g/peso seco/m<sup>2</sup>), DESVIACION ESTANDAR Y PORCENTAJE MENSUAL DE LA COBERTURA VEGETAL EN PUNTA GAVILAN AMBIENTE "THALASSIA"

|                                                | OCT   |       | NOV  |        |      | DIC  |        |       | ENE  |        |      | FEB  |        |       | MAR   |        |       |       |
|------------------------------------------------|-------|-------|------|--------|------|------|--------|-------|------|--------|------|------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| ESPECIE                                        | Prom  | %     | Prom | D.est. | %    | Prom | D.est. | %     | Prom | D.est. | %    | Prom | D.est. | %     | Prom  | D.est. | %     | TOTAL |
| <i>Thalassia testudinum</i>                    | 77    | 72.44 | 33.5 | 11.7   | 56.1 | 24   | 6.4    | 41.59 | 37.7 | 2.6    | 37.7 | 35.8 | 14.1   | 50.78 | 35.2  | 8.1    | 46.62 | 243   |
| Epifitas de <i>Thalassia</i>                   | 24.9  | 23.42 | 17.6 | 6      | 29.5 | 25.4 | 10.2   | 44.02 | 45   | 9.4    | 45   | 30.8 | 18.7   | 43.69 | 32.8  | 19.4   | 43.44 | 177   |
| <i>Syringodium filiforme</i>                   | 0     | 0     | 0    | 0      | 0    | 0    | 0      | 0     | 0.2  | 0.3    | 0.2  | 0.4  | 0.5    | 0.567 | 0.4   | 0.6    | 0.53  | 1     |
| <i>Laurencia poitei</i> y <i>Laurencia sp.</i> | 0     | 0     | 0.6  | 0.8    | 1.01 | 2.1  | 1.9    | 3.64  | 0.9  | 0.9    | 0.9  | 2.3  | 3.8    | 3.262 | 0.1   | 0.2    | 0.132 | 6     |
| Epifitas de <i>Laurencia</i>                   | 0     | 0     | 0.8  | 0.7    | 1.34 | 1    | 1      | 1.733 | 0.7  | 0.8    | 0.7  | 0.2  | 0.3    | 0.284 | 0.01  | 0.02   | 0.013 | 2.71  |
| <i>Halimeda incrassata</i> y <i>H. monile</i>  | 4.4   | 4.139 | 1.3  | 1.7    | 2.18 | 0.1  | 0.2    | 0.173 | 12.9 | 16.8   | 12.9 | 0    | 0      | 0     | 7     | 9.9    | 9.27  | 25.7  |
| <i>Penicillus capitatus</i>                    | 0     | 0     | 0.5  | 0.9    | 0.84 | 3.9  | 5.4    | 6.759 | 0.2  | 0.4    | 0.2  | 1    | 1.7    | 1.418 | 0     | 0      | 0     | 5.6   |
| <i>Avrainvillea rawsonii</i>                   | 0     | 0     | 4.2  | 7.3    | 7.04 | 0    | 0      | 0     | 0    | 0      | 0    | 0    | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 4.2   |
| <i>Udotea flabellum</i>                        | 0     | 0     | 0    | 0      | 0    | 0.6  | 1      | 1.04  | 0.4  | 0.7    | 0.4  | 0    | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 1     |
| <i>Dictyosphaeria cavemosa</i>                 | 0     | 0     | 1.2  | 1.1    | 2.01 | 0.6  | 1.1    | 1.04  | 2    | 3.5    | 2    | 0    | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 3.8   |
| TOTAL                                          | 106.3 |       | 59.7 |        |      | 57.7 |        |       | 100  |        |      | 70.5 |        |       | 75.51 |        |       | 470   |

Tabla IVa. PROMEDIO (g/peso seco/m<sup>2</sup>), DESVIACION ESTANDAR Y PORCENTAJE MENSUAL DE LA COBERTURA VEGETAL EN PUNTA GAVILAN AMBIENTE "THALASSIA-ARENA"

|                                                | OCT  |       | NOV   |        |      | DIC   |        |       | ENE  |        |       | FEB   |        |       | MAR  |        |       |        |
|------------------------------------------------|------|-------|-------|--------|------|-------|--------|-------|------|--------|-------|-------|--------|-------|------|--------|-------|--------|
| ESPECIE                                        | Prom | %     | Prom  | D.est. | %    | Prom  | D.est. | %     | Prom | D.est. | %     | Prom  | D.est. | %     | Prom | D.est. | %     | TOTAL  |
| <i>Thalassia testudinum</i>                    | 28.1 | 57.35 | 18.9  | 4.9    | 66   | 16.3  | 8.1    | 47.23 | 29.5 | 5.8    | 35.71 | 18    | 3.5    | 31.38 | 20.9 | 8.9    | 29.07 | 131.7  |
| Epifitas de <i>Thalassia</i>                   | 0.1  | 0.204 | 8     | 2.6    | 27.9 | 15    | 15.5   | 43.47 | 27.9 | 7.9    | 33.78 | 14.3  | 2.3    | 24.93 | 16.7 | 10.8   | 23.23 | 82     |
| <i>Laurencia poitei</i> y <i>Laurencia sp.</i> | 0.2  | 0.408 | 0.02  | 0.04   | 0.07 | 0.07  | 0.08   | 0.203 | 1.5  | 1.2    | 1.816 | 2     | 3.3    | 3.486 | 3.4  | 3.1    | 4.729 | 7.19   |
| Epifitas de <i>Laurencia</i>                   | 0    | 0     | 0.01  | 0.01   | 0.03 | 0.04  | 0.05   | 0.116 | 0.6  | 0.6    | 0.726 | 0.07  | 0.06   | 0.122 | 1.9  | 1.4    | 2.643 | 2.08   |
| <i>Halimeda incrassata</i> y <i>H. monile</i>  | 10.9 | 22.24 | 1.1   | 1.1    | 3.84 | 0     | 0      | 0     | 15.4 | 17.6   | 18.64 | 14    | 16.1   | 24.4  | 24.9 | 21.4   | 34.63 | 66.3   |
| <i>Penicillus capitatus</i>                    | 3.3  | 6.735 | 0.6   | 1.1    | 2.1  | 3.1   | 5.3    | 8.983 | 4.6  | 7.9    | 5.569 | 5.8   | 6.8    | 10.11 | 1.1  | 1.9    | 1.53  | 18.5   |
| <i>Udotea flabellum</i>                        | 6.4  | 13.06 | 0     | 0      | 0    | 0     | 0      | 0     | 2.3  | 1.2    | 2.785 | 3.2   | 2.3    | 5.578 | 3    | 4.8    | 4.172 | 14.9   |
| <i>Dictyosphaeria cavemosa</i>                 | 0    | 0     | 0     | 0      | 0    | 0     | 0      | 0     | 0.8  | 1.4    | 0.969 | 0     | 0      | 0     | 0    | 0      | 0     | 0.8    |
| TOTAL                                          | 49   |       | 28.63 |        |      | 34.51 |        |       | 82.6 |        |       | 57.37 |        |       | 71.9 |        |       | 323.47 |

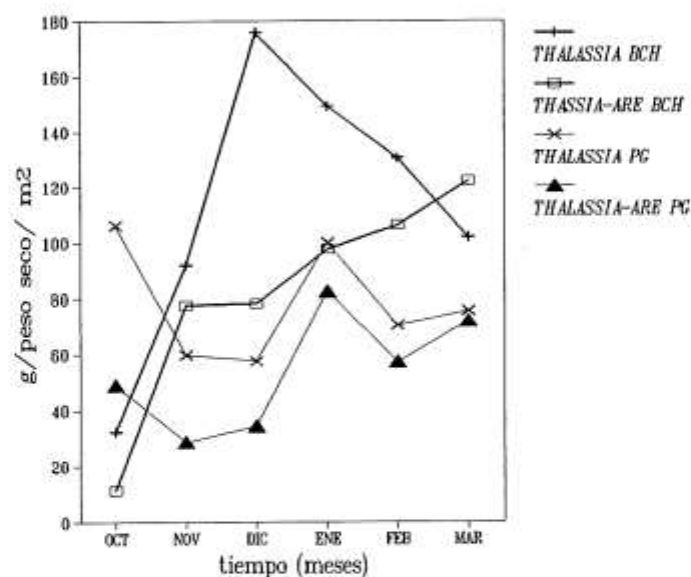
Tabla IVb. PROMEDIO (g/peso seco/m<sup>2</sup>), DESVIACION ESTANDAR Y PORCENTAJE MENSUAL DE LA COBERTURA VEGETAL EN BANCO CHINCHORRO AMBIENTE "THALASSIA"

| ESPECIE                                       | OCT   |       | NOV  |        |      | DIC   |        |       | ENE   |        |       | FEB   |        |       | MAR   |        |       | TOTAL  |
|-----------------------------------------------|-------|-------|------|--------|------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|
|                                               | Prom  | %     | Prom | D.est. | %    | Prom  | D.est. | %     | Prom  | D.est. | %     | Prom  | D.est. | %     | Prom  | D.est. | %     |        |
| <i>Thalassia testudinum</i>                   | 31.7  | 98.05 | 23.1 | 5.6    | 25.1 | 15.6  | 3.4    | 8.879 | 28.3  | 9      | 18.97 | 22    | 7.9    | 16.87 | 19.7  | 7.6    | 19.25 | 140.4  |
| Epifitas de <i>Thalassia</i>                  | 0.63  | 1.949 | 13.1 | 1.1    | 14.2 | 14.1  | 4.2    | 8.025 | 15.1  | 4.1    | 10.12 | 19.1  | 4.1    | 14.64 | 12.1  | 2.8    | 11.82 | 74.13  |
| <i>Syringodium filiforme</i>                  | 0     | 0     | 0    | 0      | 0    | 0.1   | 0.1    | 0.057 | 0.3   | 0.5    | 0.201 | 0.52  | 0.54   | 0.399 | 0.17  | 0.31   | 0.166 | 1.09   |
| <i>Halimeda incrassata</i> y <i>H. monile</i> | 0     | 0     | 53.9 | 35.5   | 58.6 | 118.1 | 31.4   | 67.22 | 100.8 | 38.3   | 67.57 | 85.2  | 46.3   | 65.33 | 61.7  | 36.6   | 60.28 | 419.7  |
| <i>Penicillus capitatus</i>                   | 0     | 0     | 1.9  | 3.4    | 2.07 | 3.1   | 4.1    | 1.764 | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 5      |
| <i>Udotea flabellum</i>                       | 0     | 0     | 0    | 0      | 0    | 2.9   | 1.6    | 1.651 | 0.4   | 2.7    | 0.268 | 3.6   | 6.2    | 2.76  | 2.6   | 4.5    | 2.54  | 9.2    |
| <i>Dictyosphaeria cavemosa</i>                | 0     | 0     | 0    | 0      | 0    | 21.8  | 29.8   | 12.41 | 3.7   | 3.3    | 2.48  | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 25.5   |
| <i>Lobophora variegata</i>                    | 0     | 0     | 0    | 0      | 0    | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 6.09  | 6.2    | 5.95  | 6.06   |
| Alga roja                                     | 0     | 0     | 0    | 0      | 0    | 0     | 0      | 0     | 0.58  | 0.6    | 0.389 | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 0.58   |
| TOTAL                                         | 32.33 |       | 92   |        |      | 175.7 |        |       | 149.2 |        |       | 130.4 |        |       | 102.4 |        |       | 681.66 |

Tabla IVc. PROMEDIO (g/peso seco/m<sup>2</sup>), DESVIACION ESTANDAR Y PORCENTAJE MENSUAL DE LA COBERTURA VEGETAL EN BANCO CHINCHORRO AMBIENTE THALASSIA ARENA

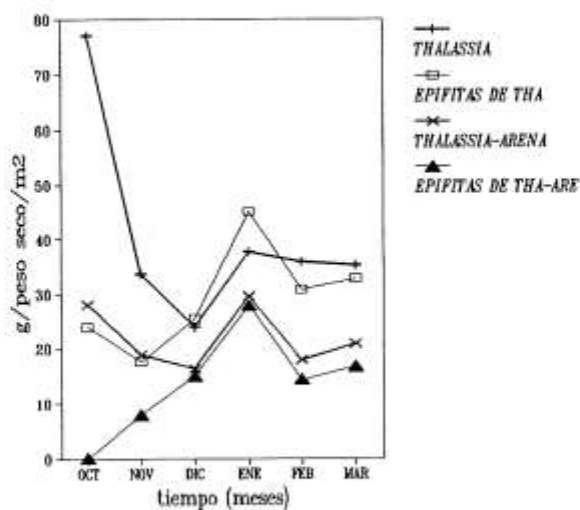
| ESPECIE                                        | OCT   |       | NOV   |        |      | DIC   |        |       | ENE   |        |       | FEB   |        |       | MAR   |        |       | TOTAL  |
|------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|
|                                                | Prom  | %     | Prom  | D.est. | %    | Prom  | D.est. | %     | Prom  | D.est. | %     | Prom  | D.est. | %     | Prom  | D.est. | %     |        |
| <i>Thalassia testudinum</i>                    | 9     | 78.74 | 8.1   | 2.5    | 10.5 | 19    | 6.4    | 24.34 | 15.4  | 1.7    | 15.75 | 22.5  | 5.2    | 21.11 | 23.6  | 12     | 19.32 | 97.6   |
| Epifitas de <i>Thalassia</i>                   | 0.2   | 1.75  | 6.9   | 3.1    | 8.91 | 13.1  | 6.6    | 16.78 | 14.2  | 1.7    | 14.52 | 21.8  | 8.7    | 20.45 | 16.2  | 9.8    | 13.26 | 72.4   |
| <i>Laurencia pottei</i> y <i>Laurencia sp.</i> | 1.8   | 14    | 4.7   | 6.7    | 6.07 | 0.71  | 1      | 0.909 | 0.03  | 0.05   | 0.031 | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 7.04   |
| Epifitas de <i>Laurencia</i>                   | 0     | 0     | 0.37  | 0.5    | 0.48 | 0.45  | 0.6    | 0.576 | 0.03  | 0.06   | 0.031 | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 0.85   |
| <i>Syringodium filiforme</i>                   | 0.63  | 5.512 | 0     | 0      | 0    | 0     | 0      | 0     | 0.08  | 0.1    | 0.082 | 0.39  | 0.67   | 0.366 | 0     | 0      | 0     | 1.1    |
| <i>Halimeda incrassata</i> y <i>H. monile</i>  | 0     | 0     | 56.6  | 51.5   | 73.1 | 40.8  | 35.1   | 52.26 | 67.4  | 57     | 68.94 | 45.9  | 44.1   | 43.07 | 61.2  | 51.3   | 50.09 | 271.9  |
| <i>Penicillus capitatus</i>                    | 0     | 0     | 0.79  | 1.3    | 1.02 | 2.7   | 1.8    | 3.458 | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0     | 24.5   |
| <i>Udotea flabellum</i>                        | 0     | 0     | 0     | 0      | 0    | 1.1   | 2      | 1.409 | 0.63  | 1      | 0.644 | 0.29  | 0.29   | 0.272 | 0.68  | 0.87   | 0.557 | 2.7    |
| <i>Lobophora variegata</i>                     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0    | 0.21  | 0.3    | 0.269 | 0     | 0      | 0     | 6.2   | 6.2    | 5.817 | 8.6   | 8.4    | 7.039 | 15.1   |
| TOTAL                                          | 11.43 |       | 77.46 |        |      | 78.07 |        |       | 97.77 |        |       | 106.6 |        |       | 122.2 |        |       | 493.19 |

Comparando las biomاسas totales de los dos sitios se encontró que en Banco Chinchorro la biomasa del componente vegetal es mayor que en Punta Gavilán, considerando ambos tipos de ambientes; "thalassia" y "thalassia-arena", con un comportamiento descendente hacia el mes de marzo (Fig. 8).

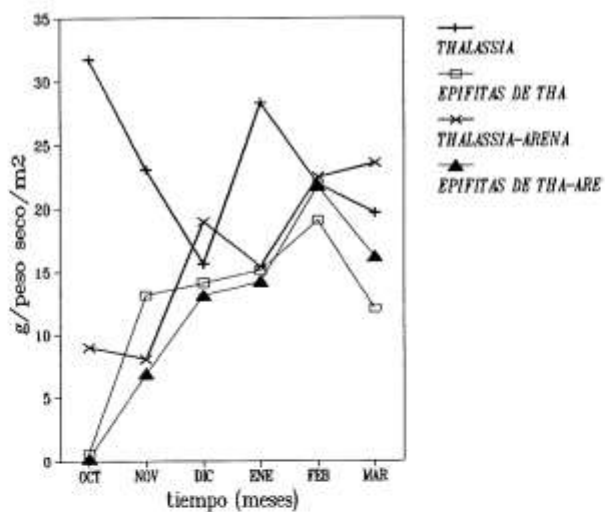


**Figura 8.** Biomasa vegetal adyacente a los corrales de cultivo en Banco Chinchorro (BCH) y Punta Gavilán (PG) Q. Roo. (oct 93 - mar 94).

Es interesante notar que la biomasa de *Thalassia testudinum* y sus epífitos fue mayor en la costa que en el Banco Chinchorro tal y como se aprecia en las figuras 9 y 10 respectivamente.



**Figura 9.** Biomasa mensual de *Thalassia testudinum* y de sus epífitas en Punta Gavilán, Q. Roo. (oct - 93 mar 94).



**Figura 10.** Biomasa vegetal de *Thalassia testudinum* y de sus epífitas en Banco Chinchorro, Q. Roo. (oct 93 - mar 94).

### \* Crecimiento de los organismos por zona de cultivo

El crecimiento se registró mensualmente, sin embargo, el análisis del incremento marginal de la concha se realizó considerando el total de organismos por ambiente, esto con el fin de tener una muestra mayor de ( $n=80$ ) y además como una mejor forma de comparar las variaciones a lo largo del tiempo. En la tabla V se muestra el incremento marginal de la concha para los sitios de muestreo.

**Tabla V.** Incremento marginal promedio en (mm) de la concha del *Strombus gigas*, cultivados en el sur de Quintana Roo.

| Ambiente \ Mes          | Nov-Dic | Dic-Ene | Ene-Feb | Feb-Mar | Promedio         |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|------------------|
| <b>PUNTA GAVILAN</b>    |         |         |         |         | $\bar{X} \pm sd$ |
| THALASSIA               | 1.339   | 1.740   | 0.745   | 2.122   | 1.487 $\pm 0.58$ |
| THALASSIA-ARENA         | 2.117   | 2.033   | 1.088   | 3.357   | 2.150 $\pm 0.93$ |
| ARENA                   | 3.116   | 2.882   | 3.463   | 3.395   | 3.214 $\pm 0.26$ |
| CORAL                   | 2.176   | 2.086   | 2.831   | 1.058   | 2.038 $\pm 0.73$ |
| <b>BANCO CHINCHORRO</b> |         |         |         |         | $\bar{X} \pm sd$ |
| THALASSIA               | 1.696   | 1.323   | 1.338   | 1.666   | 1.506 $\pm 0.21$ |
| THALASSIA-ARENA         | 2.893   | 1.200   | 1.929   | 0.610   | 1.658 $\pm 0.98$ |
| ARENA                   | 3.048   | 1.731   | 2.158   | 1.444   | 2.095 $\pm 0.69$ |
| CORAL                   | 2.789   | 2.428   | 2.297   | 1.720   | 2.309 $\pm 0.44$ |

$\bar{X}$ : Promedio;  $\pm sd$ : más ó menos la desviación estandar.

Los datos muestran que en el caso de Punta Gavilán, el ambiente más adecuado para el crecimiento fue "**arena**" con un incremento promedio de  $3.214 \pm 0.26$  mm/mes, después el lugar más adecuado fué "**thalassia-arena**" con un incremento promedio de  $2.150 \pm 0.93$  mm/mes y finalmente "**coral**" y "**thalassia**" con  $2.038 \pm 0.73$  mm/mes y  $1.487 \pm 0.58$  mm/mes respectivamente.

Para el Banco Chinchorro, el ambiente en donde crecieron mejor los caracoles fue el denominado como ambiente "**coral**", presentandose un incremento mensual promedio de  $2.30 \pm 0.44$  mm. Otro sitio en donde se dió un buen crecimiento fue "**arena**" con  $2.09 \pm 0.69$  mm/mes y finalmente en "**thalassia-arena**" se presentó el menor crecimiento mensual con únicamente  $1.50 \pm 0.208$  mm/mes.

Debe señalarse que en algunos meses se obtuvieron incrementos mayores en Banco Chinchorro que en Punta Gavilán, no obstante, a nivel global los caracoles de la costa alcanzaron un incremento mayor que los "**sembrados**" en Banco Chinchorro.

Los datos de marca-recaptura analizados con el método de Gulland-Holt, muestran que existe un desarrollo más rápido para los ambientes de "**thalassia**" y "**coral**" en terminos de velocidad de crecimiento y esto se presenta además en ambos sitios de trabajo; Banco Chinchorro y Punta Gavilán (Tabla VI).

Pero si consideramos los valores de longitudes asintóticas, entonces observamos que el mejor ambiente es "arena" (seguido de "thalassia-arena") para Punta Gavilán y "coral" para Banco Chinchorro.

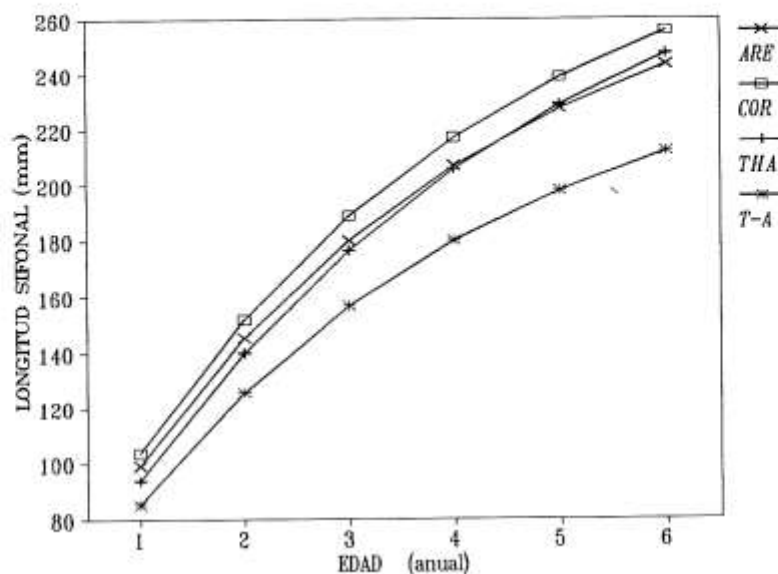
Finalmente los resultados arrojados por Gulland y Holt fueron los más consistentes en Banco Chinchorro y los de Munro para Punta Gavilán, en ambos casos el método de Fabens no presentó convergencia en la estimación.

**Tabla VI.** Parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, para los distintos ambientes de las zonas de estudio.

| Amb/Par      | Punta Gavilán |       |       |       | Banco Chinchorro |       |       |       |
|--------------|---------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|
|              | THA           | T-A   | ARE   | COR   | THA              | T-A   | ARE   | COR   |
| $L_{\infty}$ | 283.5         | 287.5 | 287.1 | 278.4 | 293.3            | 310.6 | 318.1 | 256.1 |
| K            | 0.40          | 0.29  | 0.21  | 0.33  | 0.27             | 0.26  | 0.23  | 0.27  |
| $t_0$        | -0.74         | -0.13 | -0.76 | -0.29 | -0.53            | -0.54 | -0.52 | -0.50 |

$L_{\infty}$  longitud asintótica (máxima teórica); K constante de velocidad de crecimiento;  $t_0$  tiempo cero o momento de la gestación (En pesquerías es el momento de la eclosión); Amb: Ambiente; Par: Parámetro.; (THA) ambiente "thalassia"; (T-A) ambiente "thalassia-arena"; (ARE) ambiente "arena" y (COR) ambiente "coral".

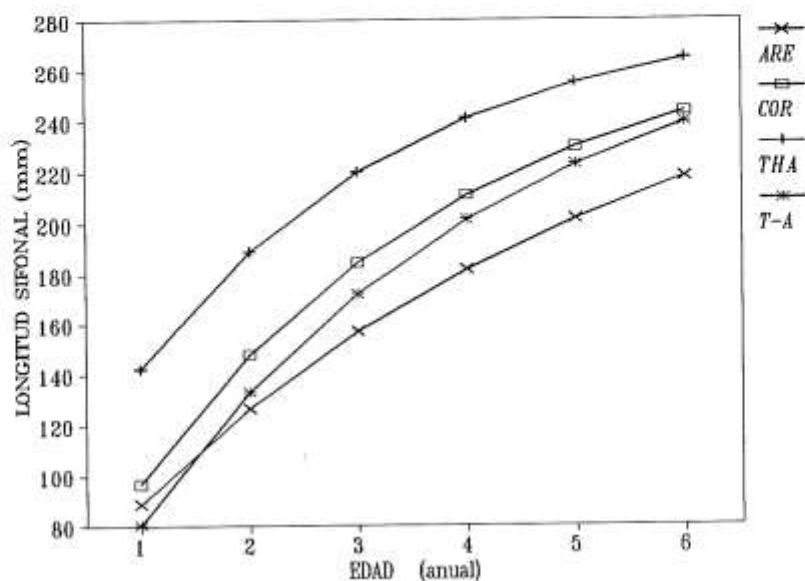
Al graficar los valores anteriores se puede observar que las tendencias para Banco Chinchorro (Fig. 11a) se manifiestan tanto en la celeridad como para el valor marginal máximo de crecimiento, en el ambiente de "coral", esto es lógico si consideramos que la relación intrínseca entre los parámetros de crecimiento hace más palpables las diferencias entre ambientes.



**Figura 11a.** Curva de crecimiento del caracol rosado en diferentes ambientes de Banco Chinchorro, Q. Roo. (oct 93 - mar 94).

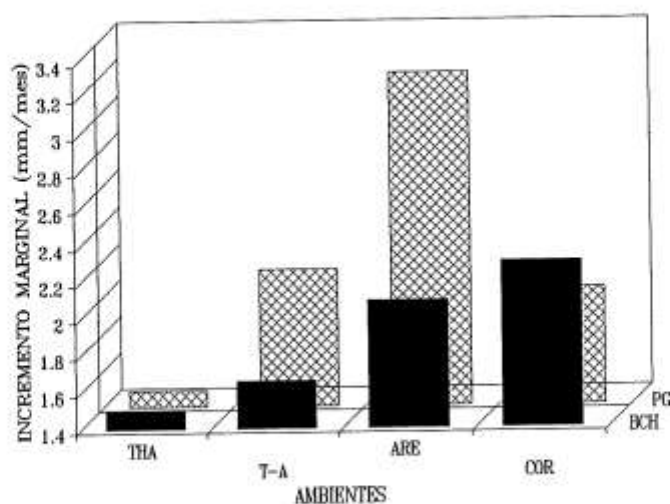
En cuanto a las curvas estimadas para Punta Gavilán (Fig. 11b y 12) se observó que la mayor celeridad del crecimiento está dada para "*thalassia*", lo cual es nuevamente resultado de las interacciones de los parámetros de la curva, ya que si se analizan los incrementos directos en longitud, los mejores resultados son los que se presentan con "*arena*" (Tabla V).





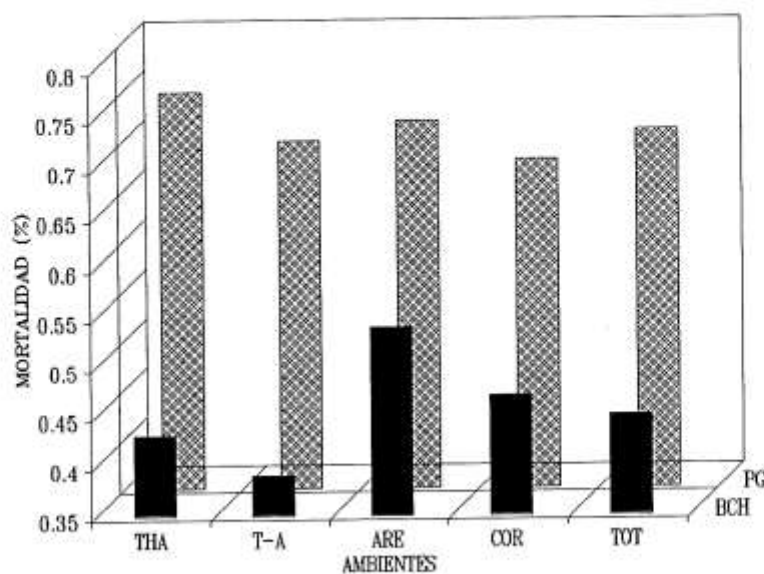
**Figura 11b.** Curva de crecimiento del caracol rosado en diferentes ambientes de Punta Gávilan, Q. Roo. (oct 93 - mar 94).

En la figura 12, se presentan los datos de incrementos marginales, los cuales representan directamente el crecimiento encontrado y no la tendencia, como en las curvas presentadas. Al realizar este análisis se observa que el ambiente en donde el crecimiento fue mayor es "arena", para ambos casos, siendo éste muy similar con "coral" en Banco Chinchorro.



**Figura 12.** Incremento directo de los caracoles por ambiente, en la áreas de cultivo de Punta Gavilán (PG) y Banco Chinchorro (BCH), Q. Roo.

De los resultados obtenidos por la mortalidad directa de los corrales (Fig. 13) se puede observar que en todos los casos las mortalidades por ambientes fueron mayores para Punta Gavilán que para Banco Chinchorro, siendo más homogénea en Punta Gavilán, en donde la mayor mortalidad se presentó para el ambiente "**thalassia**". En cuanto a la localidad de Banco Chinchorro el mayor índice de mortalidad lo presentó el ambiente de "**arena**".

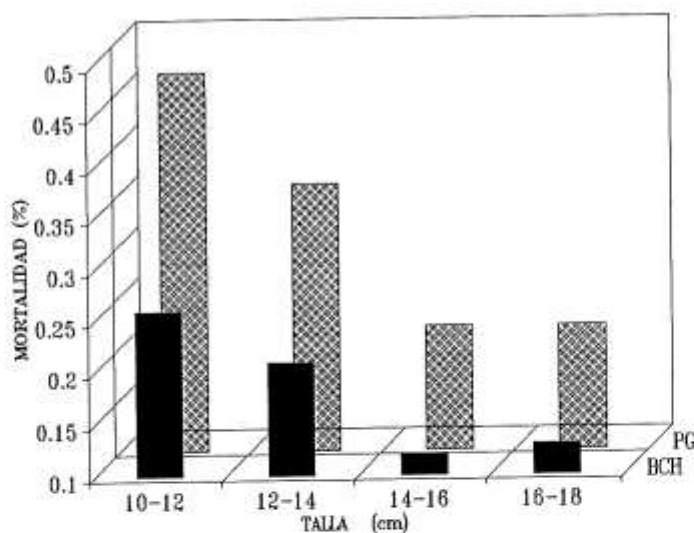


**Figura 13.** Mortalidad directa de caracoles por ambiente, en áreas de cultivo de Punta Gavilán (PG) y Banco Chinchorro (BCH).

Si comparamos los índices de mortalidad por tamaños de clase (Fig. 13a) que se analizaron en este trabajo, se observa que al igual que en la comparación por ambientes, todos los casos fueron mayores en Punta Gavilán que en Banco Chinchorro, sin embargo a éste aspecto las tendencias son similares, es decir que la mortalidad es inversamente proporcional al tamaño de los organismos.

Con respecto a la tasa instantánea de mortalidad mensual total se encontró un promedio mensual de 0.031 para Punta Gavilán y de 0.048 para Banco Chinchorro sin distinguir tallas, lo que representa anualmente un valor de 0.36 y 0.58 respectivamente.

Aún cuando aquí aparentemente existe una discrepancia entre los sitios en donde el crecimiento en longitud del caracol es mejor con respecto al crecimiento en peso en ambas zonas, lo cierto es que existe una diferencia en el peso de la concha de cada ambiente, enmascarando de alguna forma los resultados.



**Figura 13a.** Mortalidad directa de los caracoles por Clases de Tamaño en las áreas de cultivo de Punta Gavilán (PG) y Banco Chinchorro (BCH).

---

Desde el punto de vista del rendimiento pesquero como acuacultural, no es suficiente con conocer el incremento en longitud, es además necesario tener el valor de incremento en la biomasa "cosechable", ya que una relación importante para conocer de una manera práctica cuanto gana en peso el caracol después de estar confinado en los corrales es la relación peso longitud.

Con el interés de conocer cual fué el sitio de mayor crecimiento de los organismos se calculó la relación peso longitud de los caracoles en los diferentes corrales y en los dos sitios de cultivo. La figura 14 muestra el comportamiento de los cuatro corrales en Punta Gavilán, en ella podemos observar que los ambientes "*thalassia*" y "*thalassia-arena*" tuvieron una misma tendencia, es más se sobreponen una a la otra, dando como resultado una ecuación muy similar, en la ecuación de la relación peso-longitud, el parámetro **b** nos indica el tipo de crecimiento, que puede ser isométrico y alejado de 3 cuando el crecimiento es alométrico. Los corrales de "*arena*" y "*coral*", principalmente éste último, presentaron el mejor "crecimiento en peso" en Punta Gavilán los caracoles de "*coral*" fueron más "gordos" que los caracoles de "*thalassia*" o "*thalassia-arena*".

---

Un aspecto importante de esta evaluación, fue por una parte comparar el crecimiento de los organismos confinados, con los del ambiente natural adyacente y en segundo lugar determinar el peso que se obtiene después de eliminar la concha primero y las vísceras después, para obtener el peso de la pulpa comestible.

En la figura 14 se puede observar la relación peso-longitud de los caracoles confinados dentro de los corrales en Punta Gavilán, denotándose que el crecimiento en peso fue mayor en el ambiente "**coral**", seguido por "**arena**" y finalmente por "**thalassia**" y "**thalassia-arena**", esto indica que al menos en crecimiento en peso se refiere, los caracoles confinados crecen mejor en "**coral**".

Al evaluar la relación peso de pulpa-longitud, se obtuvo una disminución drástica del peso total del organismo hasta en un 85%. El rendimiento de pulpa de los caracoles del cultivo, representa en promedio el 6.47% del peso total del organismo (Fig. 15).

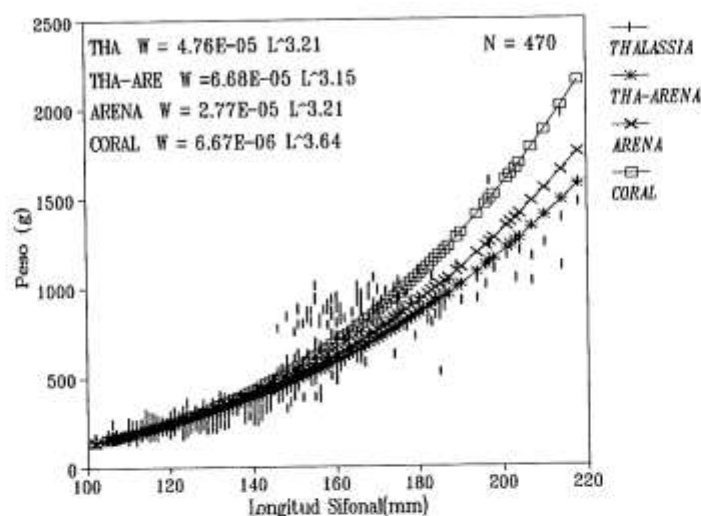
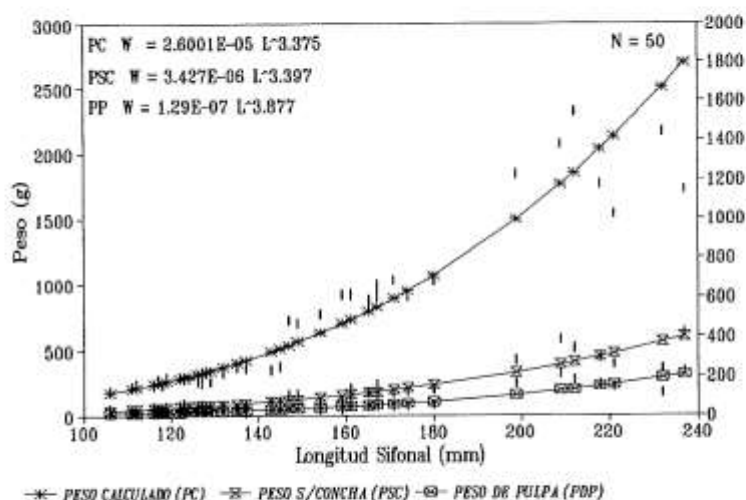


Figura 14. Relación peso-longitud del caracol rosado por ambiente, en Punta Gavián, Q. Roo.

Al realizar las comparaciones respectivas en Banco Chinchorro, se encontró que no hay tanta diferencia entre los ambientes como ocurre en la costa, ya que los corrales ubicados en "thalassia", "thalassia-arena" y "coral" tuvieron una tendencia similar, con un valor del exponente  $b$  entre 3.18 y 3.20, mientras que el mejor crecimiento en peso ocurre en el ambiente "arena", con un exponente de 3.39 (Fig.16).

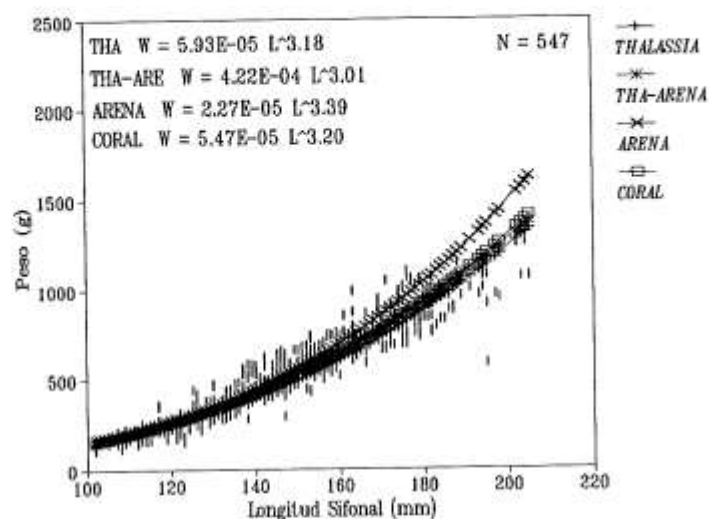
En Banco Chinchorro, la relación peso de pulpa-longitud, fue mayor que lo encontrado en Punta Gavián con valores de rendimiento de 9.6 y 6.8% del peso total de los organismos respectivamente, y con valores de correlación " $r$ " de 9.6 en ambos casos.



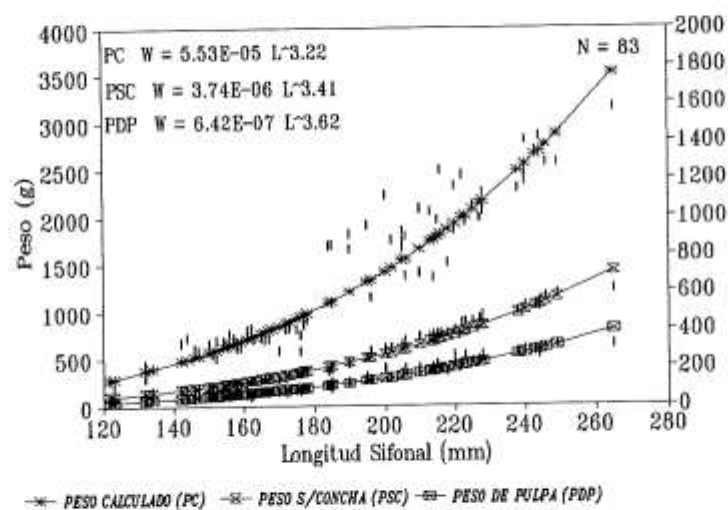
**Figura 15.** Relación peso de pulpa-longitud del caracol rosado en Punta Gavilán, Q. Roo.

Aún después de retiradas la concha y las vísceras, las correlaciones peso del organismo sin concha-longitud y peso de la pulpa-longitud, se mantuvieron altas. Al parecer existe una discrepancia entre las zonas en donde el crecimiento en longitud del caracol es mejor con respecto al crecimiento en peso, lo cierto es que existe una diferencia en el peso de la concha de cada ambiente, enmascarando de alguna forma los resultados (Fig. 17).





**Figura 16.** Relación peso-longitud del caracol rosado por ambiente, en Banco Chinchorro, Q. Roo.



**Figura 17.** Relación peso de pulpa-longitud del caracol rosado en Banco Chinchorro, Q. Roo.

---

## DISCUSION

En el caso de los organismos sometidos a cultivo, el rendimiento es un parámetro importante, expresado en peso y en longitud, o en una combinación de ellos como lo es el factor de condición, que relaciona el bienestar de los organismos con un ambiente dado o conjunto de condiciones específicas conocidas.

Cuando se trabaja en sistemas intensivos, sabemos que el conjunto de factores ambientales están completamente controlados y esa modificación del ambiente, propiciará un crecimiento más continuo de los organismos dentro del sistema.

En condiciones de semicultivo, o cultivo extensivo, los organismos son colocados en los sistemas de cultivo y están sujetos a las variaciones del ambiente y la disponibilidad de alimento para su crecimiento, de ahí que el conocer que factor o conjunto de factores afectan la tasa de crecimiento es de suma importancia, para lograr rendimientos adecuados.

En este caso, al realizar el análisis de la correlación de Spearman, encontramos que en Punta Gavilán no existió ninguna correlación significativa entre los parámetros ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, tamaño medio de grano y materia orgánica) con el incremento en longitud.

---

Sin embargo, no quiere decir que ninguno de los factores sean importantes, sino que más bien, para el caso de la costa, las características de someridad y protección por la barrera arrecifal producen un ambiente muy constante, y que no se refleja en el crecimiento.

En el caso de Banco Chinchorro, si fue posible denotar la existencia de una correlación significativa entre la temperatura del agua y el incremento en longitud, esto se explica por que a diferencia de Punta Gavilán los corrales fueron colocados a mayores profundidades mismas que estuvieron entre los 2 m y 5 m, detectandose cambios bruscos de temperatura a 1 m de profundidad, explicandose dicho efecto por la ausencia del viento, principal causante de corrientes y mezcla de la columna de agua en las zonas de estudio poco profundas y parcialmente encerradas por barreras arrecifales, y por ello la presencia de termoclinas.

El hecho de que en la costa la temperatura, al parecer, no fuera estadísticamente un factor que influenciara de manera importante al crecimiento, se explica por la razón de que los organismos juveniles de 10 cm hasta 14 cm se encuentran normalmente en lugares someros donde las fluctuaciones intermareales de temperatura y otros parámetros físico-químicos

---

son altas y esto para este sector de la población experimental es normal, sin embargo los organismos que presentaron menor crecimiento y menor mortalidad, tal es el caso de los organismos de tallas mayores a 14 cm y que prácticamente representan aquellos organismos idóneos para el semicultivo, no es fácil encontrarlos en zonas intermareales, es decir que estos individuos buscan distribuirse en zonas de arenales y corales más alejados de la costa somera, y así además cambiar de hábitos alimenticios. Es decir que el crecimiento de los organismos depende de si fueron o no "sembrados" en ambientes que les correspondían según su talla, edad y en general, pero de manera muy importante, en aquellas ambientes que les proporcionaban las condiciones necesarias para alimentarse y ocultarse de los depredadores; entonces en la costa en Punta Gavilán, los organismos que presentaron mejor crecimiento fueron aquellos que se "sembraron" en el ambiente "**arena**" a una profundidad de alrededor de 1.5 m, y en "**coral**", como fue en el caso de Banco Chinchorro.

Sin embargo, no quiere decir que en los otros ambientes el crecimiento no se presentó, lo que sucedió, es que si consideramos que la talla de 14 cm en adelante es aquella en la que la mortalidad se ve mermada, los organismos que crecieron mejor fueron precisamente aquellos que tenían dicha talla y se encontraban en los ambientes que les proporcionaron las

---

condiciones óptimas para su desarrollo. En el caso de los organismos menores de 14 cm, las condiciones óptimas se las brindaron los ambientes "thalassia" y "thalassia-arena", sólo que la mortalidad en esas tallas es tal que no conviene empesar el maricultivo en esa talla, si además consideramos que hubo organismos de talla inferior a los 14 cm "sembrados" en ambientes tales como "coral" y "arena" entonces la mortalidad se incrementó, ya que dichos ambientes no proporcionaron las condiciones idóneas para el buen desarrollo en esa talla en especial.

Dichas aseveraciones no concuerdan con el comportamiento poblacional descrito por Randall (1964) y reiterado por Berg (1989) e Iversen (1983) mismo que se refleja en mejores crecimientos para tallas de juveniles en aguas someras y cálidas con altas fluctuaciones intermariales, en combinación con una alta mortalidad inherente a la talla y su poca capacidad para superar la depredación. En contraste con las aguas más profundas, en este caso (2 m a 5 m) con tasas de crecimiento moderadas, para organismos pre-adultos y adultos (14 cm-22 cm) en y con tasas bajas de mortalidad ya que se encuentran aptos para resistir la depredación por el ya presente endurecimiento de su concha y por su tamaño.

---

Si bien los parámetros abióticos influyen definitivamente en el crecimiento de los organismos (Alcolado, 1976; Appeldoorn, 1989), en este caso fueron factores que presentaron una influencia poco notable, al grado de aparecer poco significativa en las pruebas estadísticas, por lo que es necesario considerar series de tiempo, como un posible método que nos permita observar las relaciones existentes entre los parámetros físico-químicos y el crecimiento, de una manera contundente y clara, ya que al presentarse estacionalidades o ciclos muy pequeños y poco notorios, realmente es difícil detectarlos y por ello relacionarlos con las variables abióticas (Appeldoorn, 1989; Alcolado, 1976).

El parámetro que se correlacionó de manera significativa en Banco Chinchorro con el crecimiento, fue el contenido de materia orgánica, que al representar indirectamente el contenido de biomasa de pasto marino *Thalassia testudinum* y en el cual crece el epífito que representa la fuente de alimento para los caracoles (Stoner y Waite, 1990) era de esperarse que tuviera un efecto directo en el crecimiento.

Lo anterior también es un efecto de la profundidad, ya que se ha mencionado que existen diferencias entre los caracoles que habitan a diferente profundidad, con la presencia de surcos marcados en la concha y que dan una idea sobre el crecimiento.

---

En caracoles que viven en aguas someras ( $< 1$  m), los surcos de la espira están bien marcados, en organismos que se encuentran en el rango de dos metros de profundidad, los surcos de la espira son menos marcados y finalmente en caracoles que viven a una profundidad  $> 3$  m prácticamente los surcos son inexistentes (Alcolado, 1976), esto se refleja sobre el crecimiento, propiciando diferencias en la morfología de la concha de los caracoles y dando lugar a diferentes tasas de crecimiento en diferentes ambientes tal y como ocurrió en Punta Gavilán y Banco Chinchorro.

En relación a los sedimentos se ha dicho que el tamaño medio de grano es determinante en la distribución de los caracoles sobre todo los juveniles y adultos, encontrándose comunmente en sedimentos del tipo de las arenas gruesas y medianas, el tamaño medio de grano reportado en Bahamas fue de 1.74 a 2.20  $\phi$  (Stoner, 1989), que equivale a las arenas medianas y que coincide con lo encontrado en Punta Gavilán y Banco Chinchorro.

Se sabe que existe una relación inversa entre el tamaño medio de partícula y el contenido de materia orgánica, a mayor tamaño de grano menor contenido de carbón, así encontramos que nuestros valores son comparables y en ocasiones ligeramente mayores a lo que se reporta en el Caribe en el porcentaje de materia orgánica que no rebasa el 3.9 % (Stoner, 1989), comparado con un  $4.3 \pm 0.99$  % para los dos sitios de muestreo,



---

existe como es lógico una mayor proporción de materia orgánica en los ambientes "*thalassia*" y "*thalassia-arena*", comparados con "*arena*" y "*coral*", ya que el mayor aporte es principalmente de material proveniente del pasto *Thalassia testudinum* y las algas macroscópicas.

Aún cuando se acepta que el caracol rosado es un microherbívoro que se alimenta principalmente de epífitos de *Thalassia testudinum*, material detrítico de pastos, macroalgas y también de microfitobentos en las zonas arenosas (Alcolado, 1976) no esta muy claro como se dá el crecimiento en cada una de esas áreas, además la relación entre la biomasa vegetal, la materia orgánica con respecto al crecimiento, son de suma importancia ya que representan el alimento para el caracol rosado *Strombus gigas*, encontrandose el intervalo de biomasa vegetal como sosten óptimo alimenticio de 77 g/ps/m<sup>2</sup> a 24 g/ps/m<sup>2</sup> (de Jesús-Navarrete, 1992) y como promedio el valor de 40 g/ps/m<sup>2</sup> (Stoner, 1992), reflejandose a dichos valores de biomasa vegetal un mejor crecimiento para juveniles y adultos de 10 a 24 cm (Appeldoorn, 1989).

En 1992, Stoner menciona que los ambientes más propicios para el semicultivo en forma de maricultivo mediante encierros, es aquél que se lleva a cabo en las zonas y ambientes de asentamiento natural, por lo que en el caso de este trabajo se vió reflejado ampliamente, ya que como se mencionó anteriormente los encierros se colocaron en zonas donde se encuentran los organismos de forma natural, de tal manera que



---

las condiciones o factores ambientales y la mortalidad natural se considera que fueron reales, además hay que tomar en cuenta que la manipulación mensual de los organismos influyó de una manera negativa en el crecimiento, debido a que al exponer a los caracoles a cambios bruscos de temperatura, insolación en algunos casos y rupturas de su concha por accidentes, esto representó un retraso en el crecimiento, debido a que la energía la destina para la reparación de la concha.

Si consideramos la hipótesis de que el alimento principal del caracol, son los epífitos de *Thalassia testudinum*, entonces se esperaría que los corrales ubicados en ese ambiente o en el ambiente "**thalassia-arena**", tuvieran un incremento marginal de la concha o un aumento mayor en peso que los caracoles de otras áreas y que además se encuentran fuera de los corrales, pero no fue así, ya que existe un efecto de enmascaramiento de la longitud del caracol con respecto al rendimiento en peso de pulpa comestible. Para el mejor entendimiento de dicho enmascaramiento, se ocuparon las ecuaciones obtenidas de la relación peso-longitud y curvas de crecimiento de Von Bertalanffy, de cada zona de estudio, además de considerar como talla mínima de captura para la extracción de pulpa comestible, la expedida por la Secretaría de Pesca de 22 cm de longitud sifonal con el peso de pulpa comestible mínimo de 100 gr, resulta que en Punta Gavilán en el ambiente "**arena**", se alcanza a 19.6 cm de longitud y en 3 años aproximadamente el peso de pulpa óptimo para su comercialización, y en el caso de Banco

---

Chinchorro en el ambiente "coral", la longitud a la cual se alcanza el peso mínimo de pulpa comerciable y reglamentario, es de 18.6 cm alcanzandose este en 3 años aproximadamente, lo que demuestra que los datos de crecimiento en peso, se ven afectados, por el peso de la concha que representa aproximadamente el 85% del peso total del organismo. De esta manera se observa, que aún cuando la talla necesaria a alcanzar, en la costa, es de 10 cm mayor a la de Banco Chinchorro, el tiempo en que se alcanza es un año menos, sin embargo para ambos lugares es aceptable tanto el tiempo como la longitud. De esta manera conviene poner los corrales en la costa por su fácil acceso y cercanía con las carreteras, de no ser posible el control de la depredación por el humano o de presentarse problemas de legalidad tales como: la expedición de permisos, el otorgamiento de parcelas de agua, etc., entonces la solución sería delegar dicha actividad acuicola a las cooperativas que trabajan en Banco Chinchorro y que tienen acceso exclusivo, de tal suerte que ellos controlen la siembra y marginen la mortalidad por depredación humana.

---

Con respecto a lo encontrado para el crecimiento en este trabajo y por trabajos previos desarrollados en las zonas por otros autores (Chávez, 1990; Domínguez-Viveros et al., 1992) las curvas de crecimiento representan muy similarmente las tendencias encontradas, si bien existen diferencias marcadas en las longitudes máximas asintóticas encontradas, esto no es difícil de explicar debido principalmente a que en este trabajo los organismos por encima de los 180 mm. no se encuentran tan bien representados como en los estudios anteriores, sin embargo al ser una técnica de análisis considerada dentro de los métodos directos usuales en pesquerías, además de haber una mejor proporción entre clases manejadas, permite que las estimaciones sean robustas y que los resultados sean considerados dentro de los análisis subsecuentes en la dinámica poblacional del recurso.

Además es muy importante considerar que si bien en el pasto marino se encuentra la principal fuente de alimento, al paracer en este documento la hipótesis hecha anteriormente se descarta ya que los organismos además de pastorear epífitas de *Thalassia testudinum*, los organismos tuvieron mejor respuesta al crecimiento tanto en longitud como en gordura en los ambientes de "arena" y "coral", donde prácticamente no había fuente aparente de alimento, lo que se traduce en mejor aceptación al medio y las fuentes de alimento que este representa, esto también fue encontrado recientemente

---

por (Stoner y Schwarte, 1994), quien menciona que el alimento basado en la fanerogama *Thalassia testudinum*, si bien es el más abundante no es el óptimo, teniendo mejores resultados con el alga *Laurencia poitei* y *Batophora sp.* y que se ha encontrado que cuando la materia orgánica disminuye existe un mayor crecimiento en los organismos mencionándose que es debido al tipo de alimentación microfitobentónica.

Hay que mencionar que la producción fitobéntica es muy importante y debida principalmente a la acción de los pastos marinos y las macroalgas, pero también de un gran número de microalgas del fondo, principalmente diatomeas (Stoner y Waite 1990).

Existieron diferencias entre las curvas encontradas y los valores de incrementos marginales presentados, estas diferencias pueden quedar implícitas dentro de las diferencias de los métodos empleados, es decir que si bien en una caso se presenta la tendencia del crecimiento o modelo, en el otro caso se presenta el incremento marginal directo encontrado; aunque existen diferencias entre lo encontrado y lo observado, lo anterior se minimiza si solamente se comparan las tasas de incremento marginal con los valores de la tasa instantánea de crecimiento del modelo ( $K$ ) y que de manera general concuerdan entre sí.

---

Ahora bien, se sabe que los caracoles tienen un crecimiento acelerado en los primeros meses de vida, siendo casi lineal, en el caso de los juveniles (de Jesús-Navarrete, *et al*, 1994) , debido a esta forma de crecimiento tan particular, gran cantidad de estudios se han centrado en los juveniles, ya que la determinación de las tallas y su relación con el peso es muy importante en el cálculo de los parámetros poblacionales para el manejo de la pesquería (Appeldoorn, 1988, 1989).

De acuerdo con lo que se observó, en cuanto a los parámetros encontrados para la ecuación de von Bertalanffy en materia de crecimiento, en ambos sitios de estudio, tanto en la costa como en el Banco Chinchorro, las velocidades de crecimiento favorecen a los ambientes denominados "**thalassia**" y "**coral**", lo que se debe a un efecto de sobreposición de tasas de crecimiento entre juveniles y adultos, es decir que los juveniles que normalmente son encontrados en ambientes de pasto marino tienen un crecimiento acelerado que hace pensar que la población entera incluyendo adultos, crece aceleradamente y no es así; por el contrario en el ambiente de "**coral**" aun cuando los juveniles tienen una velocidad de crecimiento inherente a su talla es menor que la encontrada en el ambiente de "**thalassia**" y a su vez los organismos pre-adultos y adultos crecen mejor en este tipo de ambiente "**coralino-arenoso**", lo que provocó a nivel poblacional una tendencia de mayor velocidad de crecimiento.

---

Los organismos de diferentes tallas prefieren distintos ambientes y esto provoca sesgos en los resultados y en el momento de elegir el ambiente propicio, además de que los valores de correlación de la relación peso-longitud a diferentes tallas variaron desde 1.2 hasta 6.4, lo que llevó a cuantificar el crecimiento a nivel poblacional por ambiente dando como pendiente de dicha relación un valor de "b" muy cercano a 3, es decir cercano a la isometría, lo que provoca un balance entre los caracoles "pequeños" (<12 cm LS) y los grandes (> 18 cm LS), y permite en cada caso comparar crecimientos con respecto a los ambientes a nivel poblacional, ya que los caracoles confinados sí presentaron un incremento en longitud durante el experimento, y aún más se puede decir ahora que los caracoles crecen mejor en ambientes como "arena" y "coral", tanto para Punta Gavilán como para Banco Chinchorro.

Los incrementos promedio mensuales fueron de, 3.21 mm/mes en Punta Gavilán y de 2.30 mm/mes en Banco Chinchorro, son similares a otros datos reportados en el Caribe, como crecimientos de 3.3 mm por mes en las aguas cubanas (Alcolado, 1976), de 4.16 mm por mes en las Islas Vírgenes (Randall, 1964), de 4.5 mm/mes en Florida (Brownell, 1977), o tasas de crecimiento de 0.139 mm/día (4.17 mm/mes) y 0.058 mm/día (1.74 mm/mes) en Bahamas (Stoner y Schwarte, 1994).

---

En lo que se refiere a la relación peso-longitud lo que se encontró fue que los caracoles de Punta Gavilán ganaron más peso en "coral", después en "arena" y finalmente en "thalassia" y "'thalassia-arena'", la explicación al respecto es que de manera natural los caracoles tienen una distribución agrupada, y existe una diferencia en la distribución horizontal en la laguna arrecifal, en donde los juveniles se encuentran en la zona de pastos, precisamente como una estrategia para evitar ser depredados, (Ray y Stoner, 1994), en ese mismo lugar los caracoles encuentran alimento abundante para su crecimiento, sin embargo, cuando los caracoles crecen, se van desplazando hacia zonas de mayor profundidad, debido a que el peligro de ser depredados disminuye al aumentar la talla, y por que además pueden encontrar alimento, principalmente epífitos que crecen sobre algas, ya sea verdes, rojas o calcáreas (de Jesús-Navarrete Obs. Pers. Datos no publicados). Un efecto similar ocurre en Banco Chinchorro, en donde se observó un mejor incremento en peso en los corrales de "arena" después en "coral" y finalmente en "thalassia" y "thalassia-arena".



---

Alcolado (1976), en Cuba informó que los caracoles no consumen pastos *Thalassia testudinum*, sino que el alimento principal son las algas epífitas básicamente diatomeas y filamentosas, en el caso de los juveniles se ha observado que consumen algas microscópicas y otras partículas cuyo tamaño no exceda de 4 mm<sup>2</sup> (Hensen, 1984), así como diatomeas bénticas (*Amphiroa fragilissima*) (Alcolado, 1976).

Por lo anterior se considera que se deberá investigar el contenido de biomasa microfitobéntica en los sedimentos, principalmente diatomeas, para conocer su relación con el crecimiento de los caracoles.

Un factor muy importante para un crecimiento adecuado de los organismos es la densidad de siembra, ya que según Iversen (1983) y Berg (1976) la cantidad de alimento como microalgas epifíticas, macroalgas carnosas y detritus se escacean rápidamente con densidades altas, además la tasa de alimentación y la tasa de crecimiento disminuyen conforme a la densidad de los organismos por área (Sidall, 1982).

Encontrándose que los caracoles exhiben un crecimiento lento a densidades elevadas, 4-8 caracoles/m<sup>2</sup>, por la competencia por el alimento y el territorio (Stoner, 1989).



---

Sin embargo a densidades de 1 caracol/m<sup>2</sup> no se ve afectado el crecimiento (Ray y Stoner, 1994), en ese sentido la densidad de (0.40 ind/m<sup>2</sup>) fue la adecuada para, además de eliminar problemas de competencia, locomoción, mantenimiento territorial, disminuir el esfuerzo migratorio y esto se traduce en ahorro en terminos de energía, al no tener que delimitar sus áreas (Sidall, 1982; Weil y Laughlin, 1984; Creswell, 1984; Appeldoorn y Sanders, 1984) también ayudó a contrarestar el efecto de que a mayor talla la densidad aumenta por unidad de área (Weil y Laughlin, 1984) dando como resultado un crecimiento adecuado, no influyendo tampoco sobre la reposición cíclica de los pastos, lo que lleva a una disminución de las necesidades del productor en terminos alimenticios.

En forma independiente de lo anterior, debemos decir que en los ambientes de "*thalassia*" y "*thalassia-arena*" encontramos una biomasa promedio  $33.24 \pm 5.37$  g.p.s.m<sup>-2</sup> comparables a los datos encontrados en otros sitios del Caribe, en donde se informa de una biomasa de *Thalassia testudinum* entre 3.5 g.p.s/m<sup>2</sup> hasta 65 g.p.s/m<sup>2</sup> en Children's Bay y de 5.28 a 97.6 g.p.s.m<sup>-2</sup> (Stoner y Waite, 1990).

---

Para Punta Gavilán se ha determinado una biomasa promedio de *Thalassia testudinum* de 114 g.p.s.m<sup>-2</sup>, en el ambiente natural (de Jesús-Navarrete et al. 1993), por lo que en ese sentido no existe una limitante en lo que a alimento se refiere.

Muchos organismos marinos prefieren pastos marinos sobre la arena, por ejemplo los anfipodos, tanaidaceos, decápodos y peces se encuentran abundantemente en los pastos más que en las arenas. La densidad de los caracoles se incrementa en relación a la biomasa de pastos, los juveniles seleccionan preferentemente ambientes con densidades altas de pastos (Stoner y Waite, 1990).

Estudios realizados en la zona sur y centro de Quintana Roo, demuestran que en poblaciones protegidas de *S. gigas* (Xel-ha), el labio comienza a engrosar a una talla de 22 cm, lo mismo fue encontrado por Berg (1976), y en poblaciones naturales sometidas a explotación, se observó que los caracoles tienden a formar y engrosar el labio de la concha a una talla de 17 cm, esto conduce a menores tasas de crecimiento, con un detrimento a largo plazo en la biomasa y rendimiento económico (García-Saenz, 1991). Por lo tanto, en el caso de Quintana Roo, se debe mantener estrictamente el procedimiento de captura para no afectar la población profunda, quienes son la fuente de suministro de larvas.

---

Al respecto de la mortalidad encontrada, se observaron valores de la tasa instantánea de mortalidad total ( $Z$ ) de 0.37 y 0.44 para Punta Gavilán y Banco Chinchorro respectivamente los cuales son alentadores si consideramos que se encuentran ligeramente inferiores que los reportados por otros autores para la zona sur de Quintana Roo, como el valor de 0.50 reportado por Domínguez-Viveros (1992), lo anterior es indicativo que si bien en los corrales tienen espacios reducidos para escapar de los depredadores, la forma en que estos se encuentran contruidos, permite que los caracoles tengan menor ataque, debido a lo difícil que es para algunos de sus enemigos, principalmente, los moluscos (*Murex sp*, *Fasciolaria sp*) penetrar a los mismos.

Con respecto a que la mortalidad total fué mayor en la zona costera (Punta Gavilán), indica una mayor posibilidad de depredación natural, cuyo intervalo de talla de máxima depredación es de (11 cm a 17 cm) (Berg, 1976), y depredación humana, con base en que las tendencias entre las zonas son muy similares, por lo que las diferencias pueden ser explicadas en términos de manipulación humana por la cercanía de la civilización a la costa.

---

Reiterando, en Punta Gavilán se presenta un problema muy importante de mortalidad por sobreexplotación debido principalmente al pescador que rompe la veda, al pirataje y tráfico de este producto en esta región del sur del estado, así como también por la falta de divulgación y cultura conservacionista en la comunidad turística extranjera y local en crecimiento.

El cultivo de juveniles, es un paso obligatorio y de gran importancia para el repoblamiento de la reserva natural, siendo el medio, la maricultura, el método más factible hasta ahora analizado, como ha sido demostrado en los trabajos de Brownell (1977); Brownell y Stevely (1981); Ballentine y Appeldoorn (1983); Davis y Hesse (1983) y Sidall (1983).

---

## CONCLUSIONES

Después de los análisis practicados y tomando en cuenta que este trabajo está enfocado para la costa sur de Quintana Roo, se puede aseverar lo siguiente:

- a).- Los parámetros abióticos en ambas zonas de cultivo, no mostraron variaciones significativas, lo que se traduce en un ambiente constante que beneficia el crecimiento de los organismos, pues no tienen que gastar energías para compensar los cambios ambientales.
- b).- El crecimiento de los organismos fué mayor en los ambientes denominados como: "arena" y "coral" tanto en Banco Chinchorro como en Punta Gavilán.
- c).- El crecimiento en peso del caracol rosado tiende a ser isométrico a nivel poblacional, a pesar que en la fase juvenil el crecimiento es casi lineal, la ganancia en peso en los diferentes ambientes presentó mejores ganancias en "coral".
- d).- El semicultivo del caracol rosado *Strombus gigas* en encierros es una actividad factible de realizar dadas las tasas de crecimiento encontradas y la baja tasa de mortalidad. Aún más los diseños experimentales en el campo, pueden mejorarse propiciando un mayor incremento en longitud de la concha y reducir más la mortalidad.

---

## RECOMENDACIONES

a).- Las tasas de crecimiento de longitud sifonal, para ambas zonas indican que los organismos presentan una mejor respuesta en el ambiente "**arena**", por lo que será necesario evaluar la biomasa de microfitobentos disponible para los caracoles.

b).- Es necesario realizar estudios a mayor profundidad, como contenidos estomacales y series de tiempo, que permitan relacionar el crecimiento de los organismos, con la concentración de epífitos en los sedimentos y con los factores abióticos, que son los factores que influyen con mayor peso el crecimiento.

c).-Dado que uno de los intereses principales es el de implementar la maricultura como actividad económica, se recomienda, como medida práctica, cultivar a los organismos en zonas de asentamientos naturales, protegidos y con profundidades no mayores a los 2 m, así como realizar estudios económicos que esclarezcan de manera monetaria su factibilidad como actividad acuacultural.

---

d).-Ambas zonas de estudio tienen condiciones muy similares y óptimas de crecimiento, justificandose el maricultivo ecológicamente. La costa (Punta Gavilán), es el sitio adecuado en el que se pueden minimizar costos de producción y trámites legales, por su cercanía con la capital del estado y su actual situación de desarrollo.

e).-El tamaño de los corrales utilizados en este experimento de investigación piloto, pueden ser extrapolados para ser utilizados en extensiones mayores, siempre que se respete la densidad poblacional conveniente de "sembrado".

f).- El semicultivo sería más exitoso si se siembran caracoles con una longitud sifonal mayor a los 14 cm, ya que a esta talla la mortalidad por depredación disminuye.

g).- Se debe incrementar la investigación en la producción de semillas en el laboratorio y su posterior seguimiento en el ambiente natural, esto como una medida de repoblación. Las investigaciones se podrían realizar en una reserva marina, bajo la vigilancia del sector social.

h).- Es importante que se conserven los ambientes de asentamiento natural de larvas, debido a que el caracol es muy selectivo en su proceso de crecimiento en el ambiente natural.

i).- Los desarrollos turísticos y las actividades pesqueras (explotación de almeja, peces y crustáceos) deberán realizarse bajo una estricta vigilancia y en coordinación con programas de educación ambiental.



---

## REFERENCIAS

- Aguilar-Perera., y Dávila A. W., 1983 Ultimo refugio en el caribe Mexicano BANCO CHINCHORRO, Centro de Investigaciones de Quintana Roo. (CIQRO)., Ed. Solar Servicios S. A. de C. V. , México 13, D. F. pps. 35.
- Alcala-Moya. M.G. 1985. Langosta y Caracol: Recursos de la costa caribeña Mexicaba. Seria. Pesca.Inst. Nac. Pesca, México. 41 p.
- Alcolado, P.M. 1976. Crecimiento, variaciones morfológicas de la concha y algunos datos biológicos del "Cobo" *Strombus gigas* L. (Mollusca, Mesogastropoda). Acad. Cienc. Cuba. Ser. Oceanol. 34:1-36.
- Aldana, D.L. Marín y N. Brito. 1991. Estudios preliminares sobre el crecimiento de postlarvas y juveniles de caracol rosa *Strombus gigas* (Mollusca: Gasteropoda) utilizando un alimento microencapsulado. Resumen. Procc. Gulf and Caribb. Fish. Inst. 44th Annual Meeting.
- Aguayo, C.G. 1951. Los moluscos y la civilización. Bol. Hist. Nat. Soc. Felipe Poey, 2(5): 15-26.
- Appeldoorn, R.S. 1985. Growth, Mortality and Dispersion of juvenile Laboratory-Reared conch, *Strombus gigas* and *Strombus costatus*, released at the offshore site. Bull. Mar. Sci. 37(3): 785-793.
- Appeldoorn, R.S. 1988. Ontogenetic Changes in Natural Mortality Rate of Queen Conch. *Strombus gigas*, (Mollusca: Mesogastropoda). Bull. Mar. Sci. 42(2): 159-165.
- Appeldoorn, R.S. 1989. Growth of juvenile queen conch *Strombus gigas* of la Parguera Puerto Rico. J. Shellfish Res. in press.
- Appeldoorn, R.S., Ed. 1991. Queen Conch Newsletter. Departamento de Ciencias marinas. Vol. 1. 7. pp.

- 
- Appeldoorn, R.S. y D. L. Ballantine. 1982. Field release of cultured queen conch in Puerto Rico: Implications for the stock restoration. Procc. Gulf and Caribb. Fish. Inst. 35 annual meeting.
- Appeldoorn, R.S. and Sanders, I. M. 1984. Quantification of the Density-Growth relationship in Hatchery-Reared Juvenile conch *Strombus gigas* an *Strombus costatus* .J Shellfish Res. 4(1): 63-66.
- Berg, C.J. Jr. 1976. Growth of the queen conch *Strombus gigas*, with a discussion of the practicality of its mariculture. Mar. Biol. 34:191-199.
- Berg, C.; Mitton J. & K. S. Orr 1984. Genetic Analyses of the Queen conch *Strombus gigas*, 1. Preliminary implications for fisheries management. Proc. Gulf Caribb. Fish Inst. 37:12-118.
- Berg, Jr, and Olsen, O. 1989. Conservation and Management of Queen Conch *Strombus gigas* L. Fisheries in the caribbean Fla. Dept. Nat. Rec. Bull. Mar. Res. Mar. Florida 421-442.
- Brownell, W.N. 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 th Queen Conch *Srombus gigas*. Mar Fish. Rev. 43(7)-12.
- Buchanan, J.B. 1971. Measurement of physical and chemical environment, p. 38-50. In: N.A. Holme y A.D. McIntyre (eds). Methods for the study of marine benthos. IBP.16 Blacwell. Londres.
- Buitrago, J. 1984. Cría en cautiverio del huevo al adulto del botuto (*Strombus gigas* L.) Contrib. 111 Fund. La Salle C.Nat. Venezuela 29-39.
- Creswell, L. 1984. Ingestion, Assimilation and Growth of juvenils of the queen conch *Strombus gigas* Linné Fed experimental diets. J. Shellfish Res. 4(1):23-30.
-

- 
- Cruz, R. 1984. Avances en la experimentación de producción masiva de caracol en Quintana Roo, México. Proc. Gulf and Caribb. Fish 37:12-20.
- Chavéz, E. 1990. An assessment of the Queen Conch *Strombus gigas*, stock of Chinchorro Bank, México. Proc. Gulf. caribb. fish. Inst. Ann. Meet. 43 th:23 pp.
- Dalton A., 1992. mariculture of the Queen Conch *Strombus gigas* L. Development of Nursery and Geowout techniques. Workshop; Caracas, Venezuela.
- D'Assaro, C.N. 1965. Organogenesis, Development and Metamorphosis in the Queen Conch *Strombus gigas* with notes on breeding habits Bull. Mari. Sci. 15:359-416.
- Davis, M. and Hesse, Ch. 1983. Third world level Conch Mariculture in tha Turk and Caicos Islands. Proc. gulf. Caribb. Fish. Inst. (36):73-83.
- Davis, M. Mitchell, B. and Brown, J.L. 1984. Breeding Behavior of the Queen Conch, *Strombus gigas*, Linne. Held in a Natural Enclosed Habitat. J. Shellfish Res. 17-22.
- Dean, W.E. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareus sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: Comparison with other methods. J. Sedim. Petrol. 1:242-8.
- de Jesús-Navarrete, A. E. González, J. Oliva, A. Pelayo y G. Medina. 1992. Advances over some ecological aspects of queen conch *Strombus gigas* L. in the southern Quintana Roo, México. Procc. Gulf and Caribb. Fish. Inst. 45th Annual Meeting.
- de Jesús Navarrete, J. Oliva Rivera, A. Medina-Quej y M. Domínguez-Viveros, 1994. "Crecimiento, reclutamiento y estructura poblacional del caracol rosado *Strombus gigas* en Punta Gavilán Q. Roo, México" 46th Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institution.
-

- 
- de Jesús-Navarrete, A., J. Oliva-Rivera y A. Pelayo. 1993. Biomasa de *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae) en Punta Gavilán y Santa Cecilia Q. Roo México. Memorias del V. Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. La Paz. B.C. Sur México, Sep. Oct. 1993.
- Diario Oficial. 1990. Gobierno del Edo. de Quintana Roo VI (16):2-3.
- Díaz-Avalos, C. 1989., Crecimiento y Mortalidad de Juveniles de Caracol Rosado *Strombus gigas* en Punta Gavilán , Q. Roo. México. Algunas consideraciones sobre el aprovechamiento de su pesquería. Ciencias Pesqueras 8:63-70.
- Domínguez-Viveros, M. Sosa-Cordero, E., Medina-Quej, A. 1992. Abundancia y parámetros poblacionales del caracol *Strombus gigas* en Banco Chinchorro, Q.Roo. Méx. Trabajo de investigación. p.1-24.
- Domínguez-Viveros, M, A. de Jesús Navarrete, A. Medina Quej y J. Oliva Rivera 1994. "Estado actual de la población de *Strombus gigas* en la zona sur de Q. Roo, México" 46th Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institution.
- Folk, R.L. 1969. Petrología de las Rocas Sedimentarias. Trad. Instituto de Geología de la U.N.A.M. México.
- Gayanilo, F.C. Jr., M. Soriano y D. Pauly. 1988. A draft guide to the complet ELEFAN. ICLARM CONTRIBUTION 435: 65 pp.
- Gibson, J., S. Strasdine y K. González. 1983. The status of conch industry of Belize. Proc. Gulf and Caribb Fish Inst. 35th Meet. 1982, 35:99-107.
- Hensen, R.R. 1984. Food Availability and feeding Preferences of the Queen Conch. *Strombus gigas* L. collected from natural habitats. J. Shellfish Res. 4:91.
- Iversen, E. 1983. Feasibility of increasing Bahamian conch Production by Maryculture. Proc. Gul. caribb. Fish. Inst. 36<sup>th</sup>: (1) 61-75.

- 
- Jordan, E. Martin, E. 1987. Chinchorro: Morphology and Composition of caribbean Atoll. Atoll Research Bulletin No. 310.
- Jory, D. y E. Iversen. 1982. Queen conch predators: Not a Radblook to mariculture. Procc. Gulf and Caribb. Fish.Inst. 36:108-111.
- Martinez, D.V. 1993. El caracol marino *Strombus gigas* y sus posibilidades de cultivo en Q.Roo. Trabajo de investigación. p:1-7. 1er. Seminario de cultivo en Q.Roo.
- Mianmanus, R. 1990. Metamorphosis of *Strombus gigas* (Linnaeus) and *Aplysia brasiliana* (Rang) in laboratory cultures. PhD Dissertation, University of Miami.
- Miller, D.L., 1982. Mexico's Caribbean Fishery: Recentm Change and Current Issues, Ph D. Thes., Univ. of Wisconsin.
- Nugent, R.S., E. Jordan y R. de la Torre. 1978. Investigaciones preliminares de la biomasa de *Thalassia testudinum*, Konig en la costa del Caribe Mexicano: Nota científica. An Cent. Cienc. Mar y Limnol. U.N.A.M. 5(1):247-254.
- Randall. J.E. 1964. Contribution to the Biology of the Queen Conch *Strombus gigas*. Bull. Mar. Sci. 14: 246-295.
- Ray, M. y A.W. Stoner. 1994 Experimental analysis of growth and survivorship in a marine gastropod aggregation: balancing growth with safety in numbers. Mar. Ecol. Prog. Ser. 105:47-59.
- Rodríguez, L.A. y J. Ogawa. 1990. Cría de larvas de caracol rosado *Strombus gigas* L. en dos sistemas diferentes. Procc. Gulf and Caribb. Fish. Inst. 43th Annual Meeting.
- Sidall, S.E. 1982. Biological and economic outlook for hatchery production of Queen Conch. Procc. of Gulf and Caribbean Fisheries Institution. 35:46-52.
- Stoner, A. W. y J.V. Sandt. 1988. Trasplanting as a test procedure before large-scale outplanting of juvenile queen conch. Procc. Gulf and Caribb. Fish. Inst. 40th Annual Meeting.
-

- 
- Stoner, A. W. 1989. Density-dependent growth and grazing effects of juvenile conch *Strombus gigas* L. in a tropical seagrass meadow. J. exp. mar. Biol. Ecol. 130:119-133.
- Stoner, A.W. y J.M. Waite. 1990 Distribution and behavior of Queen Conch *Strombus gigas* relative to seagrass Standing Crop. Fishery Bulletin 88:573-585.
- Stoner, A.W., V. J. Sandt y I.F. Metairon. 1992. Seasonality in reproductive activity and larval abundance of queen conch *Strombus gigas* Fisheries Bulletin. 90:161-170.
- Stoner, A. W. y K.C. Schwarte. 1994. Queen Conch, *Strombus gigas*, reproductive stocks in the central Bahamas: distribution and probable sources. Fishery Bulletin 92:171-179.
- Weil, E. & R. Laughlin. 1984. Biology, population dynamics and reproduction of the queen conch *Strombus gigas* in the Archipielago de los Roques National Park. J. Shellfish Res. Vol 4.1:45-62.
- Wells, S.M., R.M. Pyle and N.M. Collins. 1983. Queen or Pink Conch. Commercially Date Threatened in the IUCN Invertebrate Red Book. IUCN. 632 p.