

2ej 86



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

REPRODUCCION DEL CORAL BLANDO
Plexaura homomalla (ESPER.) EN EL MAR
CARIBE MEXICANO

TESIS PROFESIONAL

que para obtener el Título de:

B I O L O G O

p r e s e n t a :

EDUARDO JOSE MARTIN CHAVEZ

MEXICO, D. F.

1980



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INDICE

	pág.
I. - Resumen	1
II. - Agradecimientos	II
III. - Introducción y Objetivos	1
IV. - Antecedentes	4
V. - Area de estudio.....	9
 Descripción de las estaciones de muestreo	
Punta Nizuc	10
Puerto Morelos	11
Punta Maroma	11
 VI. - Material y Métodos	13
Metodología y material de campo	13
Metodología y material de laboratorio	18
 VII. - Resultados y Discusión.....	23
Condición sexual	23
Ciclo reproductivo	24
Proporción sexual	53
Fecundidad	57
 VIII. - Conclusiones.....	63
IX. - Literatura Citada.....	64
X. - Láminas.....	70
XI. - Anexos.....	83

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Fig. 1. - Localización del área de estudio	12
Fig. 2. - Crecimiento de las gónadas masculinas y femeninas en colonias de la estación Puerto Morelos.	26
Fig. 3. - Crecimiento de las gónadas masculinas y femeninas en colonias de la estación Nizuc.	27
Fig. 4. - Crecimiento de las gónadas masculinas y femeninas en colonias de la estación Meroma	28
Fig. 5. - Distribución de frecuencias del tamaño de los óvulos en colonias hembra de la estación Puerto Morelos.	30
Fig. 6. - Relación entre la altura y el tamaño máximo de gónada para 25 colonias de la estación Morelos.	42
Fig. 7. - Esquema del ciclo reproductivo de <u>P. homomalla</u>	54

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla. 1. - Cuadro comparativo de los conocimientos que se tienen sobre la biología de la reproducción para diversas especies de corales.....	36
Tabla. 2. - Comparación de los resultados del tamaño máximo de gónada obtenidos para las muestras constituidas de extremos apicales y de partes basales.....	39
Tabla. 3. - Comparación de los resultados del tamaño máximo de gónada obtenidos para las muestras constituidas de extremos apicales y de la región basal de colonias hembra menores de 30 años.....	40
Tabla. 4. - Tamaño máximo de gónada y fecundidad en colonias hembra de edad avanzada.....	46
Tabla. 5. - Comparación de la fecundidad entre colonias hembra de edad avanzada y de mediana edad.....	47
Tabla. 6. - Tamaño máximo de gónada en colonias hembra de edad avanzada.....	48
Tabla. 7. - Comparación del tamaño máximo de gónada de colonias de edad avanzada y de mediana edad.....	49
Tabla. 8. - Proporción sexual de la población estudiada.....	55
Tabla. 9. - Comparación de la fecundidad de colonias hembra de las 3 estaciones de muestreo.....	58
Tabla. 10. - Valores de t para la comparación de la fecundidad.....	59

RESUMEN

Con el fin de conocer la dinámica del proceso reproductivo del coral blanco *Plexaura homomalla* en la parte norte de la barrera arrecifal del Mar Caribe mexicano, se estudiaron 3 aspectos de la biología reproductiva de esta especie durante el período comprendido entre los meses de julio de 1979 y agosto de 1980. Los aspectos a que se refiere este estudio son: ciclo reproductivo, proporción sexual y fecundidad.

Así mismo, se buscó estimar las posibles variaciones en el comportamiento reproductivo de *P. homomalla* en localidades en donde esta especie se desarrolla notablemente. Para ello, se eligieron 3 estaciones permanentes de muestreo a lo largo de 50 km de barrera arrecifal, en zonas físicamente separadas entre sí y que se suponen microambientalmente distintas.

Se tomaron muestras a intervalos de 4 a 5 semanas durante 14 meses de 40 colonias debidamente identificadas (20 de cada sexo), las cuales fueron procesadas en el laboratorio utilizando técnicas histológicas ordinarias.

Se encontró que el ciclo reproductivo es anual y presenta la época de reproducción en los meses de julio y agosto; el período de formación y maduración de las gónadas femeninas es relativamente largo (ca 18 meses) mientras que el de las gónadas masculinas es más corto (de 6 a 8 meses). Dado que el período de reproducción es muy breve (menos de 3 semanas) se sugiere que la fecundación es externa. La edad de maduración sexual se alcanza entre los 4 y 11 años (25 a 35 cm de altura) y no se aprecia un proceso de senectud sexual en colonias mayores de 35 años (de más de 90 cm de altura). Se encontró que la maduración de las gónadas es sincrónica en todos los pólipos de la colonia.

Se verificó que los sexos están separados y que la proporción de éstos en la población no se desvía significativamente de la proporción 1:1. La fecundidad de una colonia hembra promedio en edad reproductiva se estimó en 1.97 ± 0.26 óvulos por pólipo por ciclo reproductivo, no observándose un cambio significativo de ésta en colonias de gran talla, por lo que se considera que el potencial reproductivo de una colonia en etapa reproductiva aumenta en relación directa al incremento del número de pólipos por año.

Por último, no se encontraron diferencias significativas en el comportamiento reproductivo entre las 3 localidades en donde se estudió la especie. Por lo anterior, se considera que éstas forman parte de una misma población en lo que a este aspecto se refiere.

INTRODUCCION

Una población posee una serie de características de grupo que la distinguen de otras poblaciones. El conocimiento de estas características constituye la base de los estudios en biología y dinámica poblacional, los cuales nos permiten conocer y predecir el comportamiento de una población en el tiempo.

Estos atributos se pueden clasificar en aquellos que describen a la población en un momento dado y aquellos que nos hablan de la forma en que ésta cambia. Entre los primeros tenemos a la densidad, patrones de distribución, estructura de edad, proporción sexual, fecundidad, etc., y entre los segundos, que se definen como los parámetros poblacionales primarios (Krebs, 1978), están las tasas de natalidad, mortalidad, emigración e inmigración. Todos estos atributos están relacionados de una u otra forma con la sobrevivencia y la reproducción de la población, de ahí que estén sujetos a la selección natural y sean de carácter adaptativo, y por lo tanto relevantes en el equilibrio y la evolución de las poblaciones.

De lo anterior, salta a la vista la importancia que tienen los estudios acerca de la biología reproductiva en el conocimiento de la biología y dinámica de una población. Estos adquieren particular relevancia cuando la población se somete a explotación: entonces, parámetros

como el ciclo reproductivo, fecundidad y proporción sexual son elementos básicos que permiten conocer la dinámica del proceso reproductivo que a su vez determina en gran medida la intensidad de renovación del recurso.

En relación a este tipo de estudios, las especies coralinas han recibido poca atención (Connell, 1973; Kinzie, 1974) a pesar de ser uno de los elementos más conspicuos de la fauna de los arrecifes coralinos. Estas comunidades marinas se caracterizan por la gran diversidad de especies que albergan y una buena parte de éstas son aprovechadas por el hombre en muy distintos aspectos de la economía humana. En este sentido, son muy importantes las especies de las cuales se extraen diversos compuestos con utilidad médica y farmacéutica. En este renglón, el octocoral Plexaura homomalla se ha convertido en un recurso marino de gran importancia médica, a partir del descubrimiento de prostaglandinas en el coenocima de este gorgonáceo, realizado por Weinheimer et al. (1969).

Esta especie es un habitante común de las aguas someras de algunos arrecifes coralinos de la región zoogeográfica del Caribe, y es relativamente abundante en la barrera arrecifal que corre a lo largo de las costas del estado de Quintana Roo (Jordán, 1978), y a pesar de la importancia que se le ha dado recientemente, no constituye una excepción con respecto a otras especies de corales en relación a la poca in-

formación que se conoce de los aspectos básicos de su biología y ecología.

El presente trabajo forma parte de un estudio global acerca de la biología y dinámica poblacional del octocoral Plexaura homomalla en aguas del mar Caribe mexicano que está realizando el laboratorio de Ecología Costera del Centro de Ciencias del Mar de la U. N. A. M. con apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONAC y D), y tiene como objetivo el conocer la dinámica del proceso reproductivo de dicha especie a través del estudio de 3 aspectos que se consideran básicos para el entendimiento de este proceso, los cuales son: ciclo reproductivo, proporción sexual y fecundidad. Asimismo, dada la distribución discontinua de esta especie a lo largo de la zona de estudio, así como las distintas condiciones de las zonas en donde ésta se desarrolla notablemente, se ha buscado estimar las posibles diferencias que de los parámetros antes mencionados pudiera haber entre 3 localidades en donde se estudia dicha especie.

ANTECEDENTES

Los invertebrados marinos constituyen uno de los grupos animales más variados y abundantes que existen tanto en el mar como en los continentes, encontrándose entre ellos organismos desde muy simples hasta relativamente complejos. Esto último es particularmente notorio respecto a la reproducción, ya que presentan gran cantidad de patrones reproductivos y casi todas las formas de reproducción conocidas en los invertebrados. A pesar de esto, los estudios sobre biología de la reproducción en este tipo de organismos son escasos y tratan principalmente aspectos muy particulares de este fenómeno (Giese y Pearse, 1974). Algunos de los trabajos importantes en este campo, de carácter general, son los de Thorson (1950) sobre ecología larval de invertebrados bentónicos marinos; Giese (1959) sobre técnicas usadas en el estudio de los ciclos reproductivos anuales de invertebrados marinos y, más recientemente, el tratado sobre reproducción de invertebrados marinos editado por Giese y Pearse (1974), en el que se reúne la información disponible a la fecha sobre la biología reproductiva de la casi totalidad de los Phyla de metazoarios marinos de vida libre. Campbell (1974) escribe en este tratado un capítulo concerniente al Phylum Cnidaria, ha-

ciendo notar que la mayor parte de los estudios sobre reproducción en este grupo se han realizado principalmente en organismos de la clase Hydrozoa y en menor grado en las clases Scyphozoa y Anthozoa. Sobre los anthozoarios en particular la literatura se limita a algunos estudios en anémonas, como el de Ford (1964) sobre el ciclo reproductor y proporción sexual de una población de Anthopleura elegantissima, y otros más en corales, principalmente escleractinios y alcionarios, incluyendo los trabajos de Grigg (1976) en Hawaii sobre los ciclos de vida de tres especies de corales preciosos.

Entre los corales, los formadores de arrecifes son los más estudiados. Connell (1973) hace una recopilación de los trabajos sobre biología reproductiva de hexacorales como parte de una revisión general de los conocimientos en ecología poblacional de estos organismos. Una buena parte de estos trabajos ha sido hecha en especies del Pacífico, y están enfocados principalmente al estudio del desarrollo larval y postlarval, y a la época de mayor actividad reproductiva. En muy pocos se estudian aspectos como fecundidad y solamente Marshall y Stephenson (1933) en la gran barrera australiana, Aie (1937) en Palao y recientemente Grigg (1976) en Hawaii han realizado estimaciones de la edad de maduración sexual en especies de hexacorales.

Hasta la fecha no se conoce en la literatura ningún trabajo que reúna los conocimientos en biología de la reproducción para el grupo de los octocorales: además de que la poca información existente es en su mayoría anterior a 1970 y, en general, de carácter descriptivo. Uno de los primeros investigadores en ocuparse de la reproducción de estos organismos es Lacaze-Duthiers (1865) quien hace una breve descripción de las glándulas genitales de diversas especies de alcionarios del Mediterráneo. Ya en el siglo XX Cary (1914), en un estudio sobre la ecología de los gorgónidos de Florida hace algunas observaciones sobre el desarrollo de gónadas, planulación e implantación de plánulas de Plexaura flexuosa. Más recientemente, Gohar en 1940 (Grigg, 1970) y Gohar y Roushdy (1961) estudian el desarrollo y formación de células genitales en algunas especies de la familia Xenidae en el mar Rojo. Theodor (1967) estudia en condiciones de acuario, la planulación y comportamiento larval de Eunicella stricta; Vighi (1970), estudia el ciclo reproductor y proporción sexual de tres poblaciones de Corallium rubrum en el Mediterráneo. Asimismo, Grigg (1970), analiza varios aspectos de la biología reproductiva de dos especies de Muricea en California haciendo el primer trabajo demográfico en una especie coralina, y Kinzie (1970) en Jamaica realiza estudios del ciclo reproductor y ecología larval de Pseudopterogorgia bipinnata, y planulación en otros gorgonáceos como P. elizabette, Briareum abestinum y Muriceopsis flavida. El único trabajo publicado relacionado con la reproducción

de Plexaura homomalla es el que Goldberg y Hamilton (1974) realizan en las costas de Florida, estudiando únicamente el ciclo reproductivo de la especie, el cual, según reportan, es anual con la época de mayor actividad reproductiva en los meses de junio y julio. Sin embargo, los resultados de este trabajo son poco concluyentes, y los autores se limitan a enumerar las lagunas que se tienen en el conocimiento de la biología reproductiva de esta especie. Ahora bien, es importante hacer notar que este trabajo junto con los de Kinzie (1970) y Cary (1944) son los únicos de este tipo realizados para especies del Caribe.

Los conocimientos sobre la biología reproductiva de P. homomalla se limitan al trabajo ya mencionado de Goldberg y Hamilton, a un estudio (no publicado aún) realizado en la costa norte de Cuba por investigadores del Instituto Oceanográfico de la Habana (Jordán, comunicación personal) y a un estudio de Bayer (1974) sobre la anatomía e histología de dicha especie en el que se incluye una revisión del desarrollo de las gónadas, las cuales constan únicamente de las células gaméticas rodeadas por gastrodermis, que se originan a partir de células intersticiales de origen endodermal: estas células gaméticas se desarrollan directamente dentro de los mesenterios gástricos de los seis septos sulcales: los dos septos asulcales son estériles. Las gónadas femeninas poseen cada una un pedúnculo mesogleal corto, están rodeadas por una delgada mesolamella y son de forma esférica u ovoide. Las gónadas masculinas consisten de espermatos pedunculados redondeados cuando están inmaduros y de

forma ovoide a irregular conforme maduran. Esto es lo reportado en el estudio de Bayer (1974), quien coincide con Goldberg y Hamilton (1974) al afirmar que los sexos están separados en esta especie, la cual no tiene ninguna especialización de los pólipos de la colonia en funciones reproductivas o de alimentación (Bayer, 1956). Esto es, P. homomalla forma colonias dioicas y monomórficas a partir de una larva plánula que al implantarse en un sustrato adecuado sufre una metamorfosis transformándose en un pólipo, el cual por un proceso de gemación da origen a una colonia, ya que no hay separación de los zooides.

Siguiendo el patrón general de la mayoría de los Cnidarios, P. homomalla no presenta dimorfismo sexual aparente, sin embargo, es posible reconocer el sexo conforme las gónadas maduran principalmente por diferencias en coloración, tamaño, y forma entre los óvulos y los espermarios (Campbell, 1974; Bayer, 1974).

El presente trabajo es el primero de este género que se realiza en la formación arrecifal del Caribe mexicano, y busca resolver de manera concluyente algunas de las lagunas que se tienen en el conocimiento de la biología reproductiva de esta especie.

AREA DE ESTUDIO.

En el mar Caribe, frente a las costas del estado de Quintana Roo, se localiza la formación arrecifal más importante de los mares mexicanos. Este arrecife de tipo barrera corre de Sur a Norte en forma casi continua a lo largo de los 300 km de litoral caribeño quintanarroense terminando en su extremo norte en la Isla Cancun.

De acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1973), a esta región le corresponde un clima cálido subhúmedo con precipitación máxima en el verano, un cociente de precipitación temperatura con una media anual mayor a 22 (el clima más seco de los subhúmedos), una temperatura media del mes más frío mayor de 18°C, y poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales (entre 5 y 7°C).

La región sufre la influencia dominante de los vientos alisios con dirección E-W y ocasionalmente SE - NW presenta mareas mixtas de poca amplitud y la corriente superficial marina va en dirección Norte (Secretaría de Marina, 1974)

La zona de estudio se localiza en el extremo Norte de la formación arrecifal entre los 20° 40' y los 21° 02' de latitud Norte y a los 86° 51' de longitud (este, abarcando cerca de 50 km de barrera a lo largo de los cuales se eligieron 3 zonas de observación permanente

(estaciones de muestreo) que de Sur a Norte corresponden a Punta Maroma, Puerto Morelos y Punta Nizuc en el límite norte de la barrera arrecifal. (Fig. 1).

Jordán (1980) divide el perfil de este arrecife - con base en la composición específica, distribución de las especies dominantes y topografía de la formación arrecifal - en cuatro zonas principales: lagunar, posterior, rompiente y frontal. En este trabajo, cada estación comprende solamente una parte del perfil arrecifal: en Nizuc y Puerto Morelos el muestreo se realizó en la zona posterior, mientras que en Punta Maroma se realizó en la zona frontal (5m)

Descripción de las estaciones de muestreo.

Algunas de las características más importantes de cada estación de acuerdo con Jordán (1980) son:

PUNTA NIZUC: Zona posterior. Se caracteriza por su gran complejidad: está constituida por tres barreras sucesivas, cada una de las cuales podría considerarse como un pequeño arrecife. La estación de muestreo se localiza en la barrera posterior (más cercana a la playa) por lo que presenta un alto grado de protección al oleaje. Es una zona muy somera (profundidad media aproximada de 1m) con un fondo cubierto por un alto porcentaje de corales vivos y muertos y con poca acumulación de sedimento. Los gorgonáceos están bien representados en esta zona siendo la especie dominante Plexaura flexuosa.

seguida por Eunicea mammosa y Plexaura homomalla.

PUERTO MORELOS: Zona posterior. Se caracteriza principalmente por el abundante desarrollo de corales escleractinios. las especies dominantes son Acropora palmata y Montastrrea annularis. Es también característico de esta zona la abundancia de gorgonáceos siendo las principales especies representadas Gorgonia flabellum, Plexaura flexuosa, Briarum asbestinum y Plexaura homomalla. Esta zona está bastante protegida del oleaje (aunque en menor grado que la zona posterior de Nizuc) por la zona de rompiente, tiene una profundidad media aproximada de 2m. y el fondo es de roca cubierto por algunos parches o acumulaciones de arena de carácter transitorio.

PUNTA MAROMA: Zona frontal (5m) Está dominada por grandes colonias de Acropora palmata sobre un fondo bastante limpio. Los gorgonáceos están pobremente representados, siendo los más importantes Plexaura flexuosa, P. homomalla y Pseudoplexaura porosa. La profundidad media aproximada es de 5m y como es de esperarse, por ser una zona no protegida, es la estación de mayor exposición al oleaje.

Es importante hacer notar que entre las tres estaciones se presentan "roturas" o discontinuidades en la barrera que varían en longitud y van desde unos cuantos metros hasta varios kilómetros, lo que origina que cada estación constituya una unidad físicamente separada de las demás.

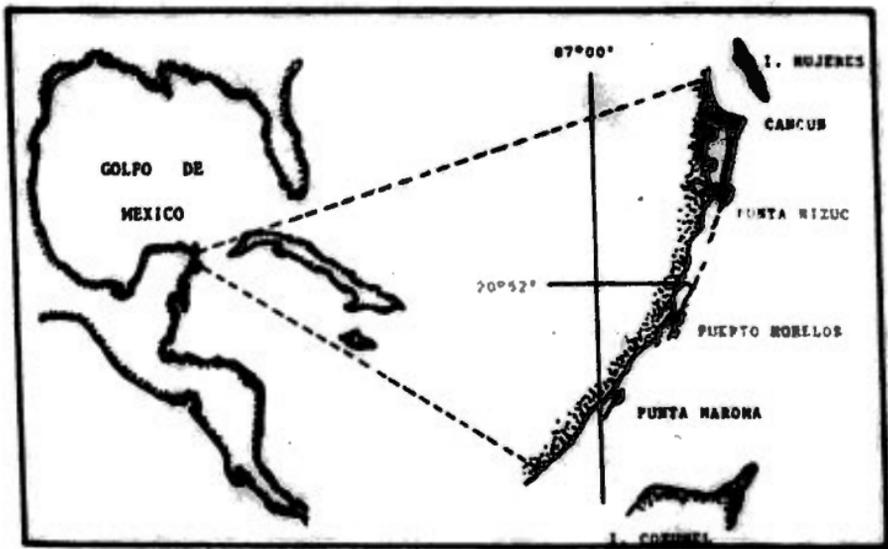


Fig. 1. Localización del área de estudio y situación geográfica de las 3 estaciones de muestreo: Punta Nizuc, Puerto Morelos y Punta Maroma.

MATERIAL Y METODOS

Para el presente trabajo se eligieron 3 zonas diferentes del arrecife, en las que se establecieron estaciones permanentes de muestreo. Estas 3 zonas se consideran microambientalmente distintas dadas las características propias que presentan (cap. anterior) y se escogieron por tener una densidad relativamente alta de la especie estudiada, así como por estar físicamente separadas entre sí.

I Metodología y Material de Campo

El trabajo submarino se realizó con buceo libre y ocasionalmente con equipo SCUBA proporcionado por la Estación de Investigaciones Marinas de Puerto Morelos, O. Roo, del Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Como medio de transporte, se utilizó una lancha Boston Whaler con 2 motores fuera de borda de la misma Estación.

a) Ciclo Reproductivo

Tradicionalmente, se han usado varios métodos para determinar el curso del ciclo reproductivo en invertebrados marinos, de los cuales, los más comúnmente utilizados para organismos con ciclos reproductivos anuales son: Determinación de la época de desove, observaciones continuas de larvas en determinados volúmenes de agua, aparición de los gametos (estado de madurez) en las gónadas, la anidación de huevos y el tamaño relativo de las gónadas

(Giese, 1959; Giese y Pearse, 1974) En este trabajo se utilizó el tamaño relativo de las gónadas como un índice adecuado de la relativa madurez reproductiva de una colonia por considerarlo como el más idóneo dadas las características particulares de la especie: así como por la falta de información sobre aspectos reproductivos de la misma.

El ciclo reproductivo se determinó a través de la observación a lo largo de 14 meses de 40 colonias sexualmente maduras de Plexaura homomalla de uno y de otro sexo, las cuales fueron debidamente marcadas y localizadas. Estas colonias se encuentran distribuidas en las estaciones de muestreo de la siguiente manera: Punta Maroma y Punta Nizuc, 5 colonias hembra y 5 colonias macho; y Puerto Morelos, 10 colonias hembra y 10 colonias macho.

De las 3 estaciones de muestreo, Puerto Morelos es la más representativa de las condiciones ambientales en las que habita P. homomalla en la sección arrecifal que va desde Tulum (90 km al Sur de Puerto Morelos) hasta Punta Nizuc; mientras que las estaciones de Punta Nizuc y Punta Maroma se consideran situaciones particulares en las que esta especie comúnmente se desarrolla de una manera notable (Jordán, comunicación personal). Por esta razón en Puerto Morelos el número de colonias que se sometieron a observación periódica fue mayor que en las otras 2 estaciones.

La elección de las colonias en cada estación se realizó en función de la abundancia y tamaño de las mismas, así como por la accesibilidad y facilidad de reconocimiento de la zona. El marcaje se hizo de 2 maneras: Cada colonia se etiquetó en su parte basal con una placa de aluminio numerada y amarrada con una cuerda de nylon (aparentemente sin efecto nocivo para la colonia); asimismo, cada colonia fue localizada por coordenadas en un mapa con un centro común para prevenir la pérdida eventual de alguna etiqueta (Hinman, et al., 1974). El muestreo de estas colonias se realizó a intervalos de 4 a 5 semanas durante los primeros 12 meses y cada 10 a 15 días en los 2 últimos (julio-agosto de 1980). De cada colonia se cortaron 3 extremos apicales de aproximadamente 3 cm de largo escogidos al azar y de 3 ramas diferentes. Este procedimiento ha sido utilizado en estudios similares en otras especies de alcionarios, por Grigg (1970) y V.ghi (1970) quienes reportan que no se produce ningún daño a la colonia como consecuencia de este tratamiento: en este caso, no se observó en las colonias de P. homomalla ningún efecto aparente.

Todas las muestras se fijaron inmediatamente después de ser tomadas en Bouin, manteniéndose en éste durante un período de 3 a 4 días a fin de lograr la descalcificación parcial de coral. Pasado este tiempo, se cambiaron -previo lavado en agua corriente para eliminar el exceso de fijador - a alcohol al 70% para su posterior procesamiento en el laboratorio.

En especies con ramificaciones laterales profusas (como en el caso de P. homomalla) la relación biomasa-superficie es mucho mayor en las ramificaciones secundarias y extremos apicales que en la región basal del tronco (Lám. 1) y, dado que existe una relación directa entre la superficie y el número de pólipos, la mayor parte de éstos se encuentran en las ramas (Lám. 2), por lo que se consideró que lo observado en los pólipos de extremos apicales es representativo de lo que sucede en toda la colonia.

Sincronía

Grigg (1970) supone que la maduración de las gónadas en dos especies de Muricea es sincrónica en toda una colonia. Para la realización del presente trabajo, se partió de esta premisa; sin embargo, se realizaron estimaciones para cuantificar una posible asincronía gametogénica en los pólipos de colonias de P. homomalla, considerando la distribución vertical de éstos.

Edad de Maduración y Senectud Sexual

La talla en que P. homomalla alcanza la madurez sexual se determinó a través del análisis gonádico de 25 colonias de diferentes alturas cubriendo un intervalo de 7 a 50 cm de altura, muestreadas durante la época de mayor actividad reproductiva.

A fin de determinar un posible proceso de senectud sexual en la especie, se observó el comportamiento reproductivo de 6 colonias de gran

2. Metodología y Material de Laboratorio

Todas las muestras fueron fijadas y descalcificadas en liouin durante un lapso de 3 a 4 días, posteriormente fueron tratadas mediante técnicas histológicas ordinarias con el fin de obtener secciones transversales de una parte del coenénquima de la colonia. De esta manera, se obtuvieron cortes transversales de algunos pólipos de la colonia, (Láms 3 y 4) los cuales se observaron bajo un microscopio Swift con ocular graduado. Las secciones se prepararon con la ayuda de un microtomo Swift para inclusiones en parafina; se hicieron los cortes a un grosor de 10 micras y a varios niveles de los pólipos. Estas secciones se tiñeron con la técnica de hematoxilina-eosina haciendo así más notorias las estructuras sexuales. Goldberg y Hamilton (1974) reportan que las gónadas femeninas de *P. homonalla* son de carácter eosinófilo, mientras que las gónadas masculinas absorben fuertemente la hematoxilina. Una vez teñidas, las preparaciones se montaron en resina sintética para su conservación permanente.

Esta técnica de las secciones histológicas es comúnmente utilizada en este tipo de estudios (Vighi, 1970; Bayer, 1974; Grigg 1976) a pesar de ser tediosa y requerir mayor esfuerzo que la disección directa de los pólipos bajo un microscopio estereoscópico, -método utilizado por Grigg (1970)- que es considerablemente más práctico pero que requiere del procesamiento inmediato de las muestras, ya que con los fijadores se deteriora la coloración de las gónadas dificultándose

la observación directa de estas. P. homomalla es una especie particularmente delicada que en cuanto es manipulada, desprende sustancias de coloración oscura que se impregnan en todas las estructuras de los pólipos, hecho que dificulta considerablemente la observación directa de las gónadas, principalmente cuando son pequeñas. Por estas razones y por considerar importante poder realizar observaciones detalladas y repetidas, se utilizó el método histológico.

Sin embargo, este método presenta la desventaja de subestimar el tamaño de la gónada así como el número de las mismas, dependiendo del nivel (en el pólipo) al cual se realice el corte. Debido a esto, fue necesario preparar varias secciones de cada muestra a fin de lograr la mejor estimación tanto del tamaño de la gónada como del número de estas. De esta manera se prepararon 4 secciones por "ramita" (extremo apical) lo que significa un total de 12 secciones por muestra.

a) Ciclo Reproductivo

Con el fin de determinar el crecimiento máximo promedio por mes de las gónadas, se midieron solamente las estructuras reproductoras más grandes presentes en cada muestra resaltando de esta manera los cambios de tamaño de éstas entre mes y mes. A fin de estandarizar la obtención del "tamaño máximo de gónadas" se midieron las 4 más grandes de cada "ramita" en las mejores secciones de las 12 obtenidas por muestra, lo que representa un total de 12 gónadas por colonia y 240 por

mes (120 por cada sexo) para la estación de Puerto Morelos y 120 (60 por cada sexo) para cada una de las estaciones de Punta Nizuc y Punta Maroma. Es importante mencionar que cada sección de una "ramita" comprende alrededor de 20 pólipos, lo que representa la observación de aproximadamente 60 pólipos por colonia, para la obtención del tamaño máximo de gónada. El tamaño de las estructuras sexuales se consideró como el promedio entre el diámetro mayor y el diámetro perpendicular a éste, dado que éstas en su mayoría (principalmente los espermarios) no son esféricas.

Asimismo, se midieron todas las gónadas presentes en 4 pólipos (escogidos al azar) por "ramita" haciendo un total de 12 pólipos por colonia, en las secciones obtenidas para los meses de julio, agosto, septiembre, y noviembre de 1979 y enero, marzo y mayo de 1980, con el fin de determinar en qué momento se inicia y cuál es el tiempo de duración de la ovogénesis en las colonias nembra de la estación Puerto Morelos.

Sincronía

Con el fin de determinar la "sincronía vertical" de los pólipos de una colonia, se estimó el "tamaño máximo de gónada" en las secciones obtenidas de las muestras del 16 de julio de 1980, para pólipos de extremos apicales y de partes basales de las colonias en observación periódica de la estación Puerto Morelos.

Edad de maduración

Se prepararon secciones de las 25 colonias muestreadas determinándose para cada colonia el "tamaño máximo de gónada" de la misma manera explicada anteriormente.

b) Proporción Sexual

El sexado de las colonias se hizo por observación directa de las gónadas en un microscopio estereoscópico. Determinándose así la presencia de óvulos o espermarios en la muestra. Esto es relativamente sencillo dada la facilidad para diferenciar unos de otros cuando ambos están maduros.

c) Fecundidad

De las secciones obtenidas de las muestras del mes de julio de 1979 se eligieron 30 pólipos al azar (10 por "ramita") por cada colonia; se cuantificó el número de éstos que no presentaban gónadas con el fin de determinar el porcentaje de pólipos infértiles en una colonia. y por otro lado, para el caso de las colonias hembra se contó el número de gónadas maduras presentes en cada pólipo, obteniéndose de esta manera una estimación del número promedio de óvulos por pólipo antes de la fecundación. Para obtener este promedio por colonia se cuan-

ificó el número de pólipos que posee un individuo de *P. humonalla* de mediana talla. Esta cuantificación se hizo de manera indirecta a través del conteo del número de pólipos que se encuentran en 1gr. de coenénquima apical, obteniéndose un número promedio de pólipos por gr. para 6 colonias de tamaño medio.

En el análisis estadístico de los datos se calcularon medias (\bar{x}), desviaciones estándar (S) y límites de confianza de la media. Además, se realizaron algunas pruebas de chi cuadrada, y de t para probar las diferencias entre las medias de dos muestras (Zar, 1974).

RESULTADOS Y DISCUSION

Con el fin de hacer más clara la exposición de este capítulo, se ha dividido en 4 partes: en primer lugar se discute sobre la condición sexual de P. homomalla y a continuación se tratan por separado los resultados sobre el ciclo reproductivo, la proporción sexual, y la fecundidad

1. - Condición sexual

En los cnidarios tanto las formas dioicas como monoicas están bien representadas y dentro de las segundas, es tan común el hermafroditismo funcional como el secuencial (protandria o protoginia) (Campbell 1974) En los octocorales las formas unisexuales parecen ser las más comunes (Lacaze-Duthiers, 1865; Theodor, 1967; Grigg, 1970; Kinzie, 1970; Vighi, 1970) habiéndose reportado la condición hermafrodita únicamente para Primnoa reeaeformis por Kükenthal en 1924 (Goldberg y Hamilton, 1974), y para algunas especies de la familia Xenidae en el Mar Rojo (Gohar et al., 1961)

En el análisis gonádico de más de 2500 pólipos de aproximadamente 250 colonias de Plexaura homomalla, no se observó ningún caso de hermafroditismo y la observación a lo largo de 14 meses de 40 de estas colonias, no reveló cambios de la condición sexual de ninguna de ellas, lo que excluye un hermafroditismo secuencial.

Estas observaciones refuerzan lo propuesto por Bayer (1974) y Goldberg y Hamilton (1974) de que esta especie es dioica, concordando con el patrón observado en otros alcionarios.

2. - Ciclo reproductivo

En las figuras 2 a 4 se observa que el ciclo reproductivo de Plexaura homomalla es anual y asimismo se puede apreciar que no hay diferencias significativas en el curso de éste, entre las colonias de las 3 estaciones de muestreo. Esta periodicidad en el ciclo reproductivo de P. homomalla ya ha sido reportada para una población de los Cayos de Florida (Goldberg y Hamilton, 1974) y para otra población de la costa norte de Cuba (Jordán, comunicación personal). Sin embargo, se encontraron diferencias entre estas 3 poblaciones en relación a la época de reproducción así como en la velocidad de maduración de las gónadas. Estas diferencias se discuten en el desarrollo de este capítulo.

2.1. - Desarrollo de las gónadas femeninas.

Los óvulos alcanzan su máxima talla (315 a 640 μ .) en el mes de agosto (Figs. 2 a 4) momento en el que se supone han alcanzado la madurez: para el mes de septiembre, todas las gónadas mayores de 200 μ . han desaparecido, lo que indica que es en este período cuando se lleva a cabo la reproducción y el desove (lám. 5). El nuevo grupo de óvulos inmaduros (apenas superiores a las 100 μ .) que se hace evidente en el mes de septiembre parece originarse varios meses antes del período reproductivo y el hecho de que sea un grupo de tamaño definido excluye

Figs. 2 a 4.- Crecimiento de las gónadas ♀ y ♂ de las colonias en observación permanente de las 3 estaciones de muestreo, durante el período julio-1979 a julio 1980. La línea continua une las medidas mensuales del tamaño máximo de los óvulos y la línea punteada une las medidas mensuales del tamaño máximo de los espermarios.

□ - Representa los límites de confianza de \bar{x}

┆
┆ Representa la desviación estándar.
┆

El número sobre cada barra representa el total de gónadas medidas por mes.

(Ver explicación en el texto).

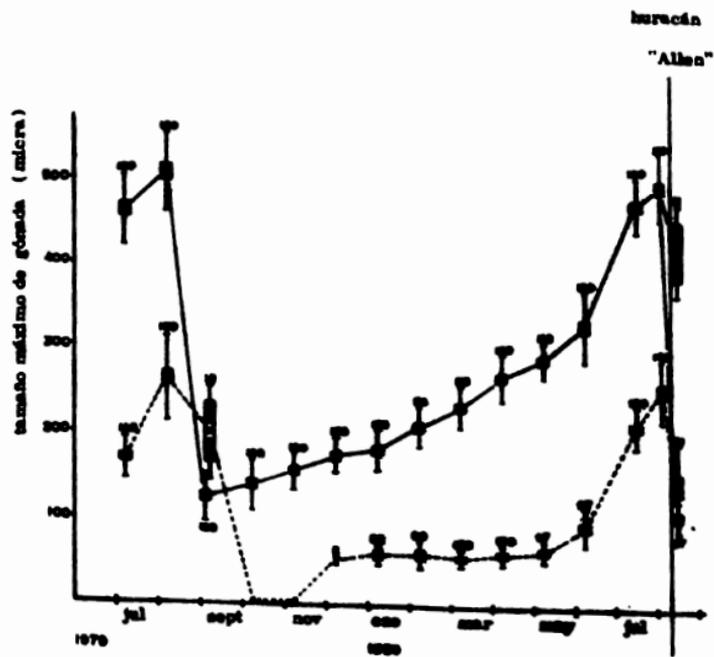


Fig. 2.- Estación Puerto Morelos.

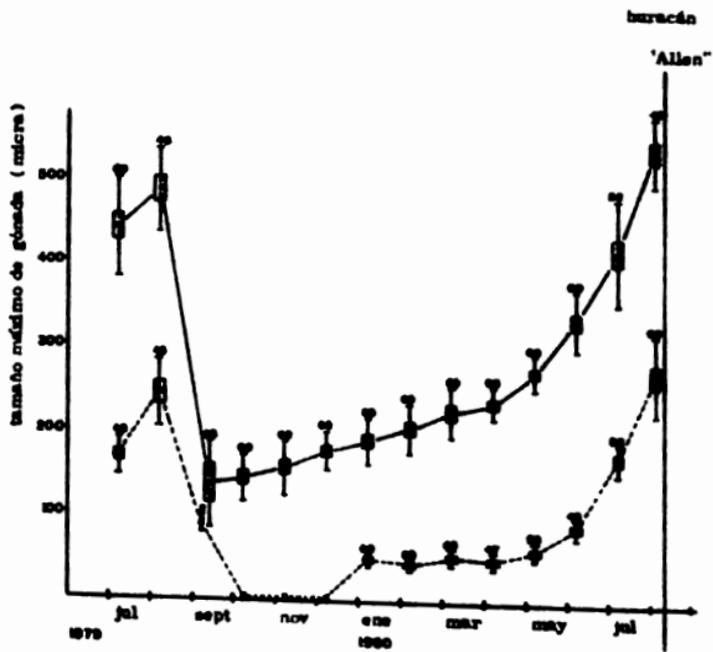


Fig. 3.- Estación Nizuc.

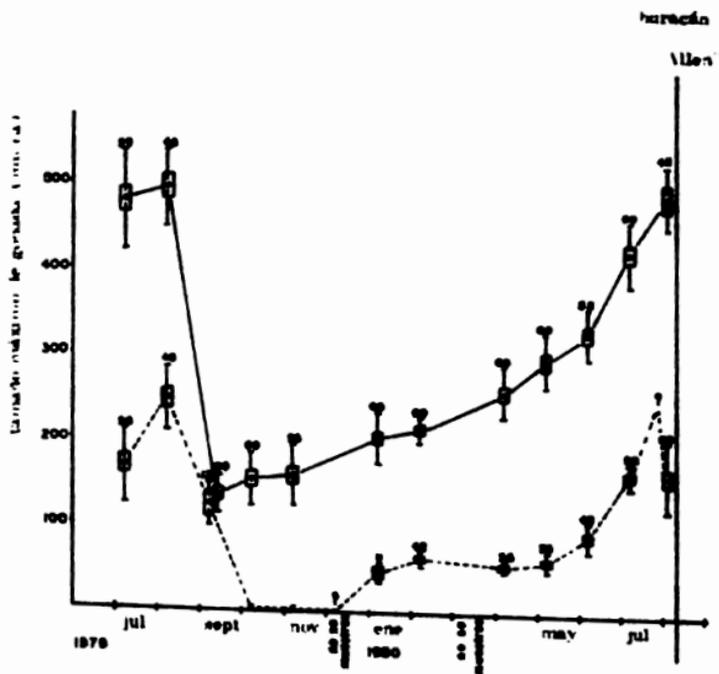


Fig. 4.- Estación Maroma.

la posibilidad de que se trate exclusivamente de óvulos en reabsorción, proceso comúnmente observado poco antes, durante y poco después de la reproducción (Grigg, 1970). Este nuevo grupo de gónadas, crece a un ritmo más o menos constante durante los 8 meses siguientes al desove: a partir de junio (Láms. 6 y 7) se aprecia un aumento considerable en el ritmo de crecimiento, que culmina en agosto al alcanzar la talla máxima, repitiéndose nuevamente el ciclo (Lám. 8).

El comportamiento bimodal de los histogramas de la fig. 5 (ver fig) confirma la coexistencia de 2 grupos diferentes de gónadas durante el período enero-agosto, y se observa que los óvulos que se empiezan a formar en el mes de enero van a madurar hasta el próximo año, lo que implica una duración del proceso de la ovogénesis de aproximadamente 18 meses. Asimismo, se aprecia durante los meses de julio, agosto y septiembre (período reproductivo) que mientras el grupo de óvulos de mayor tamaño crece rápidamente, el otro grupo de menor talla no cambia significativamente, hecho que indica un período de reposo (durante el mes de septiembre), típico de todo ciclo gametogénico (Giese y Pearse, 1974).

2. 2. - Desarrollo de las Gónadas Masculinas

Por el contrario, en las colonias macho se observa (figs. 2 a 4) que en los meses siguientes al período reproductivo, que como es de esperarse es simultáneo en ambos sexos, desaparecen las estructuras reproductoras (Lám. 9) manteniéndose las colonias en un período de re-

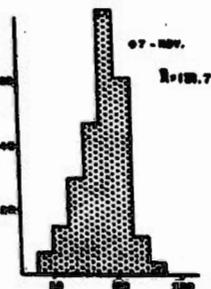
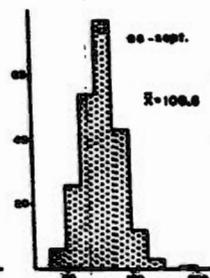
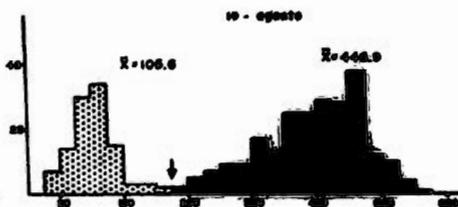
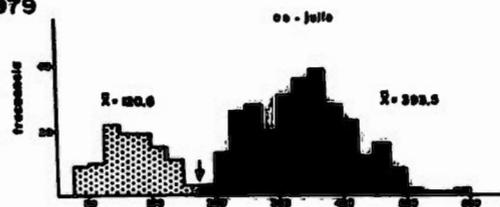
Fig. 5.- Histogramas de la distribución de frecuencias del tamaño de los óvulos de 120 pólipos muestreados en 10 colonias ♀ (12 pólipos / colonia) en observación permanente de la estación Puerto Morelos, durante el período julio - 1979 a mayo - 1980. Las flechas indican el punto en el que se separaron los dos grupos para obtener las medias de cada uno de estos

generación 1978.

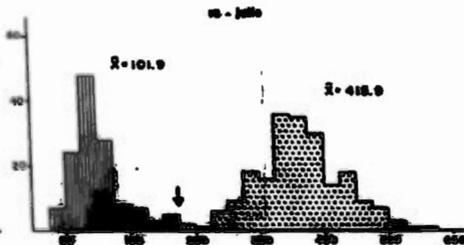
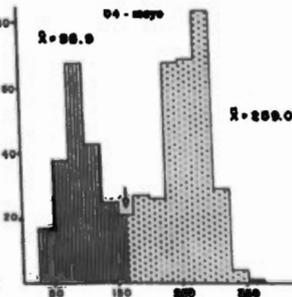
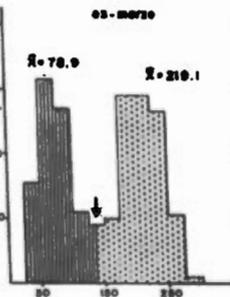
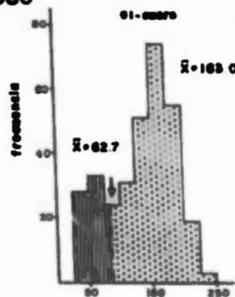
generación 1979.

generación 1980.

979



1980



tamaño (micras)

poso largo (alrededor de 4 meses) comparado con el de las colonias hembra, y que finaliza en enero, mes en el que se inicia nuevamente la producción de espermatos. Se observa que la formación de éstos continua hasta el mes de abril, tiempo durante el cual no se aprecian cambios significativos en el tamaño de las gónadas. (Lám. 10).

Para el mes de junio ya es notorio que se ha iniciado el crecimiento de los espermatos que continúan aumentando de tamaño a un ritmo cada vez más acelerado, hasta alcanzar su máxima talla (100 a 405 μ) en agosto (Láms. 11 y 12) en este momento se nota un adelgazamiento de la capa de gastroduermis que rodea a los espermatos, y en algunos casos se observa una luz central hacia la cuál convergen las células desde la periferia en hileras bien formadas. Según Bayer (1974) los espermatozoides se encuentran cercanos a la pared del espermario, y el adelgazamiento de esta es un indicio de madurez y por lo tanto de la proximidad de la expulsión de los gametos (Grigg, 1970)

Para el mes de septiembre (en 1979) solamente 6 de las 20 colonias macho observadas periódicamente poseen todavía algunos espermatos: éstos son de menor tamaño que en el mes anterior, lo que hace suponer que se encuentran en pleno proceso de reabsorción (Bayer, 1974) Desprendiéndose de la descripción anterior que la formación y maduración de los espermatos lleva de 6 a 8 meses.

2.3 - Período reproductivo

Dado que en las muestras del mes de agosto (día 10) de 1979 no se observaron indicios de que la expulsión de gametos al medio ya se hubiera iniciado, y para el mes de septiembre (día 5) del mismo año, todos los óvulos maduros ya había sido expulsados, se desprende que el período de reproducción queda comprendido en el mes de agosto. Con el fin de determinar con detalle la duración de este período, en los meses de julio y agosto de 1980 se intensificó el muestreo a intervalos de 10 a 15 días observándose lo siguiente: para el 15 de julio las gónadas no han alcanzado todavía el tamaño máximo que se supone implica la madurez de éstas; para el 1^o de agosto ya han alcanzado su máxima talla e incluso hay indicios claros de que el período reproductivo ya se ha iniciado puesto que en las colonias hembra se observan gran cantidad de pólipos con gónadas únicamente pequeñas y en las colonias macho también se observan muchos pólipos con los espacios septales carentes de espermatos. Aparentemente este proceso se encuentra más adelantado en la estación Maroma (Fig. 4) ya que el tamaño máximo de los espermatos ha empezado a decaer lo que posiblemente indica que una buena parte de éstos ya han sido expulsados al medio. Al siguiente muestreo (10 de agosto) ya no se observan gónadas en 4 de las 10 colonias macho en observación periódica (estación Puerto Morelos) y el tamaño máximo de los espermatos es considerablemente menor que en el muestreo anterior, y en las colonias hembra se observa que la mayoría de los

óvulos mayores de 200 μ han sido expulsados o reabsorbidos, lo que indica que el período reproductivo está por concluir. Sin embargo, es importante mencionar que entre estos 2 últimos muestreos azosó a la zona de estudio el huracán "Allen", causando serios daños a varias especies del arrecife. Se desconocen por completo los efectos que puede haber tenido el huracán en relación a la reproducción de P. homomalla, sin embargo, es posible que haya influido principalmente a nivel de las larvas produciendo una mortalidad particularmente alta de éstas.

Ahora bien, independientemente de este hecho, se puede apreciar que el período reproductivo es corto, al igual que en 1979, extendiéndose cuando mucho por 20 a 25 días. Glese y Pearse (1974) refiriéndose al patrón observado en invertebrados marinos en general, mencionan que este período dura normalmente más de un mes y Grigg (1970) reporta que para Muricea californica y M. fruticosa se extiende por varios meses. El hecho de que en P. homomalla este evento sea relativamente corto podría indicar un desove masivo ("epidemic spawning") (Thorson, 1950) en el cual algunos de los 2 sexos vierte primero los gametos al medio estimulando de manera sincrónica el desove en el otro sexo, asegurando de esta manera la fecundación del mayor número de óvulos. Este mecanismo es característico de organismos con fecundación externa, lo que sugiere que en P. homomalla la fecundación se lleve en el medio: esto estaría apoyado además por el hecho de que no se observaron ni huevos en segmentación, ni estruc-

turas que pudieran considerarse como plánulas en ninguna sección histológica realizada a lo largo de este estudio. Esto mismo es reportado por Bayer (1974) quien hace hincapie en la ausencia de las estructuras antes mencionadas, durante la época de mayor actividad sexual de esta especie en Florida.

En la tabla 1 se observa que salvo en una especie, las demás para las cuales ha sido estudiado este aspecto, tienen reproducción interna. Connell (1973) propone como explicación alternativa para el caso observado en Favia doreyensis que podría tener fecundación externa, que de no ser así, la fecundación en esta especie tendría que estar seguida de un rápido desarrollo y expulsión de la larva en menos de un mes y para toda la población, consideración que estima poco probable. Esta explicación se considera igualmente improbable para el caso de P. homomalla ya que a pesar del muestreo intensivo durante la época de mayor actividad reproductiva, no se observaron indicios de fecundación interna.

2.4 Sincrónfa

Para la realización de este trabajo se asumió que la maduración de las gonadas es un proceso sincrónico en toda una colonia. Sin embargo, para descartar la posibilidad de que se presentaba una asincronía gametogénica entre los pólipos de la región basal y los pólipos de extremos apicales, se hizo un muestreo el 16 de julio de 1980 con el fin de comparar el tamaño máximo de gónadas entre ambos grupos de pólipos ya que se consideró que de haber una asincronía, ésta se vería refle-

Tabla 1. - Cuadro comparativo de la información relacionada con la reproducción (que se conoce a la fecha) de varias especies de corales de diferentes regiones. Las referencias citadas con * fueron tomadas de Connell (1973).

ESPECIE	CICLO	ÉPOCA REPRODUCTIVA	CONDICIÓN SEXUAL	REPRODUCCIÓN	TAMAÑO MÁXIMO COMADA ♀ (A) ♂	REPRODUCCIÓN CON/POL.	EDAD MADURACIÓN SEXUAL (AÑOS)	ZONA DE ESTUDIO	REFERENCIA
<u>Coelastrea</u> <u>sp. nov.</u>	anual	verano	dioica	interna	310a 330	280	-	Mediterráneo 44° N	Vigil, 1970
<u>C. secundum</u>	anual	jun-jul	dioica	-	600	500	-	Hawaii 20° N	Grigg, 1976
<u>Helicella</u> <u>stricta</u>	anual	jun-jul	dioica	interna	-	-	3 a 5	Mediterráneo 43° N	Theodor, 196*
<u>Muricea</u> <u>californica</u>	anual	nov-ene	dioica	interna?	700	300a 700	1.6	La Jolla, Cal 33° N	Grigg, 1970
<u>M. fruticosa</u>	anual	nov-ene	dioica	interna?	600	300a 600	3.8	La Jolla, Cal 33° N	Grigg, 1970
<u>Plexaura</u> <u>flexuosa</u>	anual	jun	dioica?	-	-	-	-	Florida 25° N	Carr, 1914
<u>P. homomalla</u>	anual	jun-jul	dioica	interna?	350	-	-	Florida 25° N	Goldberg y Hamilton, 1974
<u>P. homomalla</u>	anual	jul-ago	dioica	externa?	315a 640	100a 405	1.97	Quintana Roo Mex., 21° N	Martin, 1980
<u>Pseudopterogorgia</u> <u>lappaceata</u>	anual	ene-feb	dioica	interna	-	-	-	Jamaica 18° N	King, 1970
<u>Acropora</u> <u>bruceumanni</u>	continuo	todo el año	-	interna	-	-	-	Palo 7° N	Atoda, 1951
<u>Agaricia</u> <u>fragilis</u>	anual	jun-jul	-	interna	-	-	-	Bermudas 32° N	Mavor, 1915
<u>Cyphastrea</u> <u>ocellina</u>	-	todo el año	-	interna	-	-	600 zig/ 1850 pol.	Hawaii 20° N	Edmondson, 1966*

Continuación Tabla 1

ESPECIE	CICLO	EPOCA REPRODUCTIVA	CONDICION SEXUAL	FECUN DACION	TAMANO MAXIMO GONADA (µ) ♀ ♂	FECUN DIDAD GON/POL.	EDAD MADURACION SEXUAL	ZONA DE ESTUDIO	REFERENCIA
<u>Favia</u> <u>ampinensis</u>	anual	dic	hermafrod.	externa?	- -	95	8	Gran Barrera, Aust. 16°S	Marshall y Stephenson, 1933*
<u>Fungia</u> <u>actiniformis</u>	lunar	-	-	interna	- -	-	10	Palao 7° N	Abu, 1937*
<u>Galaxea</u> <u>aspera</u>	lunar	todo el año	-	interna	- -	-	-	Palao 7° N	Atoda, 1951
<u>Pocillopora</u> <u>balbosa</u>	lunar	todo el año	-	interna	- -	-	-	Gran Barrera, Aust. 16° S	Marshall y Stephenson, 1933*
<u>P. damicornis</u>	lunar	todo el año	-	interna	- -	-	-	Palao 7° N	Atoda, 1947
<u>P. mesodonta</u>	lunar?	-	-	-	100 -	-	-	Hawaii 20° N	Grigg, 1976
<u>Styloporia</u> <u>picillata</u>	lunar	todo el año	-	interna	- -	-	-	Palao 7° N	Atoda, 1947
<u>Anthoporia</u> <u>oleagariaefrma</u>	anual	sept.	dioica	-	200 -	-	-	San Francisco, 38° N	Ford, 1963
<u>Anthoporia</u> <u>oleagaria</u>	anual?	verano?	dioica	-	120a 100a 140 120	-	-	Hawaii 20° N	Grigg, 1976

jada como una diferencia en estas medidas. En la tabla 2 se muestran los resultados de este muestreo observándose lo siguiente: para las colonias macho no hay diferencias significativas ($t=1.76$, $p=0.10$) del tamaño máximo de gónada entre ambos grupos de pólipos por lo que se puede concluir que como era de esperarse, la maduración de los espermatarios es sincrónica en toda la colonia. Por el contrario, se observa que para las colonias hembra sí hay diferencias significativas ($t=3.20$, $p=0.002$) del tamaño máximo de gónada entre ambos grupos de pólipos a pesar de que las medias difieren únicamente en 20%. Ahora bien, con el fin de determinar si existe esta diferencia por colonia, se compararon entre sí los resultados obtenidos para cada colonia (Tabla 3) observándose que en 4 de ellas no hay diferencias significativas entre los pólipos basales y los apicales, mientras que en 3 sí las hay, y en otras 3 no se encontraron gónadas en los pólipos basales (Anexo C): dada esta variabilidad por un lado, y las pequeñas diferencias entre las medias de los tamaños máximos de gónada para ambos grupos de pólipos, no se puede asumir que exista un comportamiento distinto en relación a la maduración de los óvulos considerando una distribución vertical de los pólipos en la colonia, a pesar de las diferencias estadísticas ya mencionadas.

Según Glese y Pearse (1974) en la mayoría de los metazoarios la reproducción está regulada por sistemas de control endógeno y el hecho de que se presente sincronía gametogénica en las múltiples gónadas de un organismo sugiere una coordinación por estos sistemas

Tabla 2. - Comparación entre los resultados obtenidos del tamaño máximo de gónada para las muestras constituidas de ejemplares apicales y de la región basal de las colonias en observación periódica de la estación Puerto Morelos.
Fecha del muestreo: 16 de julio de 1980.

POLIPOS	No. COLONIAS		No. GONADAS		TAMAÑO MAX. DE GONADA X		S		LIM. CONF. X AL 95%		VALOR DE t P			
	♀	♂	♀	♂	♀ ^(μ)	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
BASAL	10	10	120	120	474.6	215.3	33.1	24.6	5.9	4.4				
											3.20	1.76	~0.002	~0.10
APICAL	10	10	72	84	459.6	209.2	38.1	26.9	8.8	5.8				

**Tabla 3. - Comparación entre los resultados del tamaño máximo de gónada obtenidos para las muestras construidas de pólipos de extremos apicales y de la región basal de las colonias \varnothing (masacas de 30 años) en observación permanente de la estación Puerto Morelos. El * indica que hay diferencias significativas al 5%.
Fecha del muestreo: 16 de julio de 1980.**

COLONIA No.	NUMERO GONAD *S		TAMAÑO MAXIMO DE GONADA (µ)		VALOR DE t	P
	BASAL	APICAL	BASAL	APICAL		
16	12	12	482.9	477.9	0.41	>0.50
10	12	12	448.7	458.0	0.73	~0.50
12	12	12	471.7	515.0	3.60	~0.001*
9	2	12	492.5	523.3	1.01	~0.20
8	12	12	467.1	523.3	3.89	~0.001*
7	10	12	409.0	444.6	3.71	<0.001*
6	12	12	460.0	463.3	0.23	>0.50

regulados por vía neural o endócrina. Muy poco se conoce de la participación de estos mecanismos en la regulación de los procesos reproductivos de invertebrados marinos inferiores, sin embargo, estos sistemas han sido demostrados para algunas especies primitivas, lo que indica que el control endógeno de la reproducción no está restringido a invertebrados complejos.

Los alicionarios son organismos que producen gran cantidad de metabolitos secundarios (para una recopilación amplia sobre este aspecto ver Moreno, 1980), de los cuales se desconoce casi por completo su función en el organismo. Por otro lado, presentan un desarrollo pobre del sistema nervioso (Hyman, 1940), por lo que se sugiere que la reproducción en estos organismos puede estar regulada por sistemas de control endógeno de naturaleza endócrina más que neural, en donde los metabolitos secundarios deben tener un papel importante.

2. 5. - Edad de maduración y senectud sexual

En la figura 6 se muestra la relación entre el tamaño máximo de gónada y la altura para 25 colonias de la estación Puerto Morelos. Como se puede apreciar, por debajo de los 25 cm. la mayoría de las colonias todavía no desarrollan estructuras reproductivas observándose únicamente en 3 de ellas la presencia de gónadas que no han alcanzado aún el tamaño que para esa fecha se considera de madurez.

Por arriba de los 25 cm., salvo dos colonias - una identificada como macho y la otra sexualmente indeterminada -, todas las de-

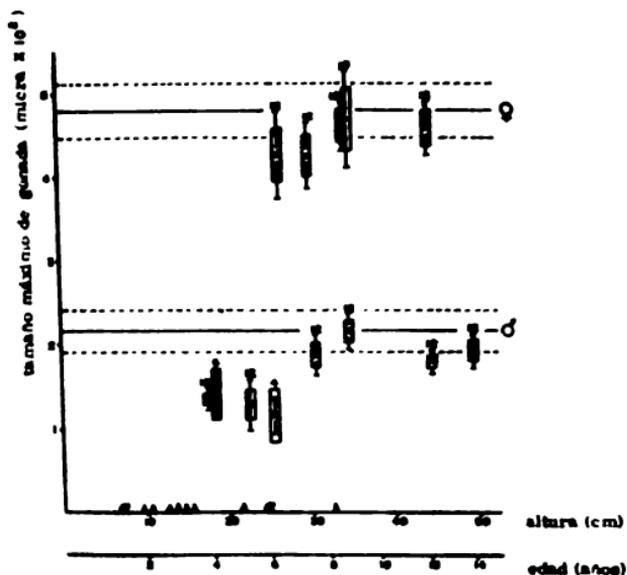


Fig. 6.- Relación entre la altura y el tamaño máximo de gónada para 28 colonias de *P. homomalla* de la estación Puerto Morelos. Fecha del muestreo: 16 de julio de 1980.

O - colonias \odot , \otimes - colonias \circ
 Δ - colonias sin gónadas

\square - representa los límites de confianza de la media

\perp - representa 1 desviación estándar

El número sobre cada barra representa el total de gónadas medidas por colonia.
 Las líneas continuas y punteadas marcan la media y la desviación estándar respectivamente, del tamaño máximo de gónada obtenido en esa misma fecha para las colonias en observación periódica de la estación Puerto Morelos.

más han desarrollado gónadas que se consideran maduras. Es importante señalar que en una colonia hembra de 35 cm y dos colonias macho de 26 y 18 cm se encontraron muy pocas gónadas en unos cuantos pólipos, lo que sugiere un proceso gradual de maduración sexual de la colonia.

De lo anterior se deduce que la madurez sexual en esta especie se alcanza entre los 25 y 35 cm de altura lo que representa una edad promedio entre 4 y 11 años según Moreno et al. (1981, en prensa) Grigg (1970) reporta edades similares para Muricea fruticosa - 5 años - y M. californica - 10 años, y de manera no concluyente para Corallium secundum - 13 años - (Grigg, 1976) Marshall y Stephenson (1933) la estiman en 8 años para Favia doreyensis, y Abe (1937) en 10 años para Fungia actiniformis (Tabla I).

La alta tasa de mortalidad característica de los primeros años de vida de especies coralinas (Connell, 1973), sugiere que estos son críticos en la supervivencia de un individuo; durante este período están más expuestos a la depredación o a ser eliminados por otras especies sésiles que compiten por el sustrato. En este sentido Kinzie (1974) señala que el sobrecrecimiento por algas de una colonia pequeña puede ser una causa de mortalidad importante. En este período es "muy importante" para una colonia dedicar todos sus recursos hacia el crecimiento y mantenimiento de la misma, ya que en la medida que au-

menta de tamaño sus posibilidades de sobrevivencia aumentan (Ody (1966) propone que un individuo tiene una cantidad de recursos limitados para llevar a cabo actividades como reproducción, crecimiento y competencia. Dado que la reproducción es un proceso costoso energéticamente una colonia que empezará a reproducirse tempranamente tenderá a ser más fácilmente eliminada ya que la reproducción implica una dedicación menor de recursos a otras actividades como crecimiento. Esto es, en las primeras etapas de vida de éstos organismos a veces existen presiones de selección que favorecen negativamente a los genotipos con tendencia a la reproducción temprana, originando un retraso en la reproducción, lo que explicaría lo observado en las especies antes mencionadas.

De ser correcto el planteamiento anterior, cabría esperar que en los primeros años del desarrollo de una colonia de coral la tasa de crecimiento sea mayor, viéndose disminuida una vez que esta empieza a reproducirse. En el caso particular de P. homomalla es de esperar que entre los primeros 4 a 11 años la tasa de crecimiento sea mayor que en los años siguientes, una vez que ha alcanzado la madurez sexual.

Con el fin de observar un posible proceso de senectud sexual de la especie, se siguió el comportamiento reproductivo de 6 colonias mayores de 35 años (de más de 90 cm de altura). Se consideró que este proceso podría darse a nivel de toda la colonia o presentarse gradualmente en los pólipos de la misma por lo que se tomaron en cuenta tanto pólipos de extremos apicales como de la región basal. La senec

tud puede manifestarse de 2 formas diferentes: a) disminución en la producción de gónadas (cuantificable en las hembras) y b) cese de las actividades sexuales no produciéndose más estructuras reproductoras

En las tablas 4 a 7 se resumen los resultados para estas colonias de gran talla concluyéndose con respecto a lo observado en los pólipos de los extremos apicales lo siguiente: tanto las colonias hembra como las macho continúan sexualmente activas produciendo gónadas que se consideran maduras y en el caso de las primeras, no se aprecia un cambio significativo ($r = 0.37$, $p < 0.50$) en la fecundidad con respecto a las colonias de mediana edad (ver más adelante), lo que sugiere que no se da un proceso de senectud sexual en la especie

Con respecto a los pólipos de la región basal se observa lo siguiente: en la obtención del tamaño máximo de gónada no se encontraron ovulos en las colonias hembra (Tabla 4): esto hace pensar en un posible proceso de senectud gradual de los pólipos "más viejos". Aquí es importante señalar que las características de las muestras de la región basal, el tamaño máximo de gónada fue obtenido con la observación de una menor cantidad de pólipos (aproximadamente 20 por colonia) que en los otros casos (para extremos apicales se observaron aproximadamente 60 pólipos por colonia). En el caso de las colonias macho si se observaron espermarios y el tamaño máximo de gónada obtenido (Tablas 6 y 7) no difiere del estimado para colonias mediana ($r = 0.018$, $p >> 0.50$). Por el contrario, no se observaron espermarios en 3 colonias

Tabla 4. - Tamaño máximo de gónada y fecundidad en colonias ♀ de edad avanzada (mayores de 35 años) de la estación Puerto Morelos. Resultados obtenidos para pólipos de extremos apicales (A) y pólipos de partes basales (B). El tamaño máximo de gónada se obtuvo para el 16 de julio de 1980 y la fecundidad se estimó a partir de 30 pólipos en julio de 1979.

COLONIA No.	ALTURA COLONIA (cm)	No. POLIPOS	No. GONADAS	\bar{X} TAMAÑO MAX. GONADA (μ)	S	LIM. CONF. X AL 95%	PROPORCIÓN OVULOS MAD. / POLIPO	
9	100	60	12	492.9	35.4	22.5	1.68	A
		20	-	-	-	-	-	B
11	100	60	12	455.8	21.1	13.4	2.07	A
		20	-	-	-	-	-	B
13	90	60	12	479.6	27.9	17.7	2.10	A
		20	-	-	-	-	-	B

Tabla 5. - Comparación de la fecundidad entre colonias ♀ de edad avanzada y de mediana edad de la estación Puerto Morelos.
 Fecha del Muestreo: 16 de julio de 1979.

No. COLONIAS		X̄ PROPORCION DE		VALOR DE t	P
>85 años	<85 años	OVULOS MAD. / POLIPO	>85 años <85 años		
3	7	1.93	1.88	0.37	>0.50

Tabla 6. - Tamaño máximo de gónada en colonias σ^6 de edad avanzada (mayores de 35 años) de la estación Puerto Morales, en donde se muestra la comparación de los resultados obtenidos para pólipos de extremos apicales (A) y pólipos de parus basales (B).
Fecha del Muestreo: 16 de julio de 1980.

COLONIA No.	ALTURA COLONIA (cm)	No. POLIPOS	No. GONADAS	X TAMAÑO M. DE GONADA (μ)	S	LIM. CONF. X AL 95%	VALOR DE t	P
1	100	60	12	197.9	15.6	9.9 A	0.229	$\gg 0.50$
		20	12	196.2	19.1	12.1 B		
4	110	60	12	237.1	18.6	11.8 A	1.84	~ 0.10
		20	12	209.2	47.8	30.4 B		
62	95	60	12	211.2	13.0	8.3 A	1.34	~ 0.20
		20	12	202.9	14.5	9.2 B		

Tabla 7. - Comparación entre el tamaño máximo de gónada para pólipos de extremos apicales de colonias de edad avanzada y colonias de mediana edad de la estación Puerto Morelos. Fecha del muestreo: 16 de julio de 1980.

SEXO	No. DE COLONIAS		X TAMARNO MAX. DE GONADAS (µ)		VALOR DE t	P
	>35 años	<35 años	35 años	35 años		
♀	3	7	476.1	486.7	1.30	n 0.20
♂	3	7	215.4	215.3	0.088	>0.50

de mediana talla, lo que podría indicar que la ausencia de estructuras reproductoras en los pólipos basales de algunas colonias no está directamente relacionado a un proceso intrínseco de la colonia. Este hecho, unido a que el número de pólipos basales es relativamente pequeño y de que el número de colonias de gran talla es también pequeño no permite llegar a conclusiones definitivas con respecto a lo observado en estos pólipos y en estas colonias, en relación a un probable proceso gradual de senectud sexual.

Asimismo, ninguna colonia por arriba de los 35 cm. de altura se encontró sexualmente indeterminada durante la época de reproducción, lo que sugiere que una vez alcanzada la madurez sexual por una colonia, ésta permanece activa reproductivamente por tiempo indeterminado.

2.6. Periodicidad

A partir del análisis de las gráficas de crecimiento de las gónadas masculinas y femeninas (Figs. 2 a 4) se deduce claramente la periodicidad anual del ciclo reproductivo de P. homomalla. Asimismo, se observa que la época de mayor actividad sexual ocurre durante los meses de julio y agosto. Estas observaciones difieren de lo encontrado por Goldberg y Hamilton (1974) para una población de esta misma especie en Florida (aproximadamente a 25° de lat. N. cerca ya de su límite de distribución), la cual presenta el pico de reproducción durante los meses de junio y julio, y un período de formación y maduración de los esperma-

rios de sólo 4 meses, a diferencia de lo observado en la población estudiada en la que dura de 6 a 8 meses como ya se mencionó anteriormente.

Estas diferencias que se observan con respecto al comportamiento reproductivo entre las 2 poblaciones se pueden interpretar como un "alargamiento" del ciclo sexual de la población estudiada por el autor, con respecto a la de Florida. En relación a los estudios realizados en Cuba se tiene poca información, pero aparentemente el comportamiento reproductivo de esa población en relación al ciclo sexual es más parecido a lo observado por el autor que a lo reportado para Florida, aunque parece ser que el ciclo es aún más largo (estacionalidad menos marcada) de lo encontrado en este estudio. Es importante señalar que los autores cubanos estudian una población de P. homomalla forma kubanhalli por lo que se puede considerar como una población atípica (Jordán, comunicación personal).

Giese y Pearse (1974) mencionan que para especies tropicales o subtropicales marinas que se han estudiado en un amplio intervalo latitudinal, la reproducción es continua en poblaciones cercanas al ecuador, haciéndose estacional conforme se alejan del mismo, seguramente como producto de una mayor variación de los factores ambientales a latitudes más altas. Este efecto latitudinal ya ha sido ampliamente discutido para especies animales por varios autores entre los que destacan los estudios realizados en aves por Cody (1966). Aparentemente lo que se observa en P. homomalla es un efecto latitudinal ya que la población de Florida se encuentra aproximadamente 4° más al norte que la zona de es-

tudio del presente trabajo.

Por otro lado, Underwood (1974) menciona que es de esperar un comportamiento anormal en los ciclos reproductivos de aquellas poblaciones que se encuentran cercanas al límite de distribución geográfica de la especie, como es el caso de la población de Florida.

Como se puede observar en la tabla I, la mayoría de las especies que se encuentran cercanas al ecuador (7° N y 16° S) no presentan estacionalidad en sus ciclos reproductivos. Lo contrario sucede con las especies que se encuentran más alejadas de este (18° a 44° N), las cuales presentan marcados ciclos estacionales.

Con respecto al período reproductivo en estas especies cercanas al ecuador, se observan gran cantidad de patrones, lo que sugiere que los parámetros biológicos pueden ser tan importantes como los físicos en la determinación de la estacionalidad de la reproducción (Kinzie, 1974). El pico de reproducción tan marcado que presenta P. homomalla, así como el hecho de que se presente una sincronía en el inicio de la maduración de las gónadas tanto masculinas como femeninas en el mes de junio, sugiere la participación de factores proximales de control exógeno en la regulación de las actividades reproductivas de P. homomalla. Entre éstos factores, los que han mostrado tener más importancia para organismos marinos son: la temperatura, el fotoperíodo, la salinidad, el alimento, y algunas sustancias químicas (Giese y Pearse, 1974).

Dado que no existen registros sobre el comportamiento de los parámetros ambientales para la zona de estudio, no es posible determinar que factores de los años mencionados son los que tienen influencia en la regulación del ciclo reproductivo de esta especie. En la figura 7 se representa esquemáticamente el ciclo reproductivo propuesto para P. homomalla.

3. - Proporción sexual

El sexado de 236 colonias revela una proporción sexual de la población estudiada que no se desvía significativamente de la proporción 1:1 ($\chi^2_1 = 0.27$, $p > 0.75$), ya sea considerando a cada estación como muestras separadas, o tomando a las 3 como una sola muestra (Tabla 8). Grigg (1970) en 2 especies de Muricea, Vighi (1970) en Corallium rubrum y Ford (1964) en Anthopleura elegantissima también encuentran una proporción sexual de 1:1 en las poblaciones estudiadas.

Por muchos años se creyó que la proporción sexual era un reflejo del sistema de apareamiento, sin embargo esta creencia no se ajusta a los hechos (Emlen, 1973) ya que en la mayoría de las poblaciones de organismos dioicos hay aproximadamente el mismo número de machos y de hembras, independientemente del sistema de apareamiento (Emlen menciona que sería lógico pensar que en especies polígamas existiera un mayor número de hembras dado que un solo macho puede secundar a varias de ellas, pero el hecho es que esto no se observa). Fisher en 1930 (Emlen, 1973) es el primero en dar una explicación al porqué de la igualdad de los sexos; menciona que en organismos que se reproducen sexual-

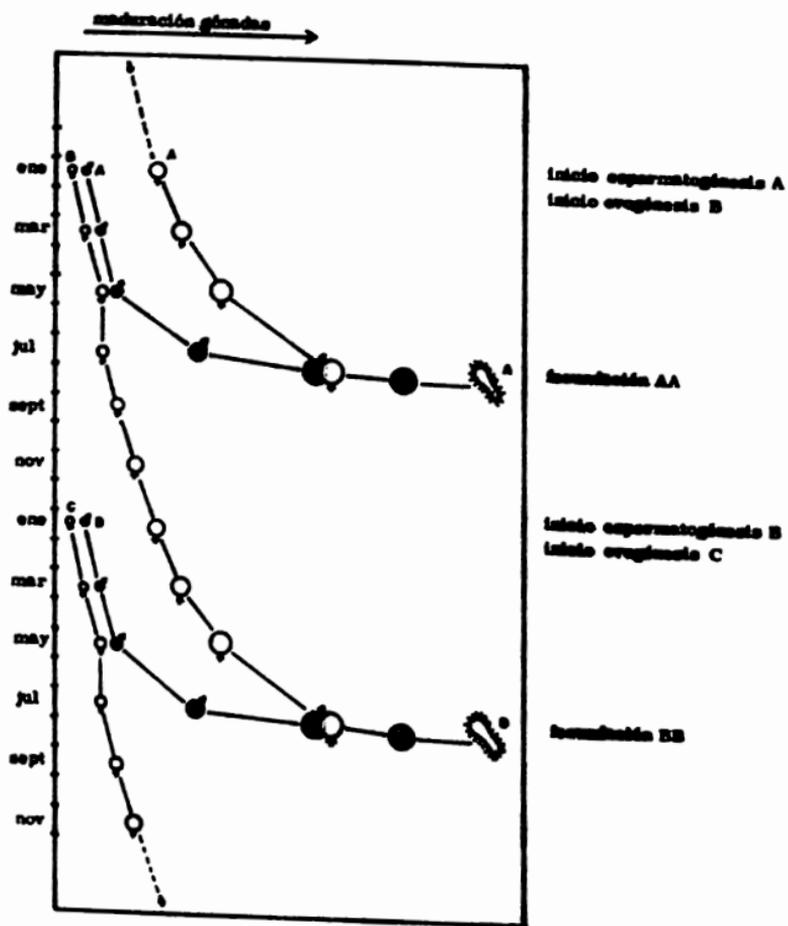


Fig. 7.- Esquema del ciclo reproductivo de P. homomolus.
Explicación en el texto.

Tabla 8. - Proporción sexual de la población estudiada.

ESTACION SEXADAS	COLONIAS	COLS.		% COL.		PROPORCION COL. ♀/♂	χ^2_1	P
		♀	♂	♀	♂			
Mizuc	72	34	38	47.2	52.8	0.89	0.22	~0.75
Morelos	98	53	45	54.1	45.9	1.17	0.65	~0.50
Maroma	66	27	39	40.9	59.1	0.69	2.18	~0.10
Total	236	114	122	48.3	51.7	0.98	0.27	~0.75

mente, cada descendiente recibe igual número de genes del padre y de la madre y por lo tanto, en un período reproductivo dado, el número total de genes transferidos por todos los machos y hembras que se reprodujeron debe de ser igual. Ahora bien, si las hembras esperan en número a los machos, entonces cada hembra (en promedio) transfiere ligeramente menor cantidad de genes que cada macho (en promedio). Por lo tanto, las hembras tienen menor "valor" en la población y la selección natural favorecerá la producción de machos hasta que se alcance la proporción 50:50: exactamente el mismo argumento se aplica (de manera inversa) en referencia a la producción de hembras. Esto es de esperarse en poblaciones que están en o cerca del equilibrio y es claro que aún cuando la tendencia es hacia la igualdad de los sexos, se observan fluctuaciones alrededor de la proporción esperada: por ejemplo, una población puede sufrir una mortalidad diferencial de algunos de los 2 sexos en un momento dado lo que originaría un desajuste temporal en la proporción sexual.

Ahora bien, existen poblaciones en las que hay diferente número de hembras y de machos: si esta desigualdad se mantiene en la población, quiere decir que con ello hay una ventaja biológica para la población.

4. - Fecundidad

Como ya se mencionó anteriormente, la fecundidad fue estimada como el número de óvulos maduros por pólipo por ciclo reproductivo. Es importante señalar que se consideraron maduros todos los óvulos mayores de 250μ . esta consideración se hizo con base en los histogramas de la figura 5 en los que se observa que el grupo de óvulos de la generación 1978, desaparece totalmente en el mes de septiembre (a partir de las 250μ) lo que indica que todas esas gónadas (o la mayoría) llegaron a madurar para ese período reproductivo.

En la tabla 9 se muestran los resultados obtenidos para las colonias hembra de las 3 estaciones de muestreo: como se puede observar en los 3 casos se obtiene un promedio cercano a 2 óvulos / pólipo/ciclo, misma proporción que se obtiene si se considera a las 3 estaciones como una sola muestra, no observándose diferencias significativas a comparárlas entre sí (Tabla 10). Ahora bien, no hay que olvidar que está es una estimación mínima de la fecundidad dada las limitaciones de la técnica utilizada, discutidas ya anteriormente (pág. 18)

(Grigg (1970) en dos especies de Muricea y Theodor (1967) en Eunicella stricta (en condiciones de acuario) encuentran proporciones similares en la producción de larvas /pólipo (Tabla 1), siendo estas las únicas estimaciones del potencial reproductor en especies de octocorales.

Para obtener una aproximación del número de óvulos maduros que produce una colonia hembra, se estimó de manera indirecta la

Tabla 9. - Comparación del promedio de óvulos maduros/polipo para colonias hembra de las 3 estaciones de muestreo.

ESTACION	No. COLONIAS	\bar{x} PROPORCION OVULOS/POLIPO	S	LIM. CONF \bar{x} AL 95%
PUERTO MORELOS	10	1.90	0.18	0.13
PUNTA NZUC	5	1.90	0.34	0.42
PUNTA MAROMA	5	2.16	0.28	0.35
TOTAL	20	1.97	0.26	0.12

Tabla 10. - Comparación del promedio de óvulos maduros por póipo a partir de los resultados obtenidos para las 3 estaciones de muestreo.

ESTACIONES	\bar{X} PROPORCION OVULOS/POL IPO	VALOR DE t	P
Puerto Morelos - Nizuc	1.90 - 1.90	0	$\gg 0.50$
Puerto Morelos - Maxoma	1.90 - 2.16	2.19	> 0.05
Nizuc - Maxoma	1.90 - 2.16	1.32	> 0.10

cantidad de pólipos que tendría una colonia de mediana talla, obteniéndose un promedio de $1,042 \pm 137.5$ pólipos por gramo de biomasa (peso seco). Jordán (1977) reporta que una colonia de 60 a 70 cm. de altura tiene un peso seco de aproximadamente 1000 gr. lo que implica que una colonia de estas características tendría entre 904.5×10^3 y $1,179.5 \times 10^3$ pólipos.

Es de esperar que la condición reproductiva de todos los pólipos de una colonia sea similar, sin embargo, Vighi (1970) reporta que durante la época de reproducción no todos los pólipos de Coralium rubrum son fértiles (estima entre 6 y 30 el porcentaje de pólipos infértiles por colonias). Con el fin de verificar si este mismo fenómeno se observa en P. homomalla se cuantificó el número de pólipos sin gónadas al momento de estimar la fecundidad, porcentaje sumamente pequeño (0.025% para colonias hembra y 0.028 para colonias macho) (Anexos I y J); ahora bien, no se puede asegurar que la presencia de estos pólipos "infértiles" no sea debido a las limitaciones de la técnica utilizada.

Ahora bien, suponiendo que todo óvulo maduro es fertilizado y da origen a una plánula, esto es, que la fecundidad estimada es igual a la fertilidad, una colonia de 1kg. en peso seco podrá producir entre $1,809 \times 10^3$ y $2,359 \times 10^3$ larvas por año, lo que representa un potencial reproductor elevado concordando con el patrón observado en vertebrados marinos (Cole, 1954).

Una mortalidad alta, debe estar compensada por una fecundidad también alta a fin de que la población se mantenga en el tiempo (Pianka, 1974). Ahora bien, aunque no hay todavía resultados definitivos acerca de las tasas de mortalidad y reclutamiento para la especie en la zona, si se tienen resultados parciales que hacen suponer que tanto la tasa de mortalidad colonial como la tasa de reclutamiento son muy bajas (Jordán, comunicación personal). Esto sugiere que hay una mortalidad muy alta antes y/o muy poco después de la implantación de la plánula (las posibles causas de mortalidad de colonias pequeñas se discuten en la sección 2.5.), teniendo la especie una curva de sobrevivencia del tipo III, como es característico en la mayoría de los invertebrados marinos (Krebs, 1978).

Las causas de mortalidad larval pueden ser varias y han sido revisadas por Thorson (1950) quien propone como la principal causa de mortalidad en larvas planctónicas la depredación por otros animales. Los arrecifes coralinos se caracterizan por tener gran cantidad de organismos filtradores planctófagos cuya importancia como causantes de mortalidad de larvas en el medio es obvia. Otra causa que puede ser importante en la eliminación de las plánulas de los corales son las corrientes (Connell, 1973), ya que pueden acarrear fácilmente a éstas a sitios no propicios para su implantación. Por otro lado, el patrón de corrientes es sin duda alguna muy importante en la regulación de la distribución de organismos marinos, principalmente de formas sésiles como los corales (Connell, 1973).

La mortalidad de plánulas de corales ha sido estimada en 3 especies de gorgonáceos: Theodor (1967) reporta una mortalidad larval de 0.998334 para Eunicella stricta en la costa francesa, y Grigg (1970) encuentra una mortalidad superior a la implantación de 99999965 para Muricea californica y de .999995 para M. fruticosa.

No se tienen registros de cuanto tiempo puede llegar a vivir una larva de P. homomalla, aunque sí se ha estimado para otras especies de corales. Grigg (1970) encuentra en condiciones de acuario, que el límite superior de vida de una larva de Muricea está cerca de los 100 días. - Atoda (1951b) reporta que la mayoría de las larvas de Galaxea aspera se fijan al sustrato en la primera semana, tardando algunas hasta 7 semanas, mientras que las de Seriatopora hystrix tardan de 1 a 4 días solamente, Kinzie (1970) estima entre 2 y 10 días el tiempo de residencia en el pláncton de las plánulas de varias especies de gorgonáceos.

Suponiendo que el tiempo de vida de una plánula de P. homomalla es similar al reportado para otros gorgonáceos en condiciones naturales, la potencialidad de dispersión de la especie puede ser alta si se encuentran corrientes de consideración en la zona.

CONCLUSIONES

1. - Plexaura homomalla es una especie dioica.
2. - No se observan diferencias significativas en el comportamiento reproductivo de las colonias de las 3 estaciones de muestreo por lo que se consideran como de una misma población, en lo que a este aspecto se refiere.
3. - P. homomalla es una especie iterópara con ciclo reproductivo anual, lo que concuerda con el patrón general observado para otras especies de corales, en el que conforme se alejan del Ecuador (después de los 16° de latitud) se aprecia una marcada estacionalidad en el ciclo reproductor.
4. - El tiempo de formación y maduración de los espermarios es de 6 a 8 meses; el de los óvulos cercano a 18 meses.
5. - Tanto para colonias hembra como macho, la maduración de las gónadas es sincrónica en todos los pólipos y la condición reproductiva de estos es la misma en toda la colonia.
6. - La edad de maduración sexual se alcanza entre los 4 y 11 años (entre 25 y 35 cm. de altura).
7. - Colonias de más de 35 años (mayores de 90 cm. de altura) continúan reproduciéndose sin presentar síntomas de senectud sexual.
8. - La proporción sexual de la población estudiada es 1:1.
9. - La fecundidad de una colonia hembra promedio en edad reproductiva es de 1.97 ± 0.26 óvulos por pólipo por ciclo reproductivo, y aunque esta proporción no aumenta con la edad, sí se puede considerar que el potencial reproductivo de una colonia aumenta con la edad en relación directa con el incremento del número de pólipos por año.

LITERATURA CITADA

- Atoda, K. 1947. The larva and postlarval development of some reef-building corals. I. Pocillopora damicornis cespitosa (Dana), and II. Stylophora pinnatifida. Sci. Rep. of the Tokyo Univ., ser 4 (Biol). 18:24-64.
- _____. 1951a. The larva and postlarval development of reef-building corals. III. Acropora bruggemanni (Brook). J. Morphol., 89 (1): 1-15.
- _____. 1951b. The larva and postlarval development of the reef-building corals. IV. Galaxea aspera (Quelch). J. Morphol., 89 (1): 17-35.
- Bayer, F. M. 1956. Octocorallia. In: Treatise on Invertebrate Paleontology. Moore, R.C. (ed). Univ. of Kansas Press. XX+ p. 498.
- _____. 1974. Studies on the anatomy and histology of Plexaura homomalla in Florida. In: Bayer, F.M. & A.J. Weinheimer (eds). Proteolandia from Plexaura homomalla: Ecology Utilization and Conservation of a Major Medical Marine Resource. A Symposium. University of Miami Press. Florida. p. 62-100
- Campbell, R.D. 1974. Cnidaria. In: Glass, A.C. & J.S. Pearce (eds). Reproduction of Marine Invertebrates. Vol. 1. Academic Press Inc., New York. p. 133-199
- Cary, L. R. 1914. Observations upon the growth-rate and ecology of gorgonians. Pub. Carnegie Inst. Wash., 182: 79-90.
- Cody, L. M. 1966. A general theory of clutch size. Evolution, 20: 174-184.

- Cole, L. C. 1954. The population consequences of life history phenomena. Quart. Rev. Biol., 29: 103-137.
- Connell, J. H. 1973. Population ecology of reef-building corals in: Jones, O. A. y R. Endean (eds) Biology and Geology of Coral Reefs. Vol. II: Biology I. Academic Press Inc., New York. p. 205-245.
- Edmondson, C. H. 1946. Behavior of planulae under altered saline and thermal conditions. Bernice P. Bishop Museum Honolulu XVIII (19): 283-304.
- Emlen, J. M. . 1973. Ecology: an Evolutionary Approach. Addison Wealey, Reading, Mass. p. 439.
- Ford, C. E. 1964. Reproduction in the aggregating sea anemone Anthopleura elegantissima. Pac. Sci', XVIII: 138-145.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. Univ. Nat. Autónoma. México. p. 246.
- Gavilfo, G., C. Juárez, y H. Figueroa 1974. Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y de Campo. Editorial Limusa, S.A. México. p. 251.
- Giese, A. C. 1959. Comparative physiology: Annual reproductive cycles of marine invertebrates. Ann. Rev. Phys., 21: 547-576.
- Gohar, H. A. F. y H. M. Roushdy. 1961. On the embryology of the Xenidae (Alcyonaria) (with notes on the extrusion of the larvae) Pub. Mar. Biol. Sta. Al-Ghardaga 11: 45-72.
- Goldberg, W. M. y R. D. Hamilton. 1974. The sexual cycle in Plexaura homomalla. In: Bayer, F. M. y A. J. Weinheimer (eds). Prostaglandins from Plexaura homomalla: Ecology Utilization and Conservation of a Major Medical Marine Resource. A. Symposium. University of Miami Press. Florida. p. 62-100.

- González, L. D. 1979. Estudio sobre la reproducción del "chacal" Macrobrachium tenellum (Smith, 1871) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) en la Laguna de Tres Palos y Miria, Guaymas, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Univ. Nat. Autónom. México.
- Gracia, G. A. 1979. Fecundidad en la langosta Penaeus inflatus (Bouvier, 1895) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) Tesis Profesional Facultad de Ciencias. Univ. Nat. Autónom. México.
- Grigg, R. W. . 1970. Ecology and population Dynamics of the gorgonians, Muricea californica, M. fruticosa Ph. D. Thesis Univ. of California at San Diego, p. 261
- 1976. Fishery Management of Precious and Stony Corals in Hawaii. UNHI SEA GRANT TR 77 03: p. 48.
- 1979. Reproductive ecology of two species of gorgonian corals: Relations to vertical and geographical distribution. In: Reproductive Ecology of Marine Invertebrates Belle W. Baruch Library of Marine Science Vol. 9 University of South Carolina (en prensa).
- Hinman, J. W. , S. R. Anderson. , M. Simon. 1974. Studies on experimental harvesting and regrowth of Plexaura homomalla in Grand Cayman Waters. In: Bayer, F. M. y A. J. Weinheimer (eds). Prostaglandins from Plexaura homomalla: Ecology Utilization and Conservation of a Major Medical Marine Resource A. Symposium. Univ. of Miami Press. Florida. p. 28-38.
- Hyman, L. H. 1940. The Invertebrates: Protozoa through Ctenophora. Mc. Graw-Hill Book Co. , New York and London. xii p. 726.
- Jordán, E. 1977. Ecología y evaluación de Plexaura homomalla. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autónom. México. Informe Técnico al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. p. 33.

- Jordán, E. 1980. Arrecifes Coralinos del Noroeste de la Península de Yucatán: Estructura Comunitaria, un estimador del Desarrollo Arrecifal. Tesis Doctoral. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Univ. Nat. Autónom. México. p. 118
- Jordán, E. y R.S. Nugent. 1978. Evaluación poblacional de Plexaura homomalla (Esper) en la costa noroeste de la Península de Yucatán (Octocorallia) An. Centro Cienc. Mar. Limnol. Univ. Nat. Autónom. México. 5 (1): 189-200.
- Kinzie, R. A. 1970. The Ecology of the gorgonians (Cnidaria, Octocorallia) of Discovery bay, Jamaica. Ph. D. Thesis Yale Univ. p. 107.
- _____. 1974. Plexaura homomalla: The biology and ecology of a harvestable marine resource. In: Bayer, F. M. y A. J. Weinheimer (eds) Prostaglandins from Plexaura homomalla: Ecology Utilization and Conservation of a Major Medical Marine Resource. A. Symposium University of Miami Press. Florida, p. 22-38
- Krebs, Ch. J. 1978. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper y Row, Publ., N.Y. p. 678.
- Lacaze-Duthiers, H. 1865. Des sexes chez les alcyonaires. Compte. Rendu del Academie des Sciences, 60: 840-843.
- Mavor, J. W. 1915. On the development of the coral Agaricia fragilis (Dana). Am. Acad. Arts. Sci. Proc. 51 (9): 485-511.
- Moreno, O. 1980. Aspectos Químicos de Metabolitos secundarios de corales. (Subclase Alcyonaria y orden Scleractinia). Tesis Profesional. Facultad de Química. Univ. Nat. Autónom. Méx. p. 63
- Moreno, O., M. Merino, El Jordán. 1981. Anillos de crecimiento en Plexaura homomalla y su utilidad como estimadores de edad (en revisión).

- Murphy, G. 1968. Pattern in life history and the environment. Am. Nat. 102 (927): 52-64.
- Ostarello, G. L. 1973. Natural history of the hydrocoral Allopora californica Verrill (1866). Biol. Bull. 145: 548-564.
- Planka, E. R. 1974. Evolutionary Ecology. Harper and Row, Publ. New York. , p. 356.
- Pifero, D. 1979. El presupuesto energético y sus consecuencias demográficas en una palma tropical. Tesis, M. en C. (Biología) Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autónom. México. p. 127.
- Secretaría de Marina. 1974. Atlas Oceanográfico del Golfo de México y Mar Caribe. Dir. Gral. de Oceanogr. y Sed. Mar. México p. 7-8.
- Tanner, J. 1978. Guide to the study of animal populations. Univ. of Tenn. Press. U.S.A. p. 136.
- Theodor, J., 1967. Contribution à l'étude des gorgousses (7): Ecologie et comportement de la planula. Vie et Milieu, 18 (2A): 291-301.
- Thorson, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. Biol. Rev. 25: 1-45.
- Underwood, A. J. 1974. The reproductive cycles and geographical distribution of some common eastern Australian Prosobranchs (Mollusca: Gastropoda). Aust. J. Mar Freshwat. Res. 25: 63-88.
- _____. 1979. The Ecology of Intertidal Gastropods. Adv. Mar. Biol. 16: 111-210.
- Vigli, M. 1970. Ricerche sul ciclo riproduttivo del corallo rosso (Cerastium rubrum (L.) del Promontorio di Portofino. Atti. Accad. Lincei. (ROMA). Ser. 8. 10 (1): 1-26.

Wilson, E. O. 1975. Sociobiology. Harvard Univ. Press. U.S.A.
p. 697.

Zar, J. H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall Inc. New
Jersey, p. 620.

LAMINAS

Lám. 1. - Colonia típica de Piezaura homomalla en la zona posterior de la Estación de Puerto Morelos.

Lám. 2. - Parte superior de una colonia de P. homomalla.
Se observan gran cantidad de extremos apicales o "ramitas" con los pólipos expandidos (puntos más claros).



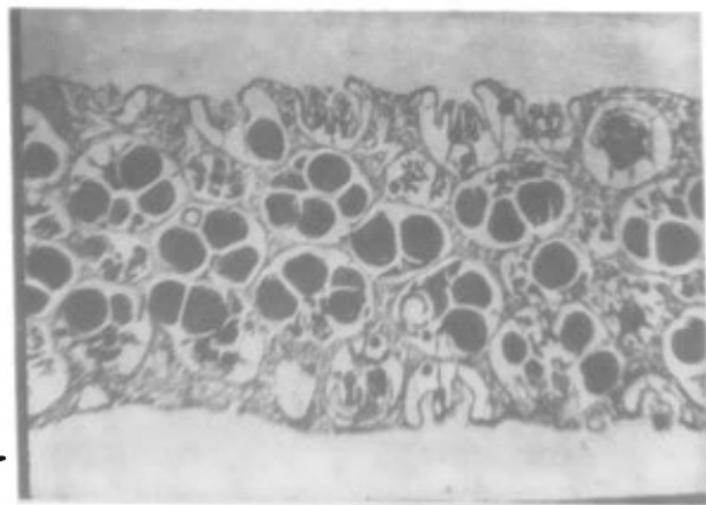
1



2

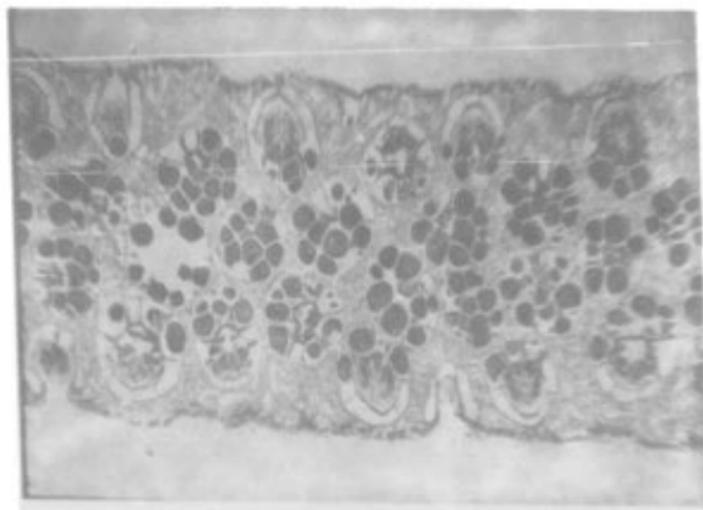
Lám. 3. - Sección histológica longitudinal de un extremo apical de una colonia hembra. Se observan varios pólipos en sección transversal al nivel de la cavidad gástrica en donde se encuentran las gónadas.

Lám. 4. - Sección histológica longitudinal de un extremo apical de una colonia macho. Se observan varios pólipos en sección transversal al nivel de la cavidad gástrica en donde se encuentran los espermarios.



5

1.0 mm



1

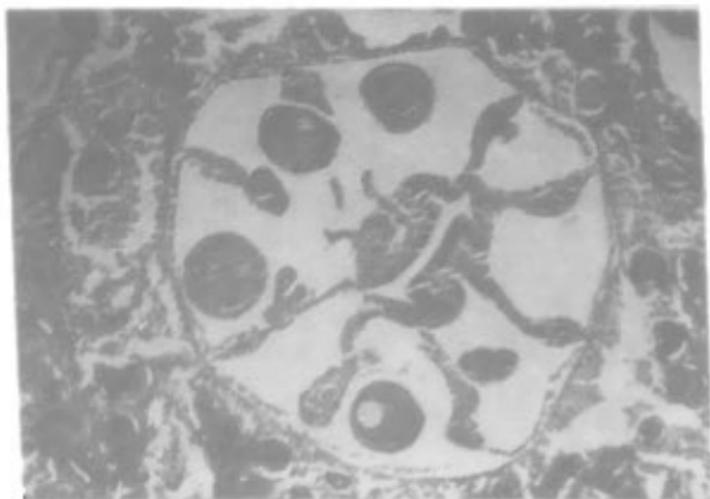
Lám. 5. - Pólipo de una colonia hembra en el mes de septiembre.

Se observan varios óvulos en los espacios septales.

-

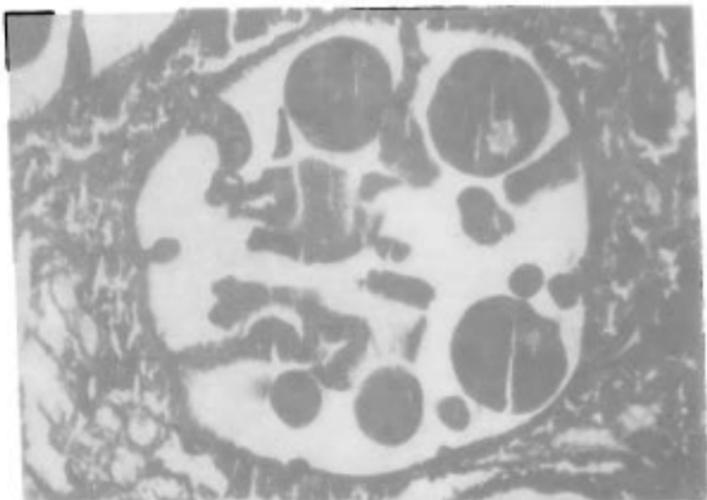
Lám. 6. - Pólipo de una colonia hembra en el mes de febrero. Se

aprecia un aumento de tamaño de los óvulos con respecto a los de la lámina anterior.



5

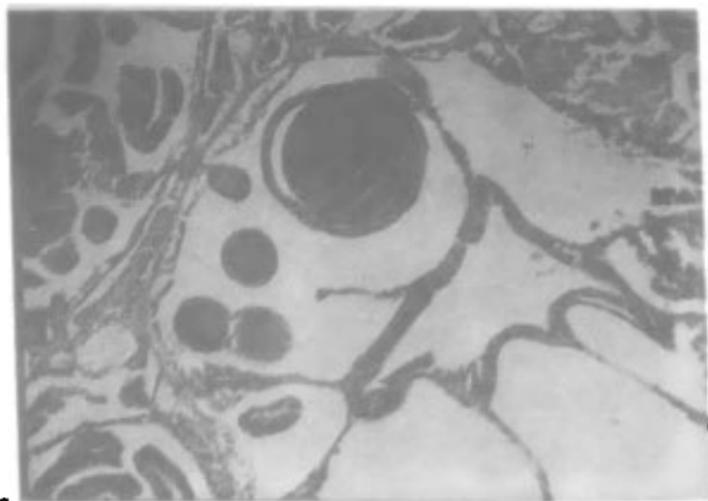
0.1 mm



6

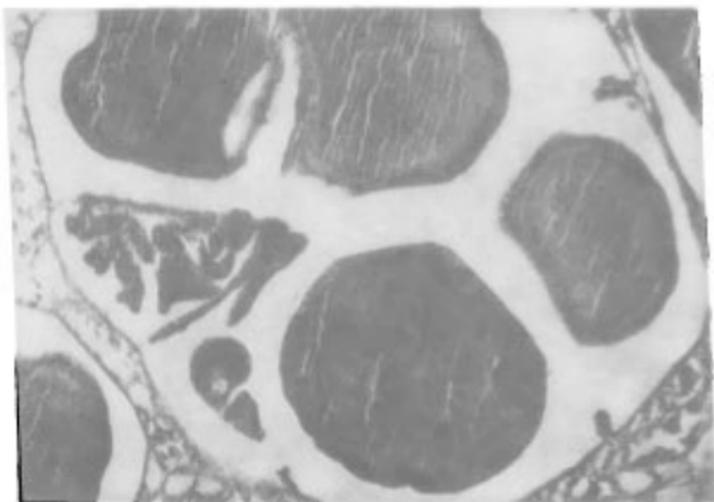
Lám. 7. - Pólipo de una colonia hembra en el mes de junio. Se pueden apreciar 3 óvulos pequeños y uno de mayor tamaño.

Lám. 8. - Pólipo de una colonia hembra en el mes de agosto. Los óvulos han alcanzado su máxima talla llenando prácticamente en su totalidad los espacios septales. En la parte inferior izquierda se observa un óvulo pequeño en el que se distingue el núcleo y nucleolo.



7

0.1 mm



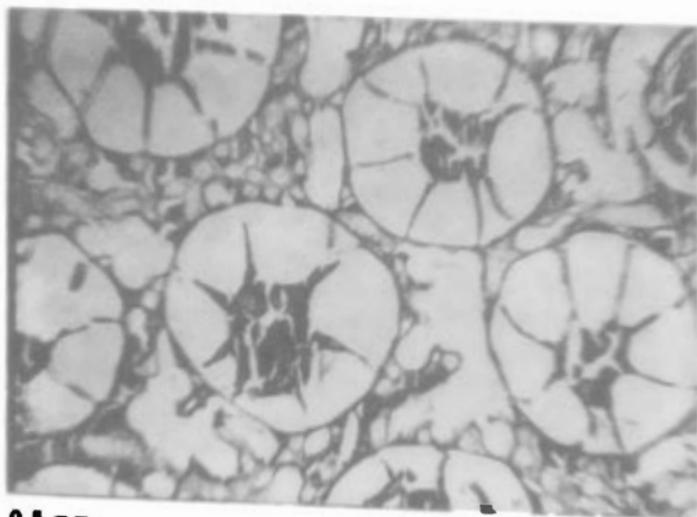
8

L.ám. 9. - Pólipos de una colonia macho en el mes de septiembre

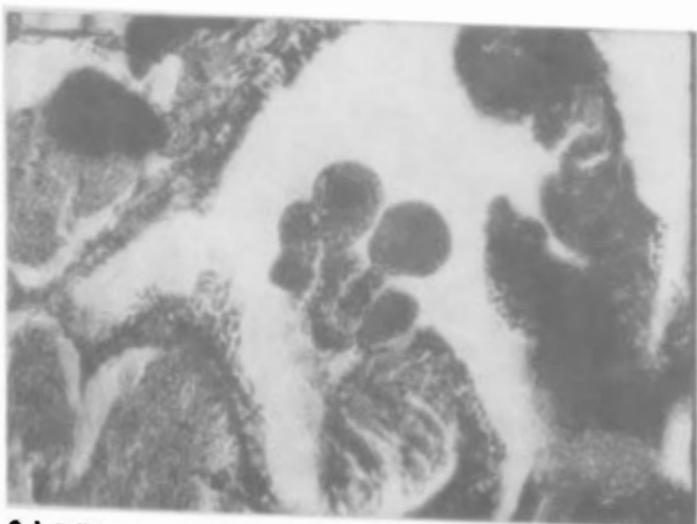
No se observan estructuras sexuales en los espacios septales.

L.ám. 10. - Pólipo de una colonia macho en el mes de febrero. Se

observa el nacimiento de varios espermarrios a partir de un septo.



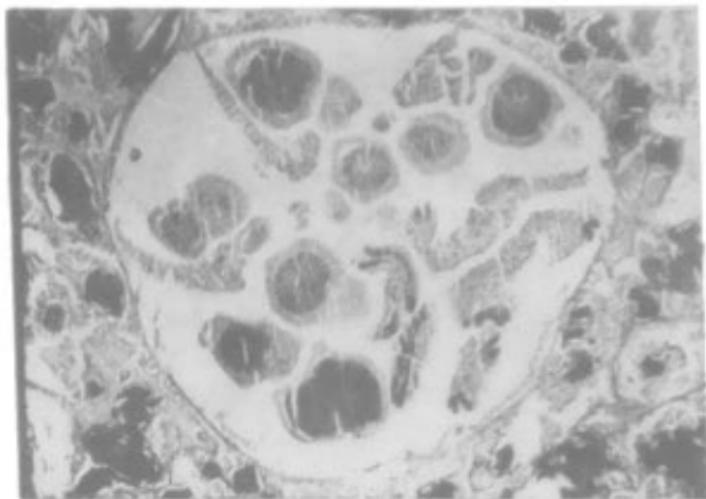
9



10

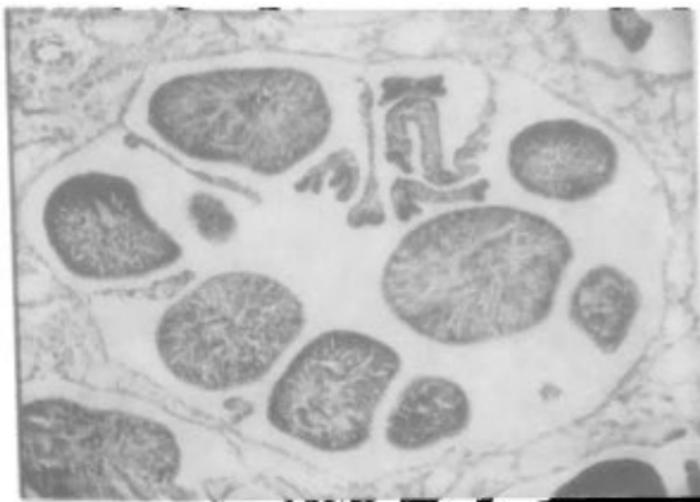
Lám. 11. - Pólipo de una colonia macho en el mes de julio. Los espermarios están en pleno crecimiento y proceso de maduración (notese el grosor de la capa gastrodémica que los rodea).

Lám. 12. - Pólipo de una colonia macho en el mes de agosto. Los espermarios han alcanzado una gran talla y se considera que están maduros (la capa de gastrodermis se ha adelgazado).



11

0.1 mm



12

ANEXOS

No. Col.	07 - julio	10 - agosto	08 - sept.	03 - oct.	01 - nov.
3	485-545-405-530 525-510-525-520 480-510-515-540	510-525-520-475 540-495-515-460 645-515-560-515	150-155-150-190 175-110-140-100 175-145-150-130	110-140-135-105 100-205-20-155 95-150-170-150	160-190-120-190 135-120-150-130 205-160-165-140
16	345-425-375-440 325-460-495-515 545-475-460-475	365-505-520-535 505-545-570-540 540-545-545-555	115-125-135-140 150-130-155-115 125-145-170-130	170-145-145-150 145-125-145-130 155-175-145-145	155-160-165-145 165-155-145-165 135-170-175-145
11	525-420-440-495 425-470-485-415 520-415-415-445	480-545-525-495 500-405-475-515 545-410-525-445	no se muestra	140-150-145-155 155-145-150-135 135-135-140-145	175-165-155-170 155-160-160-150 135-145-145-145
13	475-490-505-495 515-515-470-475 475-420-510-440	525-490-540-435 495-495-495-475 465-470-510-440	100-105-80-100 100-120-120-100 100-80-135-70	120-95-135-90 135-130-145-110 105-105-95-140	150-135-95-110 125-135-125-125 95-95-130-110
10	440-485-430-490 435-425-480-405 375-410-375-405	475-535-445-535 455-475-440-495 460-510-495-495	125-135-130-125 110-115-150-120 110-135-105-125	150-195-175-155 160-145-140-140 150-195-155-145	185-145-185-160 165-175-145-150 155-155-155-145
12	460-415-500-490 400-440-405-445 455-390-440-440	590-485-590-525 565-515-620-510 605-565-595-495	125-170-160-160 135-100-155-170 180-115-155-130	150-160-140-170 165-150-170-140 170-150-150-145	165-175-160-180 155-145-165-175 155-170-165-170
9	490-485-475-515 430-455-470-460 470-475-485-400	520-480-470-460 540-480-485-550 520-560-630-520	155-140-120-145 125-140-135-115 135-115-145-150	155-135-140-110 155-135-160-140 135-130-130-125	155-145-155-165 165-160-175-170 175-155-175-155
8	500-465-500-530 490-475-490-475 495-485-470-435	575-525-460-475 525-545-435-510 400-520-530-460	130-165-155-160 145-115-145-120 175-150-155-155	160-150-145-140 160-160-180-115 105-160-125-150	160-165-160-145 135-145-165-165 165-160-160-150
7	455-445-415-440 480-455-420-420 400-450-445-425	490-560-525-520 490-530-505-485 550-485-530-535	120-95-125-110 135-140-140-100 125-90-120-125	140-140-120-135 135-140-120-135 105-140-120-145	155-175-160-170 140-165-160-160 145-160-150-135
6	435-395-410-420 405-435-380-500 385-430-415-465	520-525-555-500 550-475-540-480 480-500-510-515	80-85-115-70 110-115-115-70 120-100-140-110	155-150-125-125 110-120-135-135 150-145-135-135	155-165-155-145 155-160-125-145 125-155-170-115

Anexo A. - Medidas de los óvulos para la obtención del tamaño máximo de gónada para las colonias \odot de la estación Puerto Morelos.

1980

No. Col.	11 - dic.	01 - enero	01 - febrero	03 - marzo	05 - abril
3	165-200-175-110 225-150-100-195 185-115-160-210	165-130-110-110 210-140-190-150 165-155-160-170	245-220-200-245 250-210-230-210 - 15	245-245-210-250 255-220-240-230 220-275-240-190	255-255-210-250 275-240-250-250 255-220-240-250
16	185-190-200-205 195-210-200-195 190-200-195-200	10-205-200-220 200-220-215-220 200-200-200-200	240-230-235-215 240-270-240-240 230-230-230-230	260-255-240-230 255-300-255-250 230-230-230-230	260-260-260-260 260-260-260-260 260-260-260-260
11	185-160-180-160 185-180-180-180 190-180-180-180	200-105-100-200 200-100-100-200 200-200-195-200	200-220-230-230 210-200-200-200 200-220-210-195	240-220-230-230 240-240-240-240 240-240-240-240	260-260-260-260 260-260-260-260 260-260-260-260
13	no se muestra	160-195-170-150 160-160-170-160 195-170-175-160	200-250-210-190 200-190-200-190 160-180-195-200	190-190-210-205 200-210-200-200	260-260-260-260 260-260-260-260 260-260-260-260
10	190-180-180-190 190-180-180-180 190-180-180-180	190-180-180-180 190-180-180-180 190-180-180-180	240-240-240-240 240-240-240-240 240-240-240-240	240-240-240-240 240-240-240-240 240-240-240-240	260-260-260-260 260-260-260-260 260-260-260-260
14	190-180-180-190 190-180-180-180 190-180-180-180	190-180-180-180 190-180-180-180 190-180-180-180	240-240-240-240 240-240-240-240 240-240-240-240	240-240-240-240 240-240-240-240 240-240-240-240	260-260-260-260 260-260-260-260 260-260-260-260
5	190-180-180-190 190-180-180-180 190-180-180-180	170-170-170-170 170-170-170-170 170-170-170-170	240-240-240-240 240-240-240-240 240-240-240-240	240-240-240-240 240-240-240-240 240-240-240-240	260-260-260-260 260-260-260-260 260-260-260-260
2	200-200-205-205 190-190-190-190 165-160-160-170	205-225-210-225 205-175-220-175 160-170-210-215	200-200-200-200 205-225-210-200 205-215-200-185	240-250-265-245 275-240-250-245 240-240-260-240	265-275-280-280 290-270-280-280 280-270-280-280
7	190-190-190-190 180-180-180-180 190-180-180-180	190-200-190-200 190-190-190-190 145-195-195-180	215-215-210-210 220-225-230-225 220-230-220-210	250-235-230-235 240-235-235-235 220-230-220-210	260-260-260-260 260-260-260-260 260-260-260-260
6	180-195-175-145 100-110-180-165 160-170-195-160	190-180-195-150 145-155-190-170 175-170-170-170	175-165-160-190 145-175-160-160 160-160-160-185	190-185-210-200 195-195-225-195 185-205-210-160	260-260-260-260 260-260-260-260 260-260-260-260

Continuación del anexo A.

1960					
No. Col.	04 - mayo	04 - junio	10 - julio	01 - agosto	11 - agosto
3	290-270-270-270 320-270-270-270 270-270-270-270	402-332-270-270 355-390-380-30 270-270-270-270	420-420-270-270 420-420-270-270 420-420-270-270	420-550-360-270 420-550-360-270 420-550-360-270	420-550-360-270 420-550-360-270 420-550-360-270
16	315-270-270-270 315-270-270-270 315-270-270-270	350-360-380-380 340-330-360-30 350-370-390-380	350-360-380-380 340-330-360-30 350-370-390-380	350-360-380-380 340-330-360-30 350-370-390-380	350-360-380-380 340-330-360-30 350-370-390-380
11	265-270-270-270 265-270-270-270 265-270-270-270	310-320-330-330 300-310-320-320 300-310-320-320	310-320-330-330 300-310-320-320 300-310-320-320	310-320-330-330 300-310-320-320 300-310-320-320	310-320-330-330 300-310-320-320 300-310-320-320
17	270-270-270-270 270-270-270-270 270-270-270-270	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310
10	270-270-270-270 270-270-270-270 270-270-270-270	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310
12	270-270-270-270 270-270-270-270 270-270-270-270	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310
y	270-270-270-270 270-270-270-270 270-270-270-270	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310
8	270-270-270-270 270-270-270-270 270-270-270-270	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310
7	270-270-270-270 270-270-270-270 270-270-270-270	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310
6	270-270-270-270 270-270-270-270 270-270-270-270	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310	310-310-310-310 310-310-310-310 310-310-310-310

Continuación del anexo A.

No. Col.	1977			1980				
	05 - julio	10 - agosto	06 - sept.	03 oct.	07 nov.	16 dic.	01 - enero	01 - febrero
1	160-165-155-145 175-165-175-130 170-140-160-165	235-200-250-205 235-225-245-245 225-225-180-205	-150- -	-	-	-	50-40-45-50-35 55 -	55-80-55-70-40 60-60-60-65-50 50-60
2	175-190-170-165 165-185-175-160 160-175-180-170	215-195-195-190 260-195-265-160 110-240-210-210	-	-	-	-	-	-
4	260-190-170-180 175-170-185-175 170-150-200-160	255-265-220-210 270-205-285-235 255-190-285-110	135-120-125 -	-	-	-	-70- -	40-40 -
5	155-190-160-225 200-205-175-165 180-160-210-180	260-265-340-275 290-285-330-270 330-320-335-320	-	-	-	-55- -	75-70-60-65-65 80-60-5-70-85 75-75	85-85-20-100-85 100-90-80-80-85 80-85
14	150-140-130-120 135-140-150-135 130-130-125-120	230-285-235-245 215-215-205-230 260-210-245-225	-	-	-	-50- -	-50- -	-
15	145-130-125-170 135-145-155-140 120-140-135-135	260-265-235-245 250-260-245-235 240-265-265-260	-	-	-	-	-	-
54	175-170-175-155 190-155-165-150 165-165-165-150	275-250-235-250 210-250-230-300 175-245-270-250	-	-	-	-	-75- -	65-55-80-50-60 75-60-60-50-70 60-60
57	185-200-185-205 215-185-225-190 185-215-185-185	380-355-385-360 335-375-405-405 305-330-350-320	-	-	-	-	-	50-40-50-45-40 50-40-40-50-40 45
58	175-195-180-180 190-160-200-155 180-150-160-165	300-305-250-320 310-310-275-325 295-310-290-300	-	-	-	-	-75- -	-
62	225-190-135-175 185-200-175-110 185-175-170-220	305-275-290-245 255-280-265-250 275-230-260-245	195-235-235 115-295-260 265-210	-	-	-	-	60-50-50-45-50 60-60-65-45-55 50-55

Anexo B. - Medidas de los espermatos para la obtención del tamaño máximo de gónada para las colonias σ de la Estación Puerto Morelos.

1980

No. Col.	03 - marzo	05 - abril	04 - mayo	04 - junio	16 - julio	01 - agosto	10 - agosto
1	50-55-65 65-60-65 60-85-60 70-55-50	70-55-70-45 60-55-60-	80-75-65-80 70-80-75-75 85-75-85-75	100-85-95-80 10-75-50-80 55-75-95-80	195-205-205 195-185-230 175-200-175 200-195-215	210-205-200 260-220-235 245-245-240 235-215-230	-
2	50-65-55 55-70-55 60-70-50 65-60-60	60-50-65 5-50-55 60-65-70 50-60-50	65-65-65 75-70-70 65-70-70 75-75-70	15-110-100 125-110-105 105-115-105 125-105-105	210-200-115 210-220-215 230-225-215 235-220-215	300-305-250 365-235-230 265-275-265 285-265-270	65-80-85-80 115-75-75- 90-80-75-
4	50-75-65 60-60-60 65-55-50 55-50-50	60-50-75 60-55-60 60-55-60 55-45-80	65-70-55 60-80-65 70-75-65 60-75-60	105-110-95 105-95-100 90-100-115 75-95-100	230-225-230 215-240-220 245-220-250 240-275-230	295-305-305 300-330-320 300-310-280 295-270-270	-
5	60-70-60-55 50-50-50-55 60-65-55	85-70-75-65 80-60-55-65 85-60-70-75	95-80-75-100 85-75-95-70 65-80-80-70	110-110-130 105-115-115 115-115-130 105-120-95	240-230-240 230-230-250 230-240-250 230-260-245	275-260-305 275-310-270 270-315-260 275-275-260	175-185-165 155-160-165 215-170-160 230-225-240
14	70-30-65-65 45-55-65-60 50-65-65-60	60-75-45 55-60-50 60-65-55	55-60-55 70-60-55 50- -	80-80-80 60-75-65 75-80-80	200-160-185 180-190-170 190-240-175 190-180-205	220-205-225 215-245-215 190-205-215 220-245-225	175-85- -
15	55-50-65 55-60-50 55-60-50 50-70-60	65-50-50-60 50-50-65-60 45-75-75-45	no se muestreo	85-75 75-75	195-195-185 140-185-200 170-200-190 205-195-185	220-200-255 215-210-211	no se muestreo
34	65-50-55-55 60-60-40-75 60-70-40-45	70-70-95-75 65-70-60-70 65-80-70-65	55-60-55 60-55-55	70-95-90-95 95-95-95-95 90-105-95-90	195-205-220 195-195-195 270-240-195 195-185-225	260-275-260 24-290-255 275-250-240 215-255-115	110-115-125 135-45-115 130-115-125 150-140-105
57	70-70-65-50 45-55-55-60 50-55-80-60	65-60-65-70 75-65-70-60 65-75-65-60	70-80-100-85 80-70-70-70 65-70-70-70	125-115-100 130-110-115 110-125-110 115-115-110	315-245-225 265-245-220 255-245-240 250-245-225	275-290-285 305-305-315 275-280-285 245-275-215	115-210-195 105-170-170 110-170-160 15-170-190
58	75-60-55-50 55-60-40-55 65-60-50-60	60-55-65-60 60-55-50-50 55-65-60-55	55-55-60-55 55-55-55-60 65-55-55-50	no se muestreo	215-220-220 235-240-205 240-210-225 210-215-215	no se muestreo	-145- -
62	65-50-35-65 45-60-70-50 55-55-50-55	55-60-75-65 50-60-50-60 60-80-65-45	65-65-65-60 75-65-65-60 70-70-75-75	80-85-95-105 85-105-90-90 105-105-80 115	185-205-215 205-220-205 225-200-200 220-215-240	290-205-210 285-240-235 275-220-220 260-215-230	165-190-185 170-150-175 180-160-160 170-160-170

Continuación del Anexo B.

1972		1980													
No. Col.	05 - Jul	10-ago.	16-sept	02-oct	07-nov	16-dic	01-ene	11-mar	02-feb	07-mar	04-abr	04-may	03-jun	01-ago	
1	373-360	530-505	110-150	115-100	147-162	185-210	170-170	244-205	215-215	225-225	225-270	285-305	340-350	340-340	
	455-380	470-455	110-150	115-135	115-140	165-180	170-165	215-205	205-220	210-225	245-270	275-300	340-360	315-365	
	360-360	500-490	105-145	20-145	70-120	145-170	100-165	230-230	155-220	205-220	245-250	295-305	375-350	505	
	370-395	480-525	100-130	125-150	115-135	150-160	110-175	230-235	210-210	205-215	250-270	290-280	340-360		
	365-340	420-525	105-110	150-185	110-130	170-195	130-190	210-205	210-190	205-215	255-260	290-280	350-335		
	375-385	325-440	135-105	115-110	130-135	170-155	170-130	245-195	210-225	235-235	235-270	350-315	365		
2	460-470	305-345	340-170	125-155	150-130	200-150	205-205	195-195	205-215	215-255	280-280	340-355	530-510	515-380	
	495-460	350-525	200-130	115-140	100-150	150-145	185-195	250-255	205-205	245-245	300-300	370-390	480-560	500-370	
	475-470	385-590	180-90	130-130	100-135	150-150	150-210	235-235	215-220	245-240	305-310	420-360	450-445	570-565	
	480-505	340-525	170-95	130-130	120-120	180-160	150-215	205-205	210-195	250-260	395-395	520-505	540-578		
	490-510		110-95	140-110	150-140	205-150	140-160	260-240	210-195	220-220	290-290	340-360	445-520	575-525	
	470-505		120	160-70	140-90	190-160	190-215	210-175	220-160	220-215	275-215	400-460	470-420	560-560	
3	445-445	475-455	no ee	140-160	195-180	210-200	200-200	205-205	210-205	235-235	250-250	305-300	365-335	525-520	
	440-410	460-510	no ee	140-150	190-180	185-190	200-210	205-210	215-235	235-235	250-250	305-310	340-365	510-490	
	400-470	470-460	no ee	115-135	180-160	200-195	205-205	175-180	205-220	200-190	260-260	340-330	400-410	530-520	
	460-490	490-500	no ee	140-135	185-190	190-210	240-215	235-190	230-200	240-240	260-260	305-305	340-330	410-410	
	305-440	515-490	no ee	150-190	175-200	180-185	185-185	200-200	200-200	240-240	265-265	320-330	470-510	500-505	
	470-430	485-510	no ee	110-130	185-175	185-200	190-190	220-200	205-205	235-235	275-280	320-315	410-420	490-510	
6	340-465	no ee	no ee	175-205	220-180	185-140	215-190	230-230	225-120	235-240	210-230	305-315	370-315	565-490	
	445-385	no ee	no ee	160-175	190-145	200-140	210-190	230-215	240-120	235-235	255-255	310-325	355-370		
	340-380	no ee	no ee	205-170	195-185	195-170	195-195	235-25	225-230	235-235	255-260	305-315	190		
	330-405	no ee	no ee	180-175	205-200	195-165	230-230	220-225	205-215	205-215	270-300	330-370			
	340-360	no ee	no ee	160-180	155-190	180-160	210-215	215-245	200-220	240-240	270-300	330-330			
	480-385	no ee	no ee	180-165	150-195	125-190	200-185	240-210	140-270	250-250	265-260	325-260			
7	474-495	450-360		160-160	185-125	190-200	205-205	235-245	190-190	260-260	300-315	355-345	405-425	530-530	
	525-535	490-455		160-170	195-185	195-200	205-205	250-250	205-215	265-265	285-285	345-375	465-480	520-520	
	480-485	315-475		175-130	145-175	160-170	195-195	235-235	235-230	275-255	280-290	340-360	465-480	525-370	
	520-530	435-485		175-150	170-180	180-180	200-200	265-265	210-220	245-250	295-295	345-365	385-395	460-440	
	495-520	505-480		150-140	195-170	185-170	220-225	280-280	225-215	270-230	295-295	350-370	425-425	480-480	
	520-520	475		170-160	195-175	215-170	195-200	260-260	210-235	290-285	305-300	345-345	425-425	605-375	

Anexo C. - Medidas de los óvulos para la obtención del tamaño máximo de góndola para las colonias \odot de la estación Nizac.

No. Col.	1979					1980										
	05-jul.	12-ago.	01-sept.	01-ot.	07-nov.	11-dic.	01-ene.	01-feb.	12-mar.	05-abr.	24-may.	04-jun.	01-jul.	01-ago.		
3	150-180	205-300	-	-	-	35-30	50-55	45-45	60-50	70-55	60-70	100-100	100-170	310-300		
	150-180	300-270	-	-	-	30-50	50-55	45-60	50-50	60-60	70-70	100-100	100-150	290-300		
	180-190	250-195	-	-	-	40-40	60-60	50-35	45-50	60-60	70-70	100-100	150-160	310-340		
	190-200	220-195	-	-	-	35-50	50-60	50-50	60-55	55-60	60-70	100-100	150-170	330-300		
	170-190	270-115	-	-	-	40-50	50-55	45-55	60-60	55-60	60-70	100-100	180-170	300-300		
200-160	290	-	-	-	40-50	50-55	45-55	60-60	60-60	60-70	100-100	150-160	290-315			
4	185-170	170-100	no se muestreo	-	-	40-35	40-40	40-35	45-0	40-60	70-60	90-70	100-135	215-165		
	150-160	170-100	no se muestreo	-	-	40-45	40-45	35-45	80-40	60	60-70	70-80	100-130	220-190		
	145-170	190-255	no se muestreo	-	-	40-45	40-45	40-45	80-40	60	60-70	70-80	100-130	200-100		
	140-175	190-195	no se muestreo	-	-	40-45	40-45	40-45	80-40	60	60-70	70-80	100-130	160-200		
	145-150	230-245	no se muestreo	-	-	40-45	40-45	40-45	80-40	60	60-70	70-80	100-130	160-200		
170-150	185-255	no se muestreo	-	-	40-45	40-45	40-45	80-40	60	60-70	70-80	100-130	170-200			
8	185-185	300-225	-	-	-	35-45	40-50	40-40	60-60	60-60	60-55	100-25	170-200	240-40		
	200-150	260-260	-	-	-	40-5	50-50	40-40	50-50	50-45	60-55	85-110	200-170	200-265		
	220-170	250-335	-	-	-	35-40	40-50	40-45	50-50	50-45	60-55	80-110	200-180	290-300		
	160-185	300-235	-	-	-	40-50	50-50	40-45	60-65	50-50	60-65	90-40	210-160	260-250		
	155-150	170-260	-	-	-	45-50	50-55	35-50	50-60	50-50	60-60	80-60	100-90	200-260		
200-210	220-240	-	-	-	45-50	45-45	45-46	60-60	60-45	60-50	80-90	100-100	200-260			
10	150-140	190-290	90-85	-	-	40-30	35-45	35-45	45-40	45-40	60-60	110-70	150-100	280-115		
	140-145	240-280	90-85	-	-	35-40	40-40	35-45	50-40	45-40	60-60	100-25	190-200	250-340		
	125-190	200-265	90-85	-	-	50-30	50-35	40-35	50-40	45-40	60-60	100-100	170-160	310-340		
	145-165	240-240	90-85	-	-	40-55	50-60	40-50	60-50	40-35	60-60	100-100	100-200	290-315		
	150-170	230-235	90-85	-	-	40-60	40-45	40-40	60-45	40-45	60-60	100-100	100-100	270-250		
155-125	250-215	90-85	-	-	40-45	40-40	40-40	60-45	45-55	60	80-60	100-100	200-290			
14	no se muestreo	no se muestreo	no se muestreo	no se muestreo	-	45-55	50-55	45-55	60-65	50-55	65-55	no se muestreo	150-160	465-290		
	no se muestreo	no se muestreo	no se muestreo	no se muestreo	-	40-45	55-55	50-50	65-60	45-45	55-50	no se muestreo	170-170	260-315		
	no se muestreo	no se muestreo	no se muestreo	no se muestreo	-	40-40	45-45	50-50	60-50	35-60	55-50	no se muestreo	180-175	250-290		
	no se muestreo	no se muestreo	no se muestreo	no se muestreo	-	40-40	60-50	40-55	45-50	40-40	55-60	no se muestreo	175-185	250-280		
	no se muestreo	no se muestreo	no se muestreo	no se muestreo	-	40-50	60-65	40-50	45-50	50-50	60-60	no se muestreo	170-180	300-250		
					40	55-50	45-50	60-55	60-55	45	60-60	no se muestreo	170-180	320-290		

Anexo D. - Medidas de los espermartos para la obtención del tamaño máximo de gónada para las colonias ♂ de la estación Nizuc.

1929					1930									
001	10-jul.	10-ago.	10-sep.	10-oct.	10-nov.	10-dic.	01-ene.	01-feb.	01-mar.	01-abr.	01-may.	01-jun.	01-jul.	01-ago.
43	535-225	435-505	175-135	170-160	190-115		405-215	225-235		260-260	495-260	355-260	285-260	365-270
	525-525	435-410	165-165	162-186	175-170		425-220	235-250		275-240	485-260	375-260	305-260	365-270
	475-520	465-415	130-150	175-190	175-185		425-215	215-260		295-285	485-260	375-260	305-260	365-270
	535-515	530-505	160-130	205-215	195-175		265-170	455-230		265-65	475-290	375-260	305-260	365-270
	510-520	550-455	190-135	180-165	195-180		225-210	240-215		275-10	295-40	485-260	375-260	365-270
460-420	560-420	110-150	110-165	195-190		230-230	240-230		285-260	485-260	375-260	305-260	365-270	
38	10-495	525-530	165-165	160-110	160-125		165-10	165-200		220-230	475-260	375-260	305-260	365-270
	525-525	370-535	105-110	145-115	80-80		205-215	210-215		220-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	305-430	400-500	120-115	190-195	110-160		210-200	165-180		220-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	420-420	480-525	140-135	150-160	140-140		175-190	105-180		265-265	475-260	375-260	305-260	365-270
	425-445	560-435	100-160	95-170	100-125		175-150	195-175		260-260	475-260	375-260	305-260	365-270
475-485	515-465	100-115	160-150	175-195		165-220	210-165		275-270	475-260	375-260	305-260	365-270	
44	52-460	20-40	175-160	175-160	225-265		445-245	245-245		225-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	51-475	20-40	160-170	160-175	175-200		225-245	225-225		225-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	50-525	20-40	160-130	200-210	175-190		225-255	225-225		225-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	50-500	20-40	160-150	200-195	160-155		225-255	225-225		225-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	50-475	20-40	160-150	200-175	160-155		225-255	225-225		225-260	475-260	375-260	305-260	365-270
52-470	20-40	160-155	175-170	165-165		225-255	225-225		225-260	475-260	375-260	305-260	365-270	
42	420-405	555-515	120-100	110-110	120-105		120-115	110-105		260-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	380-420	485-505	120-120	120-160	120-110		165-165	105-160		260-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	420-420	485-520	125-140	120-160	160-165		165-170	125-165		260-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	440-380	495-495	140-155	165-190	190-160		165-165	140-115		260-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	420-380	525-490	160-130	125-100	160-160		165-165	170-150		260-260	475-260	375-260	305-260	365-270
410	520-450	110-135	140-165	175-195		165-165	175-195		260-260	475-260	375-260	305-260	365-270	
26	455-455	335-320	140-150	150-155	14-135		275-260	275-260		275-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	490-475	320-480	130-170	140-135	140-165		160-185	270-190		275-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	465-485	320-480	145-160	145-135	165-175		260-185	270-190		275-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	520-460	320-500	150-135	140-160	150-165		15-195	235-255		275-260	475-260	375-260	305-260	365-270
	495-490	495-440	120-160	140-160	130-150		195-190	190-255		275-260	475-260	375-260	305-260	365-270
485-505	515-435	120-120	140-155	180-160		230-220	235-220		275-260	475-260	375-260	305-260	365-270	

Anexo E. - Medidas de los óvulos para la obtención del tamaño máximo de gónada para las colonias ϕ de la estación Maroma.

1972				1973				1974								
01-ene	15-ene	01-mar	01-abr	07-may	15-may	01-jun	01-jul	07-ago	15-ago	01-sep	01-oct	01-nov	01-dic			
67	125-155 130-125 115-145 155-140 130-120 135-115	285-225 290-255 300-305 275-260 180-300 235-360	00-80							45-45 50-50 50-50 45-55	no se muestreo	115-115 15-70 115-80 75-95 100-80 120-80	145-145 165-145 160-170 180-160 160-105 145-165	140-130 150-205 140-115 125-115 160-140 140-180		
60	220-230 225-230 250-260 225-280	no se muestreo								55-65 55-70 65-75 65-50 60-70 70						
41	195-140 175-110 155-170 160-170 145-175 140-160	335-290 215-235 250-240 210-200 170-235 235-215								55-65 60-50 45-60 60-40 35-45 40	70-70 65-70 55-50 70	50-55 60-60 60-55 65-55 60-60 60-60	115-115 80-65 110-70 115-95 110-85 110-80	155-150 155-180 155-175 170-160 165-160 155-140	160-160 155-190 160-140 145-190 130-130 140-115	
46	120-135 125-135 120-140 130-140 155-130 180-130	215-235 200-240 210-205 220-255 220-235 235-180	110-115 130-140 105-105 85-155 130-135 120-180	60						60-60 35	75-70 70-70 65-70 60-70 60-80 75-80	50-60 65-65 70-60 60-70 60-70 65-65	60-55 55-60 50-60 60-80 60-70 60-70	75-120 85-120 80-80 70-70 70-70 70-70	170-160 195-170 140-180 140-160 190-150 165-160	140-140 160-120 120-110 145-135 175-120 135-145
21	205-235 230-225 170-220 215-175 195-185	290-225 270-275 325-290 300-260 305-270								70-60 70-60 55-65 55-70		60-65 65-50 50-50 55-50 60	no se muestreo	140-140 160-155 170-165 170-190 140-170	170-200 240-205 210-215 215-205 265-215	

Anexo F. - Medidas de los caperzarios para la obtención del tamaño máximo de gónada para las colonias ♂ de la estación Maroma.

No. Col.	15	16	11	13	10	12	9	8	7	6
♀	-	485-485 490-485 500-470 515-450 520-460 525-450	-	-	485-490 435-455 475-475 440-445 410-415 440-470	480-490 480-430 465-500 435-475 485-450 480-500	-520- -465-	495-470 470-450 470-500 495-500 495-500 395-400	470-470 395-390 385-390 405-425 385-465 -	430-420 510-440 450-400 445-485 455-480 420-440

No. Col.	1	2	4	5	14	15	54	57	58	62
♂	170-190 185-180 180-195 205-205 240-215 185-205	185-175 195-210 205-200 220-225 195-190 180-200	225-200 125-215 195-250 280-215 220-235 240-190	260-265 255-220 215-235 220-210 235-225 255-270	-	-	225-220 210-205 205-210 235-190 200-215 205-210	195-180 225-215 200-230 205-195 190-225 220-200	-	185-195 210-190 210-200 205-220 195-195 235-200

Anexo G. - Medias de las gónadas de pólipos de la región basal de colonias ♀ y ♂ de la estación Puerto Morelos. Fecha del muestreo 16 de julio de 1980.

ALTEZA (cm)	EDAD (años)	Tamaño máximo GÓNADA (mlgrs)	SEXO
7	menos de 3	no se encontraron gónadas	-
7		no se encontraron gónadas	-
10	menos de 4	no se encontraron gónadas	-
11		no se encontraron gónadas	-
13	de 2 a 5	no se encontraron gónadas	-
14		no se encontraron gónadas	-
15		no se encontraron gónadas	-
16		no se encontraron gónadas	-
18	de 3 a 6	140-140-115-122-130-135 140-140-140-140-135-160	♀
19		170-150-150-130-105	♂
22		no se encontraron gónadas	-
23	de 4 a 8	115-120-130-135-115-165 135-95-115-85-90-135	♂
25		no se encontraron gónadas	-
25		no se encontraron gónadas	-
26		130-90-105-135	♂
27		470-415-315-495-415-480 455-360-410-415-470-405	♀
30	de 6 a 9	415-420-450-455-510-415 445-365-405-360-425-440	♀
31		200-145-230-175-180-205 215-190-205-170-145-160	♂
33	de 6 a 11	no se encontraron gónadas	-
35		490-405-500-400-570-430 460-465-475-490-440-400	♀
35		220-110-240-270-255-240 180-170-220-230-225-190	♂
35		410-325-410-505-460- 510-435-480-340-315	♀
45	de 10 a 14	190-260-180-175-170-160 165-180-180-160-160-160	♂
45		450-19-420-420-520-495 465-415-465-445-440-420	♀
50	de 13 a 16	215-230-270-205-190-185 175-195-170-160-200-175	♂

Anexo H - Tamaño máximo de las gónadas de 25 conejas de diversas edades muestreadas el 16 de julio de 1980 en la estación Puerto Morelos.

ESTACION	COLONIA No.	POLIPOS		TOTAL CONADAS	OVULOS MÁS/POLO
		FERTILES	INFERTILES		
PUERTO MORELOS	3	30	0	49	1.63
	16	30	0	53	1.77
	11	29	1	62	2.07
	13	28	2	63	2.10
	10	30	0	60	2.00
	12	30	0	53	1.77
	9	29	1	64	2.13
	8	27	3	52	1.73
	7	30	0	61	2.03
	6	30	0	53	1.77
	NIZUC	1	25	1	35
2		30	0	54	1.80
5		30	0	63	2.13
6		29	1	63	2.13
7		28	2	61	2.03
MAROMA	43	29	1	73	2.43
	38	30	0	62	2.07
	44	29	1	63	2.10
	42	28	2	53	1.77
	25	30	0	73	2.43

Anexo I. - Estimación del número de ovulos maduros por pólipo y de la condición reproductiva de estos, para las colonias \varnothing de las 3 estaciones de muestreo.
Fecha del muestreo: 5 de julio de 1979.

ESTACION	COLONIA No.	POLIPOS	
		FERTILES	INFERTILES
PUERTO MORELOS	1	30	0
	2	30	0
	4	30	0
	5	29	1
	57	30	0
	54	30	0
	58	29	1
	62	30	0
	15	27	3
	14	27	3
	NIZUC	3	29
4		30	0
8		28	2
10		30	0
14		28	2
MAROMA	47	30	0
	40	30	0
	41	27	3
	46	29	1
	21	30	0

Anexo J. - Estimación del número de pólipos infértiles de colonias ♂ de las 3 estaciones de muestreo.

Fecha del muestreo: 5 de julio de 1979.