

# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



## CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS (CICIMAR)

Ciclo reproductivo de tres poblaciones de *Chione californiensis* Broderip, 1835 (Bivalvia: Veneridae) en Baja California Sur, México.

TESIS QUE PRESENTA EL BIÓLOGO

José Daniel Prado Ancona

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

Director: M. en C. Federico A. García Domínguez

La Paz, B.C.S. Mayo de 1998.

# ÍNDICE

GLOSARIO	I
ÍNDICE DE FOTOS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	
2.1. Posición taxonómica y distribución	7
2.2. Alimentación	10
2.3. Crecimiento	10
2.4. Aspectos pesqueros	10
2.5. Ecología	11
2.6. Reproducción	11
3. JUSTIFICACIÓN	13
4. OBJETIVO	14
1.5.1. Objetivos particulares	14
5. MATERIAL Y METODOS	
5.1. Area de estudio	15
5.2. Muestreo	21
5.3. Procesamiento de las muestras	22
5.4. Obtención de datos	
5.4.1. Proporción de sexos, frecuencia de tallas, relación peso-longitud y parasitismo	22
5.4.2. Índice gonádico	23
5.4.3. Índice gonadosomático	23
5.4.4. Lectura de laminillas y asignación de estadio de desarrollo gonádico	24
5.4.5. Estimación de diámetro de ovocitos	25
5.4.6. Variables ambientales	25
6. RESULTADOS	
6.1. Descripción histológica de las gónadas	
6.1.1. Hembras	26
6.1.2. Machos	28
6.2. Proporción de sexos, frecuencia de tallas y parasitismo	
6.2.1. Bahía Concepción	38
6.2.2. Bahía Magdalena	39

6.2.3. La Paz	42
6.3. Índice gonadosomático	44
6.3.1. Bahía Concepción	44
6.3.2. Bahía Magdalena	47
6.3.3. La Paz	48
6.4. Distribución de frecuencias de desarrollo gonádico (Índice de madurez)	
6.4.1. Bahía Concepción	50
6.4.2. Bahía Magdalena	51
6.4.3. La Paz	52
6.5. Índice Gonádico	
6.5.1. Bahía Concepción	53
6.5.2. Bahía Magdalena	54
6.5.3. La Paz	55
6.6. Estimación de diámetro de ovocitos	56
6.4.5. Bahía Concepción	56
6.4.6. Bahía Magdalena	58
6.4.7. La Paz	60
6.7. Variables ambientales	
6.7.1. Bahía Concepción	62
6.7.2. Bahía Magdalena	64
6.7.3. La Paz	65
7. DISCUSIÓN	
7.1. Proporción de sexos, frecuencia de tallas, relación peso-longitud y parasitismo	67
7.2. Índice gonadosomático (I.G.S.)	69
7.3. Ciclo reproductivo	71
7.4. Parámetros ambientales	75
7.4.1. Temperatura	75
7.4.2. Fotoperiodo	77
7.4.3. Disponibilidad de alimento	79
7.5. Diámetro de ovocitos	83
8. CONCLUSIONES	86
9. RECOMENDACIONES	88
10. SUGERENCIAS PARA NUEVOS TRABAJOS	89
11. LITERATURA CITADA	90

## **GLOSARIO**

**BIVALVOS.** (Mollusca: Bivalvia o Pelecypoda) comprende a los moluscos que tienen dos valvas articuladas e incluye formas como las almejas, ostiones, mejillones y callo de hacha.

**CICLO GAMETOGENICO.** Eventos repetitivos dentro de las gónadas que conducen a la formación de gametos (Lender et al., 1982).

**ESPECIE.** Categoría de clasificación taxonómica por debajo del género, definida por la capacidad de cruzamiento o flujo genético: el cruzamiento y flujo genético tienen lugar entre los individuos de una especie, pero no entre individuos de distintas especies (Weisz, 1980).

**ESPERMATOCITO.** Célula germinal de la estirpe masculina en vías de maduración (Lender et al., 1982).

**ESPERMATOGÉNESIS.** Proceso biológico mediante el cual se producen espermatozoides en las gónadas masculinas de los organismos (Lender et al., 1982).

**ESPERMATOGONIA.** Célula germinal masculina diploide, que se multiplica activamente por mitosis en la zona germinativa de los testículos (Lender et al., 1982).

**ESPERMATOZOIDE.** Gameto masculino haploide y maduro, caracterizado por su movilidad (Lender et al., 1982).

**FAGOCITO.** Célula generalmente ameboide perteneciente al sistema de defensa del organismo, especializada en englobar y digerir cuerpos extraños no reconocidos por el mismo.

**FOLÍCULO.** Membrana de células que rodea al óvulo en maduración (Weisz, 1980).

**FOTOPERÍODO.** Duración relativa de los períodos de luz y oscuridad (horas/luz) a que está sometido un organismo.

**GAMETO.** Célula reproductora que debe fusionarse con otra antes de que pueda desarrollarse; célula sexual (Lender et al., 1982).

**GÓNADA.** Órgano en el que tiene lugar el desarrollo de las células reproductoras (Lender et al., 1982).

**GONOCORISMO.** Forma de sexualidad en la que los gametos femeninos y masculinos proceden de individuos distintos (individuos gonocóricos)(Lender et al., 1982).

**HERMAFRODITISMO.** Tipo de sexualidad propio de las especies cuyos componentes (individuos hermafroditas) elaboran simultáneamente gametos masculinos y gametos femeninos (Lender et al., 1982).

**ÍNDICE DE CONDICIÓN.** Valor numérico utilizado para comparar la condición de los organismos en base a la longitud de la concha y el peso de la víscera.

**ÍNDICE GONÁDICO.** Valor que expresa la frecuencia de estadios por el número de individuos en cada estadio.

**ÍNDICE GONADOSOMÁTICO.** Valor numérico que expresa el peso de la gónada como un porcentaje del peso del organismo (sin concha).

**JUVENIL.** Etapa del ciclo de vida de una especie en la cual ha adquirido la morfología del adulto, pero aún no es capaz de reproducirse.

**LUMEN.** En los cortes histológicos, el espacio que se encuentra entre las estructuras o células que se presentan dentro de un folículo o dentro de un túbulo seminífero.

**MODA.** En una colección de datos estadísticos, aquel que posee mayor frecuencia.

**OVOCITO.** Célula sexual femenina en fase de crecimiento y que experimenta la meiosis (Lender et al., 1982).

**OVOGÉNESIS.** Proceso biológico mediante el cual los gametos femeninos pasan por las etapas de multiplicación y maduración hasta transformarse en óvulos (Lender et al., 1982).

**OVOGONIA.** Nombre que recibe la célula sexual femenina diploide, que todavía no ha iniciado su crecimiento (Lender et al., 1982).

**ÓVULO.** Célula sexual femenina madura (Lender et al., 1982).

**PESO DESEMBARCADO.** Se refiere al que conserva el producto al ser declarado al desembarque en sus diversas modalidades: descabezado, fileteado, eviscerado, en pulpa, rebanado u otras.

**PESO VIVO.** Peso total del producto en el momento de obtenerse de su medio natural, se determina con base en el peso desembarcado, aplicando factores de conversión establecidos por el Instituto Nacional de Pesca, de acuerdo con la metodología mundialmente empleada por la FAO.

**PREVALENCIA.** Proporción de una población en la que se detecta la presencia de un parásito dado, expresado en porcentaje (Margolis et al., 1982).

**PROPORCIÓN SEXUAL.** Relación porcentual de hembras y machos en un grupo de organismos.

**RANGO O INTERVALO.** (en estadística) En una colección de datos, es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo observados.

**SOBREEXPLOTACIÓN.** Extracción de alguna especie animal o vegetal que excede el límite impuesto por el reclutamiento, y que por consecuencia puede poner en riesgo la persistencia y/o abundancia de la población explotada.

**TEJIDO CONJUNTIVO.** Es aquel que se desarrolla a partir del mesénquima embrionario y que en estado adulto proporciona sostén y soporte a los órganos y al cuerpo de los organismos.

**TINCIÓN.** Proceso histológico que tiene como propósito el resaltar o contrastar ciertas estructuras celulares por medio de la utilización de colorantes naturales o artificiales, y que permiten una clara observación del tejido al microscopio.

# ÍNDICE DE FOTOS

1. Microfotografía 16X, gónada en fase de desarrollo en hembras, se observa gametogénesis, ovocitos en desarrollo dentro de los folículos.....	30
2. Microfotografía 16X, fase de madurez en hembras, los ovocitos ocupan por completo el espacio dentro de los folículos.....	30
3. Microfotografía 16X, fase de desove en hembras, los espacios dentro de los folículos aumentan, se observan algunos folículos rotos.....	31
4. Microfotografía 16X, fase de posdesove en hembras, se observan fagocitos alrededor de un ovocito.....	31
5. Microfotografía 16X, fase de gónada en desarrollo en machos, los túbulos son pequeños y están en crecimiento.....	32
6. Microfotografía 16X, fase de madurez en machos, los túbulos se han llenado de gametos.....	32
7. Microfotografía 16X, fase de desove en machos, el lumen de los túbulos aumenta, el centro de éstos queda desprovisto de espermatozoides.....	33
8. Microfotografía 16X, fase de posdesove en machos, únicamente han quedado células residuales y fagocitos.....	33
9. Microfotografía 100X, ovocito con pedúnculo que lo une al folículo, fase de madurez en hembra.....	34
10. Microfotografía 40X, ovocito rodeado por fagocitos, fase de desove en hembra.....	34

11. Microfotografía 40X, fase de gónada en desove en hembra, se observan ovocitos con el núcleo y nucleolo visibles.....35

12. Microfotografía 16X, fase de madurez en hembra.....35

13. Microfotografía 40X, posdesove en hembra que muestra los fagocitos alrededor de los folículos.....36

14. Microfotografía 100X, espermatozoides.....36

FOTO No. 15. Microfotografía 100X, fase de gónada en madurez en hembra, ovocitos que muestran núcleo y nucleolo.....37

FOTO No. 16. Microfotografía 16X, larvas de tremátodo en sexo indeterminado.....37

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. . <i>Chione californiensis</i> Broderip, 1835.....	8
2. . Mapa de localización de los lugares de recolección, Bahía Concepción, Bahía Magdalena y la Laguna de La Paz.....	17
3. . Mapa de localización del lugar de recolección, Punta Arena, Bahía Concepción.....	18
4. . Mapa de localización del lugar de recolección, Puerto San Carlos, Bahía Magdalena.....	19
5. . Mapa de localización del lugar de recolección, Las Palmitas, Laguna de La Paz.....	20
6. . Medidas morfométricas de <i>C. californiensis</i> .....	21
7. . Proporción de sexos de <i>C. californiensis</i> en Bahía Concepción.....	38
8. . Histograma de frecuencias de la longitud anteroposterior de la concha de <i>C. californiensis</i> en Bahía Concepción.....	39
9. Histograma de frecuencias del peso húmedo (g) de <i>C. californiensis</i> en Bahía Concepción.....	40
10. Proporción de sexos de <i>C. californiensis</i> en Bahía Magdalena.....	40
11. Histograma de frecuencias de la longitud anteroposterior de <i>C. californiensis</i> en Bahía Magdalena.....	41
12. Proporción de sexos de <i>C. californiensis</i> en la Laguna de La Paz.....	42
13. Didtribución de frecuencias de la longitud anteroposterior de <i>C. californiensis</i> en la Laguna de La Paz.....	43

14. .Peso húmedo de <i>C. californiensis</i> en la Laguna de La Paz.....	44
15. .Indice gonadosomático de <i>C. californiensis</i> y temperatura registrada en Bahía Concepción.....	45
16. . Índice gonadosomático y peso húmedo sin concha de <i>C. californiensis</i> en Bahía Concepción.	46
17. .Indice gonadosomático de <i>C. californiensis</i> y temperatura registrada en Bahía Magdalena.....	47
18. .Indice gonadosomático (I.G.S) y peso húmedo de <i>C. californiensis</i> en Bahía Magdalena.....	48
19. .Indice gonadosomático mensual de <i>C. californiensis</i> y temperatura en la Laguna de La Paz.....	49
20. Índice gonadosomático y peso sin concha de <i>C. californiensis</i> en la Laguna de La Paz.....	49
21. . Proporción de estados de desarrollo gonádico en <i>C. californiensis</i> en Bahía Concepción.	51
22. .Proporción de estados de desarrollo gonádico en <i>C. californiensis</i> en Bahía Magdalena....	52
23. . Proporción de estados de desarrollo gonádico en <i>C. californiensis</i> en la Laguna de La Paz.	53
24. .Indice gonádico de <i>C. californiensis</i> en Bahía Concepción.....	54
25. . Índice gonádico de <i>C. californiensis</i> en Bahía Magdalena.....	55
26. .Indice gonádico de <i>C. californiensis</i> en la Laguna de La Paz.....	56
27. . Porcentaje mensual de diámetros de ovocitos de <i>C. californiensis</i> en Bahía Concepción..	57
28. . Diámetro promedio mensual de ovocitos de <i>C. californiensis</i> en Bahía Concepción.....	57
29. . Diámetro promedio mensual de ovocitos de <i>C. californiensis</i> en Bahía Magdalena.....	59

30. Porcentaje mensual de diámetros de ovocitos de <i>C. californiensis</i> en Bahía Magdalena.....	59
31. .Diámetro promedio mensual de ovocitos de <i>C. californiensis</i> en la Laguna de La Paz.....	60
32. .Porcentaje mensual de diámetros de ovocitos de <i>C. californiensis</i> en la Laguna de La Paz.	61
33. .Concentración de clorofila y temperatura registrada en Punta Arena, Bahía Concepción...	64
34. .Concentración de clorofila y temperatura registrada en Bahía Magdalena.....	65
35. .Concentración de clorofila y temperatura registrada en la Laguna de La Paz.....	66
36. .Indice gonadosomático de <i>C. californiensis</i> en las localidades de estudio.....	70
37. .Población de <i>C. californiensis</i> en desove en las localidades de estudio.....	72
38. . Representación de las fases del ciclo gonádico que se presentaron en <i>C. californiensis</i> ....	74
39. .Temperatura registrada en las localidades de estudio.....	76
40. Fotoperiodo registrado en las localidades de estudio.....	78
41. .Concentración de clorofila en las localidades de estudio.....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

I. . Principales especies de bivalvos que se explotan en Baja California Sur.....	3
II. . Algunos factores físicos y el efecto que ejercen en la reproducción de algunos bivalvos.....	5
III. . Caracterización de la reproducción de <i>C. californiensis</i> en San Carlos, Bahía Magdalena y La Paz, Baja California Sur.....	12
IV. Longitud anteroposterior de la concha en <i>C. californiensis</i> en las localidades de estudio.....	38
V. . Prevalencia de parásitos encontrados en <i>C. californiensis</i> en Bahía Magdalena.....	41
VI. . Prevalencia de parásitos encontrados en <i>C. californiensis</i> en La Paz.....	43
VII. Correlación de spearman entre las variables consideradas en este trabajo (temperatura, clorofila y fotoperiodo) y otras variables en las localidades de estudio.....	63

## RESUMEN:

Se recolectaron mensualmente entre 16 y 30 ejemplares adultos de *Chione californiensis* entre enero y diciembre de 1993, en cada una de las siguientes localidades: Punta Arena en Bahía Concepción, Puerto San Carlos en Bahía Magdalena y Las Palmitas en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur. En total se recolectaron 980 individuos. Se registró la temperatura del agua al momento de la colecta; como parámetro para cuantificar la disponibilidad de alimento se usó un patrón estacional de concentración de clorofilas ( $\text{mg} / \text{m}^3$ ) en las tres localidades. Se analizó el ciclo gametogénico a través del uso del índice gonadosomático y técnicas histológicas, mediante fijación, deshidratación, transparentación e inclusión en parafina. De las gónadas se obtuvieron cortes de 7  $\mu\text{m}$  de grosor con un microtomo de rotación y se les aplicó la tinción Hematoxilina-Eosina. Se midieron un promedio de 600 ovocitos de seis hembras en cada muestra mensual. El desarrollo gonádico fue categorizado en cinco estados: reposo, gametogénesis, madurez, desove y posdesove. Tanto las hembras como los machos presentaron las mismas fases y no se observaron hermafroditas. La longitud anteroposterior de la concha de los individuos varió entre 27 y 63 mm en Bahía Magdalena, de 21 a 57 mm en Bahía Concepción y de 18 a 60 mm en La Paz (el 53% de los individuos midió entre 43 y 49 mm de longitud). Es sobresaliente la incidencia de parásitos tremátodos no identificados hasta un 3.5% de las poblaciones. La reproducción de esta especie es diferente en las tres localidades, en Bahía Concepción el desove fue continuo de enero a septiembre, con un máximo (100%) en septiembre a una temperatura de  $30^\circ \text{C}$  y con una concentración de  $0.533 \text{ mg} / \text{m}^3$  de clorofila. En Bahía Magdalena el desove se observó de febrero a noviembre, con el máximo en mayo (85%), con una temperatura de  $19^\circ \text{C}$  y  $1.433 \text{ mg}/\text{m}^3$  de clorofila, y en La Paz el desove ocurrió de agosto a noviembre, con el máximo en septiembre (75%), con una temperatura de  $30.5^\circ \text{C}$  y  $1.3 \text{ mg}/\text{m}^3$  de clorofila. Tanto el índice gonadosomático como el análisis histológico indican que el ciclo reproductivo de esta especie está relacionado con las variaciones en la temperatura y con la disponibilidad de alimento en Bahía Magdalena. En Bahía Concepción la reproducción se relacionó principalmente con la disponibilidad de alimento y en segundo lugar con la temperatura; en La Paz la reproducción se relaciona principalmente con la temperatura y no se consideró como factor limitante la disponibilidad de alimento.

## ABSTRACT

The reproductive cycle of *Chione californiensis* was investigated over a 12-month period from January to December 1993 in Punta Arena, Bahía Concepción; Puerto San Carlos, Bahía Magdalena and La Paz Harbor in Baja California Sur. A total of 980 individuals were collected, monthly mean of 30. Superficial water temperature was monthly measured, a monthly mean chlorophyll concentration was used as food availability. The photoperiod in each site was taken as parameter. Before dissection, shell height and shell length was measured with a caliper. Shell and tissue were blotted dry, total and wet weight without the shell were measured with a balance that read to the nearest 0.1 g. Mantle, adductor muscle, gills and labial palps were removed, keeping only the visceral mass (gonad, gastrointestinal tract and liver) and the foot. Gonadal development was assessed using standard histological method, oocyte frequency data, gonadic index and gonadosomatic index. Shell length ranged from 27 to 63 mm in Bahía Magdalena, 21 to 57 mm in Bahía Concepción and from 18 to 60 mm in La Paz. There are 3.5 % prevalence of parasitic undetermined trematode. Five gonad stages were categorized for the gonad cycle: resting, gametogenesis, ripe, spawning and spent. Both male and female present the same stages, the reproduction is different in the three locations, the Orton's rule was not confirmed, there is no relation between spawning and latitude. In Bahía Concepción spawning is continuous from January to September, maximum of 100% spawning in September with temperature of 30° C and 0.533 mg/m<sup>3</sup> chlorophyll. In Bahía Magdalena spawning is observed from February to November, maximum of 85% spawning in May with temperature of 19° C and 1.433 mg/m<sup>3</sup> chlorophyll. In La Paz spawning is continuous from August to November and maximum of 75% spawning in September with temperature of 30.5° C and chlorophyll concentration 1.3 mg/m<sup>3</sup>. Both gonadosomatic index and histological analysis revealed that gonad cycle is in relation with temperature and available food in Bahía Magdalena. In Bahía Concepción the spawning is related primarily with available food and secondarily with temperature, in La Paz the reproduction is related primarily with temperature and the available food is considered as no limiting factor.

# 1. INTRODUCCIÓN

Los moluscos son uno de los grupos de invertebrados mejor estudiados, su diversidad se manifiesta por la descripción de más de 20,000 especies de gasterópodos y 10,000 de bivalvos. Se ha calculado que existen entre 65,000 y 100,000 especies tanto descritas como no descritas, que habitan en tierra, en agua dulce y en agua marina (Holguín-Quiñonez y González-Pedraza, 1994). En la provincia Panámica, que se extiende del Golfo de California a Chiapas, se han descrito cerca de 3,000 especies (Briggs, 1974).

En 1995 se produjeron 9 140 toneladas de almejas en Baja California Sur, lo que representa casi el 70 % de la producción nacional total. Dentro de la captura nacional en ese año, Baja California Sur ocupó el segundo lugar dentro de la captura del grupo de especies más importante, conocido como "almejas". En este estado se explotan varias especies de bivalvos, que pertenecen a diversas familias (Tabla I).

También existen otras especies de bivalvos que en décadas pasadas representaron gran importancia económica pero que fueron objeto de una pesquería sin regulación, como la almeja voladora, *Pecten vogdesi* (Pectinidae); la madreperla, *Pinctada mazatlanica* y la concha nacar *Pteria sterna* (Pteriidae). Así mismo, hay especies que presentan importancia potencial, como la almeja navaja, *Tagelus californianus* (Solercutidae); la almeja cofre, *Arca pacifica* (Arcidae); la almeja violín, *Cardita affinis* (Cardidae) y el ostión negro, *Hyotissa fisheri* (Gryphaeidae) (Baqueiro, 1987).

La reproducción de los seres vivos, entendida como la perpetuación del genotipo, es sin lugar a duda, el acontecimiento más importante en el ciclo de vida de los organismos. Sastry (1979), Andrews (1979) y Mackie (1984) han contribuido en el estudio del conocimiento de la reproducción de la Clase Bivalvia, aunque la información que existe se refiere principalmente a las especies más importantes desde el punto de vista económico.

En la costa occidental de México se han estudiado los ciclos reproductivos de varias especies, en Baja California Sur destacan los trabajos de *Pinctada mazatlanica* (Sevilla, 1969), *Pinna rugosa*

(Noguera y Gómez-Aguirre, 1972), *Argopecten circularis* (Baqueiro et al., 1981; Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993; Félix-Pico, 1993), *Anadara tuberculosa* (Baqueiro et al., 1982), *Modiolus capax* (Ochoa-Báez, 1985), *Chione undatella* (Baqueiro y Massó, 1988), *Megapitaria squalida* (Villalejo-Fuerte et al., 1996), *Chione californiensis* (García-Domínguez et al., 1993; García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995), *Megapitaria aurantiaca* (García-Domínguez et al., 1994a), *Glycymeris gigantea* (Villalejo-Fuerte et al., 1995), *Megapitaria squalida* (Villalejo-Fuerte et al., 1996a), *Laevicardium elatum* (Villalejo-Fuerte et al., 1996b), *Cardita affinis* y *Arca pacifica* (Gorrostieta-Hurtado, 1997), *Dosinia ponderosa* (Arreola-Hernández, 1997).

La disposición del aparato reproductivo en bivalvos gonocóricos es similar en machos y hembras. La gónada se localiza dorsalmente, muy cerca de la glándula digestiva. En la subfamilia Chioninae (Familia Veneridae), cuando la gónada está madura, los folículos y túbulos ocupan todo el espacio disponible en la cavidad visceral, se extienden a través del tejido conjuntivo y rodean el aparato digestivo. Los ductos tributarios de los folículos de las hembras y túbulos en los machos, gradualmente convergen posterodorsalmente para formar el gonoducto, que pasa por debajo del pericardio y conduce al exterior las células sexuales a través del gonoporo, que se encuentra situado en la cavidad suprabranquial (Jones, 1979). En los bivalvos, el dimorfismo sexual se manifiesta en pocas especies, por ejemplo en *Dysnomia capsaeformis* y *D. brevidens*, donde la diferencia entre sexos está dada por la morfología de la concha (Walker, 1917 citado en Mackie, 1984), sin embargo no se ha observado en la subfamilia Chioninae. Los bivalvos pueden ser gonocóricos, es decir, que los sexos radican en diferentes individuos o pueden ser hermafroditas, en los que cada individuo posee ambos sexos (Mackie, 1984).

El desarrollo de la gónada a partir del epitelio germinal (cuando aún no existe determinación sexual) hasta la madurez, e incluso la liberación de los gametos, está determinado por una serie de factores que aunque tienen diferente origen, actúan de modo simultáneo, dichos factores son endógenos, si se originan en los individuos a través de características propias de la especie (como el control endocrino) y exógenos, si tienen su origen en las características físicas y químicas propias del ambiente que les rodea. Los factores exógenos, junto con las características genotípicas propias de la especie, determinan el ciclo reproductivo del organismo, lo que da como resultado un patrón particular de reproducción, en el que se regulan la duración, intensidad y frecuencia del mismo, de modo que los individuos presentan un patrón característico de ciclo reproductivo.

Tabla I. Principales especies de bivalvos que se explotan en Baja California Sur  
(Holguín, 1976; Baqueiro et al., 1982, Baqueiro y Guajardo, 1984).

FAMILIA	NOMBRE COMUN	ESPECIE
Veneridae	Almeja Pismo	<i>Tivela stultorum</i>
	Chocolata Negra	<i>Megapitaria squalida</i>
	Chocolata Roja	<i>Megapitaria aurantiaca</i>
	Almeja Blanca	<i>Dosinia ponderosa</i>
	Roñosa de Risco	<i>Periglypta multicostata</i>
	Almeja Roñosa	
<i>Chione gnidia</i>		
<i>Chione californiensis</i>		
Pectinidae	Almeja Catarina	<i>Argopecten ventricosus</i>
	Mano de León	<i>Lyropecten subnodosus</i>
Pinnidae	Callo de Hacha	<i>Pinna rugosa</i>
Ostreidae	Ostión de Roca	<i>Striostrea prismatica</i>
	Ostión de Mangle	<i>Saccostrea palmula</i>
Arcidae	Pata de Mula	<i>Anadara tuberculosa</i>
Glycymerididae	Almeja Indio	<i>Glycymeris gigantea</i>
Spondylidae	Almeja Burra	<i>Spondylus calcifer</i>
	Almeja Viejita	<i>Spondylus princeps</i>
Cardiidae	Almeja Botijona	<i>Laevicardium elatum</i>

El efecto que ejercen las características del ambiente en el ciclo reproductivo de los bivalvos se registró por primera vez por Lo Bianco (1909) y Schmidt (1909) (citados en Sastry, 1979). Orton (1920), presentó una idea bastante clara de lo que ocurre con la distribución y la reproducción de algunos invertebrados marinos, incluidos los bivalvos, y tomó en cuenta las características ambientales. La relación que guarda el patrón reproductivo de los bivalvos con los factores ambientales ha sido revisado por Giese (1959), Sastry (1970, 1979), Giese y Pearse (1974) y Mackie (1984). La temperatura, disponibilidad de alimento, y la salinidad entre otros, han sido señalados como los factores más importantes en la regulación del ciclo reproductivo de los bivalvos marinos (Thorson, 1950; Mason, 1958; Sutherland, 1970; Rae, 1978) (Tabla II). Aunque la actividad neurosecretora como proceso endocrino, juega un papel muy importante al coordinar los procesos

fisiológicos para producir una respuesta relacionada con los cambios en el ambiente (Sastry, 1975), los factores exógenos son relativamente más fáciles de evaluar al estudiar el ciclo reproductivo de los bivalvos.

El patrón del ciclo reproductivo de una especie en un área geográfica determinada, puede variar en relación a las diferencias en la temperatura ambiental que se presenta año con año. Ropes (1968) determinó que el ciclo reproductivo de *Spisula solidissima* (Veneroidea: Mactridae) en New Jersey, tiene dos ciclos gametogénicos anuales en años considerados como normales, y que en años en los que la temperatura es más baja, el segundo ciclo gametogénico anual no se lleva a cabo.

En los ciclos reproductivos de muchos bivalvos marinos se han observado diferencias que pueden deberse a las condiciones ambientales propias de cada localidad; es decir, el ciclo reproductivo de una especie que habita en distintas zonas climáticas puede variar en relación al ambiente local, puesto que la reproducción de una especie es una respuesta genéticamente controlada al ambiente (Sastry, 1970). En *Mercenaria mercenaria*, las diferencias en el ciclo gonádico de distintas poblaciones se deben a diferentes respuestas fenotípicas a la variación de los factores ambientales (Loosanoff, 1937; Porter, 1964; Hesselman et al., 1989). La reproducción de esta especie, que se encuentra relacionada filogenéticamente con *Chione* (Harte, 1992), ha sido estudiada en diferentes localidades (Keck et al., 1975; Eversole et al., 1980; Dalton y Menzel, 1983; Manzi et al., 1985 y Heffernan et al., 1988) y los resultados muestran que existe variabilidad relacionada con las características propias de cada localidad.

Así mismo, Brousseau (1987) observó que una población de *Mya arenaria* en Westport, Connecticut, presentó un periodo de reproducción con un ciclo gametogénico anual, mientras que una población localizada en Stonington, al norte de Westport, tuvo dos ciclos gametogénicos anuales. Por otro lado, el venerido *Tapes philippinarum* presentó un ciclo gametogénico anual en Washington (Holland y Chew, 1974) y en el sur de Irlanda (Xie y Brunell, 1994), dos periodos de reproducción en Japón (Ohba, 1959) y la costa Atlántica de Marruecos (Shafee y Daoudi, 1991), y tres periodos de reproducción en el sur de España (Sarasquete et al., 1990).

Tabla II- Algunos factores físicos y el efecto ejercido en la reproducción de algunos bivalvos (Mackie, 1984 en parte).

FACTOR	EFFECTO OBSERVADO	AUTOR
Temperatura	Dispara y controla la intensidad del desove	Caddy, 1967; Loosanof, 1960; Giese, 1959; Sastry, 1966a, 1975, 1979
Periodicidad lunar	Sincronización del desove, frecuencia pico de larvas	Orton, 1926; Knight-Jones, 1952; Galtsoff, 1964
Profundidad	Tamaño de gónadas, patrón del ciclo reproductivo	Scheltema, 1972; Sutherland, 1970
Disponibilidad y abundancia de alimentos	Producción de gametos, desarrollo de gónadas, éxito reproductivo, tamaño de la gónada	Sastry, 1968; Griffiths y King, 1979; Sastry, 1968; Sastry, 1979
Factores densodependientes	Fecundidad, sobrevivencia de larvas	Rae, 1979; Mackie et al., 1978
Parásitos	Castración parasitaria, esterilidad	Cheng, 1967; Sinderman, 1970; Mackie, 1976; García-Domínguez, 1994
Salinidad	Induce desove	Wilson, 1969; Rao, 1951
Presencia de gametos del sexo opuesto	Induce desove	Bayne, 1965; Lubet, 1951; Galtsoff, 1964
Tipo de sustrato, competencia y contaminación	Afecta reproducción	Mackie et al., 1978

Se ha observado que las especies de bivalvos que tienen distribución muy amplia, presentan un intervalo mayor de temperatura adecuada para la reproducción que las especies con distribución más limitada (Orton, 1920; Sastry, 1966a, 1979). Cuando una especie de altas latitudes presenta poblaciones que se distribuyen hacia latitudes cada vez más bajas, la reproducción se puede llevar a cabo a una temperatura relativamente baja, es decir, que el período de reproducción puede durar más tiempo respecto de las poblaciones residentes en latitudes altas, y se ha observado que como consecuencia disminuye la intensidad de la reproducción, es decir, el porcentaje de la población que se encuentra en desove en un momento dado (Giese y Pearse, 1974; Sastry, 1979; Mackie, 1984). En especies que se originaron en latitudes bajas pero que presentan poblaciones que se distribuyen hacia latitudes altas, éstas se reproducen principalmente en la temporada más cálida y el período reproductivo es más corto y más intenso. Las observaciones permiten establecer que cuando el ambiente alcanza la temperatura óptima para la reproducción de una especie de bivalvo, ésta se reproduce por mayor tiempo en una localidad de latitud más baja o más cálida, puesto que la temperatura en tal situación permanecerá por más tiempo arriba del límite inferior que necesita esa población para la reproducción (Orton, 1920). Este fenómeno es llamado "Regla de Orton", y sólo es válido al hacer comparaciones intraespecíficas (sobre todo entre razas fisiológicas) y no entre especies (Galtsoff, 1961).

Para la producción de gametos es necesaria una cantidad de energía adicional, por lo que existe una relación estrecha entre el ciclo gametogénico y la energía disponible (Bayne, 1965; Sastry, 1968; Barber y Blake, 1983; MacDonald y Thompson, 1986), por lo que el desove puede estar relacionado con la disponibilidad de alimento. Para asegurar el desarrollo de la prole y la recuperación de la energía empleada durante el desove, muchos bivalvos marinos tienden a reproducirse cuando la disponibilidad de alimento es más alta (Bayne, 1976). Es por esto que las diferencias cuantitativas y temporales en la cantidad de alimento disponible, pueden influir en el ciclo reproductivo incluso más que otros factores como la temperatura y la latitud (Emmett et al., 1987; Jaramillo et al., 1993). Estas observaciones señalan que el efecto latitudinal (que está relacionado con la temperatura y su estacionalidad) y los factores exógenos como temperatura y disponibilidad de alimento, influyen en el ciclo reproductivo de los bivalvos marinos.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1. Posición taxonómica y distribución de *Chione californiensis* Broderip, 1835

Por las características morfológicas y anatómicas de *C. californiensis*, la ubicación taxonómica es clara, aunque se registran algunas sinonimias en la literatura científica (Keen, 1971; Abbott, 1974; Morris et al., 1980):

Phylum **Mollusca** Cuvier, 1797

Clase **Bivalvia** Linnaeus, 1758

Subclase **Heterodonta** Neumayr, 1884 (Lamelibranchia)

Orden **Veneroida** H. y A. Adams, 1856

Superfamilia **Veneracea** Rafinesque, 1815

Familia **Veneridae** Rafinesque, 1815

Subfamilia **Chioninae** Frizzell, 1936

Género **Chione** Mühlfeld, 1811

Subgénero **Chione** Mühlfeld, 1811

Especie **Chione californiensis** Broderip, 1835

Sinonimias: *Venus succinata* Valenciennes, 1827 (no Linnaeus, 1767); *V. leucodon* Sowerby, 1835; *V. nutalli* Conrad, 1837; *C. gealeyi* y *C. durhami* Parker, 1949. El género *Chione* está formado por 21 a 24 especies distribuidas en seis subgéneros (Abbott, 1974; Keen, 1971):

**Illiochione** Olsson, 1961

**Chionista**, Keen, 1958

**Chionopsis** (*Gnidiella* en parte Parker, 1949) Olsson, 1932

**Lirophora** Conrad, 1863

**Timoclea** Brown, 1827

**Chione** Mühlfeld, 1811

**Descripción:** Por lo general mide de 4 a 6 cm de ancho y de 4 a 7 cm de largo, concha subtrigonal, moderadamente comprimida, con costillas filosas y concéntricas cuyos márgenes se prolongan hacia arriba, con costillas radiales más bien bajas, anchas y redondeadas. Lúnula estriada y en forma de corazón, escudo en forma de "V" en sección transversal, largo y liso. La región dorsal posterior de la valva derecha no es tan lisa y se sobrelapa a la valva izquierda. Parte exterior de la concha de color blanco-cremoso, con líneas en el escudo. Parte interior de las valvas de color blanco, comúnmente con una mancha de color púrpura en el final posterior (Fig. 1).

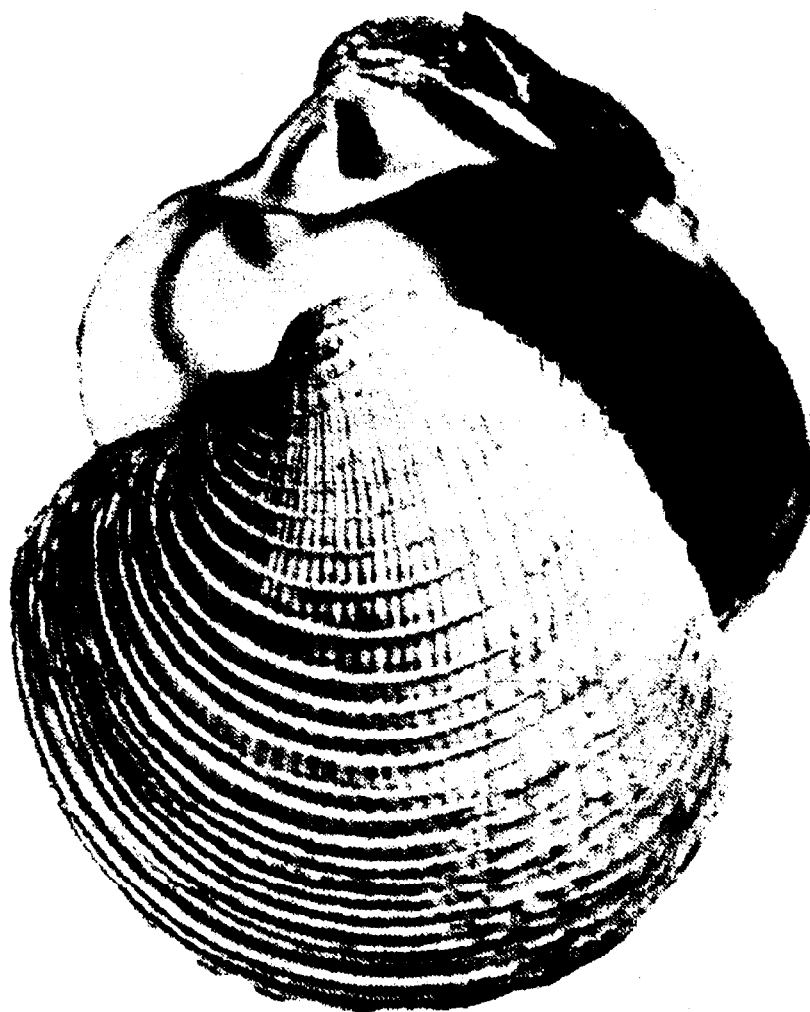


Figura 1. *Chione californiensis* Broderip, 1835 (Abbott, 1974).

De acuerdo con el registro paleontológico, Stenzel (1955) sugirió que el género *Chione* tuvo su origen en *Mercenaria* Schumacer, 1817 a finales del Oligoceno tardío. Jones (1979), al comparar la morfología de conchas de *Mercenaria* que datan del Oligoceno y conchas de individuos juveniles recientes, con la morfología del género actual *Chione*, mencionó que éste se originó de una especie ancestral de *Mercenaria*, durante el Oligoceno tardío. Por otro lado la evidencia de tipo anatómico y biomolecular permitió a Harte (1992) sugerir la ubicación de *Anomalocardia* y *Mercenaria* como subgéneros de *Chione*. El género *Chione* se distribuye a lo largo de ambas costas de América, en el Este desde Carolina del Norte, Florida, Texas, Golfo de México y Campeche, hasta Brasil y en el Oeste desde San Pedro, California, Baja California, Golfo de California, Panamá, Colombia y Ecuador hasta Perú (Abbott, 1974). Particularmente *C. californiensis* (conocida popularmente como almeja "roñosa", "china" o "chirla") se distribuye en el Océano Pacífico desde Punta Mugu, California, E.U. hasta Panamá. Es un bivalvo que vive desde la zona intermareal hasta los 69 metros de profundidad (Keen, 1971). Como especie perteneciente a la infauna, es cavador y suele enterrarse unos centímetros debajo de la superficie del sedimento (Lindner, 1983; Morris, 1973).

Keen (1971) menciona que puede ser encontrada en zonas lodosas con la marea baja, sin embargo es una especie común y ampliamente distribuida en la zona entre mareas, de acuerdo con las observaciones de García-Domínguez et al. (1994). McNulty (1962 a y b) y Jones (1964) escribieron acerca de la distribución por tipo de sedimento de *C. cancellata* y *C. undatella* respectivamente. Baqueiro y Stuardo (1977) estudiaron la reproducción de *C. undatella* en La Paz, Baja California Sur, mientras que Martínez-Córdova (1987) estudió la distribución por tallas y abundancia de *C. gnidia* y *C. fluctifraga*, en Sonora, esta última especie, objeto de estudio bioecológico por parte de Martínez-Córdova (1988). Por otro lado este género se ha utilizado como bioindicadores de hidrocarburos clorados (Gutiérrez-Galindo et al., 1988), *C. stutchburyi* como bioindicador de plomo (Purchase y Ferguson, 1986) y *C. californiensis* como bioindicador de DDT en el Alto Golfo de California (Nuñez-Esquer, 1975).

Los trabajos más importantes sobre este género en la Bahía de La Paz, son el de Baqueiro y Masso (1988), en el que estudian algunos aspectos poblacionales y reproductivos en *C. undatella* y el de García-Domínguez (1991) que estudió aspectos reproductivos, poblacionales y la fauna asociada de *C. californiensis*.

## 2.2. Alimentación

En el aparato branquial de *C. californiensis*, como en el de todos los organismos que pertenecen a la subclase Lamellibranchia, los filamentos branquiales se han modificado de modo que puede filtrar partículas suspendidas y fitoplancton del agua que le rodea, y usarlas como alimento, por lo que se dice que es un organismo filtrador. García-Domínguez (1991) estudió el contenido estomacal de la población de *C. californiensis* residente en la Laguna de La Paz, B.C.S y encontró que el 100% del contenido está formado principalmente por *Nitzschia* sp. (33.35%), *Ceratium* sp. (13.9%), *Navicula* sp. (13.19%) y *Amphora* sp. (10.03%), todas estas especies bentónicas. En ningún caso se registró detritus como componente alimenticio, aunque no se descarta la posibilidad de que en alguna circunstancia particular este último sea usado como alimento. García-Domínguez et al. (1994b) estudiaron la alimentación de *C. gnidia* y *C. undatella* en la Laguna de La Paz, B.C.S.

## 2.3. Crecimiento

Castro-Ortiz y García-Domínguez (1993) analizaron el crecimiento de *C. californiensis* en la Laguna de La Paz. Sus resultados describen un crecimiento continuo estacional que disminuye durante el invierno. De acuerdo con los resultados descritos por los autores, el período de reclutamiento fue de agosto de 1988 a finales de julio de 1989, lo que coincide con los datos aportados por Ruiz-Verduzco y Cáceres-Martínez (1990), quienes mencionan la presencia de larvas de *Chione* sp. en colectores durante el período de septiembre a abril, con el máximo de septiembre a octubre.

## 2.4. Aspectos pesqueros

La mayoría de los bivalvos, excepto los que pertenecen a la familia Ostreidae, son catalogados como "almejas" en las Estadísticas Pesqueras Mexicanas, y las constituyen principalmente las familias Pectinidae, Veneridae, Glycymerididae, Lucinidae y Cardidae (FAO, 1993). La pesquería de la almeja "china", "roñosa" o "chirila" está sustentada por varias especies del género *Chione*, entre las que destacan por su abundancia *C. undatella* y *C. californiensis* (García-Domínguez, 1991). Baqueiro (1987) en su trabajo acerca del cultivo de bivalvos en México, señala a *C. californiensis* como una especie que se puede considerar como recurso potencial, pesquero y de cultivo.

## 2.5. Ecología

La comunidad de organismos bentónicos, pertenecientes a la infauna y la epifauna en la región intermareal de la zona costera de Baja California Sur, es muy compleja e incluye gran cantidad de especies (Brusca, 1980; Morris et al., 1990). En Punta Arena y Santispac (en Bahía Concepción, B.C.S.), *C. californiensis* ha sido encontrada en la zona entre mareas, entre uno y diez metros de profundidad en sustrato formado por arena-limo, junto con *Chione* sp., *C. undatella*, *Dosinia ponderosa*, *Megapitaria squalida*, *Anadara multicostata* y *Glycymeris gigantea*. En San Carlos, Bahía Magdalena, *C. californiensis* suele ser encontrada junto con *C. gnidia*, *C. fluctifraga* y *M. squalida*. En la Laguna de La Paz, *C. californiensis* vive junto a *Donax navicula*, *Laevicardium elenensi* y *Trachicardium panamensis* (García-Domínguez com. per.). El factor determinante en la distribución de *C. californiensis* es la proporción en la que se presentan la arena y la arcilla en los sedimentos, mientras que la temperatura y la salinidad no son factores limitantes para la presencia de esta especie (García-Domínguez et al., 1994b).

Particularmente en la Laguna de La Paz, se ha establecido con seguridad que *Natica chemnitzii*, *Polinices reclusianus* (Naticidae) y *Eupleura muriciformis* (Muricidae) son, en ese orden de importancia, los principales gasterópodos depredadores de *C. californiensis*. *Oliva spicata* también estuvo presente en los sedimentos junto a *C. californiensis*, sin embargo, no se observó depredación alguna por este gasterópodo en el bivalvo, tal vez debido a la protección que brindan las costillas concéntricas de la concha. También se ha encontrado a *Pinnotheres* sp. como comensal en la cavidad del manto de este venérico (García-Domínguez et al., 1991).

Por otro lado García-Domínguez y Levy-Pérez (1995) encontraron a *Bucephalus* sp. (Trematoda: Digenea) como parásito de la gónada en el 0.5% de los individuos muestreados en la población de *C. californiensis* de la Laguna de La Paz.

## 2.6. Reproducción

El ciclo gonádico de esta especie ha sido estudiado por García-Domínguez et al. (1993 y García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995) en dos localidades de Baja California Sur: Puerto San Carlos, Bahía Magdalena y la Laguna de La Paz. Estos autores encuentran una posible relación entre la temperatura local y el porcentaje de individuos de la población en desove. Las características del ciclo reproductivo en estas localidades se resumen en la Tabla III.

La población de *C. californiensis* en La Paz, B.C.S. presenta individuos en desove durante nueve meses, con el mayor porcentaje en agosto y en noviembre. En la población de esta especie que reside en Puerto San Carlos (en Bahía Magdalena), el desove se presenta por un período de seis meses, con la mayor proporción en agosto. Aparentemente el principal factor exógeno que regula el ciclo reproductivo en estas poblaciones es la temperatura del agua. En ambas localidades el inicio del desove coincide con una temperatura ambiental de 24°C, y en el periodo en el que hubo mayor proporción de desove se registró una temperatura de 29-30°C. No se ha estudiado aún la regulación de la reproducción por factores endógenos en esta especie.

Tabla III. Caracterización de la reproducción de *C. californiensis* en la Laguna de La Paz y Puerto San Carlos, Baja California Sur (García-Domínguez, 1991; García-Domínguez et al., 1993 y García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995).

Zona de Estudio	Laguna de La Paz	San Carlos, Bahía Magdalena
Intervalo de muestreo	Marzo 1988-Septiembre 1989	Mayo 1988-Septiembre 1989
Muestra mensual	40 individuos	30 individuos
Epoca de desove	abril-diciembre	abril-septiembre
Máximo de desove	agosto 60%, noviembre 47%	agosto 53.3%
Temperatura en máximo desove	30°C y 22°C	29°C
Temperatura de inicio de desove	24°C y 22°C	24°C

Otras especies como *C. undatella* en la Laguna de La Paz (Baqueiro y Masso, 1988) y *C. cancellata* en Florida (Moore y López, 1969) tienen un período reproductivo continuo durante todo el año. Sin embargo, no hay estudios sobre la reproducción de *C. californiensis* en Bahía Concepción, ni hay estudios comparativos acerca de los ciclos gametogénicos de poblaciones de esta especie residentes en diferentes localidades.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La legislación pesquera en México, establece que todos los recursos bentónicos deben de ser evaluados antes de emitir un permiso de pesca. Una evaluación previa al inicio de un aprovechamiento comercial indica la disponibilidad del recurso en un momento dado, pero no define el régimen de explotación y la vulnerabilidad de la especie, por lo que deben conocerse los parámetros poblacionales para determinar el potencial de regeneración. Los parámetros poblacionales mas importantes en una pesquería son: abundancia del recurso, estructura poblacional, grupos de edades, crecimiento, mortalidad, reproducción y fecundidad (Baqueiro et al., 1992).

En México, en 1995, se capturaron 9, 140 toneladas de almeja, de las cuales en Baja California Sur, corresponden 6, 364 ton. lo que representa el 83.78% de la captura del Pacífico y el 75.38% de la captura de almeja a nivel nacional (SEPESCA, 1995). El conocimiento de la reproducción de las poblaciones de bivalvos puede ser usado para diseñar técnicas eficientes para lograr el mejor acondicionamiento en cultivo o inducir el desove. También puede ser aprovechado para ayudar a evitar el agotamiento de los bancos sobreexplotados y su conservación, así como para promover la repoblación de bancos naturales. Por la ausencia de estudios acerca de la reproducción de *C. californiensis* en Bahía Concepción y con base en los antecedentes mencionados, se sugiere el estudio del ciclo reproductivo de esta especie en Bahía Concepción y la evaluación de la reproducción en relación a otras poblaciones de esta especie residentes en la Laguna de La Paz y en Bahía Magdalena. Por otro lado en Bahía Magdalena, a diferencia de Bahía Concepción y la Bahía de La Paz, se encuentra en un régimen climático diferente ya que está relacionado con la zona de transición templado-tropical y bajo el efecto directo de la Corriente de California. La información biológica que producirá este trabajo contribuirá al entendimiento de la biología reproductiva de *C. californiensis* en Baja California Sur, de modo que se comprendan mejor las diferencias y semejanzas que existen entre las poblaciones de esta especie y el ambiente que les rodea (además dará pauta para posteriores investigaciones).

## 4. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es describir el ciclo gonádico de *C. californiensis*, y su relación con la temperatura del agua, el fotoperiodo, y la concentración de clorofila de cada localidad, así como efectuar una comparación de este fenómeno en poblaciones de esta especie residentes en Bahía Concepción, Bahía Magdalena y La Laguna de La Paz, Baja California Sur.

### 1.5.1. Objetivos particulares.

- Describir histológicamente las gónadas de ambos sexos.
- Encontrar la frecuencia de tallas, proporción de sexos y prevalencia de parasitismo en cada población.
- Calcular el índice gonadosomático en las tres poblaciones.
- Determinar la distribución mensual de frecuencias de desarrollo gonádico a lo largo del periodo de muestreo (índice de madurez e índice gonádico).
- Identificar la temporada de madurez y de máxima actividad reproductiva de las poblaciones de *C. californiensis* que residen en cada localidad durante un mismo ciclo anual.
- Estimar el diámetro promedio mensual de los ovocitos.
- Describir el ciclo gonádico de *C. californiensis* en la población en Bahía Concepción, Bahía Magdalena y la Laguna de La Paz, Baja California Sur.
- Determinar la relación de los periodos de madurez y desove con las variaciones de temperatura, fotoperiodo, y cantidad de clorofila en cada localidad de estudio.
- Determinar las diferencias en el patrón reproductivo entre las tres poblaciones de esta especie.

## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

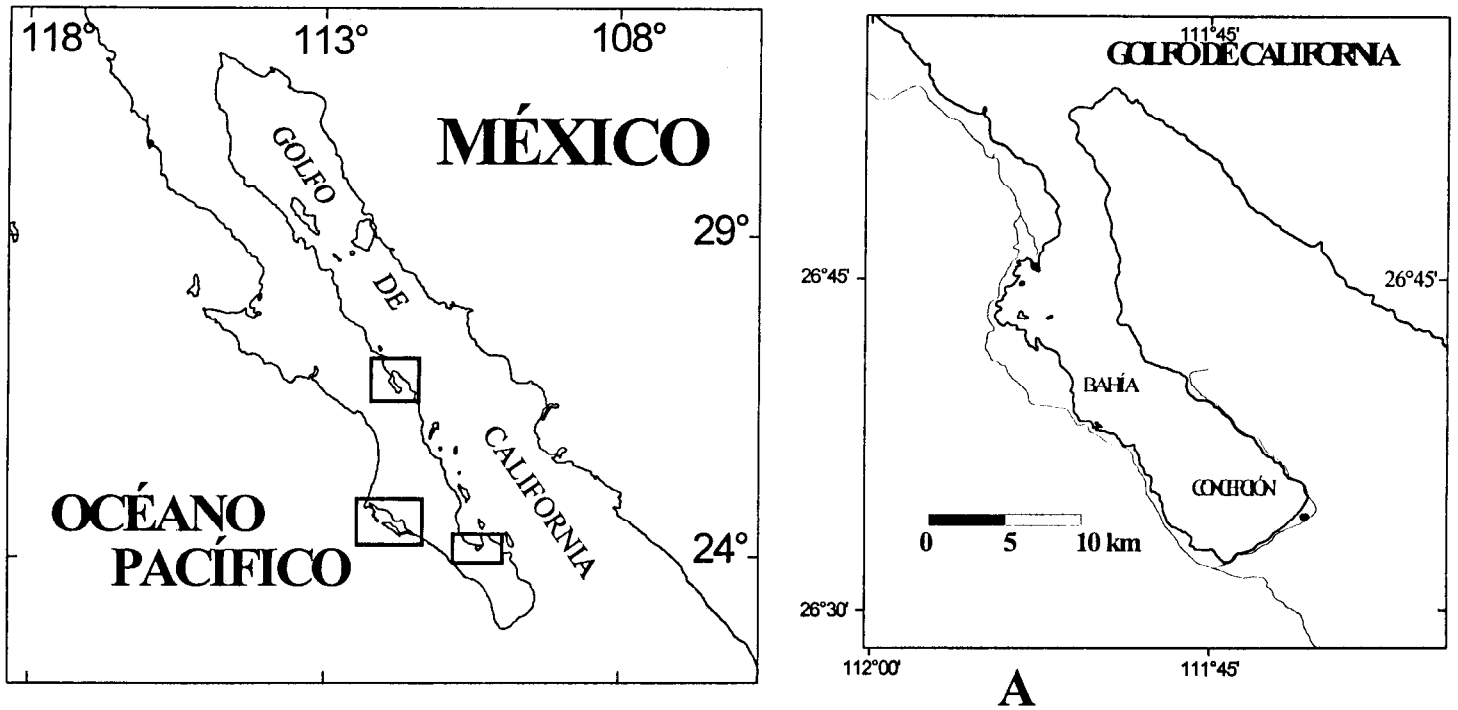
### 5.1. ÁREA DE ESTUDIO

Las colectas se realizaron en tres localidades de Baja California Sur: Las Palmitas, en La Laguna de La Paz; Punta Arena, en Bahía Concepción y Puerto San Carlos en Bahía Magdalena (Fig. 2).

La Laguna de La Paz se localiza entre los 24°06' N y 24°10' N y los 110°19' W y 110°25' W. Tiene un área de 45 km<sup>2</sup> aproximadamente y se comunica con la Bahía de La Paz a través de un canal de 1.5 km de ancho y 4 km de largo. La profundidad máxima es de 6 a 7 m y presenta una pendiente muy suave. Se localiza en clima semidesértico con una temperatura media anual de 23.5°C, presenta lluvias en verano con una precipitación media anual de 250 mm. Los vientos del sureste son dominantes de marzo a agosto y los del noroeste dominan de octubre a febrero. La salinidad promedio es de 36 ‰ y la temperatura superficial del agua varía entre 18°C y 30°C. El fondo está constituido principalmente de sedimentos de arena y de fango de origen aluvial, la orilla norte es de arena fina bien seleccionada, la orilla oeste es de arena-limo y la sur y sureste de arena-limo-arcilla (Nava y Cruz-Orozco, 1989 y Cruz-Orozco et al., 1989), la localidad Las Palmitas, esta localizada a los 24°10' N y 110°24' W (Figs. 2, 3).

Bahía Concepción está localizada en la costa oriental de la Península de Baja California, entre los 26°55' N y 26°30' N y los 112°00' W y 111°40' W. Tiene una longitud de 39 Km y una anchura máxima de 10 Km con una orientación NO-SE (MacFall, 1968) y presenta un área de 281.93 Km<sup>2</sup> (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993). La parte norte de la Bahía está limitada por Punta Gallito y Punta Santo Domingo, entre las que existe comunicación con el Golfo de California. Presenta playas rocosas y arenosas, es un cuerpo de agua somero, con mayor profundidad en la parte central. La temperatura varía de los 12°C durante el invierno a los 32°C en el verano, predominan los sedimentos arenosos y fangosos, la localidad Punta Arena se localiza a los 24°48' N y 112°09' W (Figs. 2, 4).

Bahía Magdalena se localiza en la costa occidental de la Península de Baja California, entre los 24°15' N y 25°20' N y entre los 111°30' W y 112°15' W. Está constituida por un sistema lagunar que cubre una superficie de 114 600 Km<sup>2</sup>, se divide en tres zonas bien diferenciadas, la zona Noroeste es conocida como Santo Domingo, tiene forma irregular, está compuesta por gran cantidad de esteros, lagunas y canales, con una profundidad promedio de 3.5 m. La zona central, propiamente Bahía Magdalena, se encuentra conectada con mar abierto a través de una boca ancha de 38 m de profundidad, y la zona que comprende a Bahía Almejas, que conecta con mar abierto a través de una boca con profundidad que no permite la navegación. Bahía Magdalena presenta clima caliente y seco. La precipitación anual es de 125 mm en promedio, 71 mm en otoño e invierno y el resto en primavera y verano (Rueda-Fernández, 1983). La velocidad de la corriente es de 0.24 a 1 metro por segundo (Alvarez-Borrego et al., 1975). La temperatura promedio anual es de 20°C, la máxima se presenta entre julio y agosto y es de 34°C a 41°C y la mínima entre los meses de enero a febrero, de 4°C a 9°C. La temperatura superficial máxima del agua es de 28°C y mínima de 16°C en promedio. La salinidad superficial máxima es de 39.2 ‰ en los canales y la mínima es de 34 ‰. El área frente a Bahía Magdalena está sujeta a divergencia oceánica durante todo el año (Parrish et al., 1981) y las surgencias alcanzan a penetrar a su interior. La localidad Puerto San Carlos se localiza a los 26°47' N y 111°51' W (Figs. 2, 5).



Península de Baja California, en los recuadros se señalan las áreas de estudio.

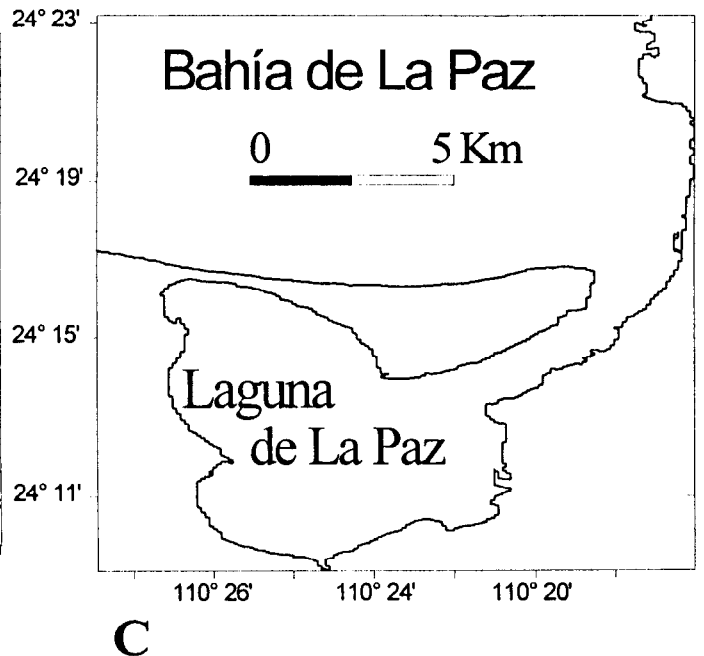
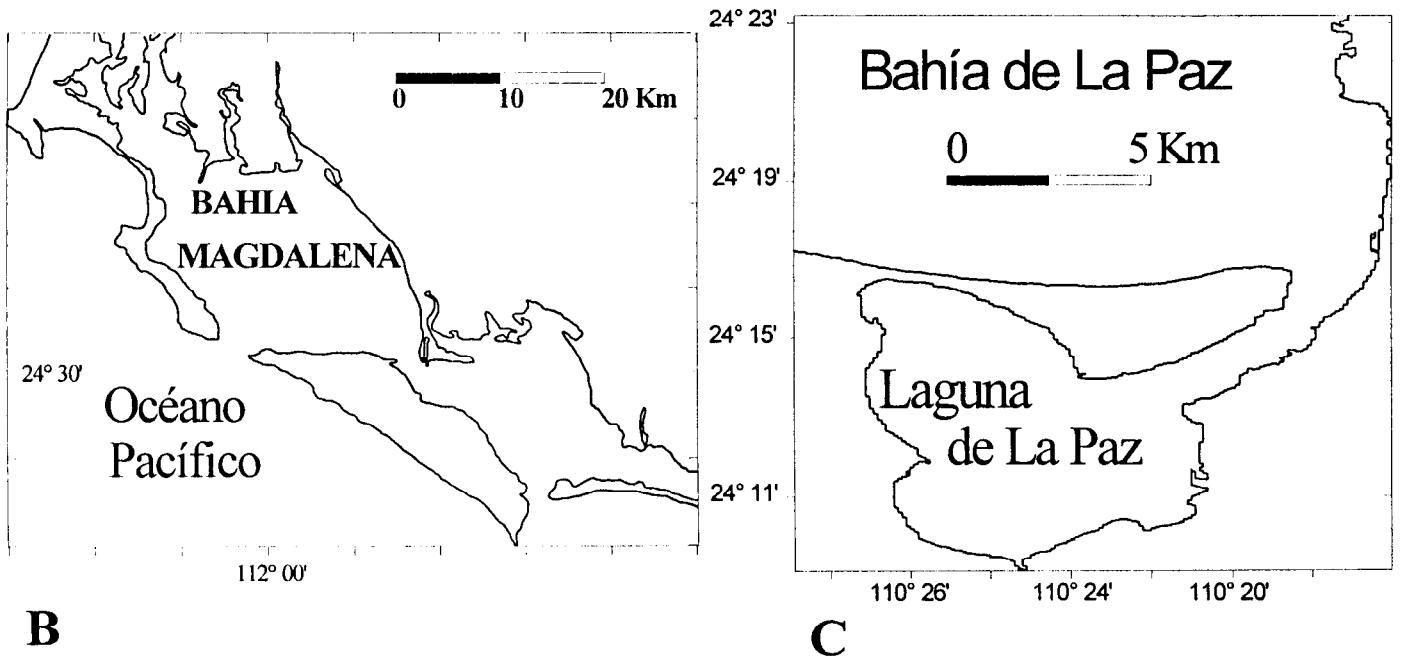
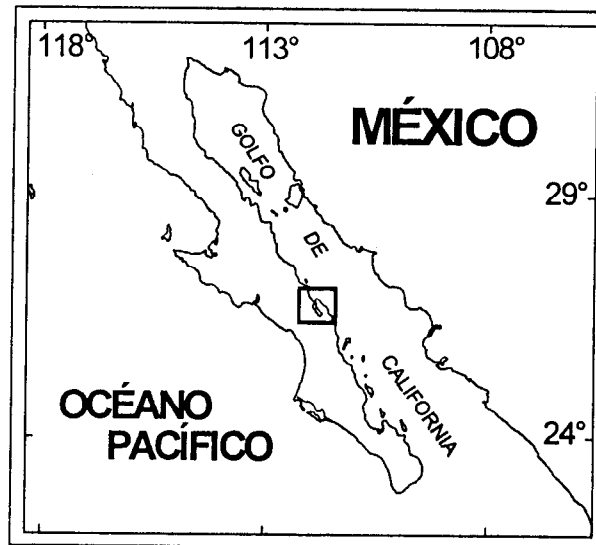


Figura 2. Mapa de localización de las áreas de estudio, A- Bahía Concepción, B- Bahía Magdalena, C- Laguna de La Paz.



Península de Baja California, en el recuadro Bahía Concepción, B.C.S.

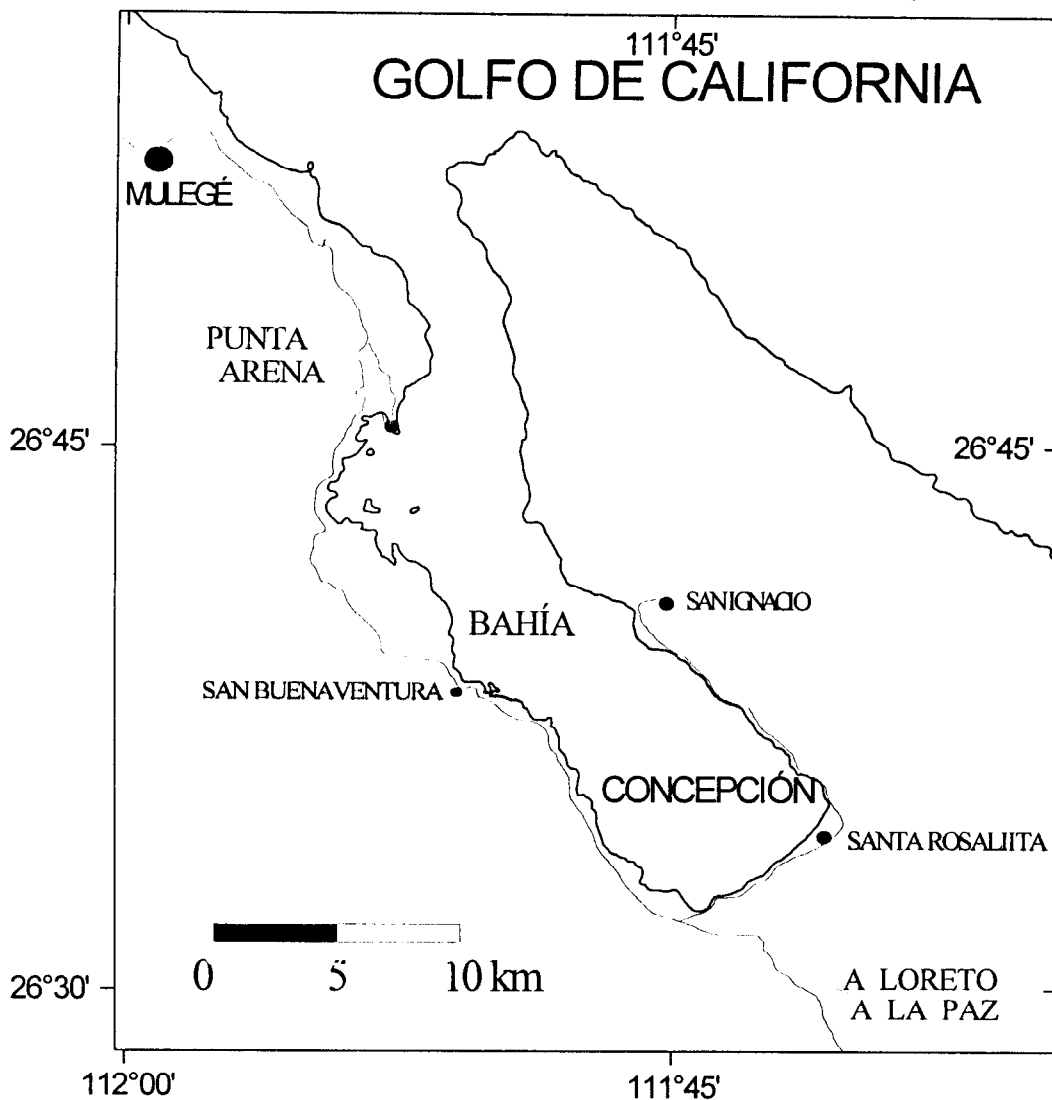
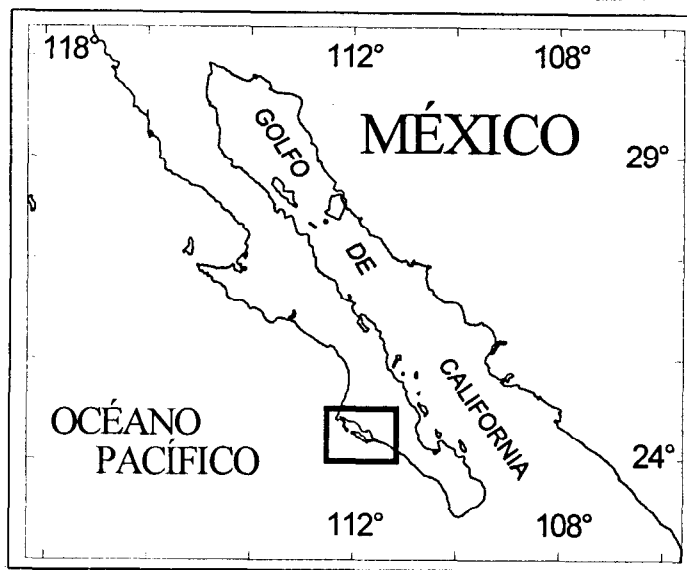


Figura 3 . Mapa de localización de Punta Arena, en Bahía Concepción, Baja California Sur.



Península de Baja California, en el recuadro Bahía Magdalena, B.C.S.

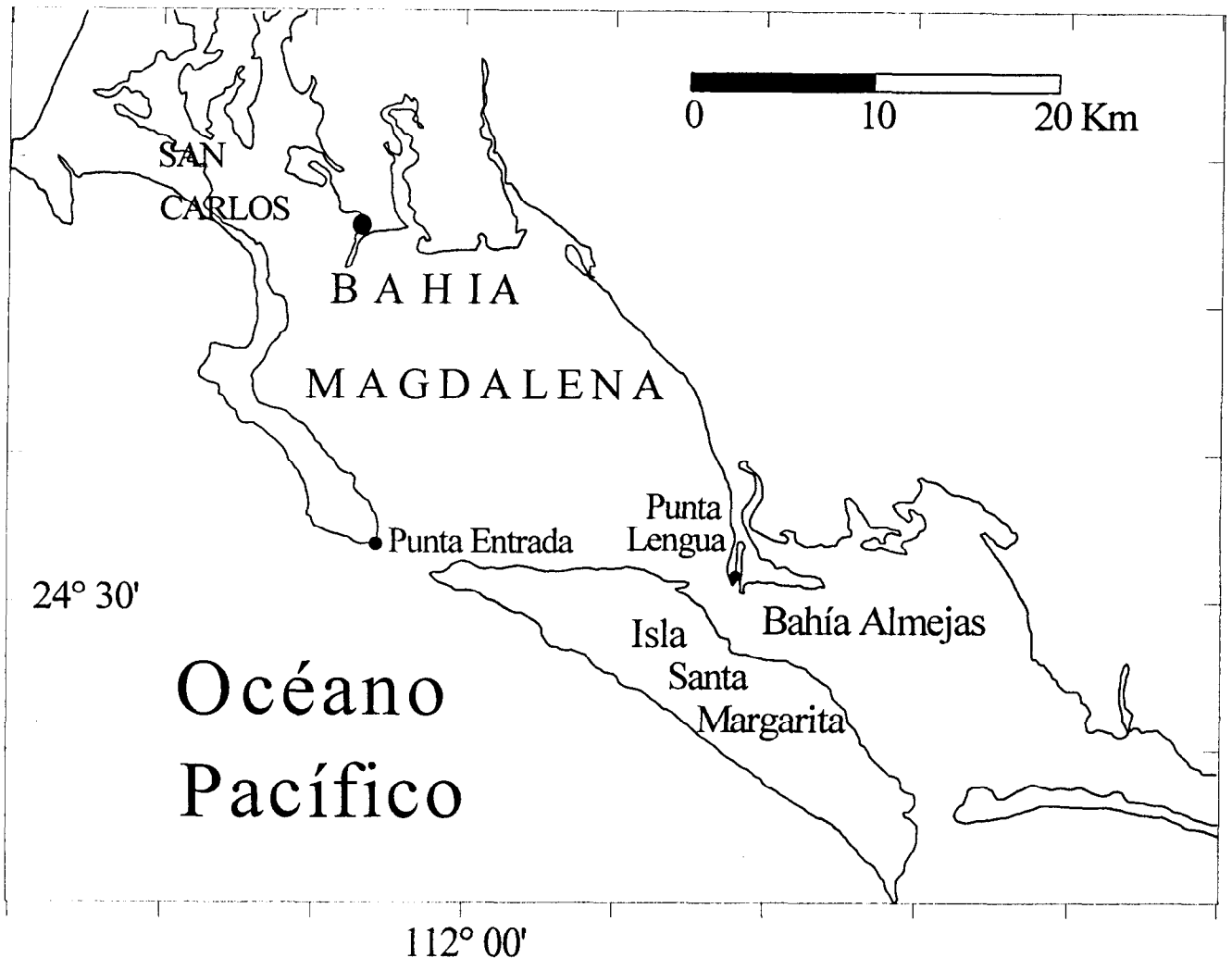


Figura 4 . Mapa de localización del área de estudio, Puerto San Carlos, Bahía Magdalena, B.C.S.

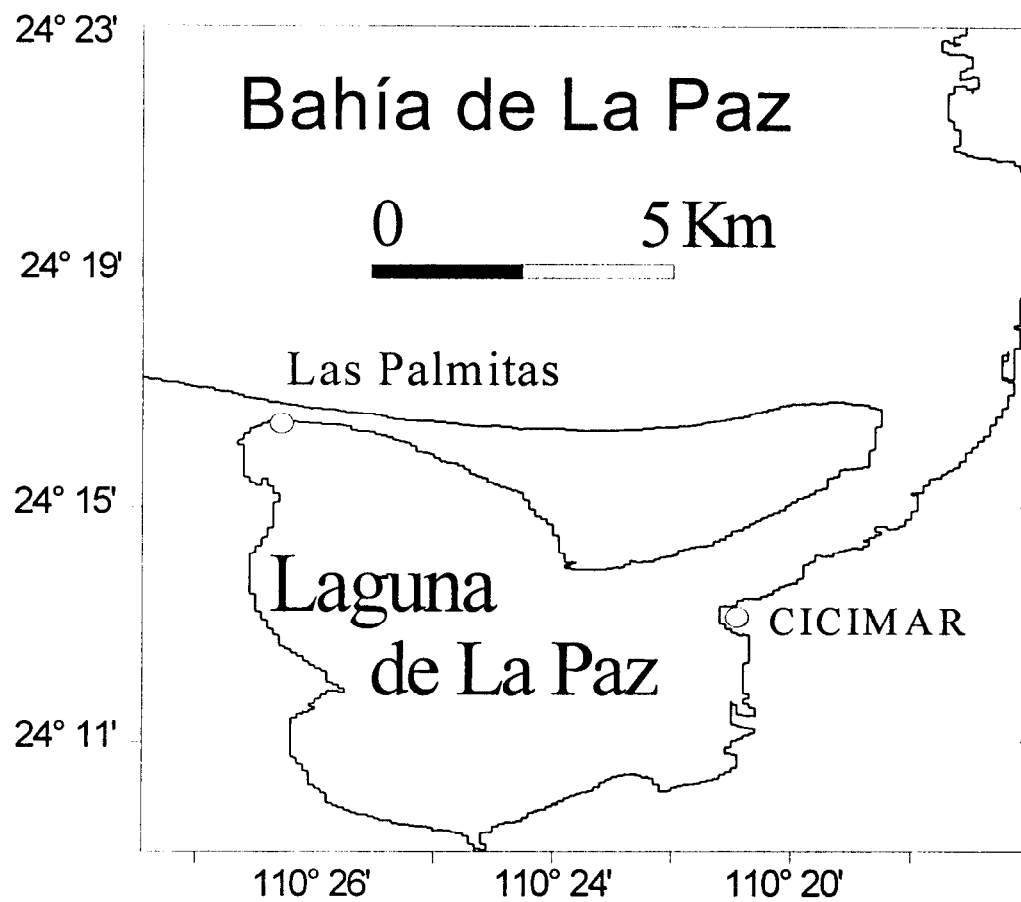
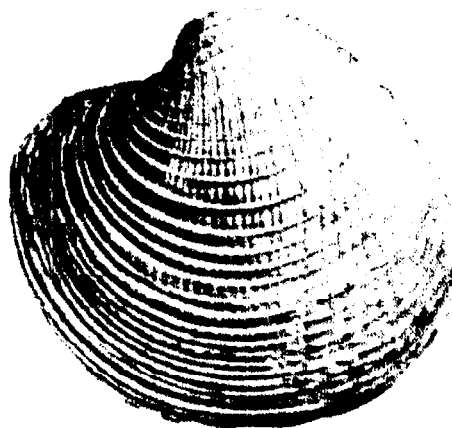


Figura 5 . Mapa de localización del área de estudio, Las Palmitas, Laguna de La Paz, B.C.S.

## 5.2. Muestreo

El tipo de colecta fue al azar, se efectuaron muestreos mensuales de enero a diciembre de 1993, en abril no fué posible realizar el muestreo en la Laguna de La Paz y en Bahía Concepción. Por otro lado, se presentó la pérdida de los datos numéricos acerca del peso total y de gónada de las muestras de diciembre en Bahía Magdalena y de noviembre y diciembre en la Laguna de La Paz. Se capturaron un promedio mensual de 30 ejemplares de *C. californiensis*, mediante buceo libre a una profundidad de 0 a 3 m. Al momento de la colecta los ejemplares se fijaron en una solución de formol al 10% preparado con agua de mar. Después de que los ejemplares fueron lavados para retirar el exceso de formol, se registró la longitud anteroposterior (Fig. 6), además del peso total y el peso húmedo sin la concha. Al momento de la colecta se tomó la temperatura superficial del agua con un termómetro de cubeta. Para cada una de las localidades de muestreo se obtuvieron los patrones estacionales estimados de la concentración de clorofila para el periodo 1978-1986, así como datos acerca de la temperatura superficial promedio para cada mes de 1993, provenientes del Centro de Investigaciones Biológicas-NOAA (Tran et al., 1993). El fotoperíodo se obtuvo con los datos de los registros publicados en los almanaques náuticos de la Secretaría de Marina de México. Los datos se refieren a los valores de iluminación en periodos de 24 horas y se calculó un promedio en minutos de iluminación para cada fecha de colecta en la Laguna de La Paz, Bahía Magdalena y Bahía Concepción.



LONGITUD

Figura 6. Medida de longitud de *Chione californiensis*

### **5.3. Procesamiento de muestras**

Las muestras se preservaron en alcohol preparado a una concentración del 70%. Debido a que la gónada se extiende en parte del tejido conjuntivo, a los ejemplares se les extrajo el músculo aductor, las branquias y el manto, de modo que la masa visceral (que incluye a la gónada y glándula digestiva) se deshidrató en alcohol en concentraciones de 70%, 96% y 100%. Posteriormente los ejemplares se sometieron a tres cambios de una mezcla de alcohol-tolueno y tolueno puro, con el fin de sustituir el alcohol de los tejidos por el tolueno. Los ejemplares fueron tratados con parafina (Histosec, temperatura de fusión 56°C - 58°C) a 60°C, hasta que el tolueno presente en los tejidos se sustituyó por la misma. Cada ejemplar se incluyó en un cubo de parafina y se dejó solidificar. Los cubos de parafina con los ejemplares en su interior fueron montados en un microtomo de rotación (American Optical, Mod. 820) para hacer los cortes histológicos. Se obtuvieron cortes de 7 µm de grosor en el plano fronto-dorsal, de modo que se obtuvo una sección de la porción más gruesa de la gónada. El corte en este plano fue adoptado una vez que se constató que la gónada alcanza la madurez de modo uniforme en toda su extensión. Los cortes fueron montados en portaobjetos (dos a tres cortes por portaobjetos) y ordenados en canastillas metálicas que posteriormente se dejaron durante 24 horas dentro de un horno a 60°C. Posteriormente los cortes se tiñeron con la técnica de hematoxilina-eosina (Humason, 1979).

### **5.4. Obtención de datos**

#### **5.4.1. Longitud, frecuencia de tallas, proporción de sexos y parasitismo**

En el laboratorio, antes de deshidratar, los organismos se midieron con un vernier con una precisión de 1 mm, se registró en cada individuo la longitud (Fig. 6), posteriormente se procedió a pesar los organismos con una balanza electrónica (precisión de 0.1 g), se registró el peso húmedo total, peso húmedo sin concha y peso estimado de la gónada. Se observaron cortes histológicos al microscopio (ver 5.4.2.) para determinar el sexo de los individuos y se aplicó la prueba de Ji cuadrada para determinar significancia en las diferencias en la proporción del sexo en los mismos, por otro lado a través de los cortes histológicos se calculó la prevalencia (porcentaje de la población que presenta el parásito, Margolis et al., 1982) de parásitos en la gónada.

### 5.4.2. Índice gonádico

Como un modo de complementar el estudio del índice de madurez (ver 5.4.4), se calculó el índice gonádico (Villalejo-Fuerte et al., 1995), que resalta numéricamente el estado de madurez o la fase de desarrollo gonádico en el que se encuentra una muestra. Se obtiene al multiplicar el número de organismos en cada estado de desarrollo gonádico de cada muestra mensual, (que fueron obtenidas a través de la interpretación al microscopio de los cortes histológicos), por el nivel numérico del estado de desarrollo. Los productos se suman entre sí y se dividen entre el número total de individuos en la muestra. La relación se expresa como:

$$I.G. = (nI(1) + nII(2) + nIII(3) + nIV(4) + nV(5)) / nt$$

Donde:

I.G. = índice gonádico

n = Número de individuos en el estado de desarrollo I, II, III, IV, y V (ver fotografías 1-16)

nt = número total de individuos en la muestra

La diferencia entre el I.G. de las poblaciones se calculó mediante un análisis ANOVA de Friedman y Kendall para mas de dos muestras y de pares de datos de Wilcoxon (Campbell, 1974).

### 5.4.3. Índice gonadosomático

Se calcularon el índice gonadosomático promedio mensual y la desviación estándar para cada muestra mensual (Sastry, 1970), este índice aumenta en tanto que aumente el desarrollo gonádico, y se observará un decremento del índice en tanto que la gónada experimente un decremento en peso, la relación se expresa como:

$$I.G.S. = Pg / pc \times 100$$

donde: I.G.S. = Índice gonadosomático

Pg= Peso de la gónada en gramos

Pc = Peso del molusco sin concha en gramos

Para verificar si las diferencias entre poblaciones son significativas se aplicó la prueba ANOVA

de Friedman y Kendall para mas de dos muestras y la prueba de Wilcoxon para datos pareados (Campbell, 1974).

#### **5.4.4. Lectura de laminillas y asignación de estado de desarrollo gonádico (Índice de madurez)**

Para el análisis e interpretación de los cortes histológicos se utilizó un microscopio compuesto (Zeiss, Mod. CHS, 10x, 40x y 100x) y se hizo una descripción microscópica de la gónada con el fin de elaborar una escala de etapas de madurez gonádica con los siguientes aspectos tomados en consideración (según el criterio de García-Domínguez, 1991; García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995 y García-Domínguez et al., 1993):

- Tamaño y forma de los folículos y túbulos
- Grado de desarrollo folicular
- Presencia de gametos en desarrollo y en madurez
- Presencia de gametos residuales
- Tamaño de los ovocitos
- Tamaño del núcleo de los ovocitos
- Espacio que ocupan los gametos en los folículos y túbulos
- Abundancia y tipo de tejido conjuntivo

Se obtuvo la frecuencia relativa de los estados de madurez gonádica para conocer el estado de actividad gametogénica de los organismos durante el período de estudio. Esto se llevó a cabo a través del estudio de las preparaciones histológicas de cada muestra. A cada ejemplar se le asignó un estado de desarrollo gonádico de acuerdo con las características histológicas mencionadas (Baqueiro y Stuardo, 1977). Los estados de desarrollo gonádico corresponden a: reposo, gametogénesis o desarrollo, madurez, desove y posdesove. Para cuantificar la diferencia entre las tres poblaciones se aplicó la prueba de correlación de rangos de Spearman (Dowdy y Wearden, 1991) y de Wilcoxon (Campbell, 1974).

#### **5.4.5. Estimación del diámetro de los ovocitos**

Se midió el diámetro de 100 ovocitos en cada una de seis hembras, en cada muestra mensual, con un número total de 600 ovocitos medidos en cada muestra. Se dió preferencia a aquellos que presentaban el núcleo y el nucleolo bien visibles y de forma redonda, para asegurar que son ovocitos cortados por su centro. Los diámetros se agruparon por intervalos de tamaño y se calculó la media y la desviación estándar para datos agrupados en cada individuo y para la muestra, según el criterio de Grant y Tyler (1983 a y b).

#### **5.4.6. Variables ambientales y ciclo gonádico**

Como se mencionó anteriormente, para cada muestra mensual, se obtuvo el fotoperíodo promedio mensual expresado en horas/luz, la temperatura observada en el lugar al momento del muestreo y los patrones estacionales estimados de la concentración de clorofila para el periodo 1978-1986 en cada localidad registrada por la NOAA (Tran et al., 1993, especificada como promedio mensual, calculada a través de observaciones hechas por satélite). Para estimar la relación entre las variables mencionadas y la reproducción de *C. californiensis* en cada localidad, se aplicó la prueba de correlación de Spearmann (Dowdy y Wearden, 1991), ANOVA de Friedman y Kendall y de datos pareados de Wilcoxon (Campbell, 1974).

## 6. RESULTADOS

### 6.1. DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE LAS GÓNADAS

A continuación se describen histológicamente las gónadas de ambos sexos, debido a que el desarrollo gonádico es un proceso continuo que para ser estudiado y discutido adecuadamente debe ser dividido en etapas o fases de desarrollo gonádico, éstas fueron elegidas de acuerdo con los criterios mencionados en la metodología:

**REPOSO GONÁDICO-** Se caracteriza por la ausencia total de gametos. No es posible distinguir el sexo del individuo, se observa gran cantidad de tejido conjuntivo, que abarca la mayor parte del espacio de la gónada, entre el hepatopáncreas y tubo digestivo. En ocasiones se puede observar la presencia de hemocitos remanentes de un ciclo gonádico anterior.

#### 6.1.1. HEMBRAS

**DESARROLLO GONÁDICO O GAMETOGÉNESIS-** Se acuerdo al estado de avance de esta etapa, puede distinguirse una gametogénesis temprana, en la que únicamente se observan ovocitos pequeños (10 a 30  $\mu\text{m}$ ) unidos a la pared folicular, una gametogénesis intermedia y una gametogénesis avanzada, en la que aunado a la presencia de ovocitos pequeños, se observan también ovocitos mas desarrollados, con mayor cantidad de vitelo, que comienzan a llenar el lumen del folículo. En la parte mas temprana de gametogénesis, la pared folicular se ve como una capa delgada de células, y presentan algunos plegamientos sobre sí mismos, la pared de éstos está formada por epitelio plano simple, las células epiteliales tienen núcleo pequeño y aplanado. Unidos a la pared interna de los folículos ( en el lumen), se encuentran ovocitos en desarrollo, el núcleo de éstos se encuentra en posición excéntrica y ocupa gran parte de la célula, muy pocas veces se pueden observar nucleolos en esta fase. La forma de los ovocitos es redonda o ligeramente ovalada, y tanto el citoplasma como el núcleo se tiñen fuertemente con la hematoxilina (su tamaño varía de 10 a 35  $\mu\text{m}$ ). Algunas veces se pueden observar células de Leydig (especializadas en aportar nutrientes a los

ovocitos en desarrollo), localizadas alrededor de los ovocitos, más grandes que éstos, con citoplasma sin afinidad por el colorante y multitud de fibras en su interior. En esta fase gonádica hay pocos fagocitos, éstos son redondos y más pequeños que los ovocitos. En una fase de gametogénesis intermedia se pueden encontrar de modo simultáneo ovocitos grandes (mayores de 40  $\mu\text{m}$  de diámetro) y ovocitos en desarrollo de tamaño pequeño (menores de 35  $\mu\text{m}$  de diámetro) que aún siguen adheridos al epitelio folicular, el cual ha crecido aún más y ocupa mayor espacio. En una etapa de gametogénesis más avanzada, los ovocitos ocupan enteramente el lumen de los folículos, se hacen numerosos y ocupan mayor espacio debido al aumento de tamaño. Los folículos crecen y ocupan todo el espacio que ocupara anteriormente el tejido conjuntivo dentro de la gónada. Los ovocitos que aún permanecen unidos a los folículos mediante un pedúnculo continúan creciendo (foto 1).

**MADUREZ-** En esta etapa, los ovocitos ocupan todo el espacio en el lumen de los folículos (foto 2 y 12), la mayoría se encuentran libres dentro de los mismos y han alcanzado un tamaño mayor de 40  $\mu\text{m}$  de diámetro. El citoplasma de los ovocitos es granuloso y se tiñe fuertemente con la eosina, mientras que el núcleo se tiñe preferentemente con la hematoxilina (foto 15). Se pueden observar de uno a tres nucleolos en su interior, de color negro y de forma esférica. La vesícula germinal se ha desarrollado completamente, es una estructura transparente, incolora y muy conspicua que rodea a la cromatina. Los ovocitos adquieren forma poligonal cuando se acumulan en el interior de los folículos, los que del mismo modo han crecido y ocupan el espacio que antes llenara el tejido conjuntivo (foto 2).

**LIBERACIÓN DE GAMETOS O DESOVE-** En esta fase, los ovocitos comienzan a ser liberados al exterior, por lo que dentro de los folículos se observan espacios cada vez más grandes entre los ovocitos que están completamente maduros. En un desove avanzado los folículos presentan mayor espacio libre, hay mayor número de ovocitos sueltos en el interior de los folículos, y las paredes de estos últimos se rompen y pliegan, conforme un mayor número de gametos son liberados al exterior. Los fagocitos son más numerosos que en fases previas y se distinguen de los ovocitos por el tamaño más reducido (10  $\mu\text{m}$  de diámetro) así como por el tono amarillo a café que adquiere la coloración. En ocasiones pueden observarse ovocitos en desarrollo muy pequeños pegados a las paredes foliculares (foto 9), lo que indica que existe producción de gametos de modo simultáneo con el desove (fotos 3 y 11).

POSDESOVE- En esta fase los gametos han sido liberados casi en su totalidad, por lo que se observan solo células remanentes, el número de fagocitos y de células cafés se incrementa de un modo marcado así como su tamaño, que alcanza de 10 a 15  $\mu\text{m}$  de diámetro (foto 4). Los fagocitos se disponen alrededor de los ovocitos que no fueron liberados y son absorbidos. Las células cafés presentan un mayor tamaño que el de los fagocitos y una coloración de tonos mas oscuros, son menos numerosos que aquéllos y se disponen en general alrededor de todo tejido que ha de ser reabsorbido. Las paredes foliculares en su mayoría están rotas y plegadas en sí mismas, con gran cantidad de fagocitos a su alrededor (fotos 10 y 13). También proliferan los fibroblastos y fibrocitos, de forma alargada y pequeño tamaño, gradualmente se forma el tejido conjuntivo que ocupará el espacio de la gónada. En ocasiones esto no sucede, y de las paredes foliculares que aún son funcionales se desarrollan nuevos ovocitos, que crecen y que iniciarán un nuevo ciclo gametogénico sin mediar una fase de reposo gonádico. Los ovocitos tienen forma redonda y ligeramente ovalada, el contorno de los mismos puede ser rugoso, algunas veces hay evidencia de autodigestión, como lo sugiere la disgregación de la membrana nuclear.

### 6.1.2. MACHOS

DESARROLLO GONÁDICO O GAMETOGÉNESIS- Los túbulos son pequeños y están rodeados por gran cantidad de tejido conjuntivo, las espermatogonias y los espermatocitos se encuentran en la periferia interior de los túbulos en una banda concéntrica justo por debajo de la capa de los túbulos espermáticos. Los espermatocitos son células esféricas que miden de 5 a 9  $\mu\text{m}$  de diámetro y que dan origen a gran número de espermátidas de tamaño mas pequeño, que fluctúan de 4 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro (fotos 5 y 14). Estas células presentan posteriormente una diferenciación (espermiogénesis) para transformarse en espermatozoides, que yacen en el lumen del túbulo seminífero. En cuanto el número de espermatozoides aumenta, hay un decremento concomitante en el número de células de estados previos a la espermiogénesis, de modo que los folículos se llenan de espermatozoides e incrementan su tamaño gradualmente. El tejido conjuntivo es de este modo desplazado por el aumento en número y tamaño de los túbulos seminíferos. Los espermatozoides son alargados, de forma cónica y de 10  $\mu\text{m}$  de largo (sin flagelo) por 3  $\mu\text{m}$  de ancho.

**MADUREZ-** Los túbulos seminíferos permanecen llenos de espermatozoides, los que tienen el flagelo dirigido hacia el lumen del túbulo. Los túbulos se comprimen unos con otros y gran parte del espacio que antes ocupaba el tejido conjuntivo ahora es ocupado por los túbulos seminíferos completamente maduros. En el interior de los túbulos no se observa espacio vacío y los espermatozoides casi no se distinguen de modo individual (foto 6).

**LIBERACION DE GAMETOS O EYACULACION.-** El espacio dentro de los túbulos seminíferos aumenta, primeramente son liberados los espermatozoides que se encuentran en el centro de los túbulos, de modo que las células que se encuentran en la periferia de los túbulos continúan en esa posición. Las paredes de los túbulos ocasionalmente se rompen, y aumenta el espacio vacío entre los mismos (foto 7). Conforme la liberación de los gametos prosigue, aparecen células fagocíticas que aumentan en número. Las células gametogénicas, es decir, espermatogonias, espermátidas y espermatoцитos, se siguen produciendo, por lo que aún hay gametogénesis en progreso.

**POSEYACULACION.-** La mayoría de las paredes de los túbulos seminíferos se han roto, los espermatozoides han sido liberados casi en su totalidad, y los restantes son fagocitados por células cafés, amibocitos y fagocitos (foto 8). Estas células se encuentran alrededor de los espermatozoides y a las células que forman los túbulos, proliferan también los fibrocitos, que se observan entre los túbulos seminíferos. Conforme progresa esta fase, aumenta el espacio entre los túbulos y la cantidad de tejido conjuntivo. Aunque el tejido conjuntivo aumenta progresivamente, no ocupa totalmente el espacio entre los túbulos seminíferos, por lo que no se observa una ausencia total de células reproductoras.

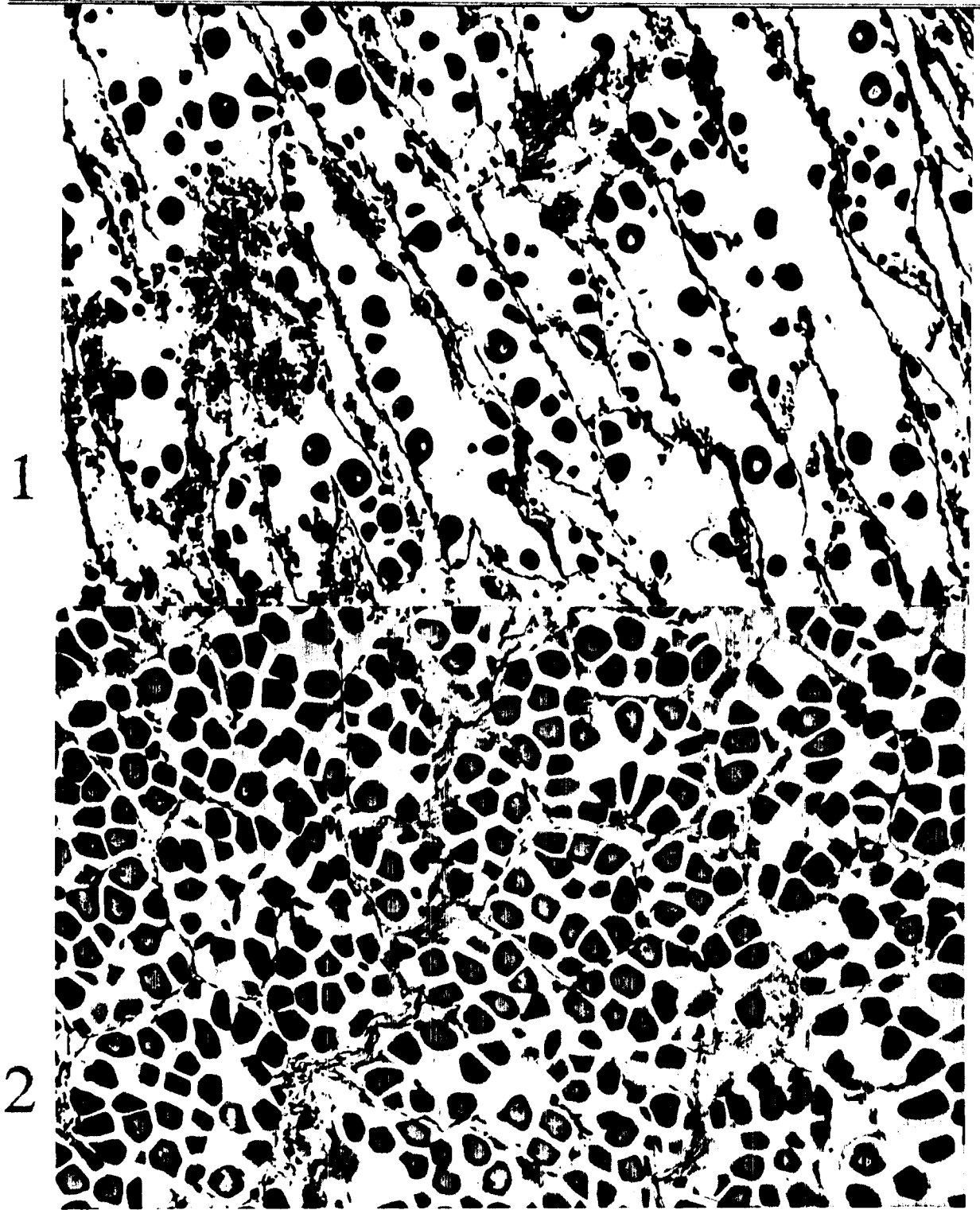


Foto No. 1. Microfotografía 16X, fase de gónada en desarrollo en una hembra, se observa gametogénesis, ovocitos en desarrollo dentro de los folículos. Foto No. 2. Microfotografía 16X, fase de madurez en gónada de una hembra, los ovocitos ocupan por completo el espacio dentro de los folículos.

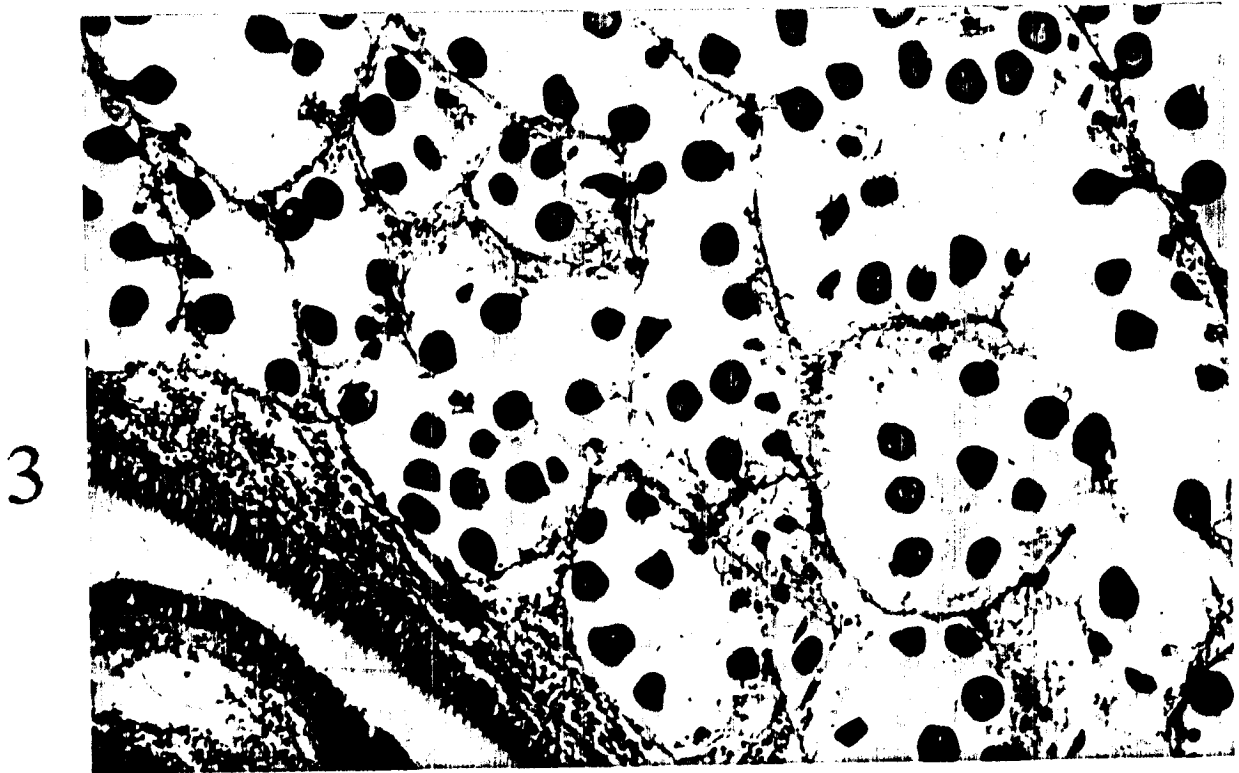


Foto No. 3. Microfotografía 16X, fase de desove en hembras, los espacios dentro de los folículos aumentan, se observan algunos folículos rotos. Foto No. 4. Microfotografía 16X, fase de posdesove en hembras, se observan fagocitos alrededor de un ovocito.

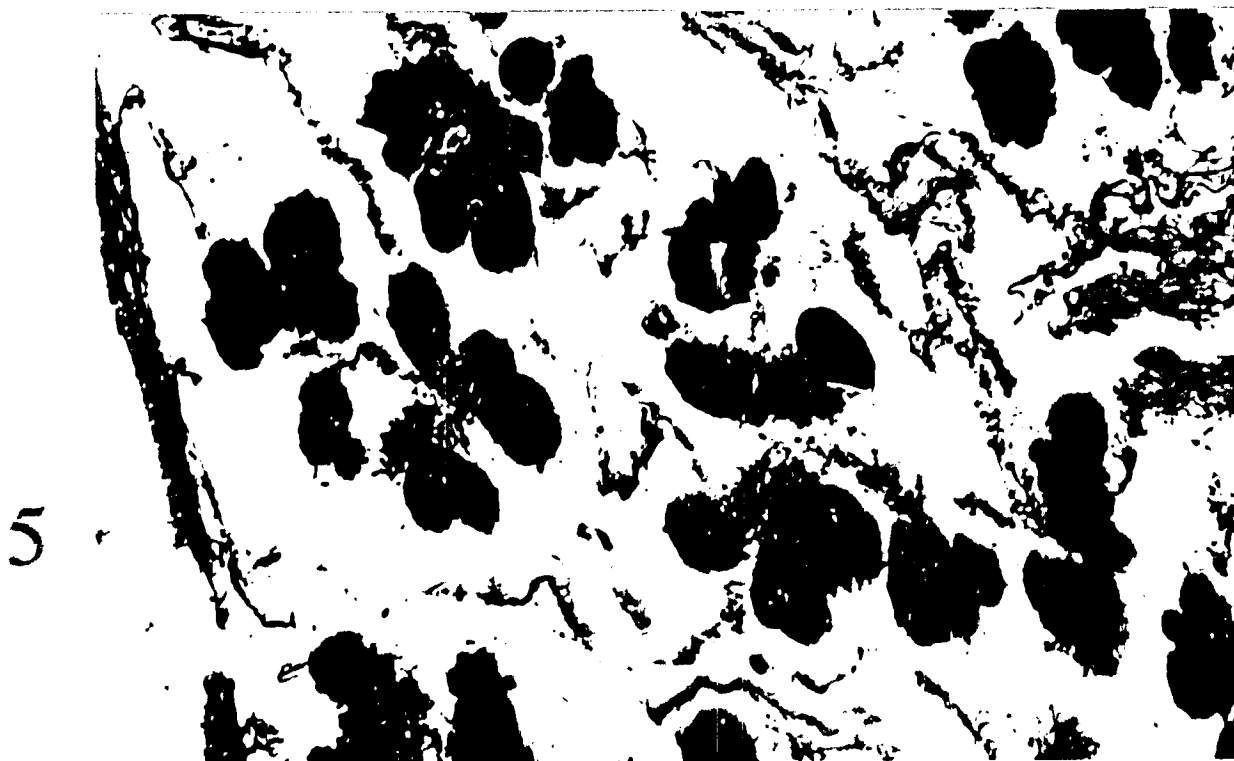


Foto No. 5. Microfotografía 16X, fase de gónada en desarrollo en un macho, los túbulos son pequeños y están en crecimiento. Foto No. 6. Microfotografía 16X, fase de madurez en un macho, los túbulos se han llenado de gametos.

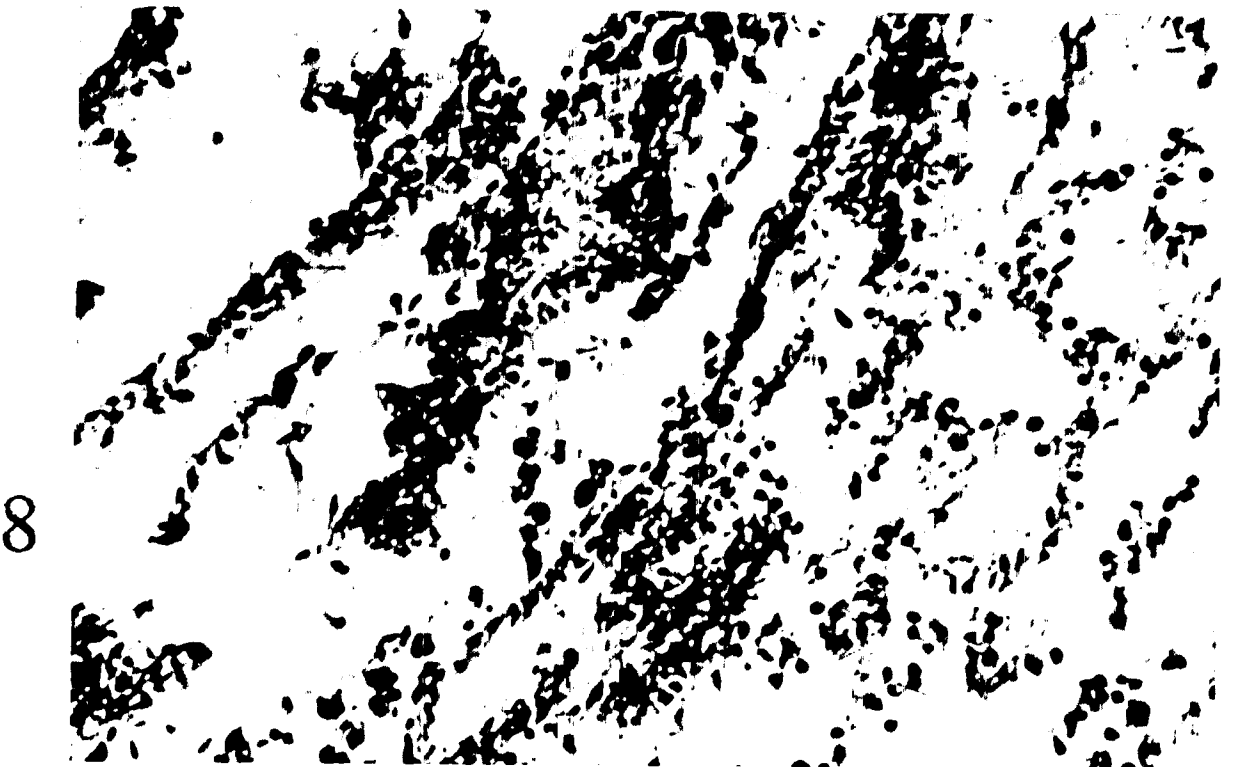


Foto No. 7. Microfotografía 16X, fase de liberación de gametos (desove) en gónada de un macho, el lumen de los túbulos aumenta, el centro de éstos queda desprovisto de espermatozoides. Foto No. 8. Microfotografía 16X, fase de posdesove en gónada de un macho, únicamente han quedado células residuales y fagocitos.

9

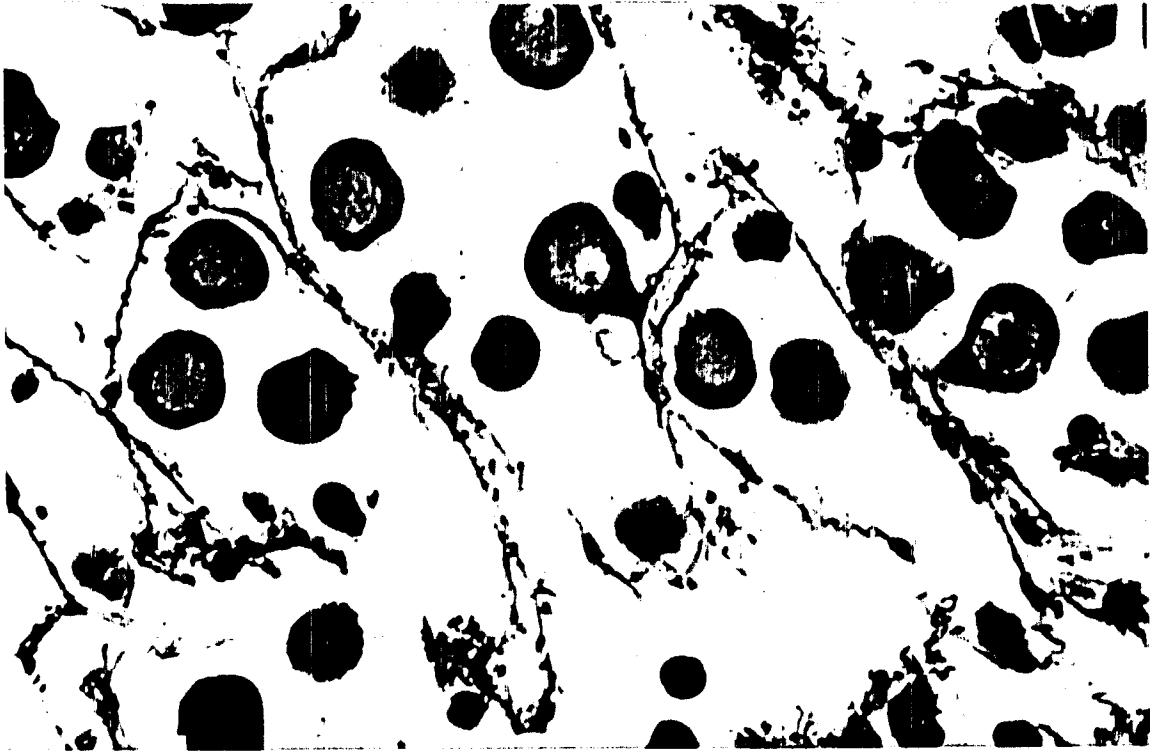


10



Foto No. 9. Microfotografía 100X, ovocito con pedúnculo que lo une al folículo, fase de madurez en gónada de una hembra. Foto No. 10. Microfotografía 40X, ovocito rodeado por fagocitos, fase de desove en gónada de una hembra.

11

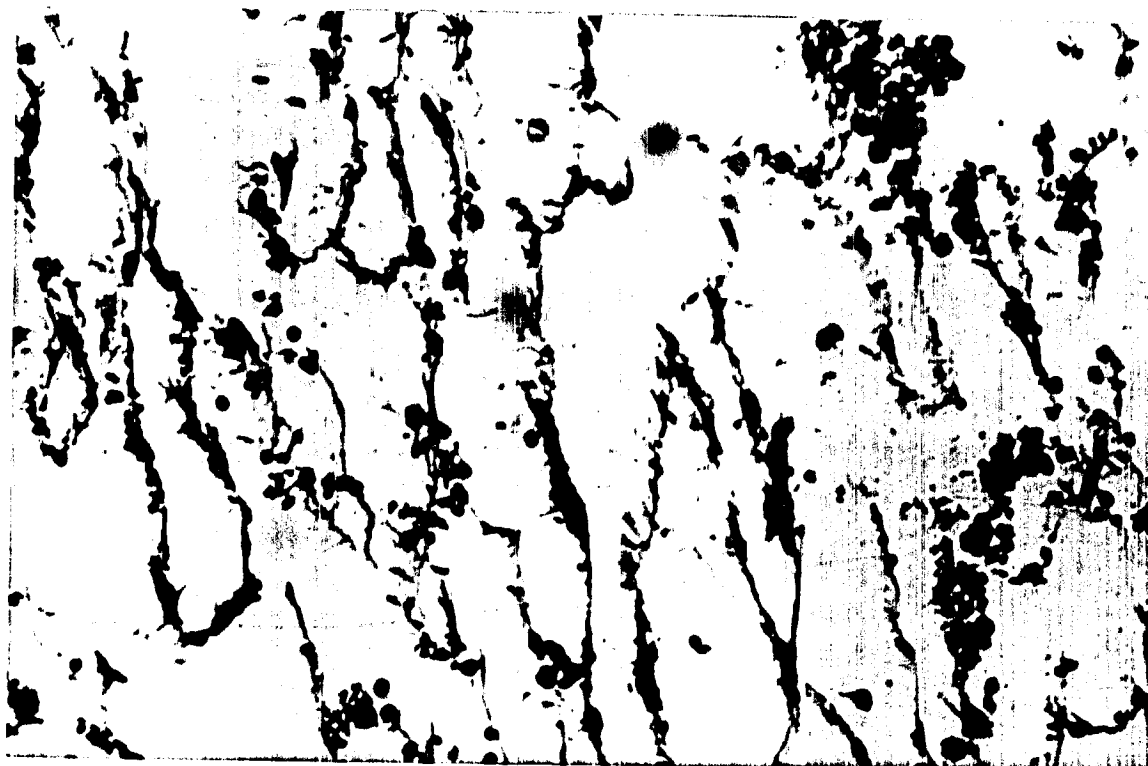


12



Foto No. 11. Microfotografía 40X, gónada en fase de desove en una hembra, se observan ovocitos con el núcleo y nucleolo bien visibles. Foto No. 12. Microfotografía 16X, fase de madurez en gónada de hembra.

13



14

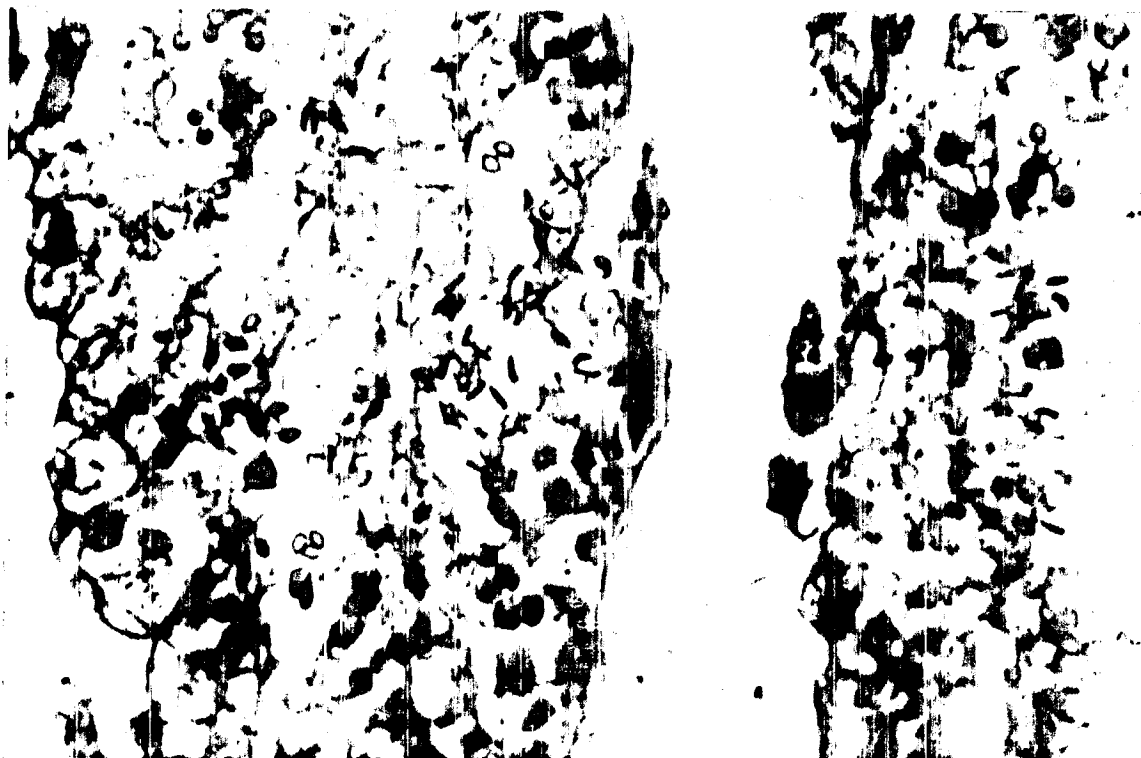


Foto No. 13. Microfotografía 40X, posdesove en hembra que muestra los fagocitos alrededor de los folículos. Foto No. 14. Microfotografía 100X, espermatozoides.



15



16

Foto No. 15. Microfotografía 100X, fase de gónada en madurez en una hembra, ovcitos que muestran núcleo y nucleolo. Foto No. 16. Microfotografía 16X, larvas de tremátodo en gónada cuyo sexo no pudo ser determinado.

## 6.2. PROPORCIÓN DE SEXOS, FRECUENCIA DE TALLAS Y PARASITISMO

### 6.2.1. Bahía Concepción

En esta localidad se capturaron un total de 263 individuos, con un promedio de 24 ejemplares por mes. La proporción de sexos se mantuvo alrededor del 50 % durante el periodo de muestreo, con ligeras variaciones que no fueron significativas. No se encontraron individuos hermafroditas, (Fig. 7). Los individuos indiferenciados se observaron principalmente en octubre y noviembre, con una proporción máxima de 25% en octubre. Debido a la naturaleza de aleatoriedad del muestreo, las muestras parecen fluctuar de 30 a 80% de predominancia por un sexo determinado, sin embargo esto se debe al azar ( $\chi^2 = 2.37$ ) y a las variaciones del tamaño de muestra (de 10 a 40 individuos por mes). Los bivalvos, en especial los veneridos, no se agrupan de acuerdo con el sexo al que pertenecen, y en este caso particular (*C. californiensis*) no se observó protandria o protoginia ni hermafroditas. En esta localidad no se encontraron individuos parasitados.

Tabla IV. Longitud anteroposterior de la concha en *C. californiensis* en las localidades de estudio.

	N	MEDIA	MINIMO	MAXIMO	Std.Dev.
CONCEPCION	196	43.3	20.0	56.0	6.9
MAGDALENA	196	43.2	26.0	71.0	5.4
LA PAZ	196	40.7	18.0	59.0	5.9

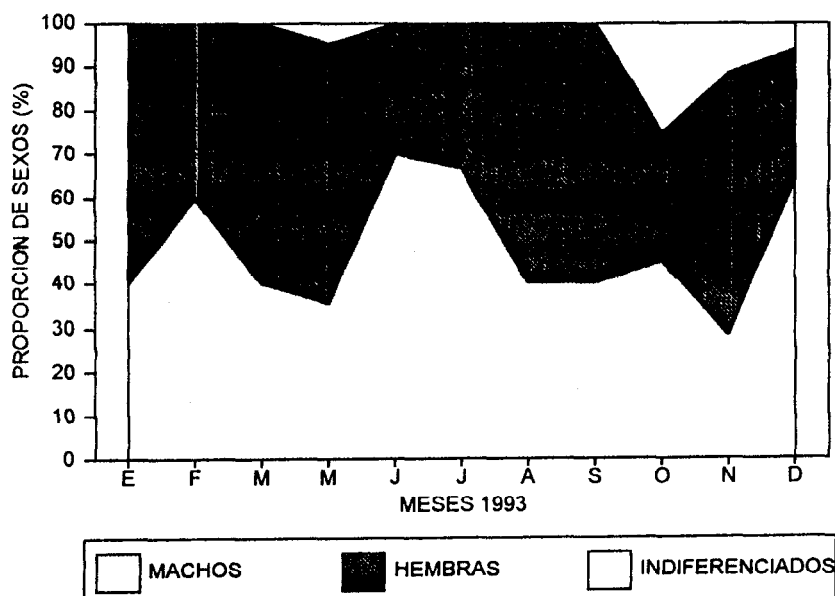


Figura 7. Proporción de sexos de *C. californiensis* en Bahía Concepción.

La longitud de la concha varió entre 20 y 56 mm y se registró un promedio de 43.7 ( $\pm 6.6$ ) mm, con una moda en los 44 mm. La frecuencia de la longitud de la concha muestra un comportamiento de tipo normal, con una moda única que señala la ausencia de cohortes bien definidas (Tabla 4, Fig. 8). El peso húmedo promedio de *C. californiensis* fue de 3.7 g ( $\pm 1.61$  g), con un máximo de 9.9 g y un mínimo de 0.3 g (Fig. 9). El peso total registró un promedio de  $29.78 \pm 14.4$  g, con un máximo de 74.1 y un mínimo de 2.9 g.

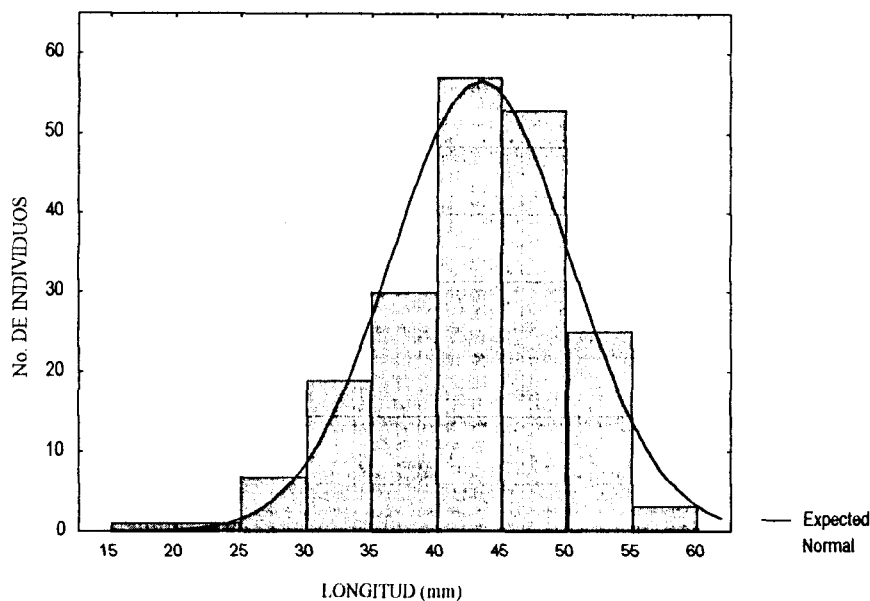


Figura 8- Histograma de frecuencias de la longitud anteroposterior de la concha de *C. californiensis* en Bahía Concepción.

### 6.2.2. Bahía Magdalena

Se colectaron un total de 341 individuos, en promedio 29 mensuales. Aunque en enero y febrero se encontraron relativamente más machos que hembras, durante el resto del período de muestreo se mantuvieron las fluctuaciones, que por otro lado no mostraron un patrón definido y por esa razón se atribuyen al azar ( $\chi^2 = 11.66$ , Fig. 10). Se presentaron individuos indiferenciados principalmente en enero, febrero, junio y diciembre, aunque no fue una fase que prevaleciera en ninguna muestra.

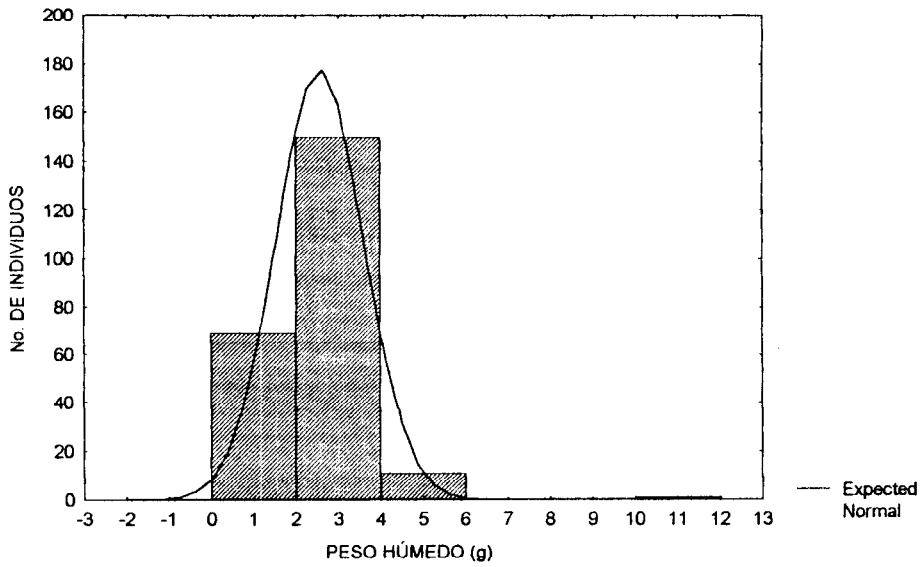


Figura 9- Histograma de frecuencias del peso húmedo (g) de *Chione californiensis* en Bahía Concepción.

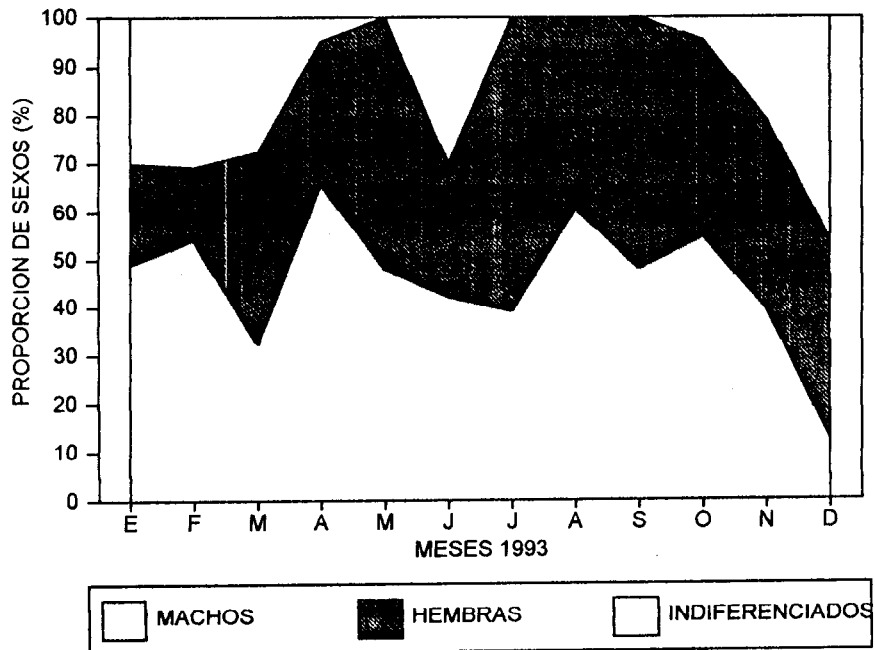


Figura 10. Proporción de sexos en *C. californiensis* en Bahía Magdalena.

La longitud anteroposterior de la concha varió entre 26 y 71 mm con un promedio de 42.8 mm (desviación estándar de 5.37). La moda se presentó en los 44 mm de longitud, la distribución de las frecuencias de la longitud de la concha fue de tipo normal (Fig. 11). El peso húmedo (sin concha) promedio registrado a lo largo del periodo de muestreo fue de 3.43 g (desviación estándar de 1.1) y presentaron fluctuaciones entre 0.7 g y 8.0 g. Se presentaron individuos parasitados principalmente entre febrero y junio y entre noviembre y diciembre (Tabla 5).

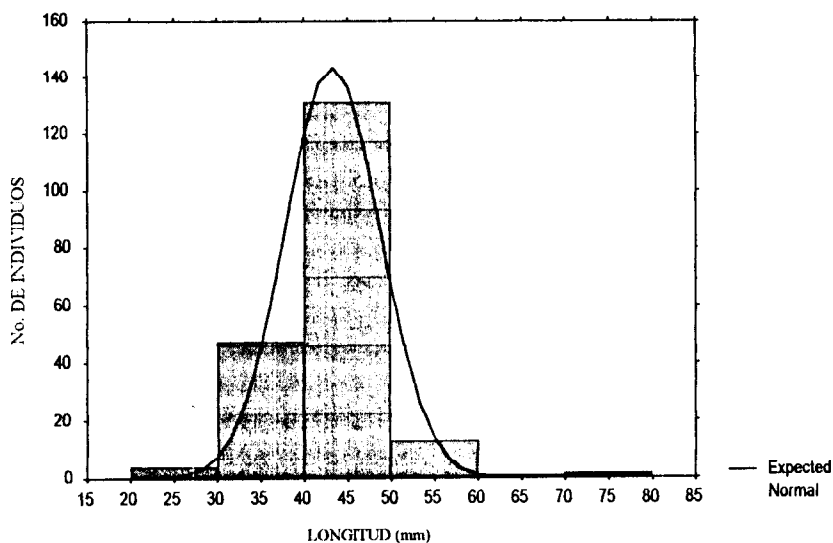


Figura 11- Histograma de frecuencias de la longitud anteroposterior de la concha de *C. californiensis* en Bahía Magdalena.

Tabla V. Prevalencia de parásitos encontrados en *C. californiensis* en Bahía Magdalena.

MES	PARASITOS (%)
E	0
F	279
M	131
A	24
M	0
J	789
J	0
A	0
S	0
O	0
N	189
D	307

### 6.2.3. Laguna de La Paz

Se colectaron un total de 285 individuos en esta localidad, con un promedio de 29 individuos mensuales. La proporción de individuos de sexo masculino es mayor durante los meses de enero a marzo, y en el mes de mayo se presentaron solo hembras (cuatro), los demás individuos de la muestra se encontraron en fase de indiferenciación (23 individuos), principalmente entre marzo y agosto. Durante el resto del período de muestreo, la proporción de sexos se conservó relativamente igual, con ligeras variaciones que no mostraron algún patrón definido (chi cuadrada = 13.65, Fig. 12).

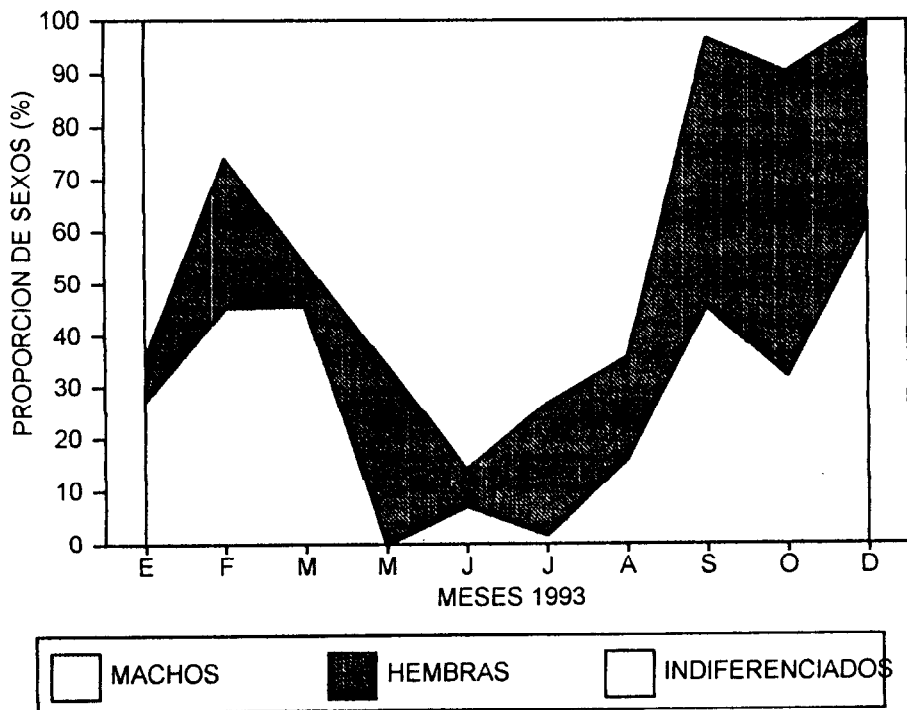


Figura 12. Proporción de sexos en *C. californiensis* en la Laguna de La Paz

Se presentó la mayor incidencia de parásitos tremátodos en enero, febrero y septiembre, con una máxima de 18% de la población en octubre (Tabla 6).

Tabla VI. Prevalencia de parásitos encontrados en *C. californiensis* en la Laguna de La Paz.

MES	PARASITOS (%)
E	256
F	769
M	0
A	0
M	0
J	0
J	0
A	0
S	869
O	1818
N	0
D	952

La longitud anteroposterior de la concha varió de 18 a 59 mm, con un promedio de 40.7 mm (desviación estándar de 5.7), se presentó una moda de 43 mm y la forma de la distribución de frecuencias se comportó como una normal (Fig. 13).

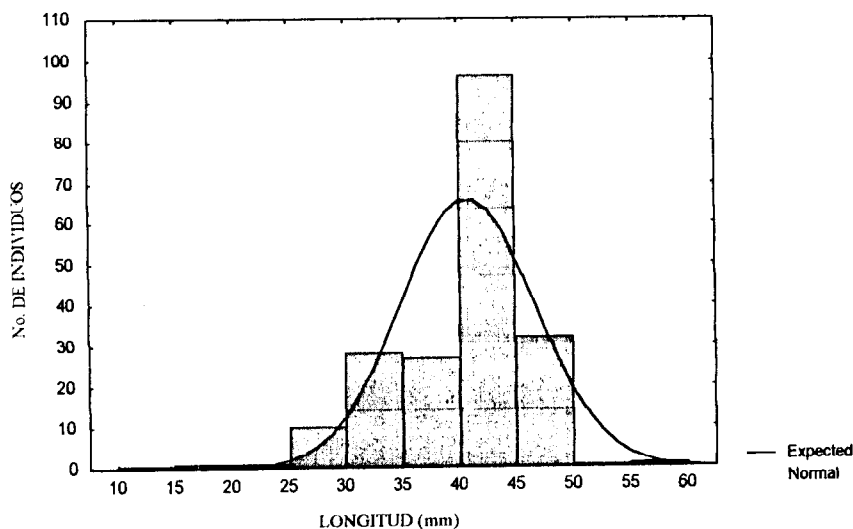


Figura 13- Distribución de frecuencias de longitud anteroposterior de la concha de *C. californiensis* en la Laguna de La Paz.

El peso húmedo promedio fué de 2.56 g, con desviación estándar de 1.03 g. El máximo peso húmedo registrado fué de 10.5 y el mínimo de 0.2 g (Fig. 14). El peso total promedio registrado fué de  $29.74 \pm 11.34$  g, con un máximo de 64.2 y un mínimo de 2.2 g.

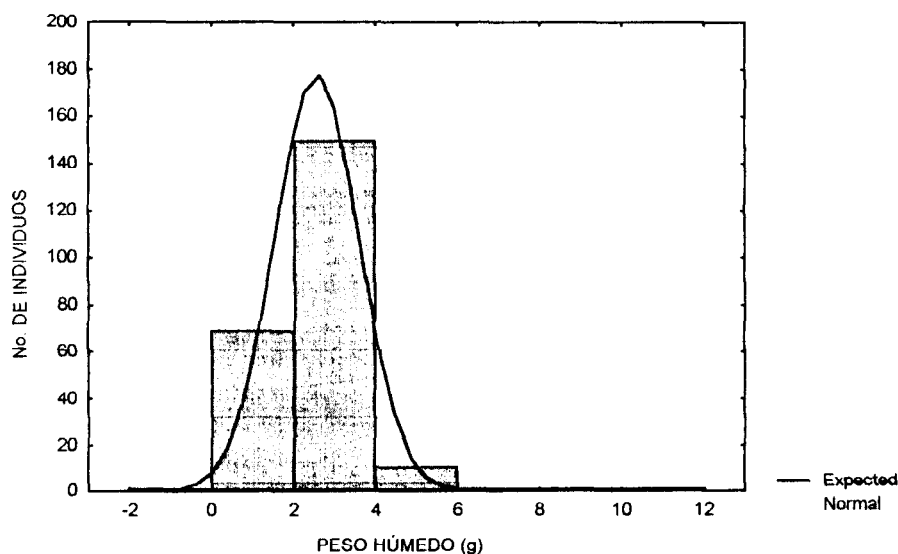


Figura 14- Peso húmedo de *C. californiensis* en la Laguna de La Paz.

### 6.3. ÍNDICE GONADOSOMÁTICO

#### 6.3.1. Bahía Concepción

El índice gonadosomático alcanzó los valores más altos durante los meses de enero a mayo, en el que se observa un decremento paulatino, hasta alcanzar el mínimo valor en septiembre. Se observó que durante los meses fríos (entre diciembre y febrero) y durante la primavera, cuando la temperatura superficial del agua comienza a elevarse, los valores del índice gonadosomático permanecen altos, en tanto que cuando la temperatura tiene su máximo valor en agosto, el índice gonadosomático mostró una clara tendencia a disminuir. Desde septiembre, en que se registra un descenso paulatino de la temperatura, el índice gonadosomático muestra incremento gradual hacia los meses de invierno. Las variaciones del I.G.S. reflejan el desarrollo gonádico en cuanto al peso relativo de la gónada con respecto al peso húmedo sin concha (Fig. 15).

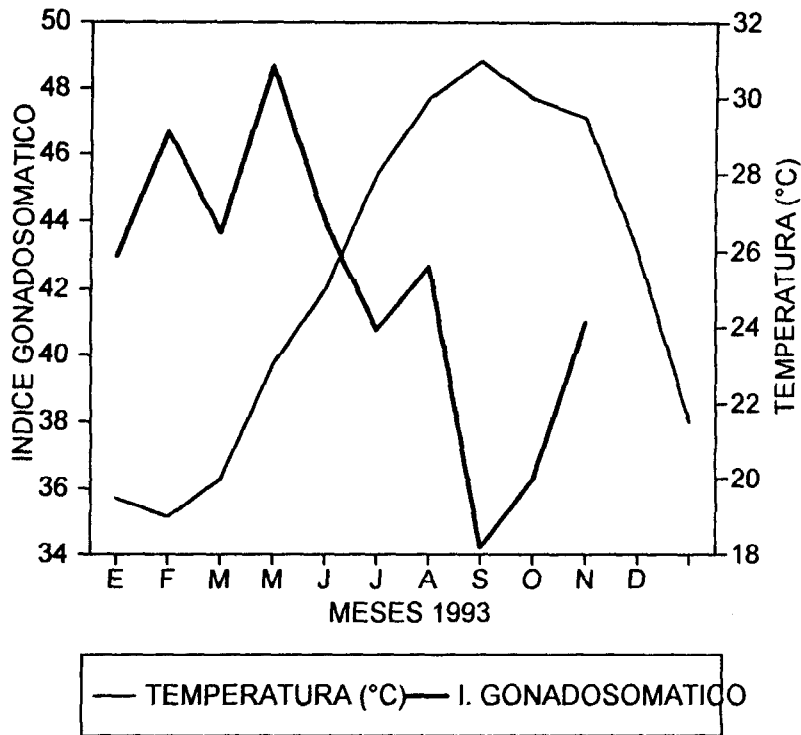


Figura 15. Índice gonadosomático de *C. californiensis* y temperatura registrada en Bahía Concepción

El índice gonadosomático muestra un incremento en el peso del tejido que incluye la gónada durante los meses de enero a mayo, lo que corresponde a un incremento paulatino en la temperatura (Fig. 15), por otro lado se encontró una relación inversa significativa entre la temperatura y el índice gonadosomático ( $r = -0.7$ ,  $P < 0.05$ ). Los individuos en fase de gametogénesis fueron más numerosos en enero, y aunque en febrero no se registran ejemplares en esta fase, los que estaban en fase de desove también presentaron gametogénesis, dado que histológicamente se encontraron espacios entre los folículos y entre los ovocitos, junto con gametos en desarrollo, lo que indica un proceso muy dinámico, la gónada no se encontraba completamente madura, y aún presenta crecimiento y desarrollo continuo.

Dentro de la gónada, aunque el desove es casi completo y puede observarse evidencia de absorción de tejidos, hay algunos ovocitos en crecimiento y existe producción continua de espermatozoides, como lo demuestra la presencia de numerosos espermocitos y espermátidas dentro de los túbulos seminíferos. Menos del 25% de la población de *C. californiensis* se encuentra

en reposo reproductivo durante octubre y noviembre. En estos meses se observaron más del 70% de la población en fase de posdesove, aunque hay algunos en fase de desove. El índice gonadosomático se comporta en ascenso, lo que indica crecimiento gonádico, almacenamiento de nutrientes y gametogénesis. Esta fase se observa en los individuos en posdesove, sobre todo en la muestra de noviembre. Por otro lado, se obtuvo una relación significativa entre el I.G.S. y la población en desove ( $r = 0.7, P < 0.05$ ).

El peso húmedo sin concha presentó variaciones a lo largo del periodo de muestreo, lo que influye de algún modo en el índice gonadosomático. El coeficiente de correlación entre estos factores fue significativo ( $r = 0.8, P < 0.05$ ). Esto sugiere que las variaciones en el peso de la gónada están asociadas a las que se presentan en el peso del cuerpo (Fig. 16). La disminución de la desviación estándar en agosto indica una mayor sincronía en la población respecto a la fase gonádica en la que se encuentra, aunque es necesario contrastar con las observaciones histológicas.

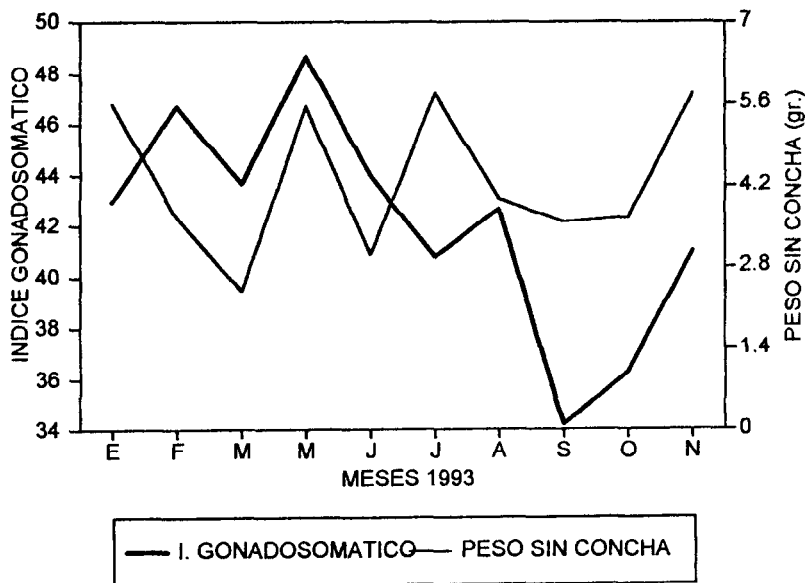


Figura 16. Índice gonadosomático y peso húmedo sin concha de *C. californiensis* en Bahía Concepción.

### 6.3.2. Bahía Magdalena

El índice gonadosomático mostró fluctuaciones marcadas durante el período de muestreo. De enero a abril este índice se mantuvo ligeramente bajo, sin embargo se observa que se incrementa de marzo a junio, en donde se observó un decremento paulatino hasta noviembre. Los valores más altos registrados en junio y agosto, corresponden a un porcentaje de 50% de individuos en desove. Cuando ocurre un incremento en el desove, existe un decremento en el índice gonadosomático, correspondencia que no se observa para el intervalo de enero a abril. No se encontró una relación clara entre ambos parámetros en esta localidad.

La variación del índice gonadosomático no tiene una correspondencia clara con el peso del cuerpo sin concha, dado que el coeficiente de correlación fue 0.0.

El máximo porcentaje de individuos en desove que se presenta en mayo, corresponde con el aumento de la temperatura de 18 °C a 19 °C después de un período en el que ésta tendía a decrecer (Fig. 17). Sin embargo en octubre, una vez que la temperatura comienza a descender, se observa un fuerte decremento en el porcentaje de individuos en fase de desove, hasta alcanzar el valor mínimo en diciembre.

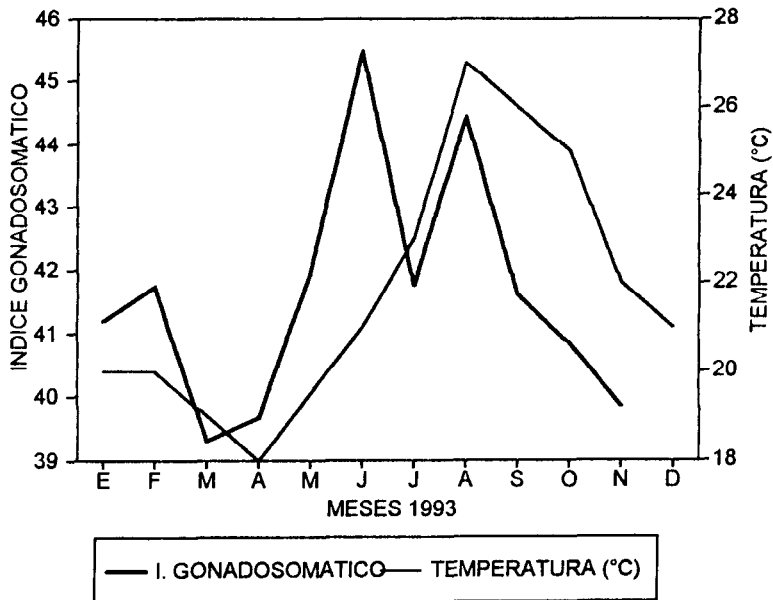


Figura 17- Índice gonadosomático de *C. californiensis* y temperatura registrada en Bahía Magdalena.

Las variaciones en la desviación estándar del I.G.S. son lo suficientemente grandes como para afirmar que no hay diferencia significativa entre las muestras, sin embargo es claro el aumento en el valor del I.G.S. durante junio y agosto (Fig. 18). Los valores del I.G.S. de septiembre a noviembre presentan una tendencia a la disminución, que se ve reflejada en el peso húmedo sin concha, por otro lado, esto corresponde a un alto porcentaje de individuos en fase de desove.

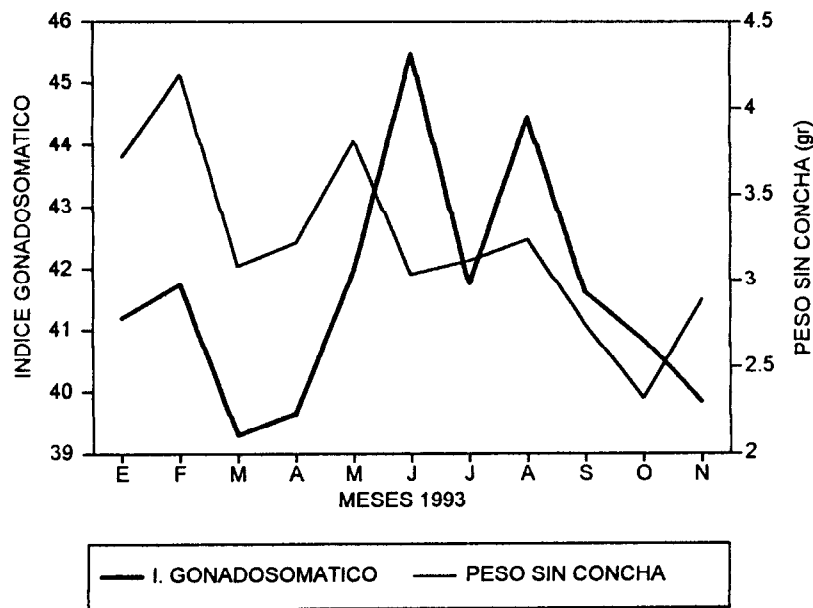


Figura 18. Índice gonadosomático (I.G.S.) y peso húmedo de *C. californiensis* en Bahía Magdalena.

### 6.3.3. Laguna de La Paz

El índice gonadosomático varió marcadamente a lo largo del año. Se registraron valores altos durante enero y entre agosto y octubre. El valor más bajo se registró en junio, aunque de febrero a julio el índice gonadosomático se mantuvo relativamente bajo (Fig. 19). En este caso, los valores más altos corresponden con los porcentajes mayores de individuos en etapa de madurez. El análisis de correlación nos muestra que no hay relación entre el I.G.S. y el peso del cuerpo sin concha (Fig. 20).

El I.G.S. mostró variaciones consistentes en tendencia al aumento de julio a octubre, y disminución de enero a julio. Estas tendencias se pueden comparar con los valores observados de la proporción de la población en desove.

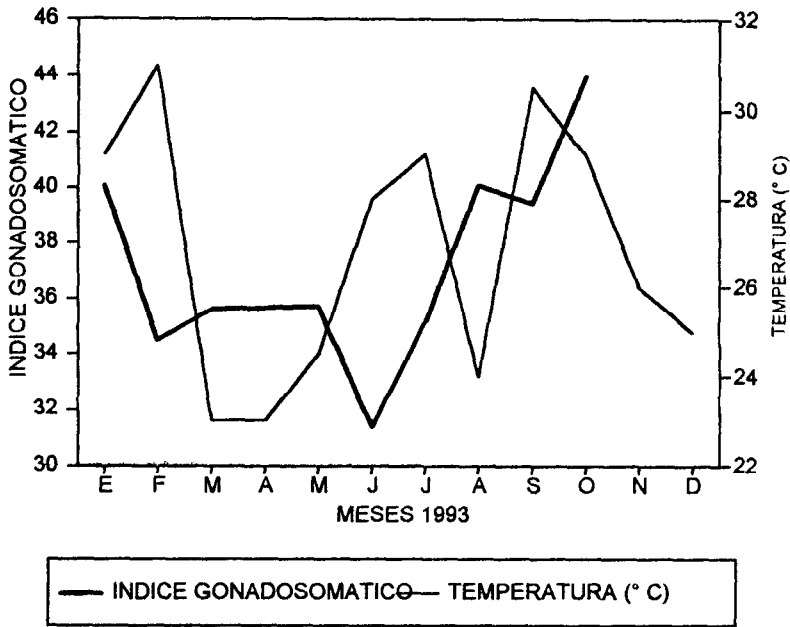


Figura 19 -Índice gonadosomático de *C. californiensis* y temperatura registrada en la Laguna de La Paz.

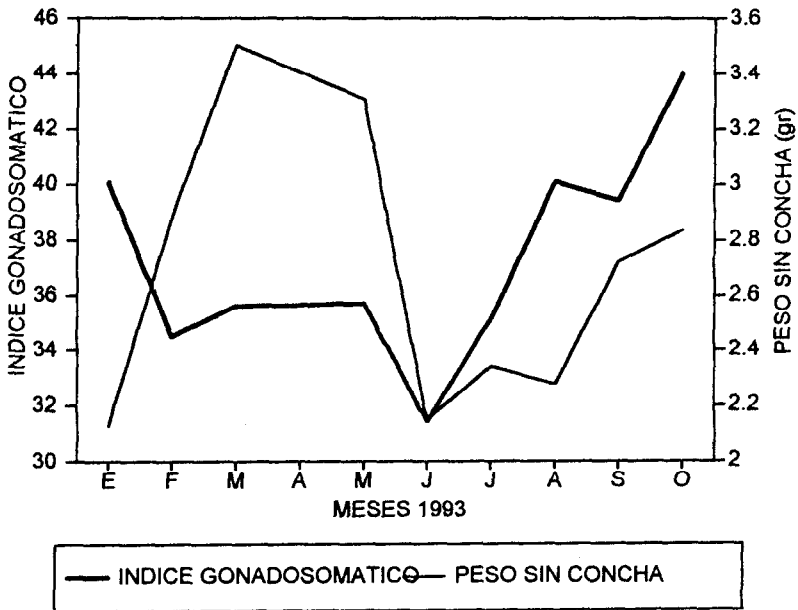


Figura 20. Índice gonadosomático y peso sin concha de *C. californiensis* en La Paz.

## 6.4. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE DESARROLLO GONÁDICO (ÍNDICE DE MADUREZ).

### 6.4.1. Bahía Concepción

El desarrollo gonádico siguió una secuencia que implica gametogénesis, crecimiento de la gónada, maduración de gametos y liberación de los mismos. La gametogénesis ocurrió de enero a febrero, con la mayor proporción en el primero. Los individuos maduros se encontraron en las muestras correspondientes a los meses de febrero a agosto, después de mayo la proporción en madurez disminuye mientras que la proporción en desove aumenta. La fase de desove se observó a lo largo de todo el año, la mayor proporción se encuentra en los meses de verano, y casi el 100 % de los individuos de la muestra de agosto se encuentra en desove. La reproducción ocurrió principalmente entre febrero y septiembre, aunque se encontró un porcentaje de individuos en desove de hasta el 10% de octubre a diciembre. Se encontraron individuos en posdesove principalmente en el mes de enero y entre los meses de agosto y diciembre (Fig. 21).

Aunque algunos individuos desovaron en enero, el desove de esos individuos se encontró en estado avanzado; incluso se presentó fagocitosis en algunos individuos machos. De modo simultáneo se presentó gametogénesis en la fase de desove, de modo que existió generación continua de gametos, de acuerdo con las observaciones histológicas. En febrero los desoves son iniciales, es decir, presentaron características de gónada madura, con algunos espacios vacíos dentro de los túbulos y folículos. Estas características se observaron hasta mayo, después del cual, se observaron desoves avanzados y aparecieron gónadas con características propias de la etapa de posdesove. En agosto, aunque la mayor parte de los individuos estaban en desove, simultáneamente produjeron gametos, sobre todo las hembras. En la muestra de noviembre, los individuos en fase de posdesove presentaron formación de gametos de modo simultáneo con el desove.

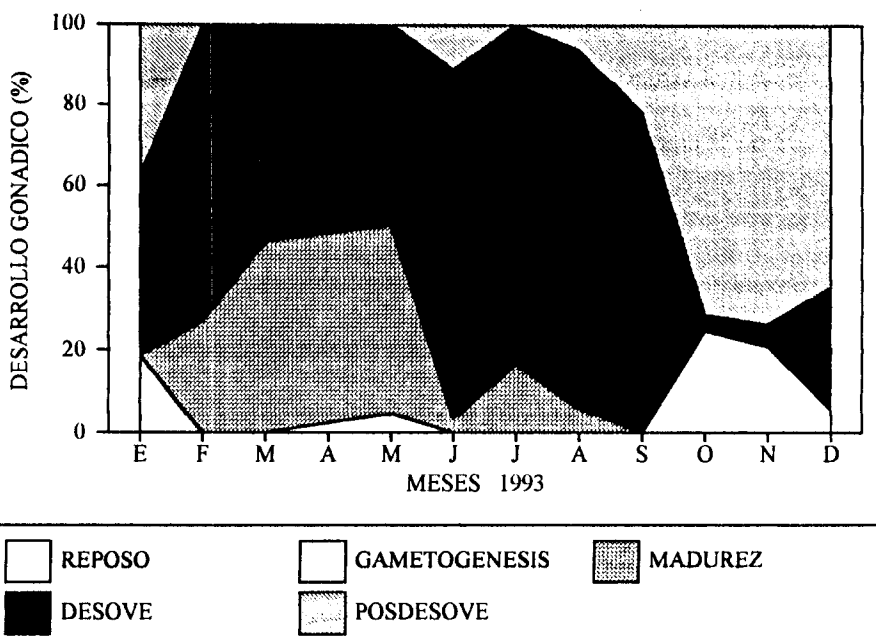


Figura 21. Proporción de estados de desarrollo gonádico de *C. californiensis* en Bahía Concepción.

#### 6.4.2. Bahía Magdalena

La secuencia en las etapas que siguió el desarrollo gonádico fue la misma que la observada en Bahía Concepción. Se encontraron individuos en fase de indiferenciación entre enero a marzo, junio y de octubre a diciembre principalmente, La gametogénesis ocurrió en febrero, mayo y agosto, con porcentajes muy bajos (Fig. 22). Se encontraron individuos maduros desde febrero hasta noviembre, aunque en frecuencia baja. Los individuos en desove se presentaron durante todo el año, excepto en enero. El mayor porcentaje en desove se observó en mayo, y se mantuvo alto (arriba del 50%) hasta octubre. De enero a marzo y en noviembre y diciembre, el porcentaje de individuos en desove fue inferior al 30%. La reproducción ocurrió durante casi todo el año, aunque en enero y entre noviembre y diciembre fue menos intensa. En estos meses los individuos en desove han completado casi totalmente la liberación de gametos.

Los individuos en posdesove se incrementaron notablemente en noviembre y diciembre, todos los individuos se presentaron en posdesove o indiferenciados en enero. Las gametogénesis observadas fueron principalmente en hembras. A partir de abril se observaron algunas hembras que

aunque estaban en fase de desove, presentaron gametogénesis de modo simultáneo. En octubre se observaron algunos individuos, principalmente machos, con la gónada bien desarrollada y en etapa de desove inicial.

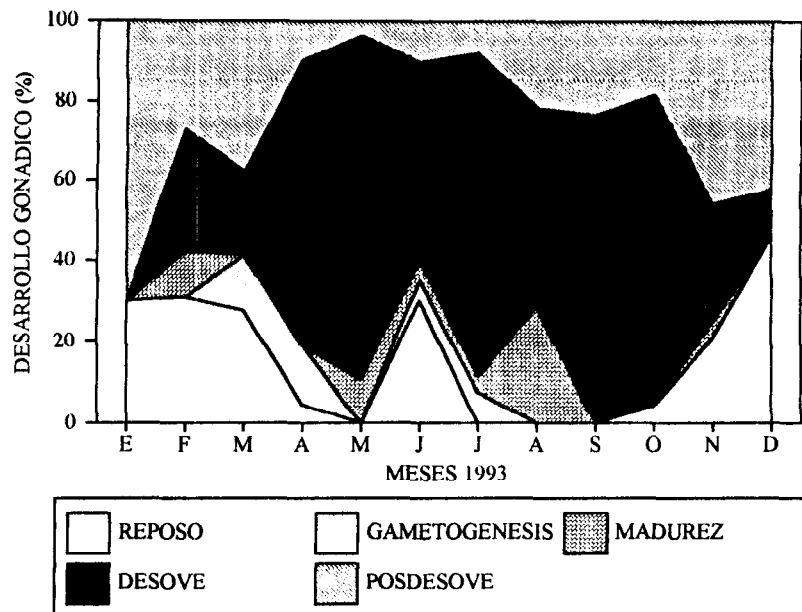


Figura 22. Proporción de estados de desarrollo gonádico de *C. californiensis* en Bahía Magdalena.

#### 6.4.3. Laguna de La Paz

Se observaron individuos en fase de indiferenciación gonádica entre enero y julio, con porcentajes relativamente altos, hasta 80%, en mayo. Se observó que el período de desove de esta especie en la Laguna de La Paz está comprendido principalmente entre agosto y octubre, y un poco en diciembre, sin embargo se encontró un pequeño porcentaje de individuos en la fase de desove en febrero. La gametogénesis se presentó en enero y durante todo el período de desove, desde junio hasta noviembre. Durante los meses de enero a julio predominaron los individuos en fase de indiferenciación y en segundo término los individuos en fase de absorción o posdesove. En las muestras de junio a septiembre se observaron individuos en fase de desove que presentaron algún grado de gametogénesis (Fig. 23). Se observó el posdesove principalmente de febrero a abril y en menor porcentaje en diciembre.

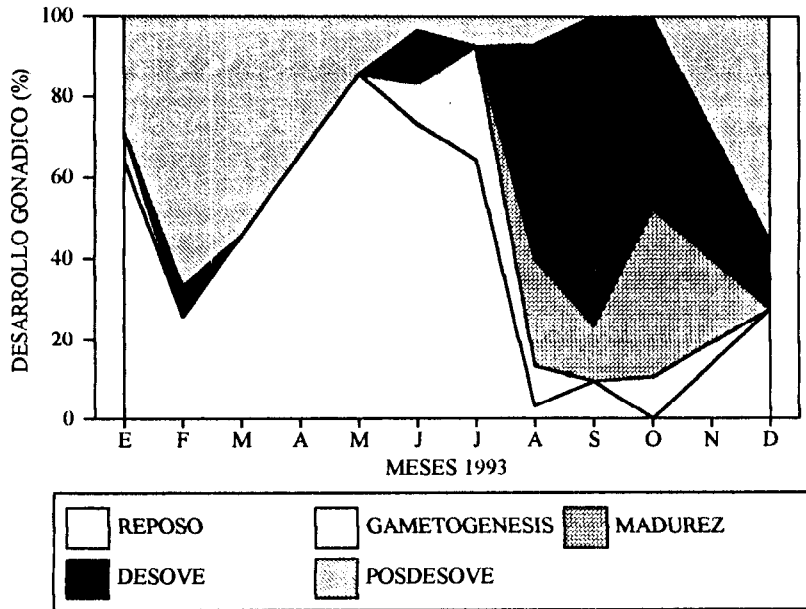


Figura 23. Proporción de estados de desarrollo gonádico de *C. californiensis* en la Laguna de La Paz.

## 6.5. ÍNDICE GONÁDICO

### 6.5.1. Bahía Concepción

Los valores de este índice están comprendidos entre 20.5 y 48.7, con un promedio de  $40.14 \pm 7.7$ . Esto se debe a que se presentó un alto porcentaje de individuos en fase de madurez, desove y posdesove durante casi todo el año (Fig. 24). Los valores más altos se presentaron en los meses de verano, aunque no difieren mucho de los valores observados entre enero y mayo.

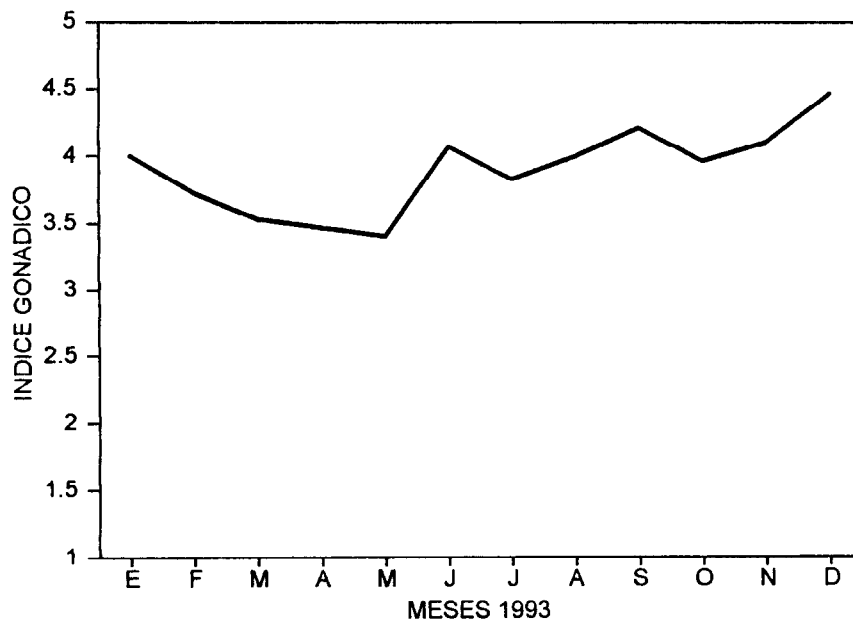


Figura 24. Índice gonádico de *C. californiensis* en Bahía Concepción.

### 6.5.2. Bahía Magdalena

Durante el periodo de muestreo el índice gonádico promedio fue de  $3.6 \pm 0.4$ , con una máxima de 4.2 y una mínima de 3.0. Los más bajos observados durante junio y diciembre, corresponden a una proporción relativamente alta de individuos en etapa de indiferenciación. En la muestra de enero, el valor relativamente alto está relacionado principalmente con un alto porcentaje de individuos en fase de posdesove. En general, durante todo el periodo de muestreo, los valores del índice gonádico corresponden a porcentajes relativamente altos de individuos en etapa de desove (Fig. 25).

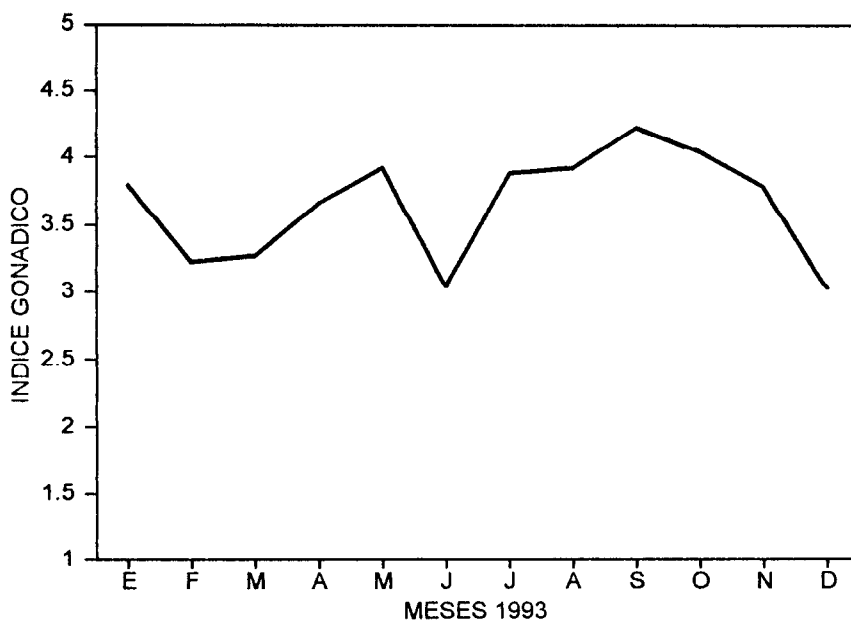


Figura 25. Índice gonádico de *C. californiensis* en Bahía Magdalena.

### 6.5.3. Laguna de La Paz

En esta localidad se presentó un promedio de  $2.8 \pm 0.9$ , con una máxima de 3.9 y una mínima de 1.6. Las variaciones en este índice muestran que entre enero y marzo, los valores fueron superiores a dos, e incluso a 3.5 en febrero (Fig. 26). Entre mayo y julio los valores fueron inferiores a uno, y desde agosto hasta diciembre superiores a tres. Los resultados son directamente comparables con el índice de madurez. Los valores más bajos del índice gonádico que se registraron entre mayo y julio indican la predominancia de las primeras etapas que se han considerado en el ciclo gonádico, es decir, indiferenciación y gametogénesis. Los valores más altos registrados de agosto a diciembre se relacionan principalmente con la predominancia de la fase de desove. Los valores registrados en febrero se relacionan con las fases de desove y posdesove.

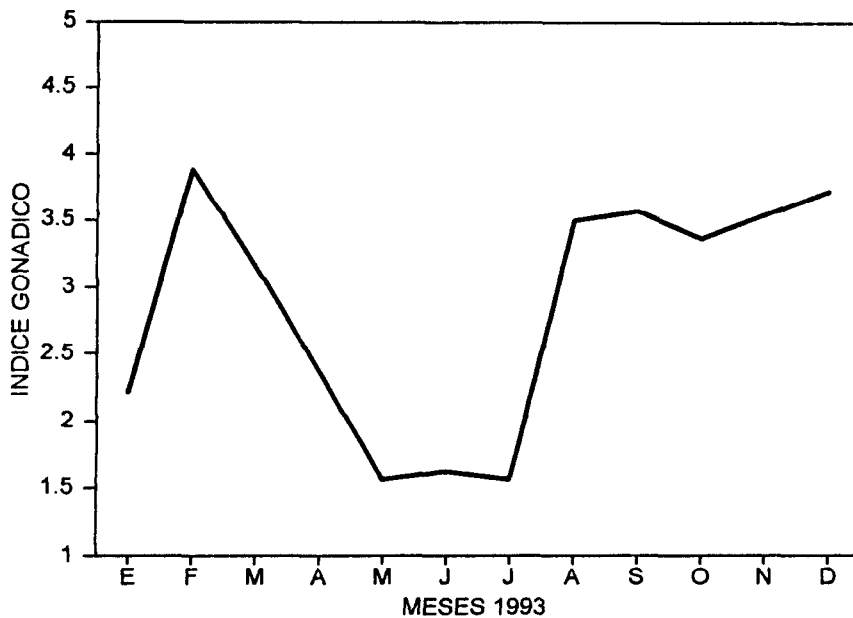


Figura 26. Índice gonádico de *C. californiensis* en la Laguna de La Paz.

## 6.6. ESTIMACIÓN DEL DIÁMETRO DE OVOCITOS

### 6.6.1. Bahía Concepción

El diámetro de los ovocitos varió de 14 a 89  $\mu\text{m}$ , aunque no fue igual en todos los meses. El promedio registrado fue de 51 a 68  $\mu\text{m}$  de diámetro durante el periodo de muestreo. En enero, mes en el que se presentaron individuos en fase de gametogénesis, se registró mayor frecuencia de ovocitos en el intervalo de 14 a 35  $\mu\text{m}$  de diámetro. En todos los meses las hembras presentaron ovocitos maduros (en el intervalo de 35 a 89  $\mu\text{m}$  de diámetro), aunque en agosto se presentaron los ovocitos más grandes (hasta 89  $\mu\text{m}$ ) de modo simultáneo con ovocitos pequeños, hasta de 35  $\mu\text{m}$  de diámetro, no bien desarrollados aún. En abril, noviembre y diciembre no se colectaron hembras en fase de gametogénesis, madurez ni en fase de desove, por lo que no se representan en la gráfica (Fig. 27 y 28).

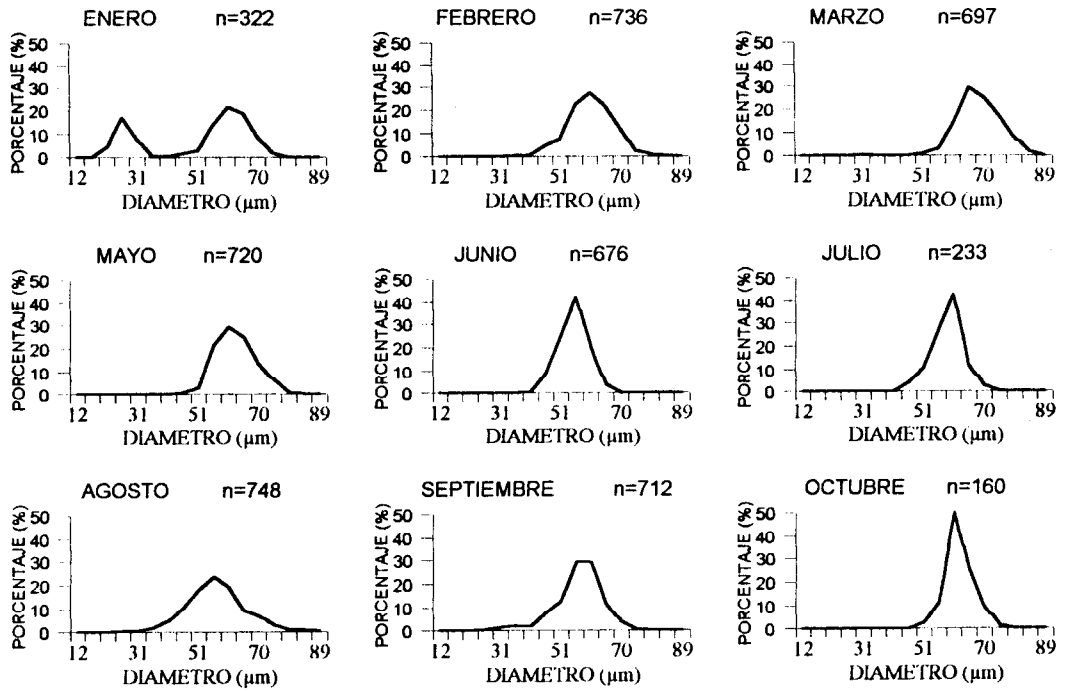


Figura 27. Porcentaje mensual del diámetro de ovocitos de *C. californiensis* en Bahía Concepción.

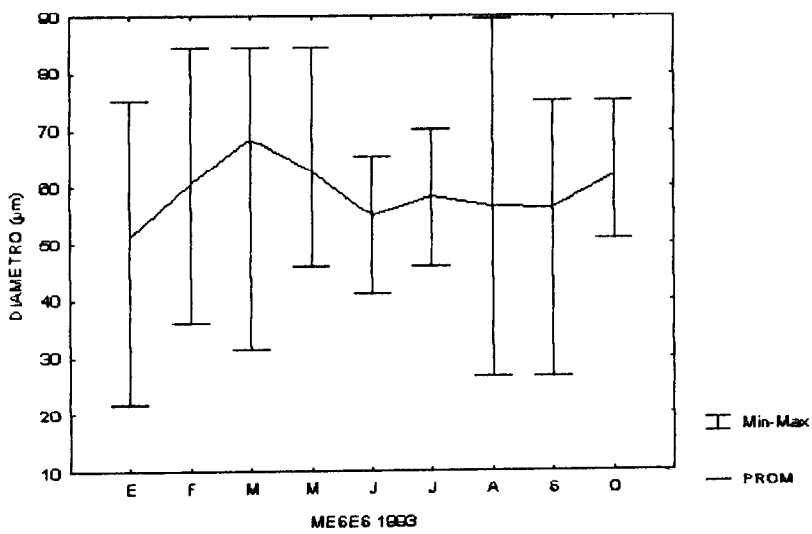


Figura 28- Diámetro promedio mensual de ovocitos de *C. californiensis* en Bahía Concepción.

En la figura 27 se observa que en enero, febrero y marzo, se presentaron ovocitos menores de 30  $\mu\text{m}$ , lo que se complementa con la observación al microscopio de individuos en los que aún se lleva a cabo la gametogénesis y la gónada continúa en crecimiento. En mayo, junio y julio se presentaron individuos totalmente maduros y en fase de desove, y en estos meses el diámetro promedio de los ovocitos se mantuvo alrededor de 50  $\mu\text{m}$  por lo que en esos meses la población se presenta completamente madura; comienza el desove y se alcanzan los máximos niveles del año (arriba del 80%). Mientras en estos meses aumenta el porcentaje de individuos en desove, el índice gonadosomático muestra un decremento constante, lo que implica una disminución continua en el peso de la gónada ocasionado por la liberación de los gametos (Fig. 28).

### 6.6.2. Bahía Magdalena

El tamaño de los ovocitos varió de 12 a 89  $\mu\text{m}$ . Se registró un promedio mensual de 41 a 68  $\mu\text{m}$  a lo largo del periodo de muestreo. El diámetro promedio mostró una clara tendencia a aumentar durante enero a marzo, y a disminuir durante los meses restantes. En las muestras de marzo a julio, se presentaron algunos desoves, lo que corresponde con la presencia de ovocitos de tamaño relativamente menor. En las muestras de agosto a noviembre se presentaron ovocitos de tamaño relativamente menor junto con ovocitos completamente maduros en los mismos individuos, además de que se pudo observar que la gametogénesis se llevó a cabo mientras transcurría el desove.

Los ovocitos más pequeños, de 12 a 35  $\mu\text{m}$  de diámetro, se registraron entre julio y noviembre (Fig. 29), en tanto que los ovocitos de tamaño mayor se presentaron en febrero y marzo. Es posible observar que en agosto, aunque se presentaron ovocitos grandes, también se observaron ovocitos pequeños en crecimiento, esto se pudo constatar con las observaciones histológicas de las gónadas en ese periodo de muestreo (Fig. 30).

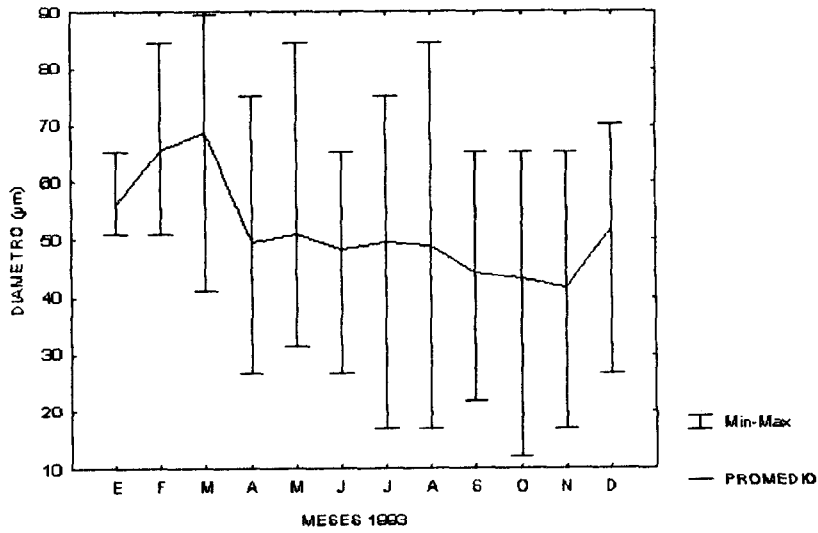


Figura 29- Diámetro promedio de ovocitos de *C. californiensis* en Bahía Magdalena.

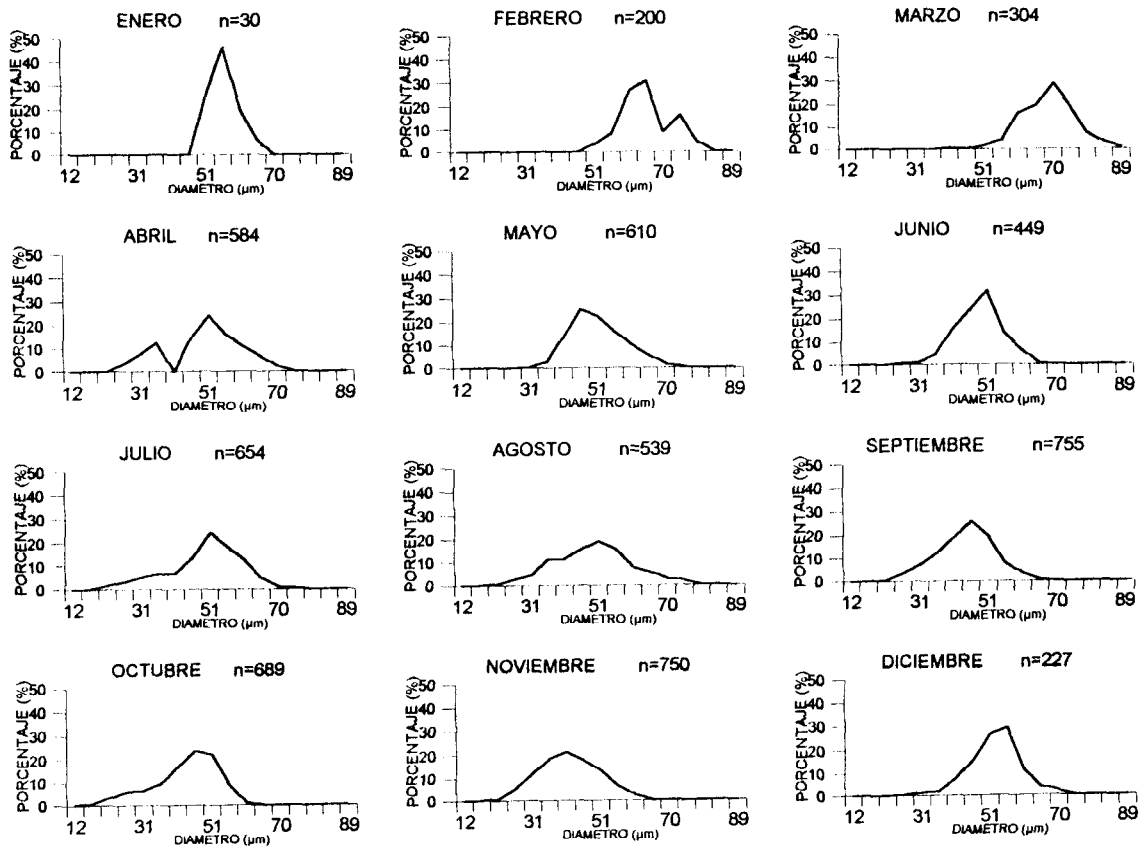


Figura 30. Porcentaje mensual del diámetro de ovocitos de *C. californiensis* en Bahía Magdalena.

### 6.6.3. La Paz

Las hembras colectadas en enero, marzo, mayo y noviembre, se presentaron en fase de posdesove, por lo que no se les tomó en cuenta al medir el tamaño de los ovocitos. Los gametos femeninos variaron de 12 a 85  $\mu\text{m}$  de diámetro (Fig. 31). El promedio a lo largo del periodo de muestreo fue de 35 a 61  $\mu\text{m}$ . Los ovocitos con menor tamaño se presentaron de junio a octubre, y los de mayor tamaño se presentaron durante todo el periodo de muestreo. En junio y julio, la gametogénesis inició poco después del posdesove, por lo que se observaron ovocitos grandes junto con ovocitos pequeños en desarrollo (Fig. 32). En agosto se encontraron hembras en desove que presentaron gametogénesis inicial, este hecho no se observó en las muestras de octubre a diciembre, en las que los ovocitos medidos corresponden a hembras en desove.

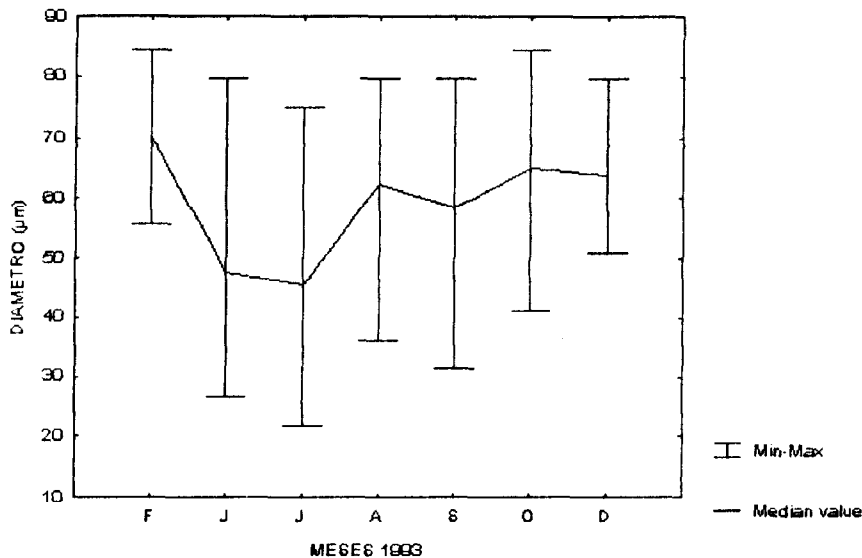


Figura 31- Diámetro promedio mensual de ovocitos de *C. californiensis* en la Laguna de La Paz.

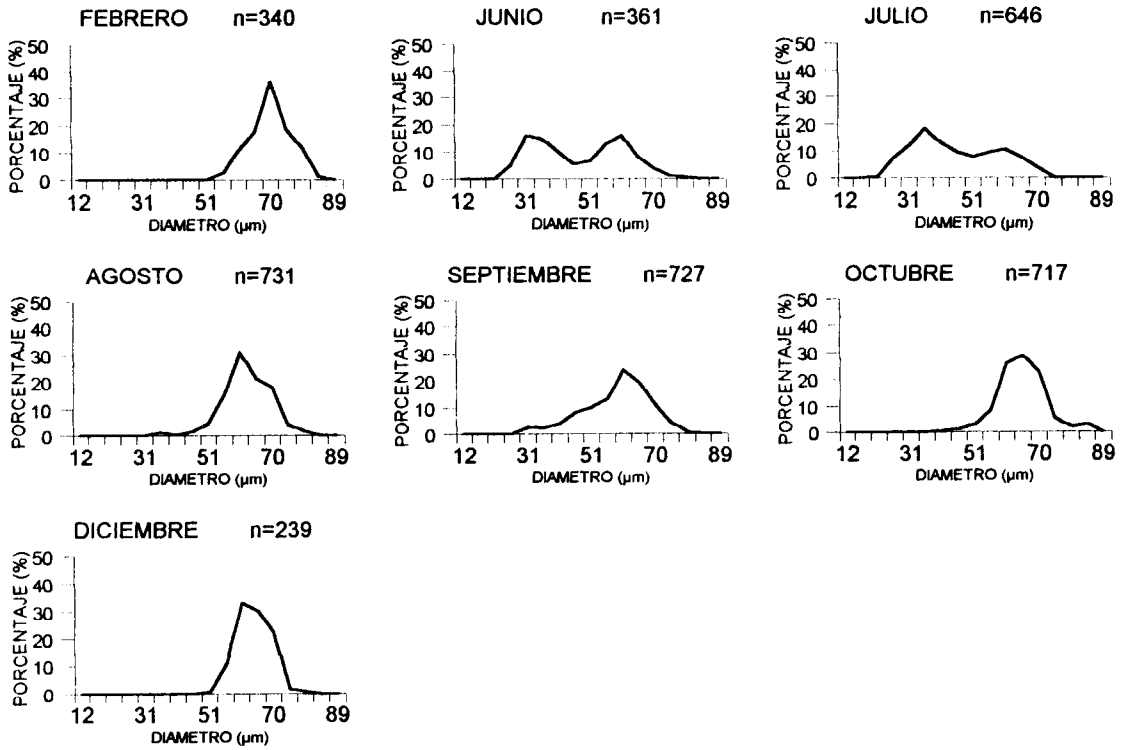


Figura 32. Porcentaje mensual del diámetro de ovocitos de *C. californiensis* en la Laguna de La Paz.

El promedio del diámetro de los ovocitos se mantuvo en aumento desde julio, y a partir de agosto se presentaron los ovocitos de mayor tamaño (Fig. 32). Aunque en febrero se presentaron ovocitos muy grandes, el mínimo tamaño de éstos se mantuvo arriba de 50  $\mu\text{m}$ , y no se observaron evidencias de producción de gametos o crecimiento gonádico en ese mes. Estas características se observaron en diciembre, en el que aún hay ovocitos mayores de 70  $\mu\text{m}$  pero no los hay menores de 42  $\mu\text{m}$ . La generación de gametos se produjo principalmente entre junio y septiembre, aun cuando durante casi todo el año se pudieron observar ovocitos maduros, mayores de 70  $\mu\text{m}$ . En enero, de marzo a mayo y en noviembre no se presentaron hembras, de modo que no hay datos para estos meses.

## 6.7. VARIABLES AMBIENTALES

### 6.7.1. Bahía Concepción

Los resultados del análisis de correlación de Spearman entre las variables observadas y las variables reproductivas (I.G.S., % de la población en gametogénesis, en madurez y en desove) se observan en la Tabla 7. En Bahía Concepción destaca la relación inversa entre la temperatura y la cantidad de clorofila, así como la temperatura y el I.G.S. La temperatura superficial alcanzó el valor máximo en agosto, con 31°C, y el valor mínimo en febrero, con 19°C. Como es de esperarse, durante el verano se registraron las temperaturas más altas, mientras que durante el invierno fueron registradas las más bajas. El fotoperiodo presentó fluctuaciones anuales en las que la mayor cantidad de iluminación (min. luz/día) se registró en junio (820 min.), mientras que los días cortos se presentaron en diciembre, con 640 minutos de luz por día.

Las variaciones en la concentración de clorofilas muestran que en diciembre y enero se presentaron las mayores concentraciones, de 1.2 y 3.9 mg de clorofila/ $\text{m}^3$  respectivamente, en tanto que en los meses correspondientes a primavera y verano, se registraron las concentraciones de clorofilas más bajas, de 0.2 y 0.3 mg de clorofila/ $\text{m}^3$  en julio y agosto respectivamente. La relación entre la temperatura y la concentración de clorofilas es inversa, como se observa en la figura 33.

Tabla 7- Correlación de Spearman entre las variables consideradas en este trabajo (temperatura, clorofila y fotoperiodo) y otras variables en las localidades de estudio.

Correlacion de Spearman TEMPERATURA vs:								
LOCALIDAD	Bahía Concepción		Bahía Magdalena		Laguna de La Paz		General	
Clorofila	<b>-0.9</b>	<b>P&lt;0.01</b>	-0.5	ns	-0.05	ns	0.4	<b>P&lt;0.01</b>
I.G.S.	<b>-0.7</b>	<b>P&lt;0.05</b>	0.4	ns	<b>1.0</b>	<b>P&lt;0.01</b>	-0.4	<b>P&lt;0.01</b>
Gametogénesis (%)	-0.4	ns	-0.5	ns	0.3	ns	0.01	ns
Madurez (%)	-0.2	ns	0.2	ns	<b>0.7</b>	<b>P&lt;0.05</b>	-0.04	ns
Desove (%)	-0.2	ns	0.2	ns	0.3	ns	-0.2	ns

Correlacion de Spearman CLOROFILA vs:								
LOCALIDAD	Bahía Concepción		Bahía Magdalena		Laguna de La Paz		General	
I.G.S.	0.43	ns	-0.19	ns	-0.01	ns	-0.1	ns
Gametogénesis (%)	0.48	ns	<b>0.61</b>	<b>P&lt;0.05</b>	0.07	ns	0.3	ns
Madurez (%)	0.01	ns	0.27	ns	0.15	ns	-0.02	ns
Desove (%)	0.01	ns	0.3	ns	-0.2	ns	-0.2	ns

Correlacion de Spearman FOTOPERIODO vs:								
LOCALIDAD	Bahía Concepción		Bahía Magdalena		Laguna de La Paz		General	
I.G.S.	-0.07	ns	<b>0.66</b>	<b>P&lt;0.05</b>	-0.25	ns	0.03	ns
Gametogénesis (%)	-0.48	ns	0.36	ns	0.41	ns	0.11	ns
Madurez (%)	0.29	ns	0.41	ns	0.1	ns	0.2	ns
Desove (%)	0.29	ns	<b>0.73</b>	<b>P&lt;0.01</b>	0.09	ns	0.33	<b>P&lt;0.05</b>

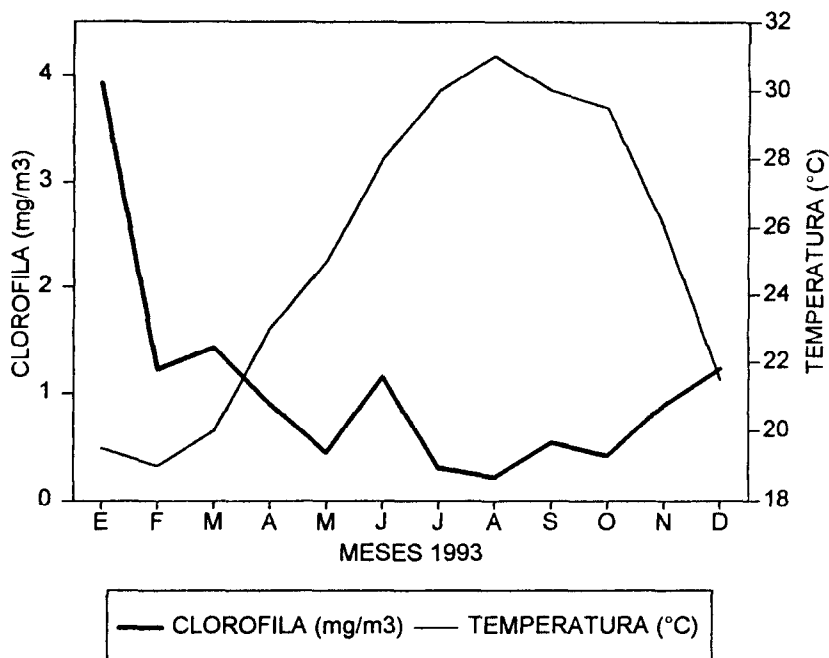


Figura 33. Concentración de clorofila y temperatura registrada en Punta Arena, Bahía Concepción.

### 6.7.2. Bahía Magdalena

La temperatura superficial se mantuvo en un intervalo estrecho de enero a mayo, la más baja se presentó en abril, con 18 °C. A partir de mayo se incrementa rápidamente, hasta alcanzar la más alta del año, en agosto, con 27 °C, después del cual, disminuyó paulatinamente hasta diciembre, con 21 °C. Las temperaturas más altas se registraron en los meses de verano y parte de otoño. El fotoperíodo varió de 832 min. luz/día a principios de junio, a 641 min. luz/día a comienzos de enero. La clorofila presentó los valores más altos entre marzo y julio, con un máximo en mayo. En el periodo que comprende de agosto a diciembre, la cantidad de este pigmento se mantuvo relativamente baja (Fig. 34). En esta localidad destaca la relación significativa entre la cantidad de clorofila y el fotoperíodo con la población en fase de desove.

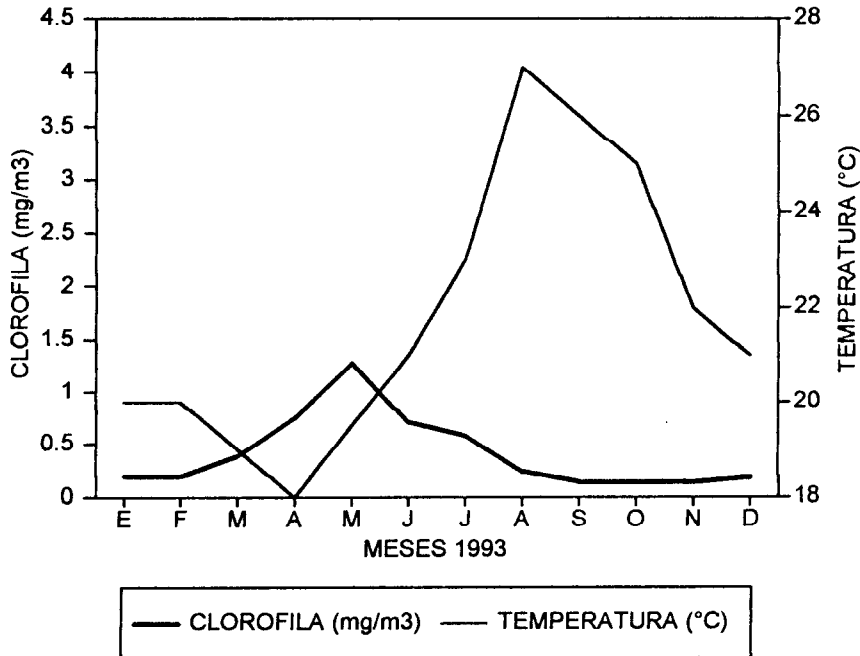


Figura 34. Concentración de clorofila y temperatura registrada en San Carlos, Bahía Magdalena.

### 6.7.3. La Paz

En la Laguna de La Paz se observó que la temperatura se mantuvo arriba de los 22°C durante todo el año de 1993. La máxima temperatura se alcanzó en febrero, con 31°C y la mínima en marzo, con 23°C (Fig. 35). La concentración de clorofilas se mantuvo arriba de 1.2 mg/m<sup>3</sup> durante todo el periodo de muestreo, el máximo valor alcanzado fue de 4.2 mg/m<sup>3</sup> en octubre y la mínima concentración del pigmento se registró en septiembre, con un valor de 1.2 mg/m<sup>3</sup>. El fotoperiodo varió con un máximo de 830 min. luz/día en junio y con un mínimo de 641 min. luz/día a principios de enero. La temperatura estuvo altamente correlacionada con el I.G.S. ( $R = 1.0$ , Tabla 6) así como con la población en fase de madurez gonádica.

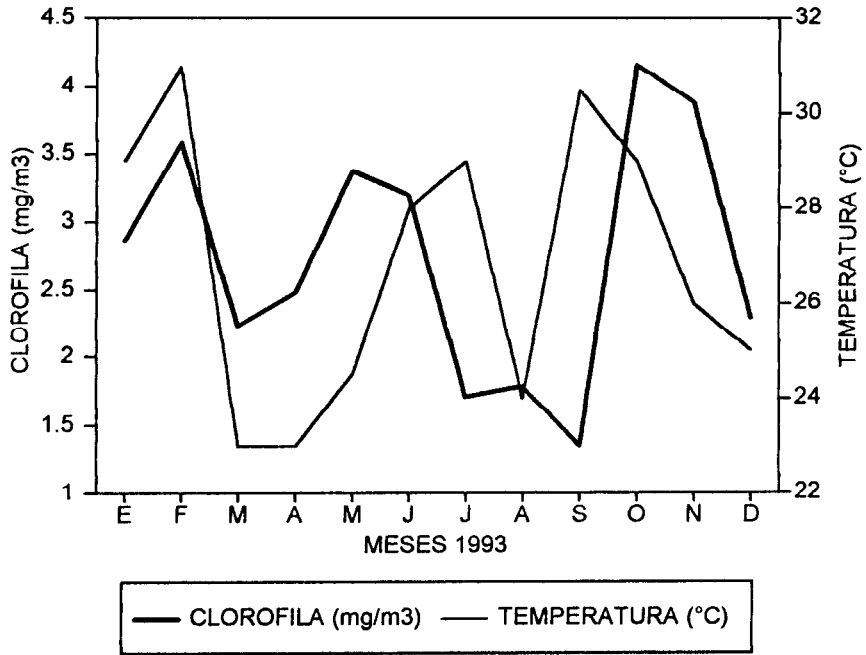


Figura 35. Concentración de clorofila y temperatura en la Laguna de La Paz.

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1. Proporción de sexos, frecuencia de tallas y parasitismo

La proporción de sexos mostró diferencias que pueden deberse al azar (chi cuadrada no significativa en las tres localidades), y sólo en las muestras de enero a marzo de la Laguna de La Paz se colectaron más machos que hembras, sin embargo esto no representa una tendencia general (ver Tablas 1 a 6 en apéndice) ni algún fenómeno biológico evidente, como tampoco se ha observado para esta especie en otros trabajos (García-Domínguez, 1991; García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995 y García-Domínguez et al., 1993). En los bivalvos existe gran variación de estrategias reproductivas, de gonocóricos estrictos a hermafroditas funcionales, esta variación puede presentarse entre especies del mismo género o entre poblaciones de la misma especie (Saleuddin, 1965; Giese y Pearse, 1974; Sastry, 1979; Mackie, 1984), sin embargo dicha variación no ha sido registrada en este trabajo y tampoco en otros venéridos como *Dosinia ponderosa* y *Megapitaria aurantiaca* (Baqueiro y Stuardo, 1977), *Chione fluctifraga* (Martínez-Córdova, 1988), *Mercenaria mercenaria* (Hesselman et al., 1989), *Chione californiensis* (García-Domínguez et al., 1993 y García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995), *Chione cortezi* (Benet, 1996) y *Megapitaria squalida* (Villalejo-Fuerte et al., 1996a), en los que se han observado individuos gonocóricos.

La frecuencia de tallas se mantuvo muy parecida en las tres localidades en lo que se refiere a la moda, sin embargo se presentaron diferencias significativas entre ellas ( $F < 0.01$ ), el promedio de longitud de la concha registrado en la Laguna de La Paz resultó ligeramente mas bajo que en las otras dos localidades, mientras que el promedio de longitud de la concha en Bahía Concepción y Magdalena fue de 43.3 y 43.2 respectivamente, en la Laguna de La Paz fue de 40.7.

Representantes de varios taxa parasitan a los bivalvos, entre otros, de la Clase Platyhelmynta. Tres Subclases de platelmintos se conocen como parásitos de pelecípodos marinos: Turbellaria, Trematoda y Cestoidea, aunque existen algunas especies de turbelarios, específicamente de los Ordenes Rhabdocoela y Alloecoela que parasitan la cavidad del manto, tracto digestivo y otros

órganos internos de bivalvos marinos (Lauckner, 1983). En los Trematoda, solo algunas especies del Orden Digenea se han registrado como parásitos de bivalvos marinos, aunque especies del Orden Aspidobothrea parasitan bivalvos de agua dulce (Huehner y Etges, 1981). Los Digenea presentan ciclos de vida complejos que involucran dos o más hospederos, y el parásito alcanza la madurez sexual cuando se hospeda en un vertebrado, por lo que el papel de los moluscos siempre es como primer o segundo hospedero intermediario de los Trematoda, nunca definitivo. Si el bivalvo sirve como primer hospedero intermediario, la infección se lleva a cabo mediante la ingestión de un huevo de tremátodo, del que eclosiona el primer estado larvario, llamado miracidio, en el tracto digestivo del molusco. Otro modo por el que llega la infección al molusco es por penetración activa a través del epitelio del molusco por un miracidio. Si el bivalvo presenta la metacercaria del parásito, es usado como segundo hospedero intermediario. Usualmente el molusco que sirve como segundo hospedero se infecta cuando la cercaria es liberada del primer hospedero intermediario, penetra activamente al molusco y se enquistada de modo que forma una metacercaria (Cheng, 1986).

En Bahía Concepción no se encontraron individuos de *C. californiensis* parasitados, por lo que consideramos que o bien no está presente el hospedero definitivo del tremátodo encontrado en otras poblaciones de esta especie, o el parásito no se ha establecido en esta localidad, aunque también cabe la posibilidad de que esta población de almejas sea más resistente al parásito que otras poblaciones (Cheng, 1986). La incidencia de parasitismo en la Laguna de La Paz por larvas de tremátodos fue de 4.6%, en tanto que García-Domínguez y Levy-Pérez (1995) registraron una prevalencia de 1%. Los daños observados en los individuos parasitados son los mismos que observaron García-Domínguez y Levy-Pérez (1995), los folículos no están bien desarrollados y hay ausencia de gametos, pues la totalidad del tejido gonádico está ocupada por las larvas del parásito. Las larvas de estos tremátodos invaden el espacio entre las fibras reticulares, ocupado normalmente por las células de Leydig, y ocasionan la "castración parasitaria" del individuo e impide el desarrollo de la gónada. Es interesante observar que los parásitos se presentaron únicamente en los meses en los que normalmente existe desarrollo gonádico en la población de almejas, de septiembre a diciembre. En los individuos parasitados no fue posible distinguir el sexo, pues la gónada no presenta desarrollo y no se observaron gametos.

## 7.2. Índice gonadosomático (I.G.S.)

Los cambios en el peso del tejido gonádico son influenciados por las variaciones en el peso del cuerpo, dado que el peso de la gónada fue estimado junto con las vísceras y el pie, por lo que se llevó a cabo el análisis del peso del cuerpo en relación con el índice gonadosomático. Aparentemente el I.G.S. registrado en la población de Bahía Concepción se correlaciona con la proporción de la población en desove ( $R = 0.7$ ,  $P < 0.05$ ). De mayo a septiembre experimenta un descenso paulatino conforme se registran mayores proporciones de almejas en desove. Sin embargo, al correlacionar el I.G.S. con el peso promedio sin concha, se observa relación entre ambos, (coeficiente de correlación  $R = 0.89$ ) de agosto a octubre, las variaciones en el peso sin concha pueden reflejar la liberación de gametos, debido a que la gónada ocupa gran parte de la cavidad visceral cuando está madura y pierde gran parte de su peso en forma de gametos (García-Domínguez, 1991; García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995 y García-Domínguez et al., 1993).

En Bahía Magdalena los cambios en la población en desove no se correlacionan con las variaciones del índice gonadosomático (I.G.S.) ( $R = 0.4$ ).

El índice gonadosomático (I.G.S.) de la población en Bahía Magdalena resultó adecuado para el análisis de la reproducción en *C. californiensis*, a diferencia de la población de Bahía Concepción, en la que las variaciones en el I.G.S. se relacionaron principalmente con las variaciones en el peso total sin concha por lo que no resultaron buenos indicadores (regresión  $r^2 = 0.8$ , Tabla 7 apéndice). Esto posiblemente se debe a que la población de Bahía Magdalena presenta mayor tamaño gonádico cuando alcanza la madurez, lo que da una magnitud significativa a las variaciones en el peso de la gónada. Adicionalmente, la reproducción se llevó a cabo durante todo el periodo de muestreo, lo que determinó que la gónada permaneciera en actividad por más tiempo en Bahía Magdalena (Fig. 36).

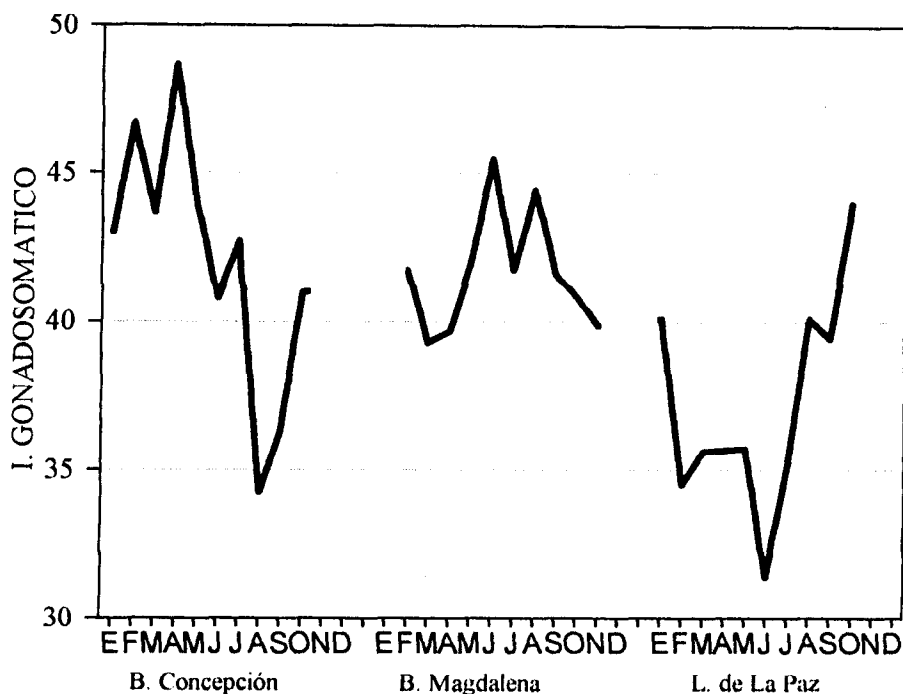


Figura 36.-Índice gonadosomático de *C. californiensis* en las localidades de estudio.

Para verificar la relación entre el índice gonadosomático y el peso del cuerpo, se compararon ambos parámetros mediante el coeficiente de correlación, los valores no se correlacionan con los datos observados en el mismo periodo de tiempo en Bahía Magdalena y la Laguna de La Paz ( $R = 0.0$ ). De este modo puede establecerse que en Bahía Magdalena es adecuado el uso del I.G.S. como indicador de la actividad reproductiva, aunque en otras especies no ha resultado un parámetro confiable (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez 1993; Villalejo-Fuerte et al., 1996b).

En la Laguna de La Paz el I.G.S. muestra una disminución en el mes de junio, así mismo se incrementa el intervalo entre los valores máximo y el mínimo, lo que indica la presencia de numerosos ovocitos pequeños y grandes. Esto se observa claramente en la figura 31, en donde existen dos grupos bien definidos de tamaño de ovocitos, los pequeños de 12 a 30  $\mu\text{m}$  que se encuentran en desarrollo, y los mayores de 30  $\mu\text{m}$ , que se encuentran casi o totalmente desarrollados y listos para su expulsión o liberación. Así, en lo general el índice gonadosomático describe en

forma deficiente el patrón reproductivo de *C. californiensis* y se debe a que este índice está influenciado por las variaciones en peso de la glándula digestiva y del pie (Sastry, 1979; Cáceres-Martínez et al., 1990; García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995 y García-Domínguez et al., 1993), de tal modo que si no se cuenta con el ciclo de reproducción determinado histológicamente es difícil establecer el ciclo reproductivo utilizando únicamente el índice gonadosomático. Los índices gonadosomáticos calculados para las tres poblaciones difieren significativamente entre sí (concordancia de Friedman y Kendall = 0.37, Tabla 16), destacándose con ello las diferencias en el patrón reproductivo existentes entre las tres poblaciones, por lo que es de esperarse que dichas variaciones estén manifestadas en el desarrollo gonádico que presentaron durante el periodo de estudio.

### 7.3. Ciclo reproductivo

En los resultados se puede observar que el ciclo reproductivo de *C. californiensis* es diferente en las tres localidades de estudio (coeficiente de concordancia de Friedman y Kendall = 0.29). El desove fue continuo a lo largo del año en Bahía Magdalena y Bahía Concepción, en tanto que en la Laguna de La Paz prácticamente se interrumpió de enero a mayo (Figs. 23 y 37). Está bien establecido que el ciclo reproductivo de los bivalvos marinos puede variar en la misma especie en relación con la localidad en la que se encuentra (Sastry, 1979; Mackie, 1984; Brousseau, 1987; Ponurovski y Yakovlev, 1992; Joll y Caputi, 1995). Se ha concluido que en el hemisferio norte los ciclos reproductivos de los bivalvos tienden a extenderse en regiones que se localizan al sur del intervalo geográfico de su distribución (Giese y Pearse, 1974), sin embargo el periodo de reproducción es más corto en la Laguna de La Paz que en las otras dos localidades, lo que está en desacuerdo con la regla de Orton, (Orton, 1920; Giese y Pearse, 1974; Brousseau, 1987), que destaca el aumento en el periodo de desove de poblaciones de invertebrados marinos que se distribuyen en latitud mas baja que el resto de las poblaciones de la misma especie. Esto sugiere que aunque la latitud es importante para la regulación del ciclo gametogénico de una especie, otros factores influyen quizá de modo determinante en el ciclo gonádico, como la temperatura y el alimento.

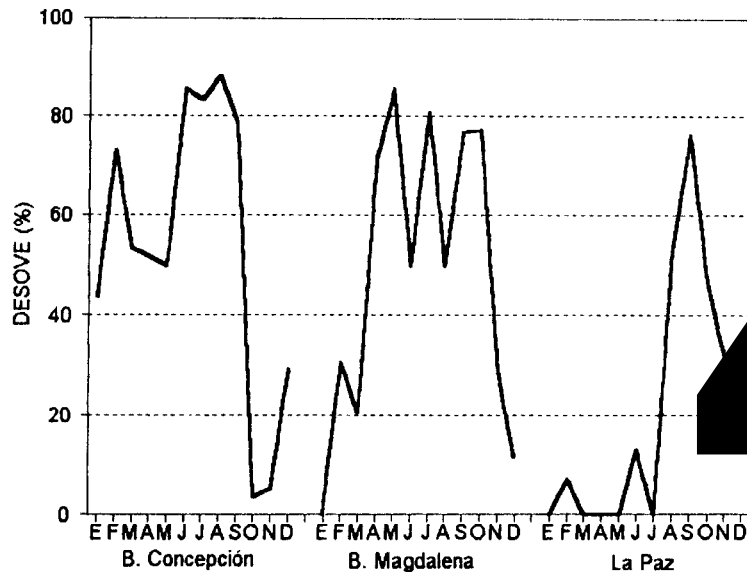


Figura 37. Población de *C. californiensis* en fase de desove en las localidades de estudio.

García-Domínguez et al. (1993) encontraron que en Bahía Magdalena *C. californiensis* se reprodujo de modo continuo durante cuatro a seis meses, con un máximo en agosto, y un 86% de la población en fase de reposo en el mes de febrero, mientras que en el presente estudio en Bahía Magdalena se encuentra una población que desova por mayor tiempo, durante once meses ininterrumpidos, con un máximo en el mes de mayo (85%) y con un máximo de la población en fase de reposo en diciembre, de 45% (en febrero fue de 30%).

Aunque es alta la correlación de rangos de Spearman ( $r = 0.63$ ,  $P < 0.05$ ) entre el desove reportado en Bahía Magdalena (por García-Domínguez et al. para 1993) y el registrado en el presente trabajo, el periodo de reproducción no fue igual. En el presente trabajo la producción de gametos fue constante desde febrero hasta octubre, de modo simultáneo a las fases de madurez y desove que ocurrieron durante ese lapso de tiempo.

En la muestra de febrero los individuos en fase de desove conservaron gran cantidad de gametos,

tanto masculinos como femeninos, y se observaron muchos fagocitos dentro de los túbulos espermáticos de los machos, lo que indica una liberación de gametos lenta y absorción de gametos que no fueron liberados en la temporada anterior, como se observó en otros trabajos en esta especie en Bahía Magdalena y la Laguna de La Paz (García-Domínguez et al., 1993; García-Domínguez y Levy-Pérez 1995).

En la Laguna de La Paz la recuperación de la gónada ocurrió a principio de año, pues entre enero y mayo se registraron la mayoría de los individuos en fase de posdesove, y en la muestra de marzo se registraron individuos que presentaron características de gametogénesis, aunque con gran cantidad de fagocitos que consumieron gametos residuales, por lo que se consideraron como individuos en fase de posdesove, o en reabsorción de gametos residuales, por eso es posible que en marzo existan individuos cuya gónada esté en continua producción de gametos, pero al no darse las condiciones ambientales propicias o adecuadas, se reabsorben los tejidos gonádicos antes de alcanzar la madurez (Loosanoff, 1937; Ansell, 1961; Sastry, 1979).

En junio y julio los tejidos gonádicos de la población residente en la Laguna de La Paz se prepararon para la reproducción y comenzaron a presentarse individuos en fase de gametogénesis. Se puede observar evidencia de absorción de tejidos, como folículos no muy bien desarrollados, ovocitos residuales de la temporada reproductiva anterior, ovocitos picnóticos y gran cantidad de fagocitos, además de ovocitos de pequeño tamaño (Fig. 31). En agosto, una vez que la reproducción comienza, se presenta la producción de gametos y transcurre el desove mientras se forman nuevas células sexuales. En este periodo, todos los individuos considerados en fase de desove de La Laguna de La Paz se observó generación de gametos, sobre todo en las hembras.

Los individuos en fase de desove observados en la Laguna de La Paz en agosto y septiembre, presentaron producción de gametos, además de que se detectó la presencia de algunos individuos en fase de reposo o indiferenciación en ese mismo periodo, lo que señala que la actividad gonádica no fue tan intensa, en tanto que en las otras dos localidades de estudio no se presentó la fase de reposo en estos dos meses, por el contrario, la gónada se desarrolló rápidamente para continuar con la liberación de gametos.

En la muestra de diciembre en la Laguna de La Paz los individuos en fase de desove ya no presentaron producción de células sexuales, el ciclo gametogénico incluyó en esta ocasión la fase de reposo, es por eso que se detectan dos modos de completar el ciclo gametogénico (Fig. 38): uno corto que se repite una y otra vez en los meses de verano, consta de tres fases gonádicas (gametogénesis, madurez y desove), en donde la fase de desove está sustentada por producción continua de gametos y uno largo en los meses de invierno y primavera, de cinco fases gonádicas en el que la fase de desove es seguida por las fases de posdesove y reposo gonádico. García-Domínguez y Levy-Pérez (1995) encontraron algo similar en la reproducción de esta especie en la Laguna de La Paz, las diferencias radican en que en el presente trabajo se observa reproducción en febrero, una temporada de reproducción más corta, de agosto a diciembre y un porcentaje mayor de la población en desove, (76%) en septiembre, hechos que no se observaron en el trabajo arriba citado.

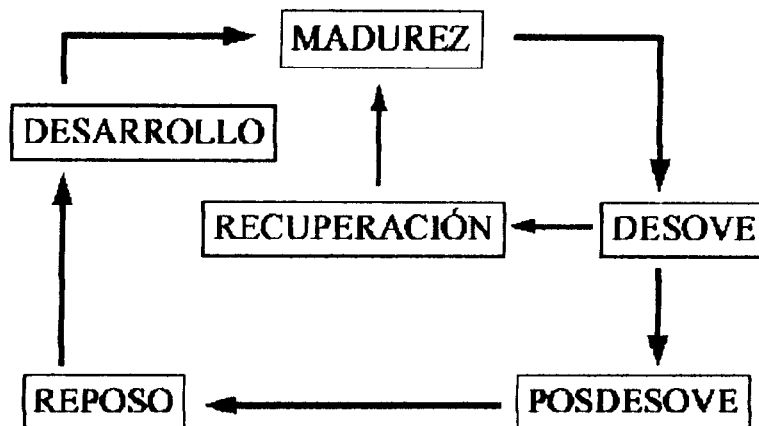


Fig. 38- Representación de las fases del ciclo gonádico que se presentaron en *C. californiensis*.

La falta de sincronía en las fases reproductoras de la población se consideran resultado de un decremento de sensibilidad a los estímulos externos (Orton, 1920). Esta asincronía puede observarse sobre todo en la Laguna de La Paz, al comparar la actividad gonádica a lo largo del año con el índice gonádico (I.G.), que varió dentro de un intervalo de 1.5 a 4, por lo que no predominó una fase gonádica en particular. Recordemos que este índice se relaciona numéricamente con cada fase gonádica. En las otras dos localidades, este índice se mantuvo entre 3 y 4, lo que da numéricamente mayor peso a la fase madurez y desove. Si observamos con cuidado el

comportamiento del índice gonádico, encontramos que en la Laguna de La Paz se presentaron grandes variaciones, valores bajos entre mayo y junio, y altos el resto del año. Básicamente corrobora la predominancia de fases gonádicas que se observan en las gráficas de índice de madurez. También se refleja la actividad gametogénica a lo largo del año en el diámetro de los ovocitos, cuyas variaciones son indicadores de la actividad reproductiva.

## 7.4. Parámetros ambientales

### 7.4.1. Temperatura

En Bahía Concepción, el I.G.S. disminuyó conforme la temperatura aumentaba, esta es la única variable reproductiva que tuvo una relación significativa con este factor, la clorofila no parece correlacionarse con ninguno. Durante los meses más cálidos se registró mayor cantidad de desoves, aunque en los meses fríos se presentó la fase de desove, en noviembre se registraron individuos en desove que presentan producción de gametos, y en el mes de diciembre se presentó un 30% de la población en desove. En general, en Bahía Concepción la actividad reproductiva de *C. californiensis* está regulada principalmente por la temperatura, aunque es conveniente que se realicen estudios en laboratorio en condiciones controladas (Avilés-Quevedo et al., 1990) pues es posible que las diferencias encontradas en las poblaciones de esta especie sean lo suficientemente grandes como para establecer la existencia de ecofenotipos, tal como se encontró en *Megapitaria squalida* con base en la morfología de la concha en Bahía Concepción (Anguas-Vélez y Castro-Ortiz, 1990).

En la Laguna de La Paz, la temperatura es uno de los factores extrínsecos más importantes en la regulación del ciclo reproductivo, al relacionarse positivamente con la proporción de individuos en fase de madurez y el índice gonadosomático en forma positiva, es decir a mayor temperatura, el I.G.S. y la proporción de la población en madurez es mayor, la disponibilidad de alimento no parece relacionarse con ninguna de las variables consideradas.

En Bahía Magdalena se encuentra que la temperatura no explica ninguna de las variables reproductivas encontradas, esta localidad es en la que se encontraron las temperaturas más bajas en el periodo julio-octubre (Fig. 39).

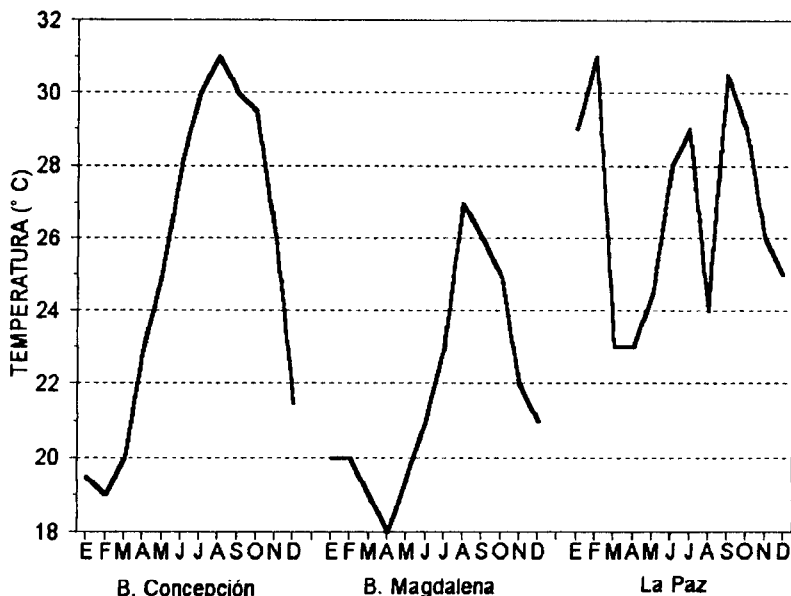


Figura 39.-Temperatura registrada en las localidades de estudio.

Las mayores diferencias entre los parámetros registrados en Bahía Magdalena por García-Domínguez et al. (1993) y en este trabajo se observaron en la temperatura, en general más alta en 1993, aunque el máximo se registró en agosto de 1989, con 29°C y en el mismo mes en 1993 con 27°C. En los resultados proporcionados por García-Domínguez et al. (1993) no se observaron individuos en desove de octubre de 1988 a marzo de 1989 cuando la temperatura se mantuvo por debajo de 24°C, en tanto que en este trabajo, de febrero a julio, con temperatura inferior a 24°C se presentaron hasta 85% de los individuos en desove. Esto sugiere que la temperatura no es el factor que determina el desove. Por otro lado la proporción de la población en fase de gametogénesis fue similar en ambos estudios, aunque en el presente trabajo los individuos en desove presentaron producción de gametos simultáneamente, por lo que en este caso puede decirse que existe producción de gametos al momento de designar al individuo en la fase de desove.

Para esta localidad la reproducción de *C. californiensis* en este trabajo duró más tiempo y fue más intensa, con menos individuos indiferenciados o en reposo y mayor proporción de la población en fase de desove, que en 1988 y 1989 (García-Domínguez et al., 1993) aunque por otro lado el

porcentaje de individuos parasitados fue mayor en el presente trabajo.

Es importante resaltar el hecho de que la reacción a la temperatura es diferente en las tres localidades, es significativamente negativa en Bahía Concepción con respecto al I.G.S., significativamente positiva en la Laguna de La Paz con respecto a ese mismo factor y nula en Bahía Magdalena, por otro lado es significativamente positiva en la Laguna de La Paz con la madurez, esto habla de la adaptabilidad de la especie.

La temperatura ha sido señalada como un factor importante en el estímulo del desove, como se muestra con una temperatura creciente en *Cyprina islandica* (Loosanoff, 1953), temperatura en aumento en *Mercenaria mercenaria* (Loosanoff et al., 1951) o en temperatura decreciente en *Argopecten irradians* (Sastry, 1963, 1966a). Se ha observado que en algunas especies la gametogénesis y el desarrollo gonádico ocurren con temperatura que va en aumento mientras que el desove ocurre a una temperatura máxima (Loosanoff, 1937; Ropes, 1968) o con temperatura en declive después de alcanzar el máximo (Posgay y Norman, 1958; Sastry, 1963, 1966a).

El desove ha sido inducido por cambios de temperatura, de 5°C a 30°C en *M. mercenaria* (Loosanoff y Davis, 1963). En laboratorio, individuos de *A. irradians* con ovocitos en el inicio de la fase citoplasmática a 20, 15 y 10°C se encontraron en una ovogénesis avanzada, los individuos mantenidos a 20°C desovaron, no así los que estaban a 15°C y 10°C (Sastry, 1966a). El desove en *M. mercenaria* es inducido con temperaturas de 20°C a 25°C (Keck et al., 1975; Manzi et al., 1985) aunque se ha observado que temperaturas más altas de 30°C inhiben la gametogénesis en *M. mercenaria* y aumenta la incidencia de neoplasias (Hesselman et al., 1988).

#### 7.4.2. Fotoperiodo

Las diferencias en el patrón reproductivo de *C. californiensis* en las tres localidades de estudio, se deben en mayor cantidad a parámetros como la temperatura y la disponibilidad de alimento, que a la latitud o al fotoperiodo, aunque la diferencia entre los fotoperiodos de los tres lugares es muy pequeña, de 20 minutos por día en enero a 40 minutos por día en el mes de diciembre, el fotoperiodo que más difiere de los tres es el de Bahía Concepción (Fig. 40). El fotoperiodo manifestó correlación positiva con el desove ( $P < 0.01$ ). En Bahía Concepción puede verse que los

individuos en estado de madurez y desove se encuentran en casi la totalidad de la población durante los meses de febrero a agosto, en contraste con la población de *C. californiensis* de la Laguna de La Paz, que presentó las mismas características de agosto a octubre. Las características físico-químicas del lugar de estudio influyen de un modo importante y mayor al ciclo reproductivo que la latitud en la que se encuentran, como se observó en poblaciones de *Mytilus edulis* en Long Island (Newell et al., 1982). Brousseau (1987) señaló que los efectos de la latitud en el ciclo reproductivo de *Mya arenaria* son secundarios a los efectos de factores exógenos específicos del hábitat, tales como temperatura y cantidad de alimento.

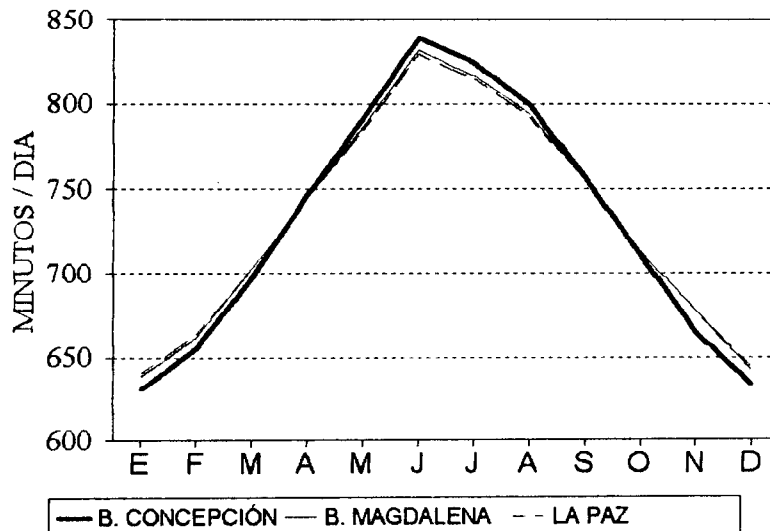


Fig. 40- Fotoperiodo registrado en las localidades de estudio.

Aunque no se encontró relación significativa entre el desove y la temperatura en la población de Bahía Magdalena, aparentemente la hay en cuanto al fotoperiodo ( $r = 0.73$ ) así como con el I.G.S., las dos positivas. La influencia del fotoperiodo en el ciclo reproductor de los bivalvos ha sido revisada por Segal (1970) y Giese y Pearse (1974). El crecimiento gonádico y la gametogénesis se inició en correlación con la longitud del día en *A. irradians* en Massachusetts (Sastry, 1970) aunque al parecer no es un parámetro determinante, pues esta última especie, en Carolina del Norte, inicia el crecimiento gonádico y la gametogénesis cuando la longitud del día es máxima, y alcanza la

madurez cuando la longitud diurna decrece (Sastry, 1970), aunque Gimazane (1971) (citado en Sastry, 1979) no encontró un efecto significativo por las variaciones en el fotoperiodo en la gametogénesis de *Cardium edule*. Por otro lado el análisis histológico reveló que la gametogénesis está relacionada con el incremento de la temperatura y con la longitud del día, aunque hacen falta estudios en el laboratorio. También es claro que la gametogénesis se llevó a cabo durante los meses en que mayor cantidad de clorofila se presentó ( $P < 0.05$ , de marzo a julio) por lo que es evidente que la disponibilidad de alimento y la movilización de nutrientes hacia las gónadas son factores muy importantes en la reproducción.

En Bahía Magdalena la temperatura se encuentra estrechamente influenciada por el fotoperiodo. El periodo de iluminación determinó las variaciones de temperatura que se observaron en esta región. La mayor temperatura registrada durante agosto, se explica por el calentamiento del agua debido a los días más largos en junio y julio, aunque fluyen aguas más cálidas a través de la contracorriente ecuatorial, pues en esta época se intensifica hacia el norte (Fernández-Eguiarte et al., 1993).

La reproducción de esta especie en la Laguna de La Paz no difiere mucho de la que registraron García-Domínguez y Levy-Pérez (1995) en el año de 1988 ( $r = 0.59$   $P < 0.025$ ), pues en 1993 se presentó desove tardío en febrero y el resto del desove fue más intenso. El fotoperiodo parece no ser determinante en la reproducción ( $r = 0.08$  Tabla 24 apéndice) por lo que una combinación de otros factores tales como temperatura y disponibilidad de alimento, pueden ser determinantes para explicar el patrón reproductivo de *C. californiensis* en la Laguna de La Paz.

#### **7.4.3. Disponibilidad de alimento**

Los aspectos que tratan el destino de los productos de digestión y su transporte a sitios de almacenamiento y la utilización de los mismos respecto de cambios ambientales ha sido revisado en pocas especies (Loosanoff, 1937; Sastry, 1968; Thompson, 1977; MacDonald y Thompson, 1985). *C. californiensis* es un organismo que se alimenta principalmente de fitoplancton (García-Domínguez, 1991), el éxito en el uso del fitoplancton como fuente de energía depende principalmente de su concentración, tasa de producción y disponibilidad para el bivalvo (Loosanoff, 1954; Sastry, 1979).

La disponibilidad de alimento es un factor determinante en el ciclo gonádico, sobre todo durante la gametogénesis y el crecimiento de la gónada (Sastry, 1968, 1970, 1979; Jaramillo et al., 1993). En Bahía Concepción los individuos en fase de gametogénesis coinciden en forma general con la temporada en la que se registró mayor concentración de clorofila, y en febrero y marzo, cuando los valores aún permanecen arriba de  $1 \text{ mg/m}^3$  de clorofila, las gónadas continuaron en crecimiento y presentaron gametogénesis, aunque los individuos fueron categorizados como maduros o en desove.

Durante los meses en los que la concentración de clorofila fue menor de  $1 \text{ mg/m}^3$  o incluso menor de  $0.5 \text{ mg/m}^3$ , la población de Bahía Concepción permaneció con gran actividad de expulsión de gametos y al mismo tiempo presentó gametogénesis. En el mes de noviembre y diciembre, cuando la temperatura desciende, las gónadas muestran un segundo desarrollo anual, aunque menos intenso, relacionado con un aumento en la disponibilidad de alimento. La influencia de las condiciones ambientales como la cantidad de alimento y la temperatura en bivalvos marinos es determinante, tal como lo señalaron Bayne y Newell (1983).

En Bahía Concepción la relación entre el porcentaje de la población en fase de gametogénesis y la concentración de clorofila no fue significativa ( $R = 0.48$  Tabla 7), estos datos sugieren que la temperatura es el factor más relacionado con el desove de la población, independientemente de la cantidad de alimento, aunque son necesarios estudios en este sentido en laboratorio (Aviles-Quevedo et al., 1990).

En Bahía Magdalena, el ciclo gonádico resultó influenciado principalmente por la disponibilidad de alimento para la producción de gametos (fase de gametogénesis). En la población de *C. californiensis* de Bahía Magdalena, la gónada presentó gametogénesis en mayo y continuó en esa actividad hasta septiembre, como lo indica el análisis histológico y el I.G.S., en tanto que la disponibilidad de alimento, expresada en cantidad de clorofila, aumentó desde marzo y se mantuvo alta hasta julio (Fig. 41), por lo que se puede decir que la gametogénesis se encuentra en relación con la cantidad de clorofila ( $r = 0.61$ ,  $P < 0.05$  Tabla 7).

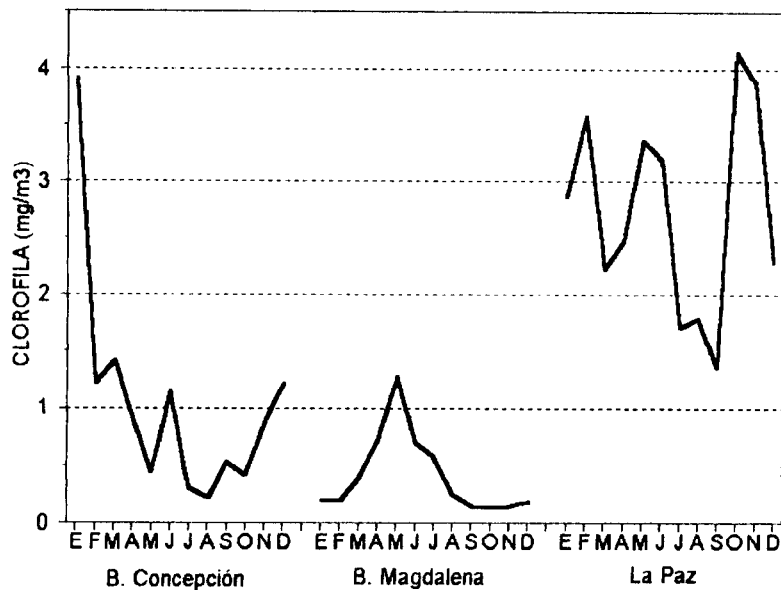


Figura 41.-Concentración de clorofila ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en las localidades de estudio.

Aunque en Bahía Magdalena el desove aparentemente no tiene una relación evidente con la cantidad de clorofilas, la disponibilidad de alimento que se incrementa de abril a junio se relaciona con la máxima proporción de individuos en desove y aunque a partir de julio hay menos alimento, la temperatura alcanza los  $23^\circ\text{C}$  y se mantiene arriba de  $24^\circ\text{C}$  en los meses restantes hasta noviembre ( $22^\circ\text{C}$ ), lo que se relaciona con el mantenimiento de altos porcentajes de individuos en fase de desove.

Es posible que durante los meses en que hay alta cantidad de clorofila, los individuos comienzan la gametogénesis y el desarrollo continúa rápidamente hasta iniciar el desove (como se comprueba histológicamente), esto corresponde a lo descrito por Sastry, 1979, se almacenan nutrientes que son utilizados cuando en el ambiente no se encuentran disponibles y cuando la temperatura ambiental se incrementa, por lo que las condiciones son propicias para que la fase de desove continúe hasta octubre. Esto lo apoya el hecho de que el índice gonadosomático se incrementa desde mayo, y disminuye paulatinamente desde septiembre. Aunque se observan pequeños porcentajes de la población en desove en noviembre y diciembre en Bahía Magdalena, la fase que prevalece es el

posdesove y la indiferenciación o reposo, como lo muestra el índice gonádico superior a tres y las observaciones histológicas.

En la Laguna de La Paz, la cantidad de clorofila registrada se mantuvo más alta que las otras localidades durante todo el año, por lo que no representó un factor limitante en el desarrollo gonádico (Fig. 40). Por otro lado, la temperatura registrada influyó más que en las otras localidades de estudio en la madurez de la población de *C. californiensis*.

Las fluctuaciones en la concentración de clorofila se correlacionaron con el comportamiento de la proporción de la población en desove en la Laguna de La Paz, sin embargo la concentración de clorofila se mantuvo más alta en relación con las otras localidades de estudio a lo largo del año (arriba de  $1.2 \text{ mg/m}^3$ ), esto indica que este factor no significó un limitante en la reproducción de esta especie en la Laguna de La Paz.

El hecho de que la concentración de clorofila se mantuviera arriba de  $1.2 \text{ mg/m}^3$  y que incluso rebasara los  $3 \text{ mg/m}^3$  tres veces al año (Fig. 41), puede explicarse por que la Laguna de La Paz es un lugar somero, con corrientes débiles (excepto en el canal que comunica con la Bahía de La Paz) y con un área menor ( $45 \text{ Km}^2$ ) que las otras localidades de estudio. Por esta razón la temperatura se presentó alta a lo largo del año.

El desarrollo gonádico de *C. californiensis* comienza a temperaturas relativamente bajas, pero con disponibilidad de alimento alta. La temperatura baja no inhibe la gametogénesis en *Chlamys amandi* (Jaramillo et al., 1993), *Placopecten magellanicus* (Thompson, 1977) y *Pecten novaezelandiae* (Bull, 1976) (citado en Sastry, 1979). De este modo es posible que el desarrollo gonádico está más relacionado con la disponibilidad de alimento que con la temperatura.

El efecto de la temperatura en la velocidad de filtración de fitoplancton en *Cyprina islandica* presentó una relación inversa (Winter, 1970), aunque fue a temperaturas tan bajas el efecto ( $12^\circ\text{C}$  a  $4^\circ\text{C}$ ) que no esperamos que se presente en este trabajo, aún en invierno, dado que esta temperatura no se presenta en las localidades de estudio. Diversos factores como temperatura, mareas, latitud, tamaño de las partículas suspendidas, cantidad de alimento y velocidad de filtración pueden influenciar el consumo de comida, digestión y asimilación en los bivalvos, por esto, la adaptación al ambiente influye en la producción de gametos y el crecimiento gonádico de una población en un

lugar geográfico determinado (Gimazane, 1971; Sastry, 1963, 1966 a y b, 1968, 1979; Newell et al., 1982; Brown, 1984; Jaramillo et al., 1993; Xie y Burnell, 1994; Villalejo-Fuerte y Ochoa-Baez, 1993).

Es evidente que el desarrollo gonádico es un proceso que demanda energía, es por eso que está en estrecha relación la ingesta alimenticia, el transporte de los nutrientes y el posterior desarrollo gonádico. En *Mercenaria mercenaria* (Loosanoff, 1937) y *Venus striatula* (Ansell, 1961) ambos venéridos, el periodo de recuperación es breve y la gametogénesis comienza inmediatamente después del desove. En estas especies el inicio del desarrollo gonádico coincide con un aumento en el fitoplancton, después de una baja temporal en invierno. La relación entre disponibilidad de alimento y el desarrollo gonádico estacional varía de población en población de una misma especie, como en *A. irradians* (Sastry, 1961, 1963, 1966a, 1970).

El desove puede estar relacionado principalmente con la disponibilidad de alimento, pues algunos bivalvos tienden a desovar cuando el alimento está disponible en el medio, para el adecuado desarrollo de las larvas (Loosanoff, 1954; Bayne, 1976; Jaramillo et al., 1993), sin embargo, en Bahía Concepción y en la Laguna de La Paz no parece que el desove se relacione únicamente con este parámetro. En Bahía Magdalena se registran altos porcentajes de la población en fase de desove en los meses en los que se presenta mayor concentración de clorofila (de abril a julio) aunque los desoves en otros meses no ocurren de este modo.

En *C. californiensis* la disponibilidad de alimento es un factor importante en el desarrollo gametogénico y en el desove, aunque no es un factor determinante como lo muestra la baja concentración de clorofilas en Bahía Magdalena y la presencia de altos porcentajes de la población en desove, comparada con la presencia de alta concentración de clorofila en la Laguna de La Paz y menor proporción de la población en desove entre los meses de agosto y noviembre.

### **7.5. Diámetro promedio de los ovocitos**

En Bahía Concepción el diámetro promedio de los ovocitos se mantiene alrededor de 50  $\mu\text{m}$  durante todo el periodo de muestreo, sin embargo el intervalo entre máximo y mínimo se reduce considerablemente en octubre. Esto se explica por la ausencia de gametogénesis en esa muestra y las siguientes y porque la proporción de la población en posdesove y reposo aumenta en noviembre

y diciembre. El mismo fenómeno se observa en la población de la Laguna de La Paz en la que el intervalo de máximo y mínimo en el diámetro de los ovocitos se reduce en la muestra de diciembre, lo que señala la presencia de un ciclo reproductivo que incluye una fase de reposo y en el que no hay gametogénesis por lo que no existen ovocitos pequeños. En esta localidad en febrero no se observan ovocitos menores de 40  $\mu\text{m}$  y no se presentó gametogénesis en los individuos en desove, lo que explica la ausencia de desarrollo gonádico y la presencia de individuos en reposo de marzo a mayo.

El tamaño de los ovocitos en agosto y septiembre presentó un promedio inferior a 50  $\mu\text{m}$  en Bahía Concepción, sin embargo los valores máximo y mínimo presentaron un intervalo más grande que en meses precedentes. Esto indica que mientras se lleva a cabo la liberación de gametos, hay producción continua de los mismos, a través de gametogénesis y crecimiento gonádico, de modo que aumenta el número de ovocitos pequeños. El índice gonadosomático alcanza en estos dos meses los valores más bajos, lo que indica que la gónada ha liberado la mayor parte de su peso en forma de gametos, y la producción de los mismos no es suficiente para reemplazar los que son expulsados. Por otro lado la temperatura en agosto es la máxima en ese año y comienza a descender en septiembre al tiempo que la proporción de individuos en fase de desove es superior al 77%.

En las tres poblaciones de *C. californiensis* estudiadas en este trabajo se observó la presencia de producción de gametos mientras transcurre el desove, principalmente al inicio de la temporada reproductiva, cuando las gónadas comienzan a liberar los gametos. En Bahía Concepción, durante los meses de agosto y septiembre, los individuos en fase de desove presentaron comienzos de posdesove, inicia la proliferación de fagocitos y de células cafés, que son responsables de gran parte de la reabsorción de los tejidos (Feng, 1988).

No se presentó una tendencia clara a lo largo del tiempo de muestreo en el diámetro promedio de los ovocitos en Bahía Magdalena y Bahía Concepción. Los valores máximo y mínimo están separados por un intervalo amplio durante la mayor parte del año en Bahía Magdalena lo que indica que la gametogénesis, el crecimiento y el desove fueron simultáneos en la población, e incluso en cada uno de los individuos en desove.

Para la población de la Laguna de La Paz, a partir de la muestra de agosto, los ovocitos mas pequeños incrementan su diámetro promedio, lo que indica que en la población se suspende

gradualmente la producción de gametos para dar paso a la fase de posdesove y reposo. En Bahía Magdalena se observa que a partir de enero y hasta julio el tamaño mínimo de ovocitos disminuye paulatinamente, y de octubre a diciembre se incrementa nuevamente, por lo que la producción de células sexuales se registra desde marzo y continúa hasta el mes de noviembre. En Bahía Concepción puede verse este fenómeno desde enero hasta septiembre. La liberación continua de gametos está sustentada por una producción sostenida en el mismo lapso de tiempo.

Como se observa en la figura 31, en el mes de febrero en la Laguna de La Paz los ovocitos presentaron un diámetro promedio de 70  $\mu\text{m}$  y las fases que predominan son desove y posdesove. La reproducción registrada de junio a diciembre se manifiesta en el aumento progresivo del promedio mensual del diámetro de los ovocitos. Por otro lado aunque se presentaron ovocitos mayores de 30  $\mu\text{m}$  en todos los meses en los que hubo reproducción, de junio a septiembre se observa claramente cierta cantidad de ovocitos menores de 30  $\mu\text{m}$  lo que se relaciona con la presencia de gametogénesis.

En diciembre los individuos en desove no presentaron producción de gametos y comenzaron a manifestarse las evidencias de absorción de tejidos residuales. Los meses en los que no se tomó el diámetro de los ovocitos no se presentaron hembras en la muestra, la mayoría de los individuos se encontraron en fase de reposo y las hembras presentes ocasionalmente se encontraron en fase de posdesove, por lo que no se tomaron en cuenta para la medición del diámetro de ovocitos (Grant y Tyler, 1983b). La dispersión de los diámetros de los ovocitos fue mayor de junio a octubre, debido a que la gónada estaba en actividad gametogénica (producción de gametos) al mismo tiempo que se presentó el desove. En febrero y en diciembre, aunque el diámetro promedio de los ovocitos fue mayor, no existió actividad gametogénica, esto se observa en la figura 30 al comprobar la ausencia de ovocitos menores de 30  $\mu\text{m}$ .

## 8. CONCLUSIONES

1. En las poblaciones de *Chione californiensis* localizadas en Bahía Magdalena, Bahía Concepción y la Laguna de La Paz, B.C.S. no se encontraron individuos hermafroditas.
2. El I.G.S. no describe con precisión el ciclo gonádico de *C. californiensis* al menos en la poblaciones residentes en Bahía Concepción y en la Laguna de La Paz.
3. En Bahía Concepción, *C. californiensis* se reproduce de enero a septiembre, con la mayor proporción de organismos en desove en agosto y septiembre.
4. En Bahía Magdalena, la población de *C. californiensis* se reproduce principalmente de abril a octubre con el mayor porcentaje en desove en mayo, septiembre y octubre.
5. En la Laguna de La Paz, *C. californiensis* se reproduce de agosto a octubre con la mayor proporción de desoves en septiembre y octubre.
6. En Bahía Concepción la mayor proporción de individuos en fase de desove de *C. californiensis* se presenta cuando la temperatura alcanza los valores mas altos.
7. En Bahía Magdalena, la reproducción se relaciona principalmente con la concentración de clorofila y el fotoperiodo, manifestándose con una mayor proporción de organismos en fase de desove.
8. En la Laguna de La Paz, la frecuencia de organismos en fase de desove de *C. californiensis* se incrementa cuando la temperatura registra los valores mas altos.
9. El patrón del ciclo gonádico de *C. californiensis* difiere en las tres localidades en cuanto a duración y a intensidad de las fases de desarrollo gonádico y en cuanto a los parámetros ambientales mas importantes que influyen en el, tales como temperatura, disponibilidad de alimento y fotoperiodo.

10. El fotoperiodo se correlaciona positivamente con el porcentaje de individuos en desove y el I.G.S. en Bahía Magdalena, influye indirectamente en el ciclo gonádico de *C. californiensis* en las tres localidades, a través de la temperatura, manifestándose en una mayor cantidad de organismos en fase de desove mientras la temperatura es alta.

11. En el ciclo gonádico de *C. californiensis* se observaron dos mecanismos principales: uno en el que se forman continuamente gametos mientras transcurre el desove, cuya duración es de dos a seis meses, no se observan las fases de posdesove y de reposo. En el otro mecanismo, mientras transcurre el desove y al final del mismo, se detiene la proliferación de gametos y se presenta la fase de posdesove seguida de la de reposo, con una duración variable.

## 9. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de aspectos reproductivos en otras especies de bivalvos de importancia económica.

2. Aplicar estudios de ciclos reproductivos en poblaciones geográficamente separadas, de modo simultáneo, de otras especies de moluscos con importancia económica, de manera que se conozcan las posibles diferencias en la reproducción y sea posible administrar el recurso de modo más efectivo.

3. Medir los parámetros ambientales lo más fielmente posible (para obtener la temperatura promedio mensual superficial y de fondo, así como la concentración de clorofila tomada directamente mediante recolección de fitoplancton) de modo que se pueda establecer con mayor seguridad una relación entre éstos y el ciclo gonádico.

4. En Bahía Concepción no capturar en los meses de agosto y septiembre, que es la principal época de reproducción.

5. En Bahía Magdalena no capturar en los meses de mayo, septiembre y octubre, que es la principal época de reproducción.

6. En la Laguna de La Paz no capturar en los meses de septiembre y octubre, que es la principal época de reproducción.

## 10. SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

1. Diseñar métodos de colecta adecuados para el estudio del ciclo reproductivo en relación con la disponibilidad de alimento y otros factores como densidad, profundidad, ciclos lunares y de mareas.
2. Estudios ecológicos de distribución y abundancia, grupos de edades, crecimiento, mortalidad y fecundidad.
3. Estudios en condiciones controladas en laboratorio, para evaluar la relación entre el ciclo reproductivo y factores como la temperatura, salinidad, densidad, presencia de gametos del sexo opuesto, disponibilidad de alimento y fotoperiodo.
4. Estudios de fecundidad, crecimiento y edad en las poblaciones de importancia comercial.
5. Estudios histoquímicos que aporten mayor información respecto a la fisiología de la nutrición.
6. Estudios parasitológicos como parámetro para evaluar el estado en el que se encuentra el recurso.

## 11. BIBLIOGRAFIA

- Abbott, R.T.** 1974. American Seashells 2°ed. Van Nostrand Reinhold Co. New York, 662 p.
- Alvarez-Borrego, S.A., Galindo-Bect y A. Chee-Barragán.** 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, Baja California Sur. *Ciencias Marinas* 2 (2):94-109.
- Andrews, J.D.** 1979. Pelecypoda: Ostreidae. *En:* Giese, A.C. y J.S. Pearse (ed.) Reproduction of marine invertebrates, Vol. V. Academic Press, New York, pp. 293-341.
- Anguas-Vélez, B. y J.L. Castro-Ortiz.** 1990. Probable existencia de dos ecofenotipos de *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) en Bahía Concepción, Baja California Sur. *Inv. Mar. CICIMAR* 4 (1):73-92.
- Anónimo.** 1995. Anuario estadístico de pesca 1995. Sría. de Pesca Dir. Gral. Planeación, Informática y Estadística. México, 513 p.
- Ansell, A.D.** 1961. Reproduction, growth and mortality of *Venus striatula* (Da Costa) in Kames Bay, Millport. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 42: 419-443.
- Arreola-Hernández, Fernando.** 1997. Aspectos reproductivos de *Dosinia ponderosa* Gray, 1838 en Punta Arena, Bahía Concepción, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional.
- Avilés-Quevedo., M.A. Quevedo, y M.O. Muciño-D.** 1990. Acondicionamiento gonádico y desove de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), en condiciones de laboratorio. *CPINSPM* (7):9-15.
- Bader, R.G.** 1954. The role of the organic matter in determining the distribution of pelecipods in marine sediments. *Journal of Marine Researches* 13: 32-48.
- 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 J. Stuardo.** 1977. Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* Sowerby, 1835, *Megapitaria squalida* Sowerby, 1835 y *Dosinia ponderosa* Gray, 1838 (Bivalvia: Veneridae) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Guerrero, México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.* 4: 161-208.

**Baqueiro, E. y H. Guajardo.** 1984. Análisis de la pesquería de almejas y caracoles en Baja California Sur. Mem: 111 Simposium sobre biología marina de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 9-23

**Baqueiro, E. y J.A. Massó.** 1988. Variaciones poblacionales y reproducción de dos poblaciones de *Chione undatella* (Sowerby, 1835), bajo diferentes regímenes de pesca en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Ciencias Pesqueras* 6:51-67.

**Baqueiro, E., I.R. Peña y J.A. Masso.** 1981. Análisis de una población sobreexplotada de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. *Cienc. Pesq. Inst. Nal. Pesca México* 1 (2): 57-65.

**Baqueiro, E., J. A. Masso, y H. Guajardo.** 1992. Distribución y Abundancia de moluscos de importancia comercial en Baja California Sur. Secretaría de Pesca. Serie de divulgación No. 11. 32 p.

**Barber, B.S. y N.J. Blake.** 1983. Growth and reproduction of the bay scallop, *Argopecten irradians* (Lamarck) at its southern distributional limit. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 66: 247-256.

**Bayne, B.L.** 1965. Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.). *Ophelia* 2: 1-47.

**Bayne, B.L.** 1976. Aspects of reproduction in bivalve molluscs. *En: Estuarine processes*, Vol. 1: Uses, stresses and adaptation to the estuary (M. Wiley ed.), pp. 432-448. Academic Press, New York.

**Bayne, B.L. y R.C. Newell.** 1983. Physiological energetics of marine molluscs, p.p. 491-498. *En: A.S.M. Saleuddin y K.M. Wilbur (eds.). The mollusca*. Vol. 4. Academic Press, New York.

**Benet, H.C.** 1996. Ciclo reproductivo de la almeja *Chione cortezi* Carpenter, 1864 (Bivalvia: Veneridae) en la reserva de la Biosfera "Alto Golfo de California y Delta del Rio Colorado". Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, México 51pp.

**Briggs, J.C.** 1974. Marine Zoogeography. McGraw Hill, 475 p.

**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

**Brousseau, D.J.** 1982. Gametogenesis and spawning in a population of *Geukensia demissa* (Pelecypoda: Mytilidae) from Westport, Connecticut. *The Veliger* 25 (1): 56-61.

- Brousseau, D.J.** 1987. A comparative study cycle of the soft-shell clam, *Mya arenaria* in Long Island sound. *J. Shellfish Res.* 6 (1):7-15.
- Brown, R.A.** 1984. Geographical variations in the reproduction of the horse mussel, *Modiolus modiolus* (Mollusca: Bivalvia). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 64: 751-770.
- Brusca, R.C.** 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. 2a. Ed. The Univ. of Arizona Press. 513 p.
- Bull, M.F.** 1976. Aspects of the biology of the New Zealand scallop, *Pecten novaezelandiae* Reeve 1853, in the Malborough Sounds. Ph. D. thesis. Victoria University, Wellington. New Zealand, 175 pp.
- Cáceres-Martínez, C., C.A. Ruiz-Verdugo y M.C. Rodríguez-Jaramillo.** 1990. Variaciones estacionales del índice gonadosomático y muscular de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR* 5 (1): 1-6.
- Caddy, J. F.** 1967. Maturation of gametes and spawning in *Macoma balthica* (L.). *Canadian Journal of Zoology* 45: 955-965.
- Campbell, R.C.** 1974. Statistics for biologists. Cambridge University Press. 385 p.
- Castro-Ortiz, J.L. y F. García-Domínguez.** 1993. Crecimiento de *Chione californiensis* (Broderip, 1835) (Veneridae) en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR*
- Cheng, T.C.** 1967. Marine molluscs as hosts for symbioses with a review of known parasites of commercially important species. *Adv. Mar. Biol.* 5: 1-424.
- Cheng, T.C.** 1986. General parasitology, 2<sup>o</sup> ed. Academic Press, Orlando, Florida 662 p.
- Cheng, T.C.** 1988. Strategies employed by parasites of marine bivalves to effect successful establishment in hosts. *American Fisheries Society Special Publications* 18: 112-129.
- Cruz-Orozco, R., P. R. García, L. G. Orta y E. N. Sánchez.** 1989. Topografía, hidrología y sedimentos de las márgenes de la Laguna de La Paz, B.C.S. *Rev. Inv. Cient. Univ. Autón. B.C.S., México.* 1 (3): 3-16.
- Dalton, R. y W. Menzel.** 1983. Seasonal gonadal development of young laboratory-spawned southern (*Mercenaria campechiensis*) and northern (*Mercenaria mercenaria*) quahogs and their reciprocal hybrids in northwest Florida. *J. Shellfish Res.* 3: 11-17.

- Dillon, R.T. y J.J. Manzi.** 1988. The genetics and shell morphology in a hybrid zone between the hard clams *Mercenaria mercenaria* and *Mercenaria campechiensis*. *Mar. Biol.* 100: 217-222.
- Dowdy, S. y S. Wearden.** 1991. Statistics for research. Wiley and Sons, New York, p.p. 270-273.
- Emmett, B., K. Thompson y J.D. Popham.** 1987. The reproductive and energy storage cycles of two populations of *Mytilus edulis* (Linne) from British Columbia. *J. Shellfish Res.* 6 (1): 29-36.
- Eversole, A.G., W.K. Michener y P.J. Eldridge.** 1980. Reproductive cycle of *Mercenaria mercenaria* in a South Carolina Estuary. *Proc. Nat. Shellfish Ass.* 70: 22-29.
- FAO.** 1993. Anuario Estadístico de Pesca 1993. Capturas y desembarques. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Colección FAO: Estadística. 390 p.
- Félix-Pico, E.F.** 1993. Estudio biológico de la almeja catarina, *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en Bahía Magdalena, B.C.S., México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, La Paz, B.C.S., México. 89 p.
- Feng, S.Y.** 1988. Cellular defense mechanisms of oysters and mussels. *American Fisheries Society Special Publication 18*: 153-168.
- Fernández-Eguiarte, A., A. Gallegos-García y J. Zavala-Hidalgo.** 1993. Oceanografía Física de México. *Ciencia y Desarrollo 18* (108): 24-35.
- Galtsoff, P.S.** 1961. Physiology on reproduction in molluscs. *Amer Zool.* 1: 273-289 pp.
- Galtsoff, P. S.** 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Fish. Bull.* 64: 1-480.
- García-Domínguez, F.** 1991 . Distribución, abundancia, reproducción y fauna asociada de la "almeja roñosa" *Chione californiensis* Broderip, 1835 en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México, 70 p.
- García-Domínguez, F. y A. Levy-Pérez.** 1995. Ciclo reproductor de la almeja roñosa, *Chione californiensis* Broderip, 1835 (Veneridae) en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. U.A.B.C.S.* 5 (2): 37-42.
- García-Domínguez, F., B. González-Acosta y S. Rodríguez-Astudillo.** 1991. Fauna simbiote de la almeja roñosa *Chione californiensis* en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR* 6 (2): 283-286.

- García-Domínguez, F., G. García Melgar y P. González-Ramírez.** 1993. Ciclo reproductivo de la almeja roñosa, *Chione californiensis* (Broderip, 1835) en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 19 (1): 15-28.
- García-Domínguez, F., S. A. García-Gasca y J. L. Castro-Ortiz.** 1994 a. Spawning cycle of the red clam *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby, 1831) (Veneridae) at Isla Espiritu Santo, Baja California Sur, México. *J. Shellfish Res.* 13 (2): 417-423.
- García-Domínguez, F., J. Arvizu-Martínez, S. Rodríguez-Astudillo y R. Ramírez-Sevilla.** 1994 b. Distribución y abundancia de *Chione californiensis* (Pelecypoda: Veneridae) en La Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 42 (3): 533-538.
- Garza, A. M. y F. B. Ramírez.** 1990. Ciclo reproductivo del mejillón *Modiolus capax* (Conrad, 1837) (Bivalvia: Mytilidae) en la Bahía de Los Angeles, Baja California, México. *An. Inst. Univ. Nat. Autón. México* 16 (1): 157-170.
- Giese, A.C.** 1959. Comparative physiology: annual reproductive cycles of marine invertebrates. *Annu. Rev. Physiol.* 21: 547-576.
- Giese, A.C. y J.S. Pearse.** 1974. Introduction: General principles. *En:* A.C. Giese y J.S. Pearse (eds.), *Reproduction of marine invertebrates*. London Academic Press, New York, Vol. I, pp.1-49.
- Gibbs, P.E.** 1984. The population cycle of the bivalve *Abra tenuis* and its mode of reproduction. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 64: 791-800.
- Gilbert, M. A.** 1978. Aspects of the reproductive cycle in *Macoma balthica* (Bivalvia). *Nautilus* 92: 21-24.
- Gimazane, J.P.** 1971. Introduction à l'étude expérimentale du cycle sexuel d'un mollusque bivalve *Cardium edule* L. Analyse des populations, évolution de la gonade et action de quelques facteurs: Nutrition, température, photopériode. Doctoral thesis, Univ. de Caen (U.E.R. des sciences de la vie et due comportement des etres vivants).
- Gorrostieta-Hurtado, E.** 1997. Ciclo gonádico de *Cardita affinis* Sowerby, 1833 y de *Arca pacifica* Sowerby, 1833 (Mollusca: Bivalvia) en Punta Arena, Bahía Concepción, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, 100 p.
- Grant, A. y Tyler, P.A.** 1983 a. The analysis of data in studies of invertebrate reproduction. I. Introduction and statistical analysis of gonad indices and maturity indices. *International Journal of Invertebrate Reproduction* 6: 259-269.

- Grant, A. y Tyler, P.A.** 1983 b. The analysis of data in studies of invertebrate reproduction. II. The analysis of oocyte size/frecuency data, and comparison of different types of data. *International Journal of Invertebrate Reproduction* 6: 271-283.
- Griffiths, C.L. y J. A. King.** 1979. Energy expended on growth and gonad output in the ribbed mussel *Aulacomya ater*. *Mar. Biol. (Berlin)* 53: 217-222.
- Gutiérrez-Galindo, E.A., G. Flores-Muñoz y J. Villaescusa-Celaya.** 1988. Hidrocarburos clorados en moluscos del valle de Mexicali y Alto Golfo de California. *Ciencias Marinas* 14 (3): 91-113.
- Harte, M.E.** 1992. An eastern Pacific *Mercenaria* and notes on other chionine genera (Bivalvia: Veneridae). *The Veliger* 32 (2): 137-140.
- Heffernan, P.B., R.L. Walker y J.L. Carr.** 1988. The reproductive cycle of the hard clam *Mercenaria mercenaria* in Wassaw Sound, Georgia. *J. Shellfish Res.* 8: 51-61.
- Hesselman, D.M., N.J. Blake y E.C. Peters.** 1988. Gonadal neoplasms in the hard shell clam, *Mercenaria* spp., from the Indian River, Florida: Occurrence, prevalence and histopathology. *J. Invertebr. Pathol.* 52: 436-446.
- Hesselman, D.M., B.J. Barber y N.J. Blake.** 1989. The reproductive cycle adult hard clams, *Mercenaria* spp. in the Indian River Lagoon, Florida. *J. Shellfish Res.* 8 (1): 43-49.
- Holguín-Quiñones, O.E.** 1976. Catálogo de especies marinas de importancia comercial en Baja California Sur. Subs. Pesca. México. Inst. Nal. de Pesca. 177 p.
- Holguín-Quiñones, O.E. y A.C. González-Pedraza.** 1994. Moluscos de la Franja Costera de Michoacán, Colima y Jalisco, México. Instituto Politécnico Nacional. 133 p.
- Holland, A.D. y K.K. Chew.** 1974. Reproductive cycle of the Manila clam (*Venerupis japonica*) from Hood Canal, Washington. *Proc. Natl. Shellfish. Ass.* 64: 53-58.
- Huehner, M.K. y F.J. Etges.** 1981. Encapsulation of *Aspidogaster conchicola* (Trematoda: Aspidogastrea) by unionid mussels. *J. Invertebr. Pathol.* 37: 123-128.
- Humason, G.L.** 1979. Animal tissue techniques. W.H. Freeman and Co. San Francisco, California, 661 p.
- Jaramillo, R., J. Winter, J. Valencia y A. Rivera.** 1993. Gametogenic cycle of the chiloé Scallop (*Chlamys amandi*). *J. Shellfish Res.* 12: 59-64.

- Joll, L.M. y N. Caputi.** 1995. Geographic variation in the reproductive cycle of the saucer scallop, *Amusium balloti* (Bernard, 1861) (Mollusca: Pectinidae) along the western Australian Coast. *Mar. Freshwater Res.* 46: 779-792.
- Jones, G.F.** 1964. The distribution and abundance of subtidal benthic mollusca on the mainland shelf of Southern California. *Malacologia* 2 (1): 43-64.
- Jones, C.C.** 1979. Anatomy of *Chione cancellata* and some other Chionines (Bivalvia: Veneridae). *Malacologia* 19: 157-199.
- Keck, R.T., D. Maurer y H. Lind.** 1975. A comparative study of the hard clam gonad developmental cycle. *Biol. Bull.* 148: 243-258.
- Keen, A.M.** 1971. Sea shells of tropical West America. Marine molluscs from Baja California to Peru. California, Stanford Univ. Press. Stanford, 1025 pp.
- Knight-Jones, E.W.** 1952. Gregariousness and some other aspects of the settings behaviour of *Spirorbis*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 30: 201-222.
- Lauckner, G.** 1983. Diseases of Mollusca: Bivalvia pp. 447-961 *En:* O. Kinne, ed. Diseases of marine animals. Vol. 2 Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg, West Germany.
- Lender, T., R. Delavault y A. Le Moigne.** 1982. Diccionario de biología. Ediciones Grijalvo, S.A. 203 p.
- Lindner, G.** 1983. Moluscos y caracoles de los mares del mundo. Aspecto, distribución y sistemática. Eds. Omega. Barcelona. 225 p.
- Lo Bianco, S.** 1909. Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di matura sessuale degli animali del Golfo di Napoli. *Mitt. Aus. dex Zool. Station zu Neapel.* 19 Band 4 Heft.
- Loosanoff, V. L.** 1937. Seasonal gonadal changes in adult clams, *Venus mercenaria* (L.). *Biol. Bull.* 72:389-405.
- Loosanoff, V. L.** 1953. Reproductive cycle in *Cyprina islandica*. *Biol. Bull.* 104: 146-155.
- Loosanoff, V. L.** 1954. New advances in the study of bivalve larvae. *Am. Sci.* 42: 607-624.
- Loosanoff, V. L.** 1960. Challenging problems in shellfish biology. *En:* Perspectives in marine biology. A.A. Buzzati-Traverso, ed. pp. 483-495.

- Loosanoff, V. L. y Davis, H.C.** 1963. Rearing of bivalve molluscs. *Adv. Mar. Biol.* 1: 1-136.
- Loosanoff, V.L., W.S. Miller y P.B. Smith.** 1951. Growth and setting of larvae of *Venus mercenaria* in relation to temperature. *J. Mar. Res.* 10: 59-81.
- Lozada, E. y H. Bustos.** 1984. Madurez sexual y fecundidad de *Venus antiqua* King y Broderip, 1835 en la Bahía Ancud (Mollusca: Bivalvia: Veneridae). *Rev. Biol. Mar. Valparaíso* 20 (2): 91-112.
- Lubet, P.** 1951. Sur l'Emission des gamètes chez *Chlamys varia* L. (Mollusca: Lamellibranchia). *C.R. Hebd. Seances Acad. Sci.* 233: 1680-1681.
- MacDonald, B.A. y R.J. Thompson.** 1985. Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. II. Reproductive output and total production. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 25: 295-303.
- MacFall, C.C.** 1968. Reconnaissance geology of the Concepción Bay Area, Baja California Sur, México. Stanford Univ. Publications, Geological Sciences, Vol. 5, 25 pp.
- Mackie, G.L.** 1976. Trematode parasitism in the Sphaeridae clams, and the effect on three Ottawa River species. *Nautilus* 90: 36-41.
- Mackie, G.L.** 1984. Bivalves. In: K.M. Wilbur Ed., The Mollusca, Vol. 7. Reproduction. pp. 351-418.
- Mackie, G.L., S.O. Qadri y R.M. Reed.** 1978. Significance of litter size in *Musculium securis* (Bivalvia: Sphaeridae). *Ecology* 59: 1069-1074.
- McNulty, J.K., R.C. Work y H.B. Moore.** 1962a. Level sea bottom communities in Biscayne Bay and neighboring areas. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.* 12(3): 204-233.
- McNulty, J.K., R.C. Work y H.B. Moore.** 1962b. Some relationships between the infauna of the level bottom and the sediment in South Florida. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.* 12(3): 322-332.
- Manzi, J.J., Bobo, M.Y. y 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.
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M. y Schad, G.M.** 1982. The use of ecological terms in parasitology. *Journal of Parasitology* 68: 131-133.

- Martínez-Córdova, L.R.** 1987. Abundancia y distribución por talla de la almeja *Chione fluctifraga* (Sowerby, 1853) en distintos tipos de sedimentos en el Estero de La Cruz, Sonora. *Ciencias Marinas* 13(2):25-33.
- Martínez-Córdova, L.R.** 1988. Bioecología de la almeja negra *Chione fluctifraga* (Sowerby, 1853). *Rev. Biol. Trop.* 36: 213-219.
- Mason, J.** 1958. A possible lunar periodicity in the breeding of the scallop, *Pecten maximus* (L). *Annu. Mag. Nat. Hist.* 1 (13): 601-602
- Moore, H.V. y N.N. López.** 1969. The ecology of *Chione cancellata*. *Bull. Mar. Sci.* 19 (1): 131-148.
- Moore, H.V. y N.N. López.** 1975. An additional study of *Chione cancellata*. *Bull. Mar. Sci.* 25 (1): 126-130.
- Morris, P.A.** 1973. A field guide to shells of the Atlantic and Gulf Coasts and the West Indies. 3er Ed. The Peterson Field Guides Series. Houghton Mifflin Co. Boston. 330 p.
- Morris, R.H., D.P. Abbott y E.C. Haderlie.** 1980. Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press. 690 p.
- Nava, S.E. y Cruz-Orozco, R.** 1989. Origen y evolución geomorfológica de la Laguna de La Paz, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR.* 4 (1): 49-58.
- Newell, R.I., T.H. Hilbish, R.K. Koehn y C.J. Newell.** 1982. Temporal variation in the reproductive cycle of *Mytilus edulis* (Bivalve: Mytilidae) from localities on the East coast of the United States. *Biol. Bull.* 162: 229-310.
- Noguera, O. y S. Gómez-Aguirre.** 1972. Ciclo anual de *Pinna rugosa* Sowerby (Lamellibranchia: Pinnidae) de La Paz, B.C.S. México. *Mem. IV Congr. Nal. Oceanogr. México:* 273-283.
- Nuñez-Esquer, O.** 1975. Concentración de DDT en *Chione californiensis* de la parte norte del Golfo de California. *Ciencias Marinas* 1 (2): 6-13.
- Ochoa-Báez, R.I.** 1985. Antecedentes sobre el ciclo de reproducción de *Modiolus capax* (Conrad, 1837) (Bivalvia: Mytilidae) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR* 2(2): 86-103.

- Ochoa-Baez, R.I.** 1987. Aspectos de la biología del mejillón *Modiolus capax* (Conrad, 1837) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional 173p.
- Ohba, S.** 1959. Ecological studies in the natural populations of a clam, *Tapes japonica*, with special reference to seasonal variations in the size and structure of the population and to individual growth. *Biol. J. Okayama Univ.* 5: 13-47.
- Orton, J.H.** 1920. Sea temperature, breeding and distribution of marine animals. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 12: 339-366.
- Orton, J. H.** 1926. On lunar periodicity in spawning of normally grown Falmouth oysters (*Ostrea edulis*) in 1925, with a comparison of the spawning capacity of normally grown and clumpy oysters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 14: 199-225.
- Parrish, R.H., N.S. Craig y A. Bakan.** 1981. Transport mechanisms and reproductive success of fishes in California current. *Biological Oceanography* 1 (2).
- Ponurovski, S.K. y Y.M. Yakovlev.** 1992. The reproductive biology of the japanese littleneck, *Tapes philippinarum* (A. Adams and Reeve, 1850) (Bivalvia: Veneridae). *J. Shellfish Res.* 11(2): 265-277.
- Porter, H.J.** 1964. Seasonal gonadal changes of adult clams *Mercenaria mercenaria* (L.), in North Carolina. *Proc. Natl. Shellfish Ass.* 55: 35-52.
- Posgay, J.A. y K.D. Norman.** 1958. An observation on the spawning of the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin) on Georges Bank. *Limnol. Oceanogr.* 3: 478.
- Purchase, N.G. y J.E. Ferguson.** 1986. *Chione* (*Austrovenus*) *stutchburyi*, a New Zealand Cockle, as a Bio-indicator for lead pollution. *Environmental Pollution (Series B)* 11: 137-151.
- Quayle, D.B.** 1943. Sex, gonad development and seasonal gonad changes in *Paphia staminea* Conrad. *J. Fish. Res. Board Can.* 6: 140-141.
- Rae, J.G.** 1978. Reproduction in two sympatric species of *Macoma* (Bivalvia). *Biol. Bull.* 155: 207-219.
- Rae, J.G.** 1979. The population dynamics of two sympatric species of *Macoma* (Mollusca: Bivalvia). *Veliger* 21: 384-399.

- Rao, K.V.** 1951. Observations on the probable effects of salinity on the spawning, development and setting of the indian backwater oyster, *Ostrea madrasensis* Preston. *Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B* 33B: 231-256.
- Ropes, J.W.** 1968. Reproductive cycle in the surf clam, *Spisula solidissima* in offshore New Jersey. *Biol. Bull.* 135: 349-365.
- Ropes, J.W. y A.P. Stickney.** 1968. Reproductive cycle of *Mya arenaria* in New England. *Biol. Bull.* 135 (2): 349-365.
- Rueda-Fernández, J.** 1983. La precipitación como indicador de la variación climática en la península de Baja California Sur y su relación dendrocronológica. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S. México 125 p.
- Ruiz-Verdugo, C.A. y C. Cáceres-Martínez.** 1990. Estudio preliminar de juveniles de moluscos bivalvos en Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR* 5 (1): 29-38.
- Saleuddin, A.S.M.** 1965. The gonads and reproductive cycle of *Astarte sulcata* (Da Costa) and sexuality in *A. elliptica* (Brown). *Proc. Malacol. Soc. London* 36: 229-257.
- Sánchez, R.I.** 1995. Fenología de *Sargassum sinicola* (Setcher y Gardner) en Bahía Magdalena, B.C.S. México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, B.C.S. México. 84 p.
- Sarasquete, M.C., S. Gimeno y M.L. González de Canales.** 1990. Cycle reproducteur de la palurde *Ruditapes philippinarium* (Adams y Reeve, 1850) de la cote Sud Ouest Atlantique (Espagne). *Rev. Int. Oceanogr. Med.* 97-98: 90-99.
- Sastry, A.N.** 1961. Studies on the bay scallop, *Aequipecten irradians concentricus* Say, in Alligator Harbor, Florida. Ph. D. Thesis, Florida State University, Tallahassee.
- Sastry, A.N.** 1963. Reproduction of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamark. Influence of temperature on maturation and spawning. *Biol. Bull.* 125: 146-153.
- Sastry, A.N.** 1966a. Temperature effects in reproduction of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamark. *Biol. Bull.* 130: 118-134.
- Sastry, A.N.** 1966b. Variation in reproduction of latitudinally separated populations of two marine invertebrates. *Am. Zool.* 6: 374-375.

- Sastry, A.N.** 1968. Relationships among food, temperature and gonad development of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamarck. *Physiol. Zool.* 41: 44-53.
- Sastry, A.N.** 1970. Reproductive physiological variation in latitudinally separated populations of the bay scallop *Aequipecten irradians* Lamarck. *Biol. Bull.* 138: 56-65.
- Sastry, A.N.** 1975. Physiology and ecology of reproduction in marine invertebrates. *En: Physiological ecology of estuarine organisms*. F.J. Vernberg, ed., Univ. of South Carolina Press, pp. 279-299.
- Sastry, A.N.** 1979. Pelecypoda (excluding Ostreidae). *En: A.C. Giese y J.S. Pearse (eds.), Reproduction of marine invertebrates*. London Academic Press, New York, pp. 113-292.
- Scheltema, R.S.** 1972. Reproduction and dispersal of bottom dwelling deep-sea invertebrates: a speculative summary. *Barobiol. Explor. Biol. Deep Sea.* pp. 58-66.
- Schmidt, J.** 1909. The distribution of the Pelagic Fry and spawning regions of the Gadoids in the North Atlantic from Iceland to Spain. *Conseil Permanent International pour l'Exploration de la mer. Rapports et Procès-Verbaux, Vol.X Period 1902-07. Copenhagen.*
- Segal, E.** 1970. Ligth. *En: Marine ecology, a comprehensive treatise on life in oceans and coastal waters* (O. Kinne, ed.), Vol. 1, Part 1, pp. 159-211. Wiley Interscience, New York.
- Sevilla, M.L.** 1969. Contribución al conocimiento de la madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley) 1845. *Revta. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 30: 223-261.
- Shafee, M.S. y M. Daoudi.** 1991. Gametogenesis and spawning in the carpet-shell clam *Ruditapes decussatus* (L.) (Mollusca: Bivalvia) from the Atlantic coast of Morocco. *Aquacul. Fish. Manage.* 22: 203-216.
- Sindermann, C.J.** 1970. Principal diseases of marine fish and shellfish. Academic Press, New York.
- Stenzel, H.B.** 1955. Ancestors of the quahog. *Journal of Sedimentary Petrology* 25: 145
- Sutherland, J.P.** 1970. Dynamics of high and low populations of the limpet, *Acmaea scabra* (Gould). *Ecol. Monogr.* 40: 169-188.
- Thompson, R.J.** 1977. Blood chemistry, biochemical composition of tissues and the annual reproductive cycle in the giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin) from southeast Newfoundland. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 2104-2116.

- Thorson, G.** 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Rev. Cambridge Philos Soc.* 25: 1-45.
- Tran, A.V., E. Smith, J. Hyon, R. Evans, O. Brown y G. Feldman.** 1993. Satellite-derived multichannel sea surface temperature and phytoplankton pigment concentration data: A CD-ROM set containing monthly mean distribution for the global oceans (User's manual), Jet propulsion Laboratory DAAC, Pasadena CA. 32 pp.
- Villalejo-Fuerte, M. y R.I. Ochoa-Baez.** 1993. El ciclo reproductivo de la almeja catarina, *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), en relación con la temperatura y fotoperiodo, en Bahía Concepción, B.C.S., México. *Ciencias Marinas* 19 (2): 181-202.
- Villalejo-Fuerte, M., F. García-Domínguez y R.I. Ochoa-Báez.** 1995. Reproductive Cycle of *Glycymeris gigantea* (Reeve, 1843) (Bivalvia: Glycymerididae) in Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *The Veliger* 38 (2): 126-132.
- Villalejo-Fuerte, M., G. García-Melgar, R.I. Ochoa-Báez y A. García-Gasca.** 1996. Ciclo reproductivo de *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) (Bivalvia: Veneridae) en Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura*. Santa Fé de Bogotá, Colombia. Boletín No. 4 en prensa.
- Villalejo-Fuerte, M., B. P. Ceballos-Vázquez y F. García-Domínguez.** 1996. Reproductive cycle of *Laevicardium elatum* (Sowerby, 1833) (Bivalvia: Cardiidae) in Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *J. Shellfish Res.* 15 (3):1-5.
- Walker, B.** 1917. The method of evolution in the Unionidae. *Occas. Pap. Mus. Zool. Univ. Mich.* No. 45, pp. 1-10.
- Weisz, P.B.** 1980. La ciencia de la biología. Quinta edición, Ediciones Omega, S.A. 668 p.
- Wilson, B.R.** 1969. Survival and reproduction of the mussel *Xenostrobus securis* (Lamarck)(Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) in Western Australia. Part II. Reproduction, Growth and longevity. *J. Nat. Hist.* 3: 93-102.
- Winter, J.** 1970. Filter feeding and food utilization in *Artica islandica* L. and *Modiolus modiolus* L. at different food concentrations. *En: Marine food chains* (J.H. Steele, eds.), pp. 196-206. Univ. of California Press, Los Angeles.
- Wolf, M.** 1988. Spawning and recruitment in the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus*. *Marine Ecology Progress Series Vol. 42*: 213-217.

**Xie, Q. y G.M. Burnell.** 1994. A comparative study of the gametogenic cycles of the clams *Tapes philippinarum* (A. Adams & Reeve, 1850) and *Tapes decusatus* (Linnaeus) on the south coast of Ireland. *J. Shellfish Res.* 13 (2): 467-472.