

**CICLO REPRODUCTIVO DE LA ALMEJA ROÑOSA, *Chione californiensis* (BRODERIP, 1835), EN BAHÍA MAGDALENA, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO**

**REPRODUCTIVE CYCLE OF THE CLAM *Chione californiensis* (BRODERIP, 1835) IN BAHÍA MAGDALENA, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO**

Federico García-Domínguez\*  
Gustavo García-Melgar  
Pedro González-Ramírez\*

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas  
Instituto Politécnico Nacional  
Apartado Postal 592  
La Paz, B.C.S., 23000 México

*Recibido en enero de 1992; aceptado en mayo de 1992*

**RESUMEN**

Se recolectaron mensualmente, entre mayo de 1988 y septiembre de 1989, ejemplares adultos de la almeja roñosa, *Chione californiensis* (Broderip, 1835), en una población de la zona entre mareas situada en Puerto San Carlos, Bahía Magdalena, B.C.S. El desarrollo gonádico fue analizado utilizando las técnicas histológicas usuales. Las fases del desarrollo fueron categorizadas en cinco estadios: indiferenciación, gametogénesis, madurez, desove y postdesove. Tanto las hembras como los machos presentaron las mismas fases. El desove de la población fue continuo durante cuatro meses en 1988 (junio a septiembre) y al menos durante seis meses en 1989 (abril a septiembre). Ambos años con un máximo de actividad reproductora en agosto.

**ABSTRACT**

Adult clams *Chione californiensis* (Broderip, 1835) were sampled monthly between May 1988 and September 1989, from intertidal populations in Puerto San Carlos, Bahía Magdalena, Baja California Sur. Gonadal development was monitored using standard histological methods. Observed gametogenic progression was categorized by five stages: inactive, gametogenesis, ripe, spawning and spent. Both male and female clams displayed the same stages. Spawning in the population occurred continuously for four months in 1988 (June to September) and for six months in 1989 (April to September), both years with a peak of spawning activity in August.

**INTRODUCCION**

La almeja roñosa, *Chione californiensis* (Broderip, 1835), es una especie que se puede considerar como recurso potencial, pesquero y de cultivo (Baqueiro, 1987). En B.C.S., se capturan comercialmente, *Ch. gnidia*, *Ch. undatella* y *Ch. californiensis* (Holguín, 1976; Baqueiro y Guajardo, 1984). Estas dos últimas especies constituyen una pesquería tradi-

**INTRODUCTION**

The clam *Chione californiensis* (Broderip, 1835) is a potential fishery and culture resource (Baqueiro, 1987). In Baja California Sur, *C. gnidia*, *C. undatella* and *C. californiensis* are caught commercially (Holguín, 1976; Baqueiro and Guajardo, 1984). The last two species constitute a traditional fishery along the the coast of the Gulf of California,

---

\*Becario de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del IPN.

cional en las costas del Golfo de California, cuyo consumo es principalmente local (Baquero, 1989). En Bahía Magdalena es la almeja más abundante de la zona entre mareas; en algunos lugares de Puerto San Carlos presenta densidades de 200 ind/m<sup>2</sup> (observación personal).

Para el estudio de los ciclos de reproducción de almejas de la familia Veneridae, se han utilizado frotis de fragmentos de gónadas en *Cyclinella tenuis* (Wright y Moore, 1970) y *Dosinia elegans* (Moore y López, 1970) o métodos histológicos, que permiten conocer con más precisión el ciclo gonádico en *Cyprina islandica* (Loosanoff, 1953), *Venerupis japonica* (Holland y Chew, 1974), *Ameghinomya antiqua* (Verdinelli y Schuldt, 1976), *Venus striatula* (Ansell, 1961), *Megapitaria aurantiaca*, *M. squalida*, *Dosinia ponderosa* (Baquero y Stuardo, 1977), *Venus antiqua* (Lozada y Bustos, 1984), *Callista chione* (Valli et al., 1980; Manzi et al., 1985).

En *Chione* se han efectuado estudios sobre la reproducción utilizando frotis, en *Ch. cancellata* en Bahía Biscayne, Florida, E.U.A., (Moore y López, 1969, 1975) y técnicas histológicas en *Ch. fluctifraga* en el estero La Cruz, Sonora, México (Martínez-Córdova, 1988), en *Ch. undatella* en la Bahía de La Paz, B.C.S., México (Baquero y Masso, 1988) y en *Ch. californiensis*, en La Ensenada de La Paz, B.C.S., México (García-Domínguez y Pérez, 1991). El presente estudio fue efectuado para conocer, por métodos histológicos, el ciclo de reproducción de la población silvestre adulta de *Ch. californiensis* en Bahía Magdalena, B.C.S., en relación con la temperatura.

## MATERIALES Y METODOS

Entre mayo de 1988 y septiembre de 1989 se recolectaron mensualmente 30 ejemplares adultos (mayores de 40 mm de longitud) de una población de almejas situada en Puerto San Carlos, Bahía Magdalena, B.C.S. (Fig. 1). Para el estudio histológico de la gónada se removió la masa visceral de cada almeja, incluyendo pie y manto, los que fueron fijados en formol neutro al 10%, se deshidrataron con alcohol y se incluyeron en parafina (Humason, 1979). Se obtuvieron cortes de 9 µm de grosor en un plano fronto-dorsal para seccionar la porción más gruesa de la gónada y se tiñeron con hematoxilina

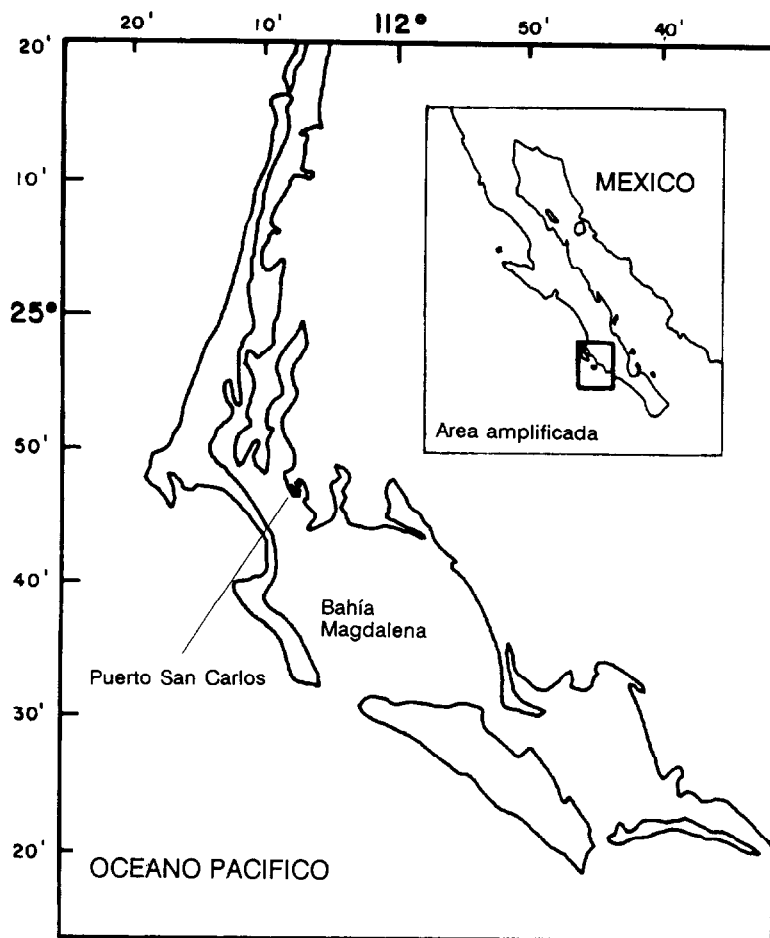
and are mainly consumed locally (Baquero, 1989). In Bahía Magdalena it is the most abundant clam in the intertidal zone, occurring in densities of 200 ind/m<sup>2</sup> at some places in Puerto San Carlos (personal observation).

The reproductive cycle in clams of the family Veneridae has been studied using smears of gonadal fragments in *Cyclinella tenuis* (Wright and Moore, 1970) and *Dosinia elegans* (Moore and López, 1970) or histological methods, that have allowed more accurate knowledge of the gonadal cycle in *Cyprina islandica* (Loosanoff, 1953), *Venerupis japonica* (Holland and Chew, 1974), *Ameghinomya antiqua* (Verdinelli and Schuldt, 1976), *Venus striatula* (Ansell, 1961), *Megapitaria aurantiaca*, *M. squalida*, *Dosinia ponderosa* (Baquero and Stuardo, 1977), *Venus antiqua* (Lozada and Bustos, 1984), *Callista chione* (Valli et al., 1984), *Mercenaria mercenaria* (Eversole et al., 1980; Manzi et al., 1985).

Reproduction in *Chione* has been studied using smears in *C. cancellata* from Biscayne Bay, Florida, USA (Moore and López, 1969, 1975) and histological techniques in *C. fluctifraga* from La Cruz estuary, Sonora, Mexico (Martínez-Córdova, 1988), in *C. undatella* from Bahía de La Paz, B.C.S. (Baquero and Masso, 1988) and in *C. californiensis* from the inlet of La Paz, B.C.S., Mexico (García-Domínguez and Pérez, 1991). This study was carried out to determine, using histological methods, the reproductive cycle of a native adult population of *C. californiensis* in Bahía Magdalena, B.C.S., in relation to temperature.

## MATERIAL AND METHODS

Thirty adult specimens (greater than 40 mm in length) were collected monthly between May 1988 and September 1989 from a clam population in Puerto San Carlos, Bahía Magdalena, Baja California Sur (Fig. 1). For the histological study of the gonad, the visceral mass was removed from each clam, including foot and mantle, and fixed in neutral formol (10%), dehydrated in alcohol and embedded in paraffin (Humason, 1979). Sections, 9-µm thick, were obtained in a fronto-dorsal plane to cut the thickest part of the gonad, and stained with hematoxylin-eosin. This method was adopted after verifying, in 30 specimens, that gonadal maturity was uniform in different parts of the gonad.



**Figura 1.** Mapa de la localidad de recolección (Puerto San Carlos, B.C.S.).  
**Figure 1.** Map of the sampling area (Puerto San Carlos, B.C.S.).

na-eosina. Este método se adoptó después de constatar, en 30 ejemplares, que la madurez gonadal es uniforme en diferentes partes de la gónada.

Para conocer el estado de actividad gametogénica durante la época de estudio, se obtuvo la frecuencia relativa de las fases de madurez gonádica. Dichas fases del ciclo gonádico se describieron utilizando cinco estadios definidos arbitrariamente, tomando en cuenta la estructura de la gónada, de acuerdo con el criterio de Baqueiro y Stuardo (1977): indiferenciación, gametogénesis, madurez, de-

To determine the condition of gametogenic activity during the study period, the relative frequency of the gonadal developmental stages was obtained. These phases of the gonadal cycle were categorized by arbitrarily defining five stages of the structure of the gonad, according to Baqueiro y Stuardo (1977): inactive, gametogenesis, ripe, spawning (expulsion of gametes) and spent. The period of reproduction was defined as the time when the clams were spawning. Surface water temperature was recorded coincidentally with the biological sampling.

sove (expulsión de gametos) y postdesove. Como época de reproducción se consideró el periodo en que se presentaron almejas en fase de desove. Junto con el muestreo biológico se registró la temperatura superficial del agua.

## RESULTADOS

No se observaron evidencias morfológicas de hermafroditismo. El 0.5% de todos los organismos muestreados fueron individuos asexuados por la presencia de esporocistos de un tremátodo no identificado. De los ejemplares cuyo sexo fue posible definir, el 59.3% fueron machos y el 40.7% hembras. Las características histológicas de la gónada determinadas para cada una de las fases del ciclo gonádico de *Ch. californiensis* se describen a continuación.

**Indiferenciación:** Se caracteriza por la ausencia total de folículos y de gametos, por lo que no es posible determinar el sexo. El tejido conjuntivo ocupa todo el espacio situado entre el hepatopáncreas, tubo digestivo y manto.

**Gametogénesis:** Intercalados con el tejido conjuntivo que forma la masa visceral se encuentran los folículos en diferentes grados de desarrollo. En su interior hay una cantidad variable de gametos maduros e inmaduros que permanecen almacenados en espera del desove o expulsión de gametos. Al crecer los folículos, disminuye la cantidad de tejido conjuntivo y finalmente éste es sustituido casi por completo por tejido gonádico (Fig. 2).

**Madurez:** En esta fase el tejido conjuntivo ha sido sustituido completamente por los folículos que forman el tejido gonádico y prácticamente todo el tejido situado entre el manto, hepatopáncreas y tubo digestivo está constituido por folículos, cuyo interior está lleno de gametos maduros (Fig. 3).

**Desove:** Esta es la fase de reproducción en la que se expulsan al medio ambiente los gametos. Los folículos se encuentran más o menos vacíos, dependiendo de lo avanzado del desove; las membranas foliculares están rotas y no es posible diferenciar un folículo de otro. Hay una gran cantidad de espacios vacíos entre los folículos y dentro de ellos (Fig. 4).

**Postdesove:** Los folículos se han roto y casi no se aprecia tejido conjuntivo ni gametos. Los

## RESULTS

Morphological evidence of hermaphroditism was not observed. Of the total of organisms sampled, 0.5% of the individuals could not be sexed due to the presence of sporocysts of an unidentified trematode. Of the specimens whose sex was determined, 59.3% were males and 40.7% females. The histological characteristics of the gonad for each stage of the gonadal cycle in *C. californiensis* are described below.

**Inactive:** Characterized by the total absence of follicles and gametes, so that sex cannot be determined. The conjunctive tissue occupies all the space between the liver, digestive tract and mantle.

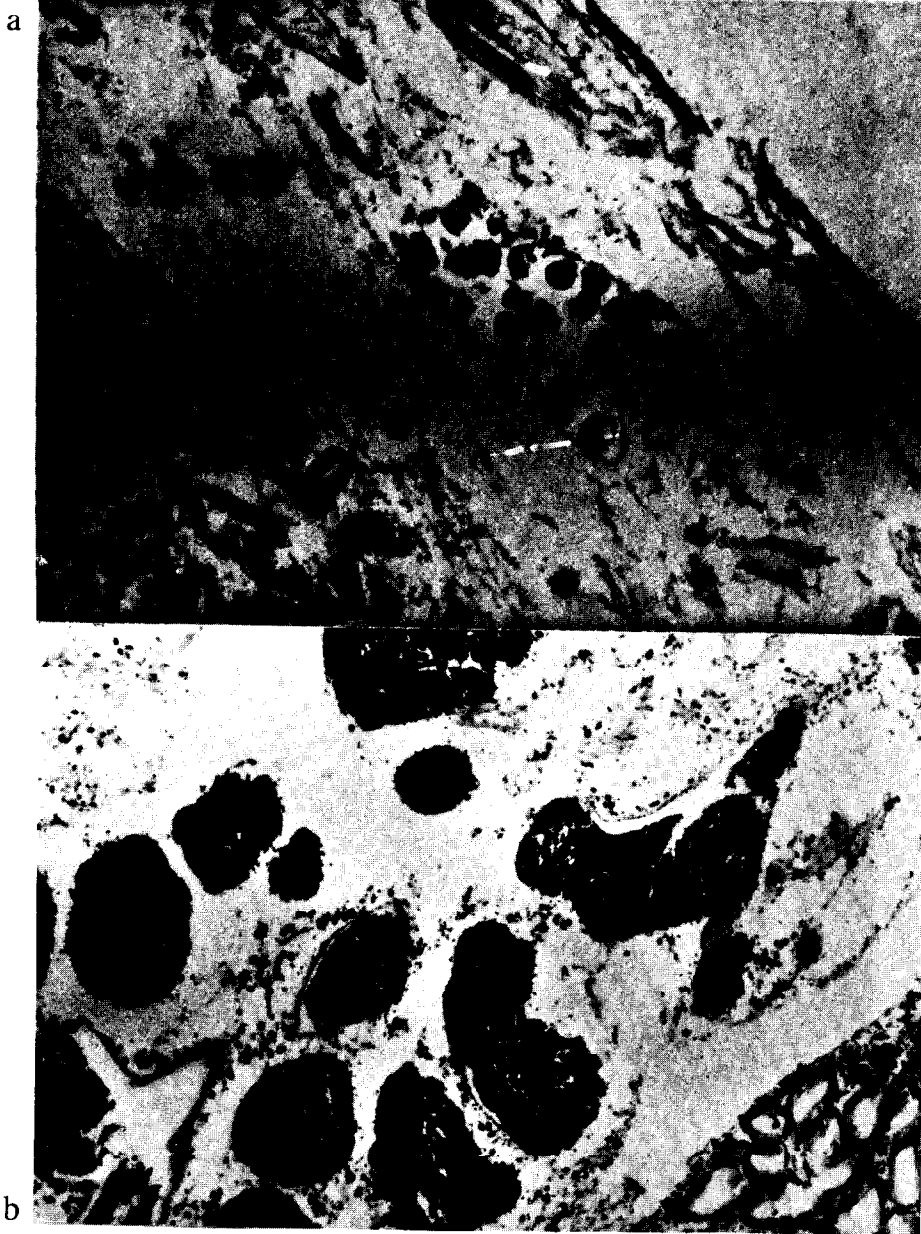
**Gametogenesis:** Follicles, in different stages of development, are found among the conjunctive tissue that forms the visceral mass. They contain variable amounts of mature and immature gametes that remain stored until spawning or expulsion of gametes occurs. As the follicles grow, the amount of conjunctive tissue decreases until it is almost entirely replaced by gonadal tissue (Fig. 2).

**Ripe:** The conjunctive tissue has been entirely replaced by follicles that form the gonadal tissue, and nearly all the tissue between the mantle, liver and digestive tract is composed of follicles that are full of ripe gametes (Fig. 3).

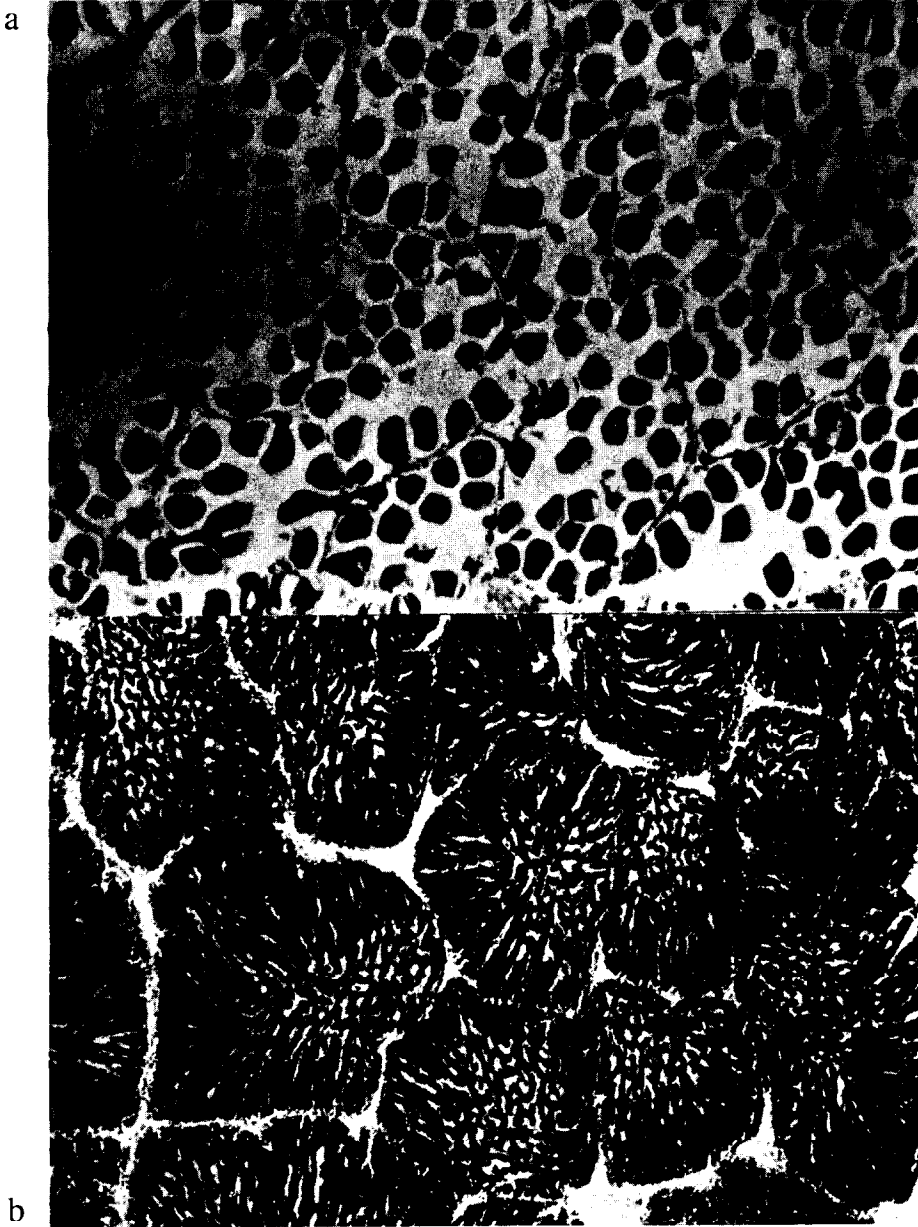
**Spawning:** This is the phase of reproduction in which gametes are discharged into the environment. Follicles are more or less empty, depending on the degree of spawning; follicular membranes are broken and it is not possible to differentiate one follicle from another. There are many empty spaces between and within the follicles (Fig. 4).

**Spent:** Follicles have broken, and conjunctive tissue and gametes are hardly observed. Follicles are invaded by amoebocytes that, through phagocytosis, reabsorb the undischarged gametes as well as the remnants of the follicular membranes (Fig. 5).

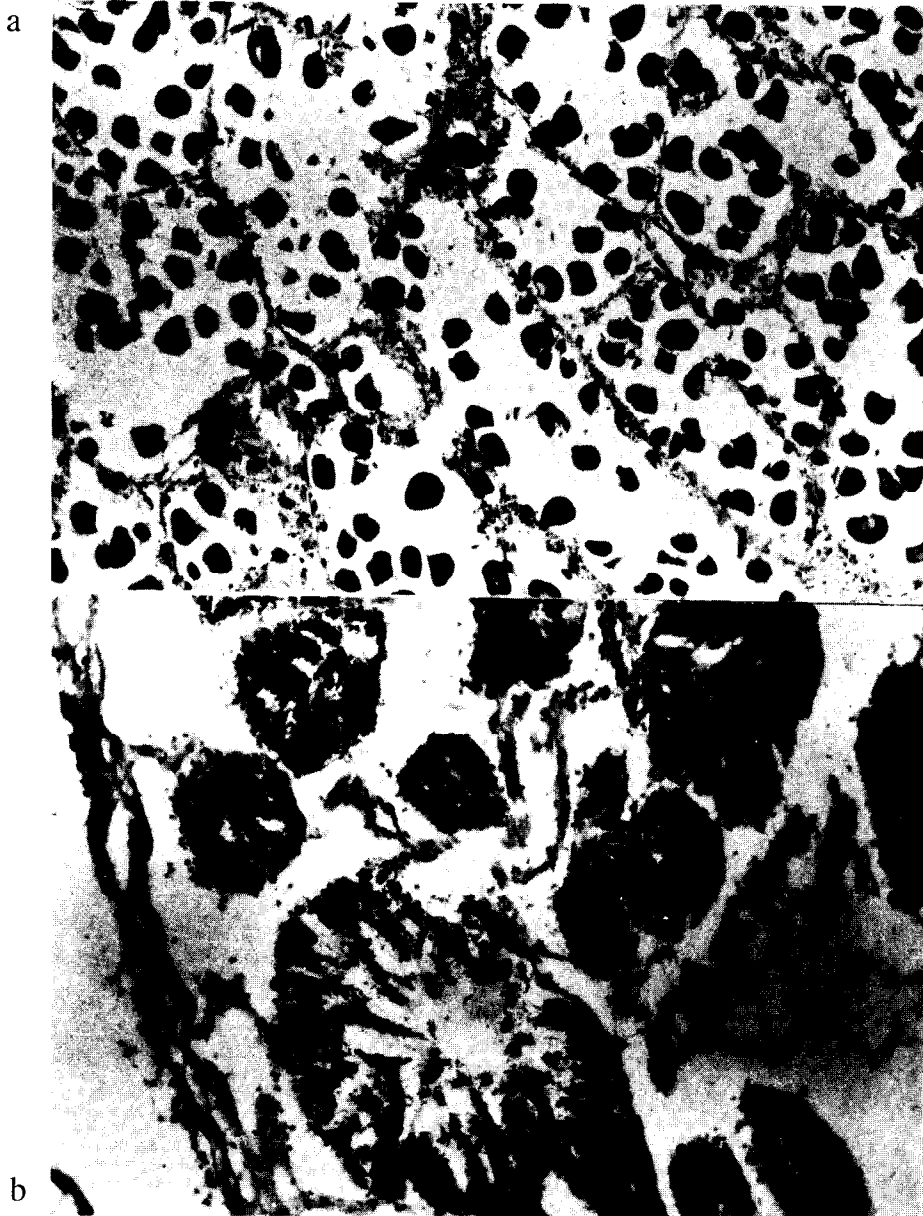
The gonadal cycle is shown in Fig. 6. *Chione californiensis* began spawning in June, 1988 and, again, in April 1989, when the



**Figura 2.** Estadio de gametogénesis en hembra (a) y macho (b).  
**Figure 2.** Gametogenesis in females (a) and males (b).



**Figura 3.** Estadio de madurez en hembra (a) y macho (b).  
**Figure 3.** Ripe stage in females (a) and males (b).

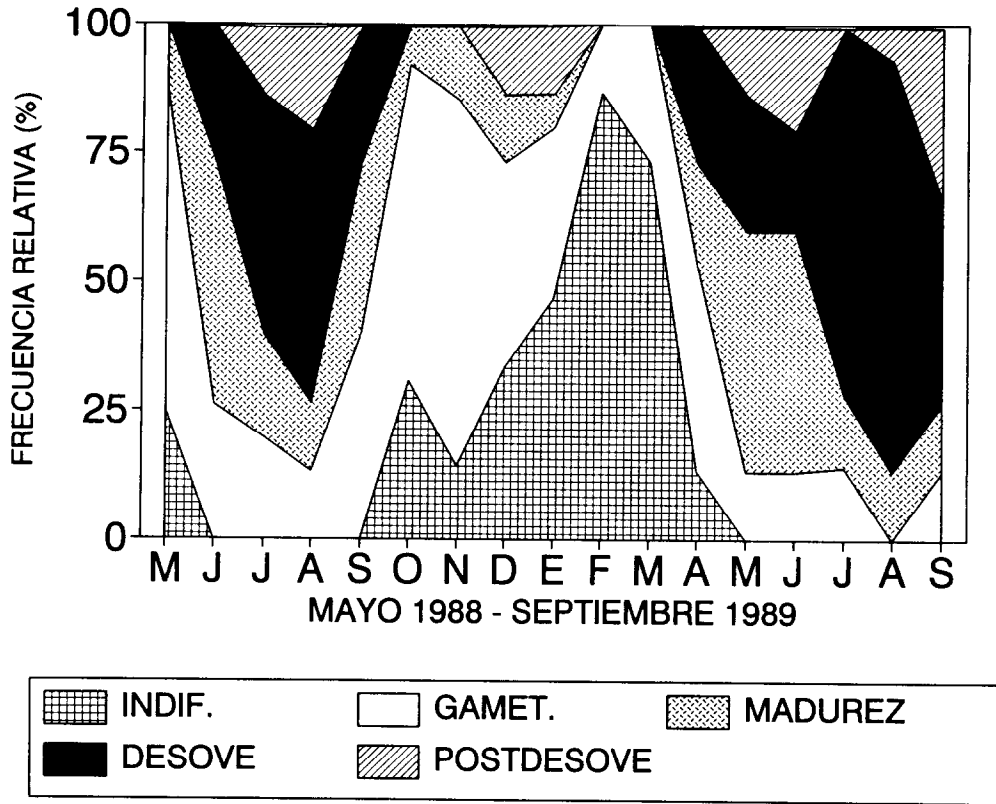


**Figura 4.** Estadio de desove en hembra (a) y macho (b).  
**Figure 4.** Spawning stage in females (a) and males (b).



**Figura 5.** Estadio de postdesove en hembra (a) y macho (b).  
**Figure 5.** Spent stage in females (a) and males (b).





**Figura 6.** Ciclo gonádico de la almeja roñosa, *Chione californiensis*, en Puerto San Carlos, Bahía Magdalena, B.C.S.  
**Figure 6.** Gonadal cycle of the clam *Chione californiensis* in Puerto San Carlos, Bahía Magdalena, B.C.S.

foliculos son invadidos por amibocitos que, por fagocitosis, reabsorben los gametos que no fueron expulsados, así como los restos de las membranas foliculares (Fig. 5).

El ciclo gonádico se representa en la Fig. 6 mediante una gráfica de área. Se observa que *Ch. californiensis* inició el desove en junio de 1988 y, nuevamente, en abril de 1989, cuando la temperatura fue en ambos casos de 24°C. En 1988, el desove se presentó continuamente durante cuatro meses con un máximo en agosto (29°C), cuando el 53.3% de la población estuvo en fase de desove. En 1989 se presentó un periodo de desove por lo menos de seis meses, con un máximo, también en

temperature in both cases was 24°C. In 1988, spawning occurred continuously for four months, with a peak in August (29°C) when 53.3% of the population was in a spawning condition. In 1989, spawning occurred for at least six months, with a peak also in August (29°C) when 80% of the population was in this condition. Spawning individuals were not observed during the cold months (October 1988 to March 1989) when temperatures were below 24°C. On the other hand, gametogenesis was synchronous for both sexes.

The reproductive period coincided with the warm months of the year: the frequency of spawning individuals increased as temperature increased, whereas the frequency of spawning

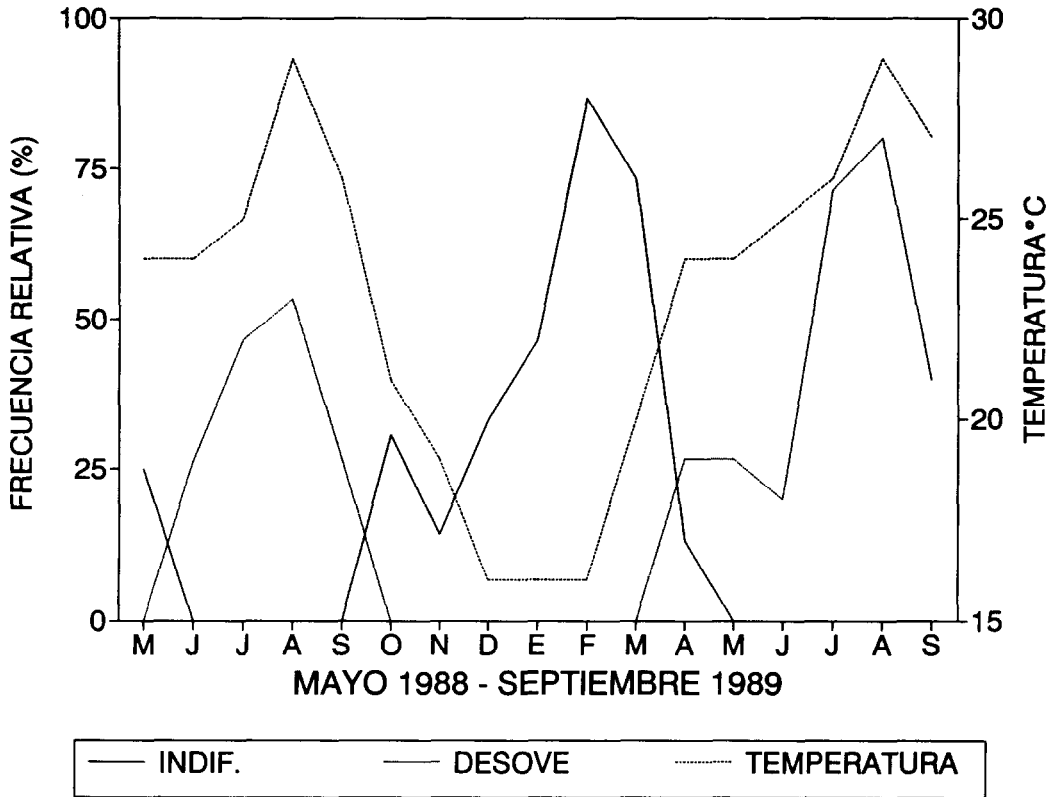


Figura 7. Frecuencia relativa de los individuos en fases de indiferenciación y desove de *Chione californiensis*, en relación con la temperatura.

Figure 7. Relative frequency of inactive and spawning individuals of *Chione californiensis*, in relation to temperature.

agosto (29°C), del 80% de la población en dicha fase. Durante los meses fríos, con temperatura menor de 24°C (octubre de 1988 a marzo de 1989), no se observaron individuos en desove. Por otra parte, la gametogénesis fue sincrónica para ambos sexos.

El periodo de reproducción coincidió con los meses cálidos del año: al ir aumentando la temperatura aumentó la frecuencia de individuos en fase de desove; por el contrario, al bajar la temperatura, disminuyó la frecuencia de organismos en este estadio. En los meses de enero a marzo aumentó la frecuencia de individuos indiferenciados hasta que en febrero el 86.6% de la población no presentó evidencias de actividad gonádica (Fig. 7).

organisms decreased as temperature decreased. The frequency of inactive individuals increased between January and March, and in February there was no evidence of gonadal activity in 86.6% of the population (Fig. 7).

#### DISCUSSION

In general, gametogenesis in *Chione californiensis* presents the same phenomena as those observed in other bivalves (Baqueiro and Stuardo, 1977; Baqueiro *et al.*, 1981; Baqueiro *et al.*, 1982; Manzi *et al.*, 1985; Baqueiro and Masso, 1988). Five stages are apparent during gonadal development: multiplication and growth, maturation, expulsion of

## DISCUSION

La gametogénesis en *Chione californiensis* presenta, en general, los mismos fenómenos observados en otros bivalvos (Baqueiro y Stuardo, 1977; Baqueiro *et al.*, 1981; Baqueiro *et al.*, 1982; Manzi *et al.*, 1985; Baqueiro y Masso, 1988): Durante el desarrollo de la gónada se observan cinco periodos, multiplicación y crecimiento, maduración, expulsión de los gametos, reabsorción de los gametos residuales e inactividad, durante la cual se almacenan sustancias de reserva. Cuando la gónada crece los folículos se incrementan en número y tamaño, sustituyendo gradualmente al tejido conjuntivo.

En relación con la temporada de reproducción de *Ch. californiensis* en otras localidades, García-Domínguez y Pérez (1991) concluyeron que en La Ensenada de La Paz, B.C.S., el periodo reproductivo también se interrumpe en invierno. La temporada de reproducción es continua durante nueve meses (abril-diciembre), pero con dos máximos de esta actividad: uno en agosto (30°C), cuando el porcentaje de individuos en fase de desove alcanzó el 60% y otro en noviembre (22°C), con un 47.4% de la población en desove. Al comparar ambos ciclos de reproducción, se encuentran diferencias que pueden deberse a las condiciones ambientales propias de cada localidad. Esto no indica diferencias importantes en el patrón reproductivo de la especie ya que, como lo menciona Sastry (1970), el ciclo reproductivo de una especie que habita en distintas zonas climáticas puede variar en relación con el medio ambiente local, originando variaciones en diferentes localidades, puesto que la reproducción de una especie es una respuesta al medio ambiente, genéticamente controlada. Sobre *Mercenaria mercenaria*, bivalvo de la misma subfamilia que *Ch. californiensis*, Porter (1964) también sugiere que las diferencias en el ciclo gonádico de diversas poblaciones pueden deberse a diferencias raciales o a respuestas fenotípicas a la variación de los factores ambientales. Sobre otros bivalvos, también se ha informado de diferencias en el ciclo gonádico de poblaciones geográficamente separadas (Ropes and Stickney, 1965; Holland y Chew, 1974; Thompson *et al.*, 1980; Eversole *et al.*, 1980).

A diferencia de *Ch. californiensis* que tanto en La Ensenada de La Paz como en

gametes, reabsorción de residual gametes and inactivity, during which reserve substances are stored. As the gonad grows the follicles increase in number and size, gradually replacing the conjunctive tissue.

García-Domínguez and Pérez (1991) reported that in the inlet of La Paz, B.C.S., the reproductive period of *C. californiensis* is also interrupted in winter and that spawning occurs continuously for nine months (April-December), with two peaks of activity: one in August (30°C), with 60% of the individuals in a spawning condition, and another in November (22°C), with 47.4% of the population spawning. On comparing both reproductive cycles, differences are found that may be due to the particular environmental conditions of each site. This does not indicate important differences in the reproductive pattern of the species because, as mentioned by Sastry (1970), the reproductive cycle of a species that occurs in different climatic zones can vary in relation to the local environment, since reproduction of a species is a genetically controlled response to the environment. Regarding *Mercenaria mercenaria*, bivalve of the same subfamily as *C. californiensis*, Porter (1964) suggested that gonadal differences in populations could be caused by racial differences or by phenotypic responses to variable environmental factors. Differences in the gonadal cycle of geographically separated populations have also been reported for other bivalves (Ropes and Stickney, 1965; Holland and Chew, 1974; Thompson *et al.*, 1980; Eversole *et al.*, 1980).

Unlike *C. californiensis* whose reproductive period was interrupted during the coldest months of the year in both the inlet of La Paz and Bahía Magdalena, the species *C. undatella* from Bahía de La Paz (Baqueiro and Masso, 1988) and *C. cancellata* from Florida, USA (Moore and López, 1969) spawn continuously throughout the year. Another species, *C. fluctifraga*, reproduces mainly in late spring and early summer, and ripe gonads are not observed in winter (Martínez-Córdova, 1988).

The histological analysis shows that in *Chione californiensis* gametogenesis is directly related to variations in temperature. This phenomenon has been observed in other venerids, such as *Venerupis japonica* (Holland and Chew, 1974), *Ameghinomya antiqua* (Verdinelli and Schuldt, 1976), *Venus antiqua*

Bahía Magdalena presentó un periodo de desove interrumpido durante los meses más fríos del año. *Ch. undatella*, en la Bahía de La Paz (Baqueiro y Masso, 1988) y *Ch. cancellata*, en Florida, E.U.A. (Moore y López, 1969), son especies en las que el periodo reproductivo es continuo durante todo el año. Otra especie, *Ch. fluctifraga*, se reproduce principalmente a finales de la primavera y principios del verano, y durante el invierno no se observan gónadas maduras (Martínez-Córdova, 1988).

El análisis histológico revela que en *Chione californiensis* la gametogénesis está directamente relacionada con la variación de la temperatura. Este fenómeno se ha observado en otros venéridos, como *Venerupis japonica* (Holland y Chew, 1974), *Ameghinomya antiqua* (Verdinelli y Schuldt, 1976), *Venus antiqua* (Lozada y Bustos, 1984) y *Mercenaria mercenaria* (Manzi et al., 1985); mientras que en otros, como *Megapitaria squalida*, *M. aurantiaca* y *Dosinia ponderosa*, no se puede establecer una relación clara entre las variaciones de temperatura y la actividad gonádica, ya que ésta se lleva a cabo durante todo el año, independientemente de la temperatura (Baqueiro y Stuardo, 1977). En el caso de *Ch. californiensis* los periodos de reproducción se amplían o reducen en función de la variación de temperatura que se registra en una localidad y de un año a otro, y la máxima actividad reproductora se alcanza cuando la temperatura es la más alta.

En la población estudiada de *Ch. californiensis*, los esporocistos causaron la destrucción de la gónada en el 0.5% de los individuos. García-Domínguez y Pérez (1991) registran para esta misma especie una parasitosis por esporocistos de *Bucephalus* sp. del 1.5%, en La Ensenada de La Paz; en ambos casos no se observó tejido gonádico. Galtsoff (1964) encuentra que los esporocistos de *B. haimeanus*, parásito de *Ostrea lurida*, pueden reemplazar totalmente las gónadas del ostión, mientras que en otros bivalvos también infectados por tremátodos, tales como *Chione cancellata* (Moore y López, 1969) y *Petricola pholadiformis* (Brousseau, 1981), sí es posible observar tejido gonádico. Sobre otros bivalvos, como *Abra tenuis*, Gibbs (1984) informa que es parasitado por tres especies de tremátodos, todas causantes de esterilidad, infestando entre el 5 y el 50% de los individuos adultos. En esta misma especie, Campbell (1985) encuentra una parasitosis por tremátodos del 0.3 al 4%.

(Lozada and Bustos, 1984) and *Mercenaria mercenaria* (Manzi et al., 1985). However, in others like *Megapitaria squalida*, *M. aurantiaca* and *Dosinia ponderosa*, it is not possible to establish a clear relationship between variations in temperature and gonadal activity, since this occurs throughout the year, independently of temperature (Baqueiro and Stuardo, 1977). In the case of *C. californiensis*, the reproductive periods are longer or shorter depending on the variation in temperature recorded at a locality and from one year to another, and spawning activity peaks when temperature is highest.

In the population of *C. californiensis* studied, sporocysts destroyed the gonad in 0.5% of the individuals. García-Domínguez and Pérez (1991) recorded, for this same species, parasitism by sporocysts of *Bucephalus* sp. in 1.5% of the population in the inlet of La Paz. Gonadal tissue was not observed in both cases. Galtsoff (1964) found that sporocysts of *B. haimeanus*, parasite of *Ostrea lurida*, may entirely replace the gonads of the oyster, whereas gonadal tissue can be observed in other bivalves also infected by trematodes, such as *Chione cancellata* (Moore and López, 1969) and *Petricola pholadiformis* (Brousseau, 1981). Gibbs (1984) reported that the bivalve *Abra tenuis* is parasitized by three species of trematodes, all causing sterility, infesting between 5 and 50% of the adult population. In this same species, Campbell (1985) found parasitism by trematodes of 0.3 to 4%.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Dirección de Estudios de Postgrado e Investigación, IPN, and by CONACYT, through projects "Estudio de poblaciones de bivalvos en Bahía de La Paz, Bahía Magdalena y Bahía Concepción, B.C.S." (grant 880604) and "Estudio biológico-pesquero de las jaibas, *Callinectes bellicosus* (Stimpson) y *C. arcuatus* (Ordway) en Bahía Magdalena, B.C.S." (grant P22OCCOR-881063).

English translation by Christine Harris.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Dirección de Estudios de Postgrado e

Investigación del IPN y al CONACYT, que proporcionaron los medios para realizar este trabajo a través de los proyectos: Estudio de poblaciones de bivalvos en Bahía de La Paz, Bahía Magdalena y Bahía Concepción, B.C.S., clave 880604, y Estudio biológico-pesquero de las jaibas, *Callinectes bellicosus* (Stimpson) y *C. arcuatus* (Ordway) en Bahía Magdalena, B.C.S., clave P22OCCOR-881063.

## REFERENCIAS

- Ansell, A.D. (1961). Reproduction, growth and mortality of *Venus striatula* (Da Costa) in Kames Bay, Millport. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.**, 41: 191-215.
- Baqueiro, E. y Stuardo, J. (1977). Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* (Sow., 1835), *M. squalida* (Sow., 1835) y *Dosinia ponderosa* (Gray, 1838) (Bivalvia: Veneridae) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Gro., México. **An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM**, 4(1): 161-208.
- Baqueiro, E., Peña, I.R. y Masso, J.A. (1981). Análisis de una población sobreexplotada de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en La Ensenada de La Paz, B.C.S., México. **Cienc. Pesq.**, 1(2): 57-65.
- Baqueiro, E., Muciño, M. y Merino, R. (1982). Análisis de una población de pata de mula, *Anadara tuberculosa* sujeta a explotación intensiva en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. **Cienc. Pesq.**, (3): 75-82.
- Baqueiro, E. y Guajardo, H. (1984). Análisis de la pesquería de almejas y caracoles en Baja California Sur. En: **Memorias III Simposium sobre Biología Marina**, UABCS, México, pp. 9-23.
- Baqueiro, E. (1987). Historia, presente y futuro del cultivo de bivalvos en México. En: **Memorias III Reunión Nacional de Malacología y Conquiología**, México, pp. 458-467.
- Baqueiro, E. y Masso, J.A. (1988). Variaciones poblacionales y reproducción de dos poblaciones de *Chione undatella* (Sowerby, 1835), bajo diferentes regímenes de pesca en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. **Cienc. Pesq.**, (6): 51-67.
- Baqueiro, E. (1989). Clam culture in Mexico: past, present and future. In: J.J. Manzi and M. Castagna (eds.), **Clam Mariculture in North America**. Elsevier Sci. Pub., Amsterdam, pp. 383-394.
- Brousseau, D.J. (1981). Spawning cycle and fecundity in a population of *Petricola pholadiformis* (Pelecypoda: Petricolidae) from Milford, Connecticut. **The Veliger**, 24(1): 56-61.
- Campbell, D. (1985). The life cycle of *Gymnophallus rebecqui* (Digenea: Gymnophallidae) and the response of the bivalve *Abra tenuis* to its metacercariae. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.**, 65: 589-601.
- Eversole, A.G., Michener, W.K. and Eldridge, P.J. (1980). Reproductive cycle of *Mercenaria mercenaria* in a South Carolina estuary. **Proc. Nat. Shellfish Ass.**, 70: 22-29.
- Galtsoff, P.S. (1964). The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. **Fish. Bull.**, 64: 1-479.
- García-Domínguez, F. y Pérez, A.L. (1991). Ciclo reproductor de la almeja roñosa, *Chione californiensis* (Broderip, 1835) (Veneridae) en la ensenada de La Paz, B.C.S., México. **Rev. Invest. Cient. UABCS**. No. Esp. (en prensa).
- Gibbs, P.E. (1984). The population cycle of the bivalve *Agra tenuis* and its mode of reproduction. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.**, 64: 791-800.
- Holguín, Q.O. (1976). Catálogo de especies marinas de importancia comercial en Baja California Sur. **Subs. Pesca. México**. INP, 177 pp.
- Holland, A.D. and Chew, K.K. (1974). Reproductive cycle of the Manila clam (*Venerupis japonica*), from Hood Canal, Washington, 1963. **Proc. Natl. Shellfish Ass.**, 64: 53-58.
- Humason, G.L. (1979). **Animal Tissue Techniques**. W.H. Freeman and Co., San Francisco, 661 pp.
- Loosanoff, V.L. (1953). Reproductive cycle in *Cyprina islandica*. **Biol. Bull.**, 104: 146-155.
- Lozada, E. y Bustos, H. (1984). Madurez sexual y fecundidad de *Venus antiqua antiqua* King y Broderip 1835 en la Bahía Ancud (Mollusca: Bivalvia: Veneridae). **Rev. Biol. Mar.**, 20(2): 91-112.

- Manzi, J.J., Bobo, M.Y. and Burrell, V.G. (1985). Gametogenesis in a population of the hard clam, *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus), in North Santee Bay, South Carolina. **The Veliger**, 28(2): 186-194.
- Martínez-Córdova, L.R. (1988). Bioecología de la almeja negra *Chione fluctifraga* (Sowerby, 1853). **Rev. Biol. Trop.**, 36: 213-219.
- Moore, H.V. and López, N.N. (1969). The ecology of *Chione cancellata*. **Bull. Mar. Sci.**, 19: 131-148.
- Moore, H.V. and López, N.N. (1970). A contribution to the ecology of the lamelibranch *Dosina elegans*. **Bull. Mar. Sci.**, 20(4): 981-98.
- Moore, H.V. and López, N.N. (1975). An additional study of the ecology of *Chione cancellata* L. **Bull. Mar. Sci.**, 25(1): 126-130.
- Porter, H.J. (1964). Seasonal gonadal changes of adult clams *Mercenaria mercenaria* (L.), in North Carolina. **Proc. Natl. Shellfish. Ass.**, 55: 35-52.
- Ropes, J.W. and Stickney, A.P. (1965). Reproductive cycle of *Mya arenaria* in New England. **Biol. Bull. (Woods Hole)**, 128(2): 315-317.
- Sastry, A.N. (1970). Reproductive physiological variation in latitudinally separated populations of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamarck. **Biol. Bull.**, 138: 56-65.
- Thompson, I., Jones, D.S. and Ropes, J.W. (1980). Advanced age for sexual maturity in the ocean quahog *Arctica islandica* (Mollusca: Bivalvia). **Mar. Biol.**, 57: 35-39.
- Valli, G., Vidoli, E. e Marussi, C. (1984). Osservazioni preliminari sulla riproduzione e sulla biometria di *Callista chione* (L.) (Mollusca: Bivalvia) del Golfo di Trieste. **Nova Thalassia**, 6: 97-103.
- Verdinelli, M.A. y Schuldt, M. (1976). Consideraciones preliminares sobre aspectos de la dinámica poblacional y reproducción de la almeja rayada (*Ameghinomya antiqua* King-Chionidae) en Punta Loma, Golfo Nuevo - Chubut. **Rev. Museo de La Plata (Nueva Serie), Sección Zool.**, 22: 183-202.
- Wright, P.B. and Moore, H.B. (1970). A contribution to the ecology of *Cyclinella tenuis* (Mollusca: Bivalvia). **Bull. Mar. Sci.**, 20(3): 793-801.