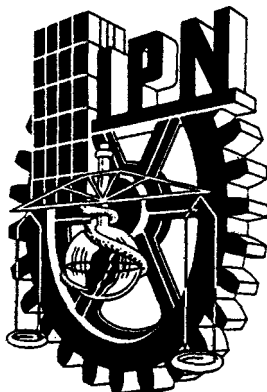


INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
POSGRADO EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS



“CICLO GONÁDICO DE *Arca pacífica* (Sowerby, 1833) y DE
Cardita affinis Sowerby, 1833 (MOLLUSCA: BIVALVIA)
EN PUNTA ARENA, BAHÍA CONCEPCIÓN, B. C. S., MÉXICO”

TESIS QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS PRESENTA

Eréndira Gorrostieta H.

DIRECTOR DE TESIS

M. en C. Federico García Domínguez

LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

FEBRERO DE 1997

ÍNDICE

ACTA DE REVISIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	vi
GLOSARIO	viii
RELACIÓN DE FIGURAS	xii
RELACIÓN DE TABLAS	xv
RESUMEN	xvi
I INTRODUCCIÓN	1
II ANTECEDENTES	9
III JUSTIFICACIÓN	13
IV OBJETIVOS	16
V MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1 Descripción del área	17
5.2 Colectas	19
5.3 Lavado y obtención de pesos de las muestras	20
5.4 Inclusión, realización de cortes histológicos y tinción	20
5.5 Proporción de sexos	21
5.6 Caracterización de las fases del ciclo gonádico	22
5.7 Seguimiento en el diámetro de los ovocitos	22
5.8 Obtención del índice gonadosomático	23
5.9 Análisis estadístico	23
5.10 Obtención de parámetros ambientales	24
5.10.1 Temperatura superficial	24
5.10.2 Fotoperiodo	24
5.10.3 Pigmentos fotosintéticos	25
VI RESULTADOS	27

6.1 <i>Arca pacifica</i>	27
6.1.1 Longitud de la concha	27
6.1.2 Descripción de las fases gonádicas	28
6.1.2.1 Indiferenciados	28
6.1.2.2 Machos	28
6.1.2.2.1 Ciclo gonádico masculino	34
6.1.2.3 Hembras	35
6.1.2.3.1 Ciclo gonádico femenino	41
6.1.3 Ciclo gonádico en <i>A. pacifica</i>	43
6.1.4 Proporción de sexos	44
6.1.5 Diámetro de los ovocitos	46
6.1.6 Índice gonadosomático	48
6.1.7 Relación de parámetros ambientales con estimadores de la reproducción	50
6.2 <i>Cardita affinis</i>	51
6.2.1 Longitudes de la concha	51
6.2.2 Descripción de las fases gonádicas	52
6.2.2.1 Reposo	52
6.2.2.2 Machos	53
6.2.2.2.1 Ciclo gonádico masculino	57
6.2.2.3 Hembras	58
6.2.2.3.1 Ciclo gonádico femenino	62
6.2.3 Ciclo gonádico en <i>C. affinis</i>	63
6.2.4 Proporción de sexos	65
6.2.5 Diámetro de los ovocitos	66
6.2.6 Índice gonadosomático	68
6.2.7 Relación de parámetros ambientales con estimadores de la reproducción	70
VII ANÁLISIS	72
7.1 <i>Arca pacifica</i>	72
7.2 <i>Cardita affinis</i>	82
7.3 Comparación entre ciclos	90
VIII CONCLUSIONES	95
IX RECOMENDACIONES , ,	97
X SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS	98
XI BIBLIOGRAFÍA	99

GLOSARIO

- Acini: Centro de desarrollo gametogénico (folículos en hembras y túbulos en machos).
- Acrosoma: Parte terminal de la cabeza de un espermatozoide, la cual ayuda a la penetración de éste al óvulo.
- Asincronía folicular: Acinis en un organismo que presentan diferentes estadios entre si.
- Atresia: Ovocitos en reabsorción.
- Ciclo gonádico: Cada uno de los estadios de la gónada de un organismo que se repiten periódicamente hasta que se repite una fase anterior.
- Costillas: Elemento estructural alargado que sobresale de la superficie de las conchas. En bivalvos son radiales o concéntricas.
- Demibranquias: Cada una de las branquias que forma parte del par de branquias laterales en un bivalvo.
- Diente lateraj; Cada una de las protuberancias puntiagudas encontradas en la charnela de la concha en la parte lateral.
- Dioico: Organismos que presentan sexos separados.
- Espacio interlamelar: Espacio entre lamelas branquiales, espacio dentro de cada demibranquia.

- Espermatocitos: Espermatogonias cuando comienzan sus divisiones de maduración y entran en meiosis para formar células haploides.
- Espermatogonias: Células germinales primordiales que han delineado las vías de desarrollo de un macho.
- Espermatozoides: Gametos masculinos producidos después de una división reductora (a células haploides) de los espermatocitos.
- Etapa reproductiva: **Tiempo** en el que la mayoría de la población expulsan los gametos al medio (desovan).
- Fagocito: Célula del tejido conjuntivo que se encarga de reabsorber los gametos residuales, los cuales los incluye en su protoplasma y posteriormente los digiere.
- Folículo: Conductos que convergen en un punto en común para llevar los gametos al exterior.
- Fotoperiodo: Duración del día (horas luz).
- Glándula digestiva: Órgano que produce enzimas que ayudan a la digestión.
- G-ónada: **Glándula** productora de gametos masculinos o femeninos.
- Hepatopáncreas: Glándula digestiva.
- Hermafrodita: Individuos que producen tanto gametos masculinos como femeninos.
- Lamelas branquiales: cada una de las superficies filtradoras (**lamelas**), presentes dos en cada branquia (demibranquia).

- Lamelibranchia:** (Branquias en lámina). Moluscos conocidos como bivalvos o pelecípodos.
- Lúnula:** Concavidad oval o cordiforme mas o menos circunscrita al borde dorsal anterior de los umbos.
- Nidos celulares:** Grupo de células gonádicas en gametogénesis que llenan los folículos.
- Organismos sincrónicos:** Grupo de individuos que pasan de una etapa del ciclo gonádico a otra al mismo tiempo.
- Ovocitos:** Ovogonias cuando comienzan sus divisiones de maduración y entran en meiosis para formar **células** haploides.
- Ovogonias:** **Células** germinales primordiales que han delineado las vías de desarrollo de una hembra.
- Protándrico:** Especie en donde los individuos más jóvenes son machos y los más viejos hembras.
- Punto de lisis:** Células en las cuales se ha secretado una serie de enzimas para su reabsorción o destrucción.
- Sincronía folicular:** folículos en un organismo que se encuentran en el mismo estadio.
- Tejido conjuntivo:** Tejido de origen mesodermal el cual provee de soporte estructural y metabólico para otros tejidos y órganos a través del cuerpo.

- Trabéculas:** Pequeñas extensiones de células en el tejido conjuntivo, en las cuales se desarrollan gametos.
- Túbulos:** Conductos en la gónada masculina que convergen en un conducto en común para llevar los espermatozoides al exterior.
- Umbo:** Protuberancia que sobresale por encima de la línea de articulación y que constituye la parte más vieja de la concha.

RELACIÓN DE FIGURAS

FIGURA:	PAG.
1. <i>Arca pacifica</i>	6
2. <i>Cardita affinis</i>	7
3. Captura nacional y estatal de almeja	13
4. Captura mensual de almeja en Baja California Sur ,	14
5. Área de estudio	18
6. factores ambientales	26
7. Longitud de la concha en <i>Arca pacifica</i>	27
8. Cortes histológicos en cada uno de los estadios de la gónada en machos de <i>Arca pacifica</i>	31
9. Ovocitos, espermatozoides y fagocitos en <i>Arca pacifica</i>	32
10. Observaciones realizadas en la gónada de <i>Arca pacifica</i>	33
11. Estadios en machos de <i>A. pacífica</i> a través de los meses del año	34
12. Esquema del ciclo gonádico en machos de <i>Arca pacifica</i>	35
13. Cortes histológicos en cada uno de los estadios de la gónada en hem- bras de <i>Arca pacifica</i> , , ,	39
14. Pedúnculo de los ovocitos y fagocitos en la gónada de <i>Arca pacifica</i> ..	40
15. Estadios en hembras de <i>A. pacífica</i> a través de los meses del año	41
16. Esquema del ciclo gonádico en hembras de <i>Arca pacifica</i>	42

17. Estadios en <i>A. pacifica</i> a través de los meses del año	44
18. Porcentaje de organismos machos-hembras e indiferenciados en <i>Arca pacifica</i>	45
19. Longitud de la concha en machos y hembras de <i>Arca pacifica</i>	46
20. Promedio mensual y desviación estándar del diámetro de los ovocitos en <i>Arca pacifica</i>	47
21. Media mensual y desviación estándar del índice gonadosomático en <i>Arca pacifica</i>	49
22. Frecuencia de tallas (longitudes en <i>Cardita affinis</i>)	52
23. Cortes histológicos en cada uno de los estadios de la gónada en machos de <i>Cardita affinis</i>	55
24. Células observadas en la gónada de <i>Cardita affinis</i>	56
25. Estadios en machos de <i>C. affinis</i> a través de los meses del año	57
26. Cortes histológicos en cada uno de los estadios de la gónada en hem- bras de <i>Cardita affinis</i>	60
27. Expulsión de un ovocito en <i>Cardita affinis</i>	61
28. Estadios en hembras de <i>C. affinis</i> a través de los meses del año	62
29. Esquema del ciclo gonádico en <i>Cardita affinis</i>	63
30. Estadios en <i>C. affinis</i> a través de los meses del año	65
31. Porcentaje de organismos machos-hembras y organismos en reposo en <i>Cardita affinis</i>	66

32. Promedio mensual y desviación estándar del diámetro de los ovocitos, en <i>Cardita affínis</i>	67
33. Media mensual y desviación estándar del índice gonadosomático en <i>Cardita affinis</i>	69
34. Relación de la concentración de pigmentos fotosintéticos con el porcentaje de desove y gametogénesis en <i>Arca pacífica</i>	74
35. Comparación de estimadores de la reproducción en <i>Arca pacífica</i>	77
36. Estadios en <i>Arca pacífica</i> relacionados con parámetros ambientales ...	80
37. Comparación de estimadores de la reproducción en <i>Cardita affinis</i> ...	83
38. Relación de la concentración de pigmentos fotosintéticos con el porcentaje de desove y organismos en reposo de <i>Cardita affínis</i>	84
39. Estadios en <i>Cardita affínis</i> relacionados con parámetros ambientales ..	88
40. Comparación de cada una de las fases del ciclo gonádico en <i>Arca pacífica</i> y <i>Cardita affínis</i> ,	94

RELACIÓN DE TABLAS

1. Número de ejemplares colectados	20
2. Parámetros ambientales, estadios, datos del índice gonadosomático y diámetro de los ovocitos en <i>Arca pacifica</i>*	81
3. Parámetros ambientales, estadios, datos del índice gonadosomático y diámetro de los ovocitos en <i>Cardita affinis</i>	89
4. Medidas promedio, desviación estándar y número de ovocitos medidos en <i>Arca pacifica</i>	48
5. Media mensual y desviación estándar en el índice gonadosomático en <i>Arca pacifica</i>	50
6. Resultados de la correlación entre parámetros ambientales y porcentaje de desove, diámetro e índice gonadosomático en <i>Arca pacifica</i>	51
7. Medidas promedio, desviación estándar y número de ovocitos medidos en <i>Cardita affinis</i>	68
8. Media mensual y desviación estándar en el índice gonadosomático en <i>Cardita affinis</i>	70
9. Resultados de la correlación entre parámetros ambientales y porcentaje de desove, diámetro e índice gonadosomático en <i>Cardita affinis</i> ...	71

Ciclo gonádico de *Arca pacifica* (Sowerby, 1833) y de *Cardita affinis* Sowerby, 1833 (Mollusca: Bivalvia) en Punta Arena, Bahía Concepción, B.C.S., México.

RESUMEN

Cardita affinis y *Arca pacifica* son especies de importancia económica potencial en Baja California Sur; los estudios referentes a ellas son escasos. En este trabajo se aporta información acerca de su ciclo reproductor. Se realizaron muestreos mensuales entre mayo de 1993 y diciembre de 1994, en la localidad de Punta Arena en Bahía Concepción. Con los organismos colectados se obtuvo el índice gonadosomático, se realizaron cortes histológicos para observar el estadio de la gónada del organismo y se midió el diámetro de 600 ovocitos mensuales. *Arca pacifica* tiene un ciclo reproductivo continuo; presenta asincronía folicular y los organismos son asincrónicos en el desove (es probable que presente protandria), su principal época reproductiva ocurre en primavera-verano y la concentración de pigmentos fotosintéticos funciona como un disparador del ciclo. *Cardita affinis* presenta dos etapas de madurez anual, el ciclo gonádico está muy relacionado con las estaciones del año, se reproduce en primavera-verano y en otoño-invierno esta en reposo. Esta especie es sincrónica, el florecimiento de fitoplancton que se presenta en el invierno ayuda a la acumulación de sustancias de reserva para la formación de nuevos gametos y la temperatura y el fotoperiodo son factores que sincronizan la etapa reproductiva.

Gonad cycle of *Arca pacifica* (Sowerby, 1833) and *Cardita affinis* Sowerby, 1833 (Mollusca: Bivalvia) at Punta Arena, Bahía Concepción, B.C.S., México.

ABSTRACT

Cardita affinis and *Arca pacifica* are potentially and economically and important species in Baja California Sur; studies about of them are scarce. In this work information of reproductive cycles is shown. Sampling were carried out in Punta Arena, Bahía Concepción monthly between May (1993) and December (1994) and the gonadosomatic index was obtained. Histological cuts were made in order to observe the gonadical stage of the specimens and the diameter of 600 oocytes was measured monthly. *A. pacifica* has a continuous reproductive cycle. It has follicular asynchrony and it is asynchronous in the spawning (probably they are protrandric). The largest reproductive period is from spring to summer. The concentration of photosyntetic pigments functions as a starter of the cycle. *C. affinis* presents two periods of annual spawning during spring and summer, the gonadic cycle is closely related with the annual seasons. The reproduction in *C. affinis* takes place from spring to summer and in autumn and winter it's resting. *C. affinis* is synchronic; bloom of phytoplankton in winter helps the accumulation of reserve to make new gametes and the temperature and photoperiod are factors that synchronize the reproductive cycle.

I INTRODUCCIÓN

Los moluscos han sido altamente utilizados desde la época prehispánica, en instrumentos musicales, con fines tintóreos, en la fabricación de conchales (apisonamiento de arcilla y conchas utilizado como secador de camarón), como moneda, como material de construcción (Sevilla 1995), o como fuente de alimento. En excavaciones de ruinas aztecas en Tenochtitlán se han encontrado multitud de objetos marinos (González 1982), predominando los moluscos entre los que se encuentran *Arca zebra*, *Anadara floridiana* y *A. brasiliana* (Polaco 1982). Los moluscos encontrados en los conchales de Pichilingue, B.C.S. fueron uno de los sustentos principales para los indígenas; los recolectaban principalmente como alimento y secundariamente como adorno (Fujita 1985).

Actualmente son utilizados como alimento humano por su alto valor nutritivo, en la elaboración de artesanías, comercialización de sus conchas (Hoiguín-Quiñones y González-Pedraza 1994), elaboración de herramientas, objetos de arte y ornato (García-Cubas *et al.* 1994), en la industria, medicina y cosmética. También son depuradores de agua, transformadores de sedimentos y detritus y por su capacidad de retener metales pesados son excelentes sujetos de análisis de contaminantes (Holguín-Quiñones y González-Pedraza 1989). Generalmente el interés en los moluscos es debido a su abundancia, accesibilidad a la pesca, sabor en crudo y valor nutritivo (Holguín-Quiñones y González-Pedraza 1994). Muchas

especies son de interés comercial, otras objetos de colección por lo que también hay que protegerlas (García-Cubas et al. 1994).

Las almejas en general, son de alta demanda; las veneras y arcas pueden ser consideradas las principales pesquerías a pequeña escala, las cuales contribuyen significativamente para la captura mundial (Manzi y Castagna 1989). La pesquería del género *Arca* se localiza en Cuba, México, Venezuela, Corea, Filipinas, Tailandia, India, Japón, Islas del Pacífico, Panamá, Colombia y Costas de Venezuela, además se considera un género con alto potencial en la acuacultura (Manzi 1991).

La pesca de los moluscos marinos que pueblan los litorales de México, desempeña un importante papel en la economía familiar regional, proveedora de alimentos e ingresos vía confección de artesanías y la venta directa de la concha y productos derivados (Holguín-Quiñones y González-Pedraza 1994).

Las mujeres y niños indígenas de S.C.S aprovechaban la marea baja en invierno para coleccionar moluscos entre los que se encontraban *Arca pacifica* y *Cardita affinis* mientras los hombres iban al mar a pescar o a los montes a cazar (Fujita 1985).

La Península de Baja California registra la mayor producción pesquera del país debido tanto a su gran extensión de litoral como a la elevada producción de sus aguas. En el Golfo de California, la extracción de moluscos para uso alimenticio ha sido orientada principalmente hacia especies de la zona intermareal o submareal rocoso (Hendrick 1985).

De la captura de crustáceos y moluscos efectuada en 1982 en el Pacífico mexicano el 26.10% correspondió a moluscos gastrópodos y bivalvos, entre ellos el genero Arca (Vázquez-Cordova y Siri-Chiesa 1989).

El aumento en la demanda de mariscos, el flujo de turistas y la extracción como pesca deportiva incrementan la presión sobre los recursos (Salazar-Vallejo y González 1993).

En las pesquerías de almejas y de otros organismos, cuando no se tiene una captura racional se afectan las poblaciones de tal manera que son difícilmente recuperables debido a los escasos estudios referentes a su biología y dinámica poblacional de las especies; por lo que los esfuerzos para su recuperación, muchas veces no tienen éxito, por esta razón son importantes los estudios de biología básica, en aquellas especies que representan una importancia potencial pesquera.

Una parte básica en la biología de las especies es la etapa de reproducción; gracias a ésta se conservan hasta nuestros días, además de ser la base para la producción de recursos naturales.

Para estudiar el ciclo reproductivo de las especies, existen técnicas muy sencillas, como son los análisis morfocromáticos y otras más sofisticadas y precisas, como los cortes histológicos de la gónada del organismo.

Uno de los métodos más utilizados para la estimación de la actividad reproductiva es el índice gonadosomático el cual da una estimación cuantitativa de la reproducción. La exactitud de éste depende de la especie con la que se este

trabajando, ya que en ocasiones poseen un considerable tejido nutritivo que pueden dar un error al aumentar o disminuir el índice gonadosomático, el cual puede ser consecuencia de cambios en el número y masa de las células nutritivas y no de un cambio en el tejido gametogénico (Giese y Pearse 1974). La técnica histológica es más precisa para estudiar la reproducción ésta proporciona información cualitativa del ciclo gonádico. Observando cada una de las fases en las que se encuentra el organismo se puede corroborar si el índice gonadosomático proporciona datos referentes al aumento del número y tamaño de gametos o no.

Los ciclos gametogénicos están regulados por factores endógenos, que a su vez obedecen a cambios en el medio ambiente, por lo cual la periodicidad con que se reproducen los organismos va a depender de factores ambientales (Giese y Pearse 1974).

Entre los principales factores que sincronizan y/o disparan la etapa reproductiva se encuentra la temperatura, disponibilidad de nutrientes, fotoperiodo, marea, oleaje entre otros (Giese y Pearse 1974).

En Bahía Concepción estas especies comparten el mismo hábitat; se encuentran en racimos en la región intermareal, adheridas a fragmentos de roca con un biso cementante para el caso de *A. pacífica* y con un biso filamentosos para el de *C. affinis*. *A. pacífica* también se ha encontrado entre las puntas de *Spondylus*, en Bahía Concepción (Spencer 1995). En el estado de Baja California Sur se elaboran algunas artesanías con sus conchas. Especialmente en Punta

Arena en Bahía Concepción se han encontrado indicios de que estos bivalvos se han aprovechado como alimento para consumo humano, lo cual indica que son especies de captura ocasional.

El potencial pesquero de *A. pacifica* y *C. affinis* llevó a la realización de este trabajo, que contribuye con información acerca de su ciclo gonádico, el cual, incorporado a otros estudios poblacionales y de la biología de éstas especies ayudará en un futuro efectuar una explotación racional.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

PHYLLUM: MOLLUSCA

CLASE: PELECYPODA

SUBCLASE: PTERIOMORPHIA

ORDEN: ARCOIDA

SUPERFAMILIA: ARCACEA

FAMILIA: ARCIDAE

GÉNERO: ARCA

-ESPECIE: *Arca pacífica* (Sowerby, 1833).

Sinonimia: *Bysoarca pacifica* Sowerby, 1833; *part Arca ventricosa auctt.* no Lamarck, 18 19.

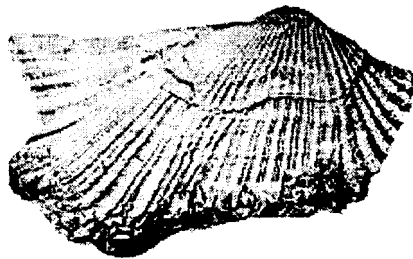


Figura 1 . Arca pacifica

La concha es irregularmente **nervada**, generalmente presenta una porción posterior expandida, presenta una muesca cerca del margen postero-dorsal. La concha blanquesina está ornamentada por bandas **cafés** estrechas, redondeadas. Un espécimen grande de *Arca pacifica* mide: 128 mm de longitud; 72 mm de alto

y 80 mm de diámetro. Estos organismos pueden ser encontrados adheridos a la superficie de las rocas en la zona intermareal o a profundidades de 137 m (Keen 1971). Se distribuye de los 5 °S a los 28°N en el Pacífico Mexicano (Bernard 1983). *A. pacifica* es el vicariante Panámico de *Arca zebra* (Stover 1996).

SUBCLASE: HETERODONTA

ORDEN: VENEROIDA

SUPERFAMILIA: CARDITACEA

FAMILIA: CARDITIDAE

GÉNERO: CARDITA

ESPECIE: *Cardita affinis* Sowerby, 1833

Sinonimia:

"*Cardita modulosa* Lam." Valenciennes, 1846.

Cardita californica Deshayes, 1854.

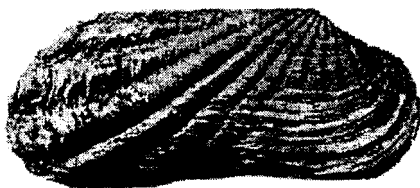


figura 2. *Cardita affinis*

Dientes laterales y lúnula pequeña o ausente, margen superior angulado.

Concha alargada, café claro o café, longitud aproximadamente el doble del ancho, quince costillas o más, de lisas a escamosas, especialmente en la parte posterior, longitud alrededor de 50 mm (Fig. 2). Vive bajo rocas en cavidades intermareales

a lo largo de la costa a profundidades de 27 m, se distribuye de los 4°S a los 29°N en las bahías a lo largo del Pacífico Mexicano (Bernard 1983). Algunos autores han citado a *C. californica*, como una subespecie del norte más lisa que *C. affinis* (Keen 1971).

En algunas publicaciones *C. affinis* ha sido citada como *Carditamera affinis* (Sowerby, 1833) (Abbott 1974).

II ANTECEDENTES

Existen pocos estudios sobre *Arca pacifica* y *Cardita affinis*, solo se tienen referencias descriptivas y acerca de su distribución (Keen 1971, Abbott 1974, 1986, 1991, Holguín-Quiñones y González-Pedraza 1994, Brusca 1980), por lo que solo se hace referencia a otras especies pertenecientes al mismo genero.

Las almejas de la familia Arcidae son comunes a lo largo del mundo; muchas viven en zonas templadas someras. De las aproximadamente 200 especies, cuatro son comunes a lo largo del Pacífico (Abbott 1986, 1991). Las especies del género *Arca* han sido estudiadas abordando distintos temas, como la relación con el tipo de sedimento, su distribución y abundancia en la Sonda de Campeche, México (Orozco 1992); la selección de partículas y el material que retiene *Arca zebra* del sedimento en suspensión (Ward y MacDonald 1996); o el nivel de contaminantes encontrados en *Arca zebra* (especie de consumo humano) en el Golfo Cariaco, Venezuela (Chopite *et al.* 1988). Para la misma área se describe el proceso artesanal e industrial con la que es procesada antes de llegar a las fábricas de conserva y el diagnóstico de su pesquería (Vélez y Guilarte 1979). La concha de esta especie también puede funcionar como un colector óptimo de la semilla de *Crassostrea rhizophorae* (Vélez 1974 en Cervigón 1983).

Para *Arca noae*, *Arca tetragona* y *Arca ventricosa*, se han realizado estudios de la estructura de los poros de la concha (túbulos) con contenido celular (caeca) y manto (Reindl y Haszprunar 1996).

Referente a la reproducción se ha estudiado la relación entre el ciclo reproductivo y utilización de sustancias de reserva en *Arca zebra* en Bermuda, en donde se menciona que, la estrategia reproductiva de esta especie es una mezcla de tendencia templado-tropical. Presenta un primer ciclo gametogénico con un desove al inicio del verano; mucha de la energía utilizada derivó de las reservas almacenadas en el músculo pedal en los meses de invierno. Un segundo ciclo se caracterizó por una ingesta de alimento y utilización de energía proveniente de gametos atrésicos. Las variaciones en temperatura y clorofila "a" fueron reflejadas en las fluctuaciones estacionales de la composición bioquímica total (Sarkis 1993). Se ha inducido el desove en *A. zebra* mediante estímulos térmicos, físicos y mecánicos de los cuales solamente el hidróxido de amonio provocó el desove en el molusco (Zúñiga y Gómez 1981).

Los estudios reproductivos realizados con *Arca zebra* en Venezuela revelan que presenta reposo total en los meses de mayo-junio y noviembre-enero, coincidiendo con los valores mínimos de temperatura, esta especie presenta asincronía folicular y protandria (Nakal y Prieto 1981). Otro estudio menciona que el diámetro de los ovocitos en esta especie varía entre 30 y 169 μm en los diferentes estadios de la gónada y que muchos individuos entre 20 y 40 mm en longitud fueron machos, además de haber encontrado hermafroditas de tamaños mas grandes, lo cual sugiere un hermafroditismo sincrónico (Nakal y Prieto 1984).

En *Cardita affinis* no se han efectuado estudios sobre su biología; solamente se ha publicado sobre su distribución (Keen 1971, Abbott 1974, Holguín-Quiñones y González-Pedraza 1989, 1994). Esta especie es considerada endémica del Pacífico Mexicano (González 1993).

La familia Carditidae cuenta con cerca de dos docenas de especies, incluye a *Cardita*, un género interesante debido a que algunas especies retienen los huevos dentro de una cavidad del manto denominada marsupio (Abbott 1986, 1991), como se ha observado en *Cardita aviculina* la cual incuba sus larvas; se menciona que es posible que todas las especies pertenecientes a esta familia presenten el mismo comportamiento (Schneider 1993). Brahmachary (1989) publica que los huevos y embriones de muchas especies de *Cardita* en el Pacífico, son incubados por el adulto. Tres especies de *Cardita* se han encontrado que mantienen de 20 a 50 embriones en las demibranquias, los juveniles de *Cardita ventricosa* también tienen un desarrollo directo, el período de incubación es a lo largo del año en el sur de California (Sastry 1979). *Cardita bailyi*, *Cardita barbarensis* y *Cardita ventricosa* incuban a los juveniles en los espacios interlamelares de las demibranquias y liberan adultos miniatura. Los organismos que libera *Cardita ventricosa* son especímenes mas jóvenes que se adhieren a los padres con el biso (Sastry 1979).

En Baja California Sur se han realizado estudios del ciclo gonádico de otras especies de bivalvos, por ejemplo *Chione californiensis* en Bahía Magdalena (García-Domínguez *et al.* 1993), *Argopecten circularis* en Bahía Magdalena (Félix-

(García-Domínguez *et al.* 1993), *Argopecten circularis* en Bahía Magdalena (Félix-Pico 1993, Félix-Pico *et al.* 1995), *A. circularis* en el sistema lagunario Bahía Magdalena (Tripp-Quezada 1985), *Megapitaria aurantiaca* en la Isla Espíritu Santo (García-Domínguez *et al.* 1994), *Anadara tuberculosa* en la Bahía de La Paz (Baqueiro *et al.* 1983), *Modiolus capax* en la misma localidad (Ochoa-Báez 1985), etc.

En el área del presente estudio (Bahía Concepción) se ha estudiado a *Argopecten circularis* (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez 1993) y a *Glycymeris gigantea* (Villalejo-Fuerte *et al.* 1995), *Megapitaria squalida* (Villalejo-Fuerte *et al.* 1996) y *Laevicardium elatum* (Villalejo-Fuerte *et al.* en prensa).

III JUSTIFICACIÓN

La pesquería de moluscos en México está representada principalmente por especies de las familias Arcidae, Pectinidae y Haliotidae (García-Cubas *et al.* 1987).

México en 1992, desembarcó 12,716 toneladas de peso en vivo de almejas (6,993 toneladas al desconchar), el costo de esta captura fue equivalente al precio del bagre, de la corvina o del peto. De ésta captura, el 75.70% se llevó a cabo en Baja California Sur con 8,628 toneladas de las cuales 2 t fueron producidas en acuicultura y 8,626 t se obtuvieron por medio de la pesca (Anónimo 1992) (Fig.3).

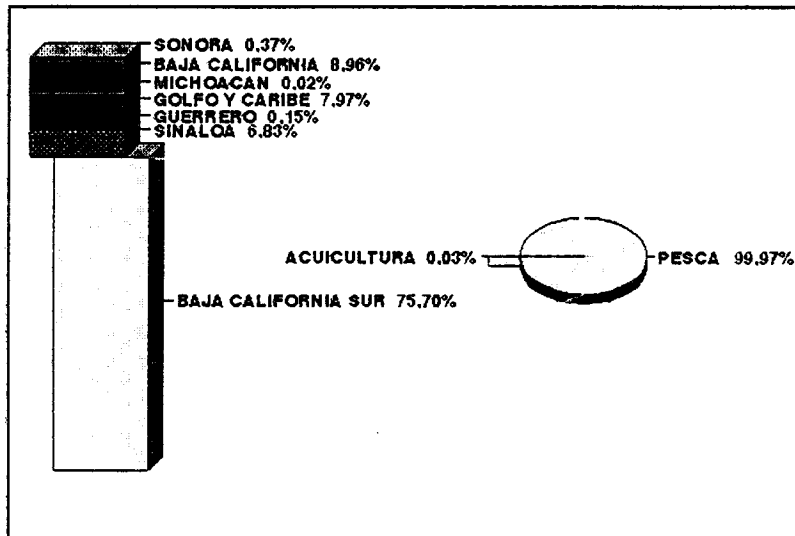


Figura 3. Pesca nacional y estatal de almeja. En Baja California Sur se lleva a cabo la mayor pesquería de almeja, la almeja producida en acuicultura es solo el 0.03% en este estado (Anónimo 1992)

La mayor captura de almejas nacional se hace principalmente en los meses de mayo a septiembre, en la época cálida (generalmente cuando los organismos se reproducen en B.C.S.), sin embargo en la acuicultura (donde ya se conoce la biología de la especie que se está tratando) la cosecha se realiza en la época en que disminuye la actividad reproductiva de las especies o están en estado de reposo: febrero y de octubre a diciembre (Fig. 4) (Anónimo 1992).

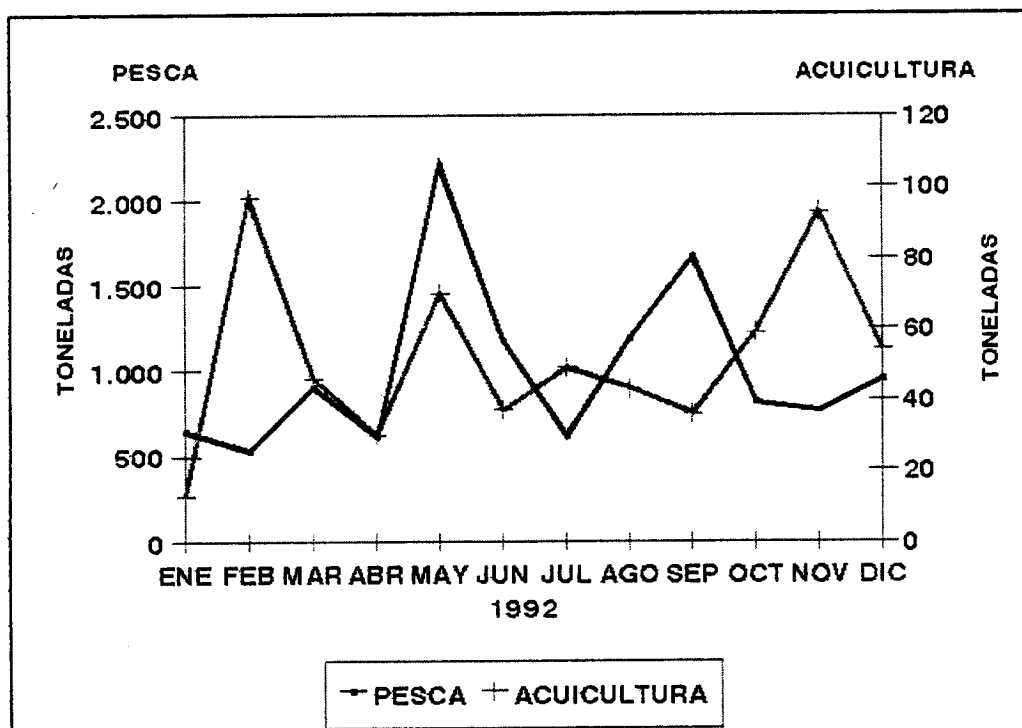


Figura 4. Producción mensual de almeja en México (Anónimo 1992).

El escaso conocimiento sobre existencias, biomasa y potencial reproductivo de muchas especies bentónicas costeras del Pacífico Mexicano puede llevarlas a

la sobreexplotación (Holguín-Quiñones y González-Pedraza 1989), ésta a su vez propicia la búsqueda de especies no explotadas que pueden ofrecer posibilidades de cultivo o de pesca (Ochoa-Báez 1985); es muy importante conocer la biología de estas especies para realizar un manejo adecuado del recurso.

El presente estudio forma parte del proyecto titulado "Bivalvos de importancia pesquera en Baja California Sur: Biología reproductiva" clave DEPI: 923460, el cual surge como una necesidad de conocer el aspecto reproductivo de algunas especies de bivalvos que son actualmente explotadas y de aquellas que representan un uso potencial.

En Bahía Concepción, B.C.S. se han encontrado bancos de almejas entre las que se encuentran *Arca pacifica*, considerada como un molusco comestible en las costas de México (García-Cubas *et al.* 1987). Esta especie y *Cardita affinis* comparten el mismo hábitat en la zona mesolitoral y se encuentran en grandes cantidades, por lo tanto son especies con uso potencial.

Es necesario conocer su biología, antes de llevar a cabo el manejo de estas especies. Con el presente estudio se aporta conocimiento acerca de su ciclo gonádico, el cual en un futuro podrá servir para el manejo adecuado de estos recursos.

IV OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Describir y comparar los ciclos gonádicos de *Arca pacifica* y *Cardita affinis* en Punta Arena, Bahía Concepción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el ciclo gonádico y efectuar la caracterización histológica de la gónada para machos y hembras.
- Estimar el ciclo gonádico mediante el seguimiento del diámetro de los ovocitos.
- Registrar la proporción machos-hembras.
- Calcular el índice gonadosomático y relacionarlo con la época de reproducción.
- Comparar los ciclos gonádicos de *Arca pacifica* y *Cardita affinis*
- Relacionar la temperatura, el fotoperiodo y la concentración de clorofila con el ciclo gonádico de ambas especies.

V MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Descripción del área

Bahía Concepción está orientada en dirección NO-SE, entre los $26^{\circ}55'$ y $26^{\circ}30'$ de latitud norte y $112^{\circ}00'$, $111^{\circ}40'$ de longitud oeste (INEGI 1988) (Fig. 5). Se localiza en la costa oriental de la Península de Baja California Sur, presenta una extensión de 27,500 ha (Castañeda y Contreras 1993), es de forma ovalada en dirección norte-sur, su comunicación con el mar se encuentra en la parte norte y se denomina Punta Mulegé. El sedimento es predominantemente arenoso y fango-arenoso (Contreras-Espinosa 1993). Está delimitada al norte por Punta Gallito y Punta Santo Domingo (Félix-Pico 1975). El clima es Bwhw(x'), muy seco semicálido con lluvias en verano, el porcentaje de precipitación media invernal es mayor de 10.2 mm (INEGI 1988). La temperatura media anual en el agua es de 23°C , la temperatura mínima promedio para los meses de invierno es de 5°C , y las temperaturas máximas registradas para el verano (de junio a septiembre) van de 28.5 a 30°C (Félix-Pico 1975). Se presenta una presión atmosférica promedio anual de 760-761 mm, los días despejados al año son 300 o más con una insolación media anual de más de 2600 horas anuales (SARH 1976). El litoral es afectado por la corriente del Golfo de California. El tipo de marea es mixto y el tipo de vegetación circundante está constituido principalmente por manglar (Castañeda y Contreras 1993).

La circulación de la superficie general del Golfo está correlacionada con vientos regionales que soplan del noreste de noviembre a mayo y del sureste durante el resto del año. El transporte de agua superficial produce surgencias significantes a lo largo de la costa oriental y occidental del Golfo (Osuna-López y Páez-Osuna 1992).

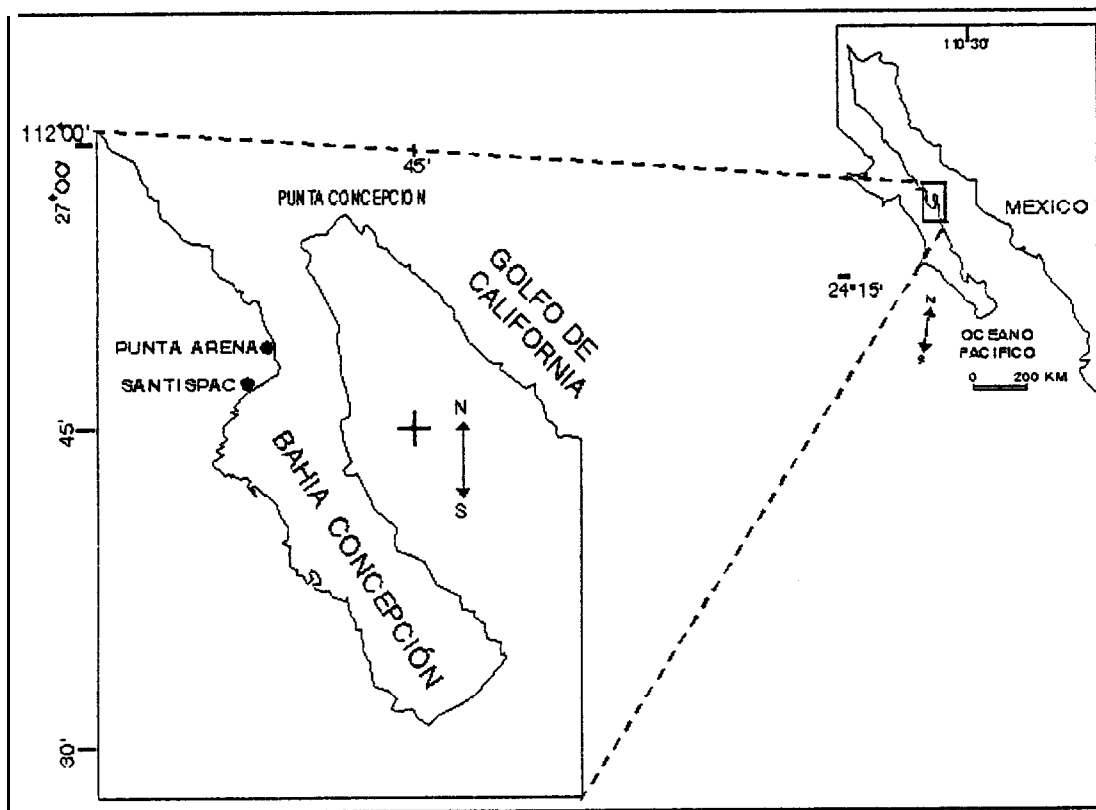


Figura 5. Área de estudio. Carta topográfica Loreto G12-5, B.C.S. (Dirección general del territorio nacional).

Estudios realizados en 1993 indican que Bahía Concepción presenta dos épocas bien marcadas en el año, la primera corresponde a un período de circulación, que

va de noviembre a febrero (otoño-invierno), la otra representa una época de estratificación que va de marzo a octubre (primavera-verano) (Reyes 1994).

En verano se presenta una capa homogénea y en otoño, a finales de octubre se produce una capa de mezcla más profunda por convección de la superficie. Esta capa de mezcla se profundiza y enfría hasta que alcanza las capas inferiores. El gradiente de temperatura se hunde hasta desaparecer para encontrarse de nuevo en toda la columna de agua homogénea en diciembre (Reyes 1994).

El poblado más cercano a esta bahía es Mulegé perteneciente a la cabecera municipal de Santa Rosalía. Las localidades del lado oeste rumbo al sur de Bahía Concepción, como son Santispac, El Coyote y El Requesón presentan playas, áreas de pesca y navegación (INEGI 1988).

Punta Arena presenta una playa pedregosa de cantos rodados, en donde se encuentran una gran cantidad de organismos marinos, entre los que figuran *Arca pacifica* y *Cardita affinis*.

5.2 Colectas

Se realizaron 19 muestreos con periodicidad mensual durante el período mayo 1993-diciembre 1994 en Punta Arena, Bahía Concepción, se colectaron en promedio 27 ejemplares de *Arca pacifica* y 30 de *Cardita affinis* mediante buceo autónomo (Tabla 1). Los organismos fueron fijados en formol al 40%, hasta que fueron procesados.

	<i>Arca pacifica</i>	<i>Cardita a ffinis</i>
Número de organismos	520	530
Media (longitud) cm	6.58	4.65
Desviación estándar	1.12	0.65

Tabla 1. Número de ejemplares colectados en *A. pacifica* y *C. affinis*, con su longitud promedio desviación estándar.

5.3 Lavado y obtención de pesos de las muestras

En el laboratorio se lavaron los ejemplares con agua corriente, durante 3 días aproximadamente, después de los cuales a cada organismo se le eliminó el manto, branquias, músculos aductores y biso, dejando la masa visceral la cual incluye la gónada, que se preservó en alcohol al 70%. Se tomaron medidas de longitud, altura y grosor de la concha, así como del peso total húmedo del organismo y del peso de la masa visceral.

5.4 Inclusión, realización de cortes histológicos y tinción

Cada masa visceral se incluyó en parafina y se realizaron de 3 a 5 cortes de 5-7 μ m de grosor con un microtomo rotatorio (820, American Optical).

En ambas especies, la gónada se encuentra inmersa en la masa visceral junto con el hepatopáncreas y otros órganos; en *Cardita affinis* no se observó una forma bien definida de la gónada a través del epitelio, por lo que se realizó un corte fronto-dorsal en el cual se localiza la mayor parte de la gónada. En *Arca pacifica*, la gónada se observa a través del epitelio y al retirar el músculo aductor anterior

se encontró que una gran parte de la gónada (casi en su totalidad), se localiza en la parte anterior de la masa visceral, por lo cual el corte se realizó en un plano transversal en la parte anterior del organismo.

Para la tinción de los tejidos, se utilizó la técnica de hematoxilina y eosina (Humason 1979). Posteriormente cada laminilla se montó en resina sintética.

5.5 Proporción de sexos

Se registró el sexo de cada organismo mediante la observación microscópica del tejido gonadal (microscopio Zeiss 23-990 1). Para determinar la proporción machos-hembras se utilizó una prueba de hipótesis para una sola proporción de población (Daniels 1982), considerando las siguientes hipótesis:

H_0 = La proporción machos-hembras es 1-1

H_a = La proporción machos-hembras es diferente a 1-1.

En el caso de *Arca pacifica*, al analizar las laminillas histológicas se observó una tendencia a la protandria, lo que se demostró mediante un análisis de la proporción de sexos con relación a la talla. A partir de una muestra de 35 organismos se obtuvo un análisis de regresión lineal simple entre la longitud de la concha y ancho de la sección anterior del organismo, obteniendo un valor de $r = 82.66\%$. Se procedió a estimar la longitud de la concha del organismo mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Longitud de la concha} = \frac{\text{Longitud de la gónada} - (a)}{b}$$

Donde:

a=-0.129

b = 0.2730

Longitud de la gónada= Longitud del corte histológico realizado en la parte anterior del organismo.

5.6 Caracterización de las fases del ciclo gonádico

La caracterización de las fases del ciclo gonádico se hizo tomando en cuenta el tamaño, cantidad y morfología de gametos basándose en los criterios de Baqueiro y Stuardo (1977), Brousseau (1981, 1982, 1987), Viilalejo-Fuerte y Ochoa-Báez (1993), Hooker y Creese (1995), García-Domínguez *et al.* (1993) y Villalejo-Fuerte *et al.* (1995). Los estadios considerados son: indiferenciación, gametogénesis, madurez, desove y postdesove. La época de reproducción es considerada como la etapa de desove.

5.7 Seguimiento en el diámetro de los ovocitos

Se midió el diámetro de 600 ovocitos cada mes con un micrómetro ocular, fueron medidos solo aquellos ovocitos seccionados a través del núcleo y nucléolo (Grant y Tyler 19'83).

5.8 Obtención del índice gonadosomático

Con los datos de peso húmedo sin concha y peso de la masa visceral se obtuvo el índice gonadosomático (I.G.), con la fórmula siguiente (Hand 19.89):

$$I.G.= \frac{(PESO DE LA MASA VISCERAL)}{(PESO HÚMEDO SIN CONCHA)} * 100$$

El índice gonadosomático es una manera cuantitativa de estimar el ciclo gonádico en una especie, el cual se ve complementado con la técnica histológica en donde se observan las etapas del ciclo gonádico de una manera cualitativa.

Los picos o valores mas altos del I.G. indican que el organismo está maduro; cuando van seguidos de un descenso, este último representa el desove. Las líneas que suben hacia los valores mas altos indican gametogénesis y las líneas que son mas 0 menos continuas por períodos largos, representan a los organismos indiferenciados 0 en reposa.

5.9 Análisis estadístico

Se estimó la relación existente entre los parámetros ambientales (temperatura, fotoperiodo y concentración de pigmentos) contra el porcentaje de desove, diámetro de los ovocitos e índice gonadosomático, mediante un análisis canónico (Maxwell 1979). Se consideró una buena relación en general cuando la $R \geq 75$ y la $p \leq 0.05$.

5.10 Obtención de parámetros ambientales

Los datos de temperatura fueron proporcionados por el Departamento de Plancton del CICIMAR; la concentración de pigmentos fotosintéticos fue proporcionada por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) y los referentes a las horas luz se obtuvieron del Almanaque náutico, para los 25 ° de latitud norte (Secretaría de Marina 1992).

5.10.1 Temperatura superficial

En general la bahía presenta una temperatura promedio de 30.3°C. las temperaturas más altas se encuentran de mayo a noviembre. En 1993, el valor más alto ocurrió en agosto (31 °C) y en 1994, en septiembre (31 °C). Las temperaturas más bajas se presentaron de diciembre a abril, en 1993, en diciembre se registró la temperatura mas baja ((21.5°C) y en 1994 en febrero (18°C) Tabla 2, (Fig. 6).

5.10.2 Fotoperiodo

En Bahía Concepción, se presentan 14.10 horas (822.30 min) horas luz como máximo en el mes de junio (verano) y un mínimo de 11:00 horas (636.20 min) en el mes de diciembre (invierno). Se presenta una mayor cantidad de horas luz de marzo a septiembre.

5.10.3 Pigmentos fotosintéticos

En los meses de invierno en diciembre, enero y febrero se presentan las concentraciones más altas de clorofila total, sobresaliendo a éstas las del mes de enero en donde se presenta un “florecimiento” de 3.916 mg cl/m^3 . El resto del año se mantiene abajo de 1.5 mg cl/m^3 , (Fig. 6).

Se presenta una relación inversamente proporcional de la temperatura con los pigmentos fotosintéticos. En verano se presentan fluctuaciones en la concentración de pigmentos fotosintéticos que van de los 0.217 a los 1.225 mg cl/m^3 ; en noviembre la concentración comienza a aumentar cuando la temperatura va disminuyendo, aproximadamente a 26°C , pero no es hasta enero que se da un aumento brusco en los pigmentos fotosintéticos (13.919 mg cl/m^3) a una temperatura de 19°C .

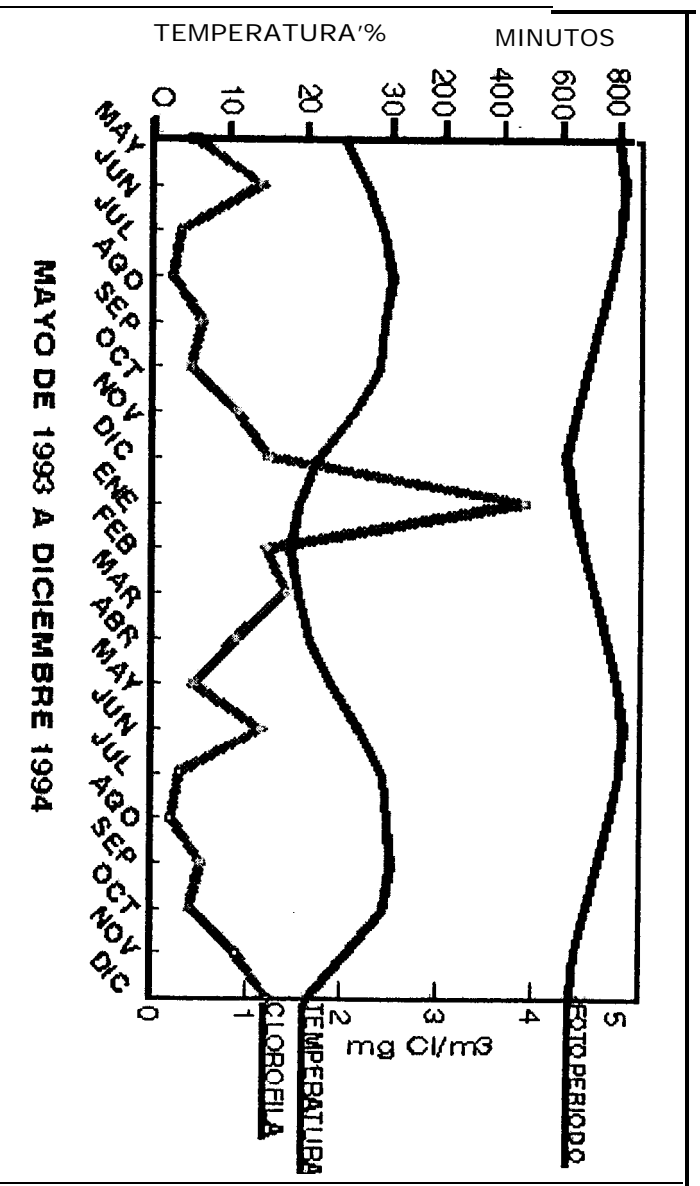


Figura 6. Parámetros ambientales (temperatura, fotoperiodo y pigmentos fotosintéticos). En la temporada primavera-verano (marzo -septiembre), se presentan los valores mas altos en temperatura y fotoperiodo, la concentración de pigmentos fotosintéticos (mg cl/m³) permanece baja a excepción de un ligero aumento en junio. En la temporada otoño-invierno (septiembre-marzo), estos bajan y se presenta un "floreamiento" en el fitoplancton.

VI RESULTADOS

6.1 *Arca pacifica*

6.1.1 Longitud de la concha

la talla promedio fue de 5.5 cm, la moda de 7 cm; el valor máximo de 9 cm y el mínimo de 1.6 cm (Fig. 7). los organismos más pequeños se colectaron en los meses de junio y octubre de 1994 y los más grandes en junio y septiembre de 1993 y julio, septiembre a diciembre de 1994.

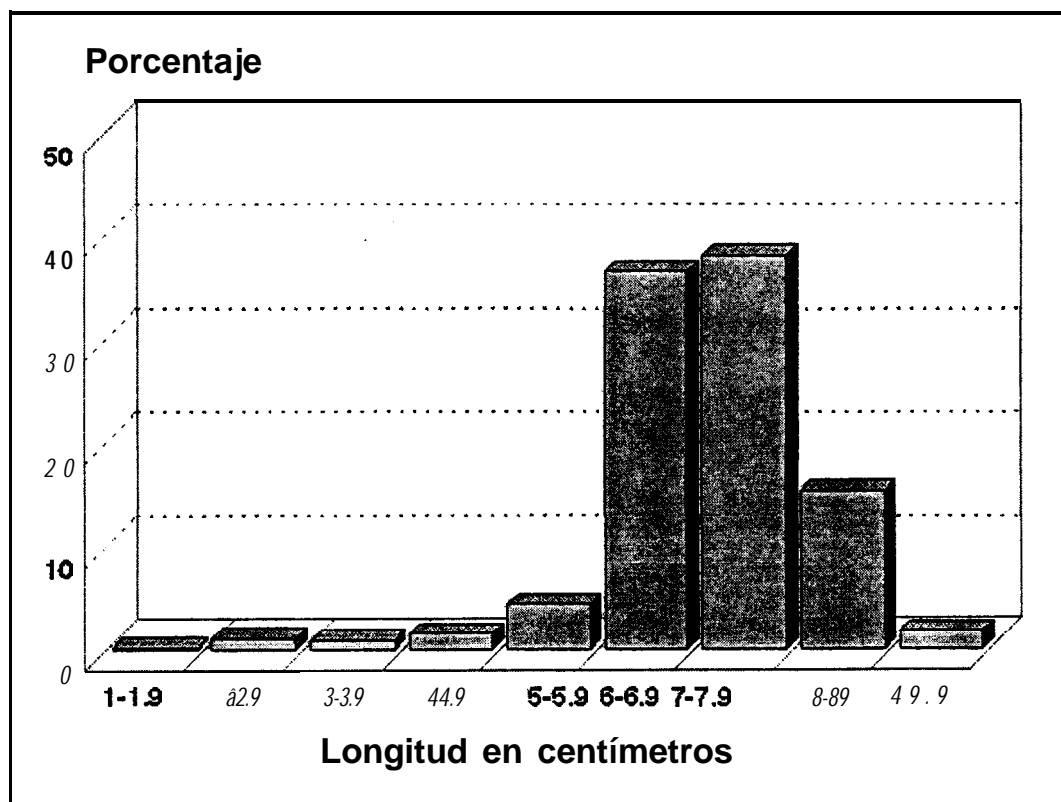


Figura 7. Distribución de frecuencia de intervalo de tallas (longitud de la concha) en *Arca pacifica*

6.1.2 Descripción de las fases gonádicas

6.1.2.1 Indiferenciados

No se observan células sexuales con claridad; los acini se encuentran vacíos y en **algunos** casos hay presencia de numerosos fagocitos. En otras ocasiones se observa un espacio **casi** en su totalidad vacío, en el lugar que ocupaba la gónada (Fig. 8.1).

Este estadio es poco frecuente, se presentó en **los** meses de mayo y noviembre de 1993 y enero, octubre, noviembre y diciembre de 1994, dando un porcentaje de 2.34% de todos los ejemplares analizados.

6.1.2.2 Machos

Gametogénesis

Los **túbulos** o acini comienzan a desarrollarse, hay espacios **intertubulares**. Se presentan gran cantidad de espermatogonias adheridas a la pared del **túbulo**; hacia el centro del **acini** hay gran cantidad de espermatocitos ocupando el resto del **túbulo**, en algunos **túbulos** se observan espermatozoides en cantidad **variable** (Fig. 8.2).

Este estadio se presentó en **los** meses de mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre de 1993 y en febrero, mayo y noviembre de 1994, dando un porcentaje **del** 7.85% del total de machos **anaizados**.

Madurez

Los **túbulos** están **completamente desarrollados**, el espacio **intertubular** es mínimo o nulo. Se observan espermatozoides en el lumen del **túbulo**, el resto está lleno principalmente de **espermatoцитos**; las **espermatogonias** son raras (Fig. 8.3). Los espermatozoides maduros presentan una cabeza ovalada que mide aproximadamente de 2.28 a 3.04 μm , un **acrosoma** en forma de **media Cuna** y una parte ensanchada entre el flagelo y la cabeza, la cual mide aproximadamente 2.28 μm , el largo total de un espermatozoide es de aproximadamente de 6.08 a 9.88 μm , presentan un flagelo largo (Fig. 9b).

Este estadio se presentó en los meses de mayo, junio, y diciembre de 1993 y febrero, marzo **julio**, y noviembre de 1994 dando un porcentaje del 5.78% del total de los machos **analizados**.

Eyaculación

Se presentan espacios **intertubulares** y en el centro de cada **túbulo**, indicando que los espermatozoides han sido expulsados. En algunos casos en donde la **eyaculación** es mas avanzada, cada **túbulo** comienza a generar mas **espermatogonias** con la consecuente formación de espermatozoides (Fig.10.b). En este estadio se presenta una **asincronía folicular** muy marcada, ya que dentro de los espacios **intertubulares** vacíos se van desarrollando nuevos **túbulos** con gametos en desarrollo

y otros con gametos maduros; sin embargo predominan los **túbulos** cuyos gametos ya han sido expulsados al medio (Fig. 8.4).

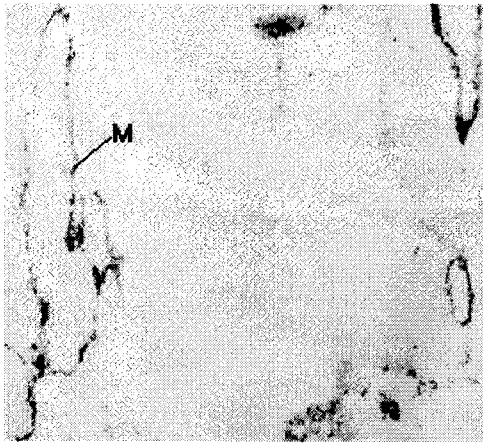
De los machos analizados el 74.38% estaban eyaculados, esto se presentó a lo largo de todo el **año, pero** fue más intenso en los meses de mayo, junio, julio, octubre y diciembre de 1993 y todo el año en 1994.

Posteyaculación

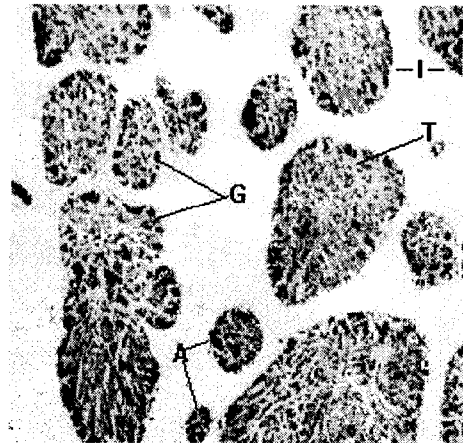
Se observan pocos **túbulos** con material gametogénico; en el centro de éstos hay fagocitos de color **café**, lo cual indica que están activos. Se presentan **túbulos** vacíos, algunos con espermatogonias que ya no alcanzaron a desarrollarse; el resto del área en donde se presenta la gónada está **llena** de fagocitos (Fig. 8e).

los fagocitos que presenta esta especie tienen un **núcleo** excéntrico; miden aproximadamente $5.82\mu\text{m}$, aquellos que se encuentran en actividad son de color **café** y **miden** aproximadamente de 11.64 a $13.3\mu\text{m}$ (Fig. 9c). En algunos organismos se encontraron células semejantes a fagocitos o amibocitos de forma ovaladas y alargadas (Fig. 1 Od y 14c).

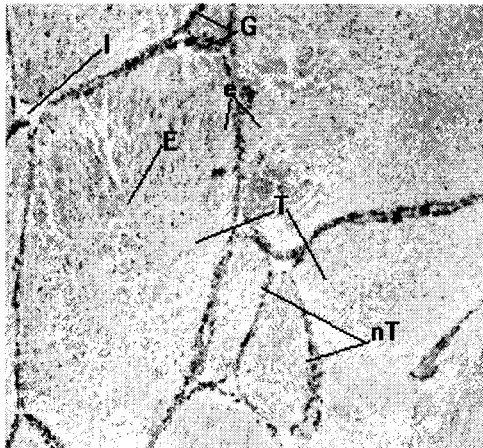
Este estadio se presentó en **los** meses de mayo, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1993 y febrero y de septiembre a diciembre de 1994, **dándo** un porcentaje del **11.98%** del total de machos analizados. El mayor porcentaje se **presentó** en noviembre de 1993 y diciembre de 1994.



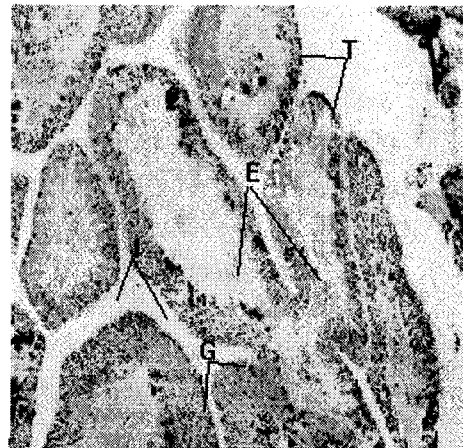
1



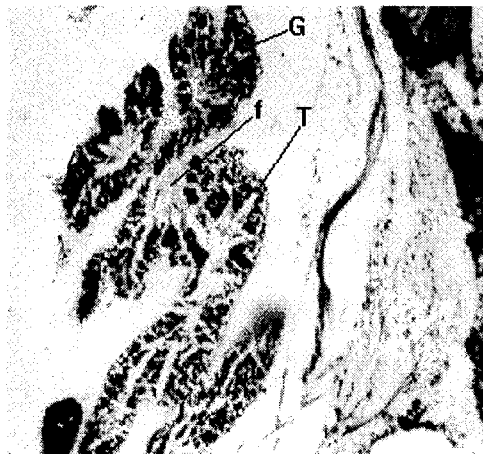
2



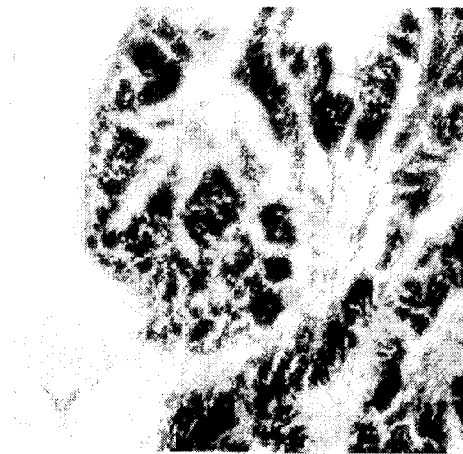
3



4



5



6

Figura 8. Cortes histológicos en machos de *Arca pacifica* (6.3 X) 1. Indiferenciado, 2. Gametogénesis, 3. Madurez, 4. Eyaculado, 5. Posteyaculado, 6. Fagocitos en posteyaculación. A = Acini, E = Espermatozoides, e = espermatoцитos, f = fagocitos, G = Espermatogonias, M = membrana del túbulo nT = túbulos en gametogénesis, T = Túbulo.

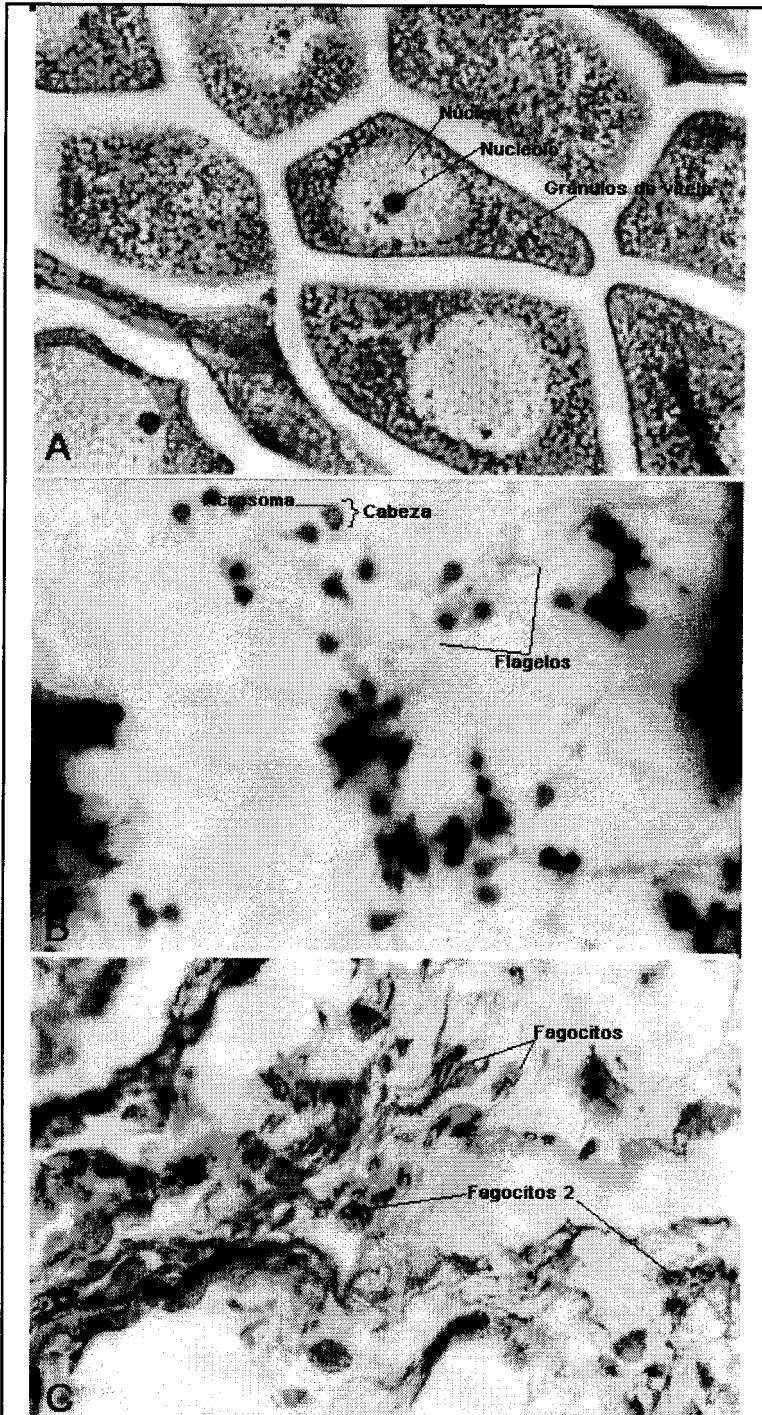
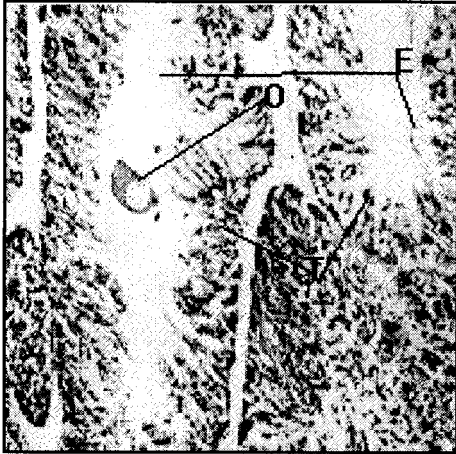
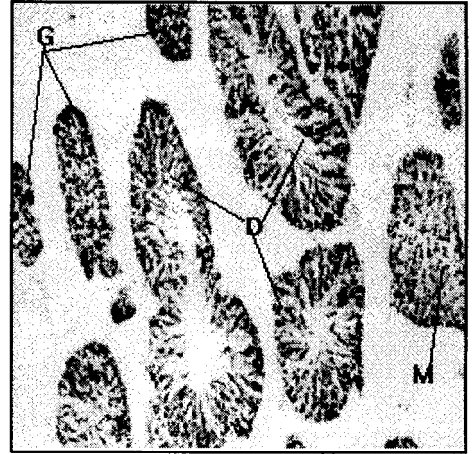


Figura 9. Células observadas en la gónada de *Arca pacifica*. A) Ovocito (16X), B) Espermatozoides (100X), C) Fagocitos (100X), los fagocitos 2, son de color café, lo cual indica que ya ingirieron algún material.



A



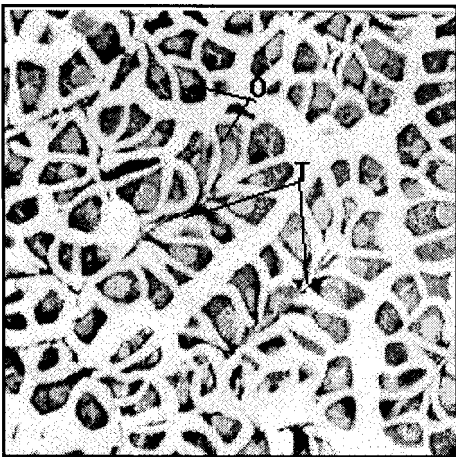
B



C



D



E

Figura 10. A) Macho con un ovocito en el interior de un túbulo, E = espermatozoides, O = Ovocito, T = Túbulo. B) Asincronía folicular en un macho en eyaculación, G = Túbulo en gametogénesis, M = Túbulo en madurez, D = Túbulo eyaculado. C) Ovocitos atresicos, A = Atresias. D) Fagocitos, F = Fagocitos. E) Trabéculas del tejido conjuntivo T = trabéculas, O = Ovocitos

6.1.2.2.1 Ciclo gonádico masculino

los machos de esta especie eyaculan a lo largo de todo el año. En las muestras analizadas se observa que la eyaculación disminuye en los meses de septiembre a noviembre de 1993 y en noviembre y diciembre de 1994. En estos meses se presenta la mayor cantidad de posteyaculados (Fig. 11).

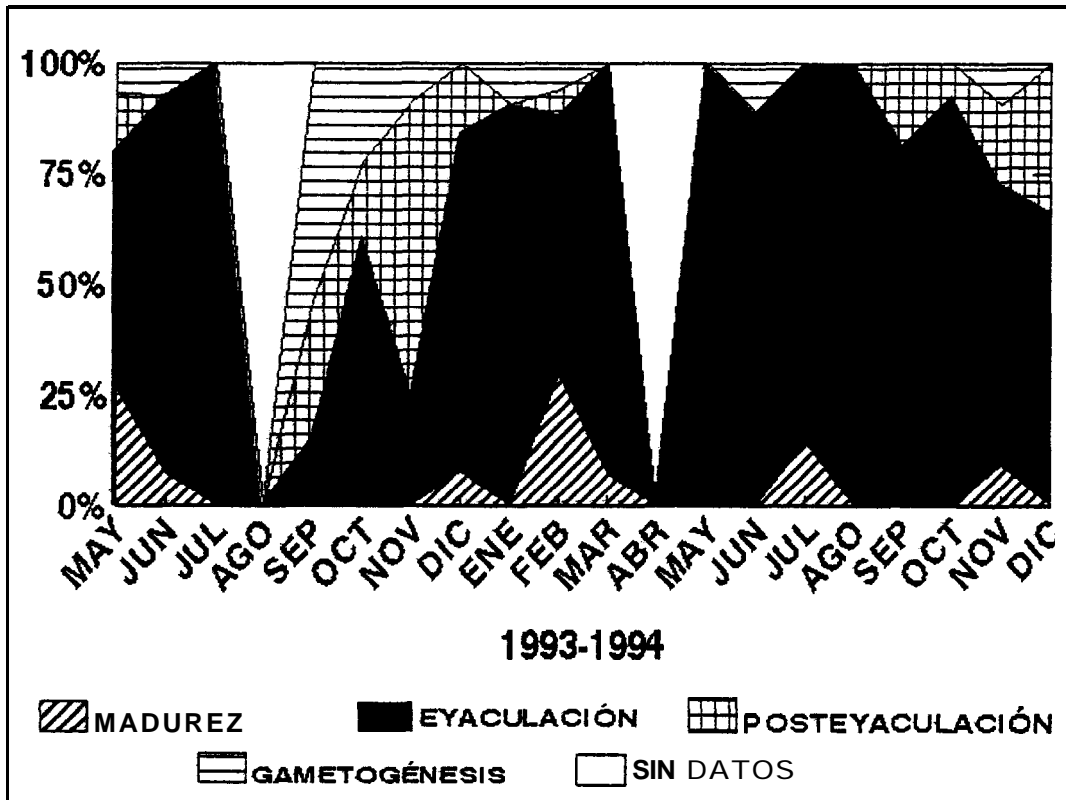


Figura 11. Estadios de la gónada en machos de *Arca pacifica*

El ciclo que sigue la gónada de los machos es el siguiente: primero se generan los gametos (gametogénesis), éstos maduran y eyaculan (expulsión de gametos

al medio externo) algunos individuos llegan a entrar a la posteyaculación, posteriormente son organismos indiferenciados y vuelven nuevamente a gametogénesis. Otros, después de la eyaculación, continúan produciendo gametos, para presentar una eyaculación continua (Fig. 12).

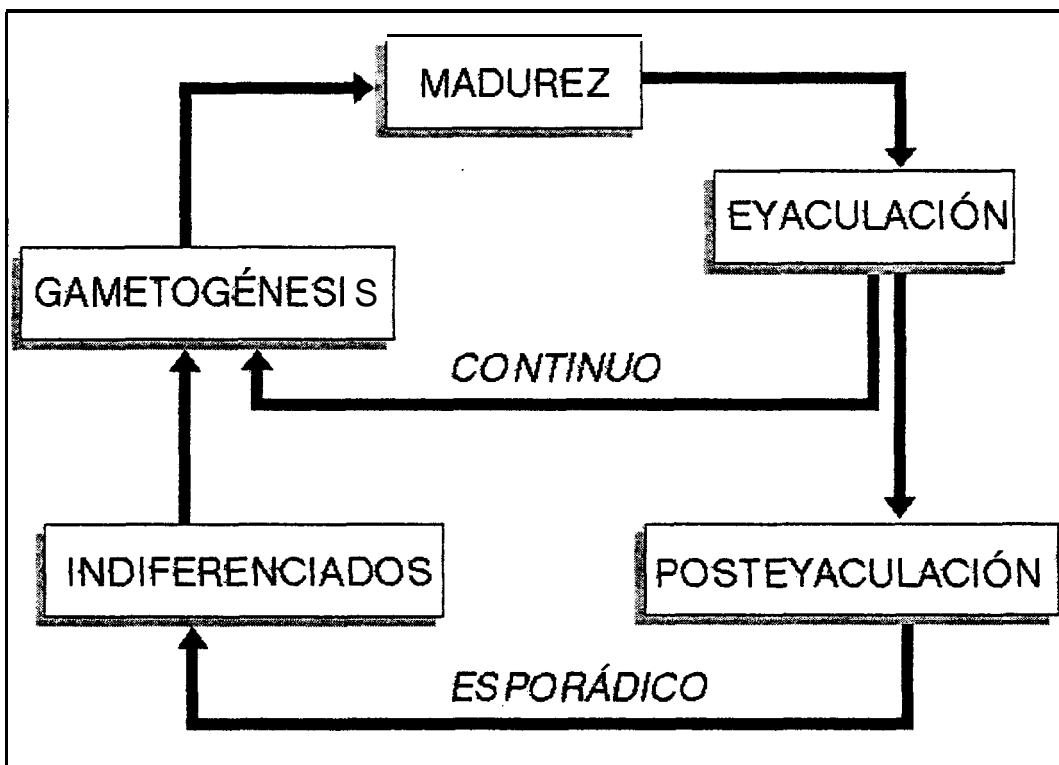


Figura.12. Ciclo gonádico en machos de *Arca pacifica*

6.1.2.3 Hembras

Desarrollo de la gónada

Cuando los folículos comienzan a crecer se observan como pequeños islotes (nidos celulares), hay espacios interfoliculares vacíos, algunos con fagocitos. Se presentan ovogonias adheridas a la pared del folículo, en aquellas más

desarrolladas se observa un pedúnculo que sostiene las ovogonias a la pared del folículo (Fig.14b). En algunos casos los acini están completamente llenos de ovogonias, mientras que en otros ya se presentan ovocitos, aunque éstos son escasos (Fig. 13.2).

Este estadio se presentó en los meses de: mayo, junio, y diciembre de 1993 y enero, febrero, mayo, julio, agosto y diciembre de 1994, dando un porcentaje del 11.52% del total de hembras analizadas.

Madurez

los folículos están completamente llenos de gametos, existe una mayor proporción de ovocitos con respecto a las ovogonias; el espacio interfolicular es poco o nulo, en algunos casos se observan trabéculas en las membranas de los folículos en donde se disponen racimos de ovocitos, se logra distinguir claramente el núcleo y nucléolo en cada uno de los ovocitos, Los gametos se encuentran en un orden característico en donde las paredes de un ovocito coinciden con las de sus vecinos, esta disposición no permite observar espacios vacíos (Fig. 13.3). Los ovocitos maduros generalmente tienen forma triangular, en promedio miden $55.64\mu\text{m}$ ($\sigma = 11.04$), algunas veces se encuentran en racimos. En los ovocitos maduros se observan gránulos de vitelo, presentan un núcleo grande y un nucléolo (Fig. 9a). Algunas ovogonias observadas en este estadio se encontraron dispuestas en trabéculas de tejido conjuntivo (Fig.10e), adheridas mediante un pedúnculo

(Fig. 14 a y b). En algunos casos se observaron algunos gametos lisados, lo cual indica un proceso de reabsorción (Fig.10c).

Este estadio se presentó en los meses de julio y diciembre en 1993 y de marzo a septiembre en 1994, dando un porcentaje de 15.21 % de las hembras analizadas.

Desove

Se observan espacios en el centro de los folículos, los ovocitos rompen con el arreglo característico presentado en la madurez; se observan espacios interfoliculares; hay presencia de algunas ovogonias adheridas a las paredes de folículo las cuales aseguran la producción de gametos y una mayor cantidad de ovocitos. En esta etapa se observa una notoria asincronía folicular, aunque la mayoría de los folículos están en desove, en los espacios interfoliculares se observan pequeños nidos celulares (folículos en gametogénesis) que comienzan a desarrollarse y originan folículos maduros que posteriormente desovan (Fig. 13.4).

El 47% del total de las hembras presentaron este estadio en todo el año, con los porcentajes más altos de junio a agosto y octubre de 1993 y marzo, junio y de septiembre a noviembre de 1994.

Gónada en recuperación

Se presenta en aquellos individuos donde la mayor parte de los gametos han sido expulsados durante el desove y dejan la membrana del folículo casi vacía; en

este estadio los folículos se asemejan a un rosario. las ovogonias se desarrollan en la membrana del folículo vacío, en algunas ovogonias se observa un pedúnculo que las une con la membrana folicular, se llegan a presentar algunos ovocitos aunque, en proporción, hay mayor número de ovogonias. En esta etapa también se llegan a observar pequeños folículos que comienzan a crecer entre los espacios interfoliculares (Fig. 13.5).

Este estadio se presentó en los meses de junio a diciembre en 1993 y de enero a marzo, julio, noviembre y diciembre de 1994 dando un porcentaje del 8.29% del total de las hembras analizadas.

Postdesove

los folículos están casi vacíos; el espacio interfolicular es grande, los gametos son escasos y los fagocitos abundantes; algunos se encuentran fagocitando a los gametos residuales; no se observa con claridad el nucléolo (Fig. 13.6).

Este estadio se presentó principalmente en otoño, en 1993 se observó de septiembre a diciembre, mientras que en 1994 en febrero y de septiembre a diciembre, dando un porcentaje del 17.5 1% del total de las hembras analizadas.

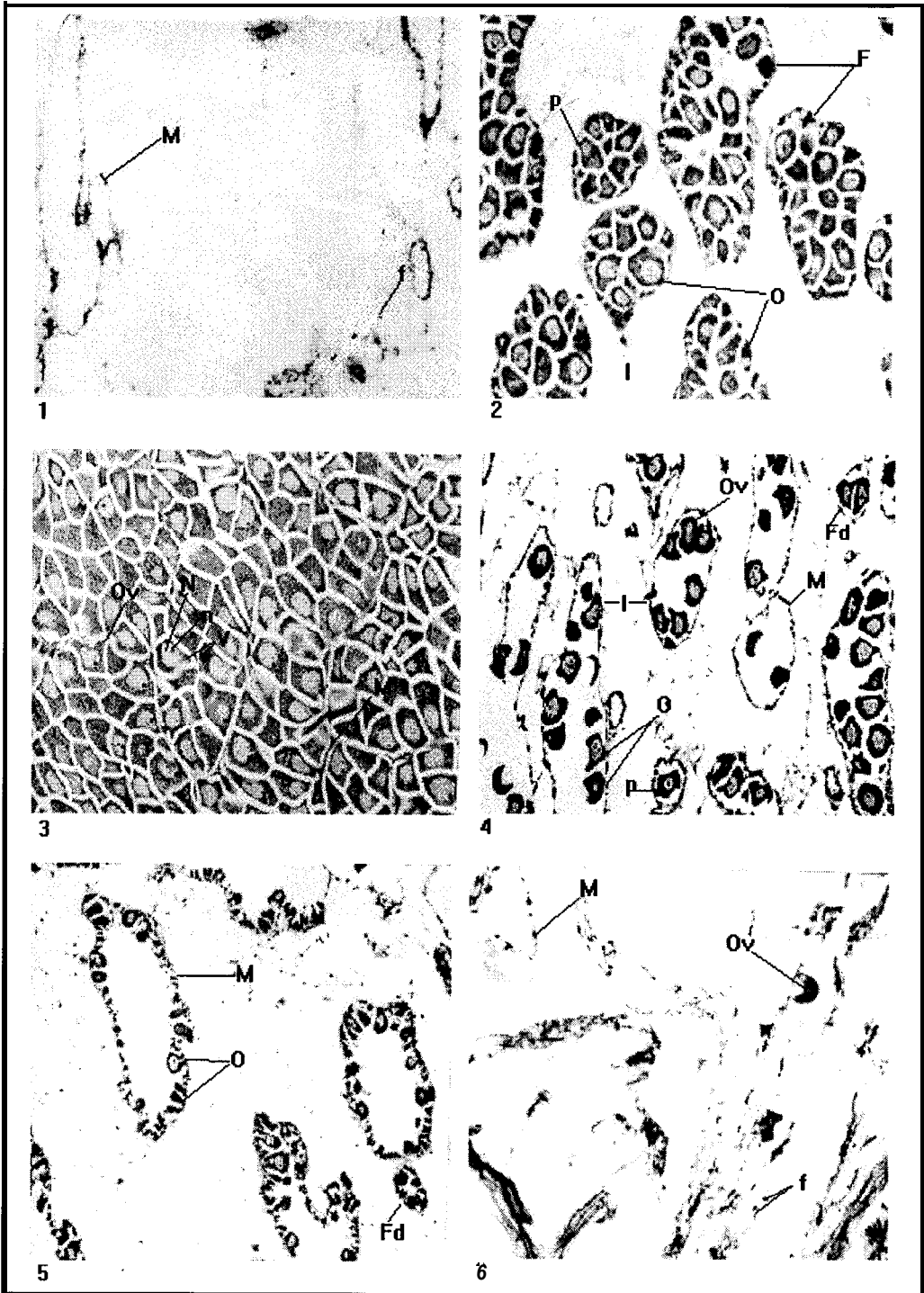


Figura 13. Cortes histológicos en hembras de *Arca pacifica* (6.3X) 1, indiferenciado; 2, gónada en crecimiento; 3, madurez; 4, desove; 5, gónada en recuperación; 6, postdesove. (A=Acini, f = Fagocito, F = Folículo, Fd = Folículo en desarrollo, I = Espacio interfolicular, M = Membrana folicular, N = Núcleo, n = Nucléolo, O = Ovogonia, Ov = Ovocito, P = Pedúnculo, V = Vitelo.

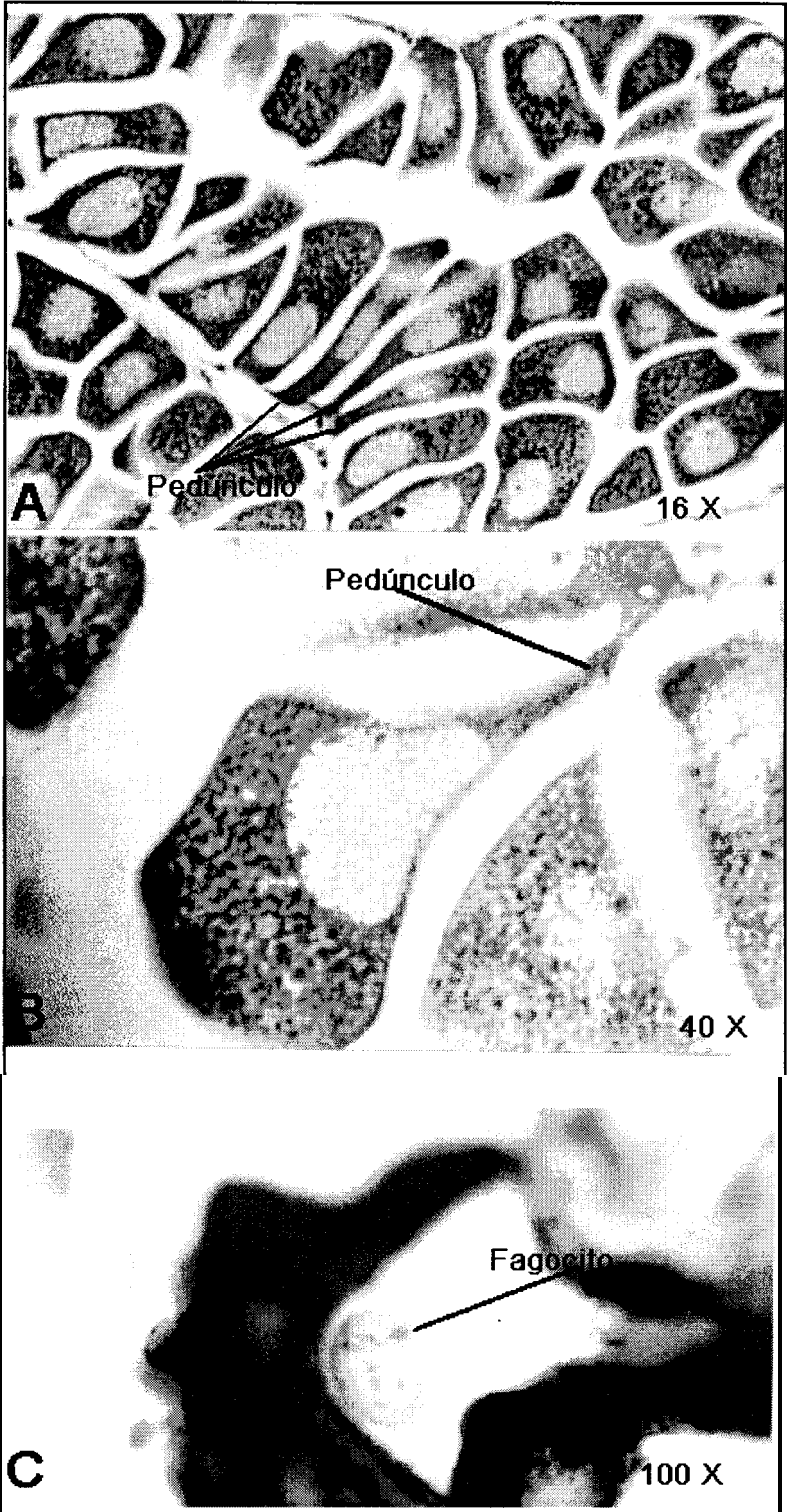


Figura 14. Pedúnculo en ovocitos, en la gónada de *Arca pacifica*

6.1.2.3.1 Ciclo gonádico femenino

De abril a septiembre (primavera-verano), generalmente las hembras de *Arca pacifica* están en desove, madurez y gametogénesis. El desove se continua hasta el otoño; en menor porcentaje, conforme avanza esta estación la frecuencia de organismos en este estadio va disminuyendo y comienzan a -aparecer los organismos en postdesove; de enero a marzo [invierno) se presenta la mayor frecuencia de organismos en gametogénesis (Fig. 15)

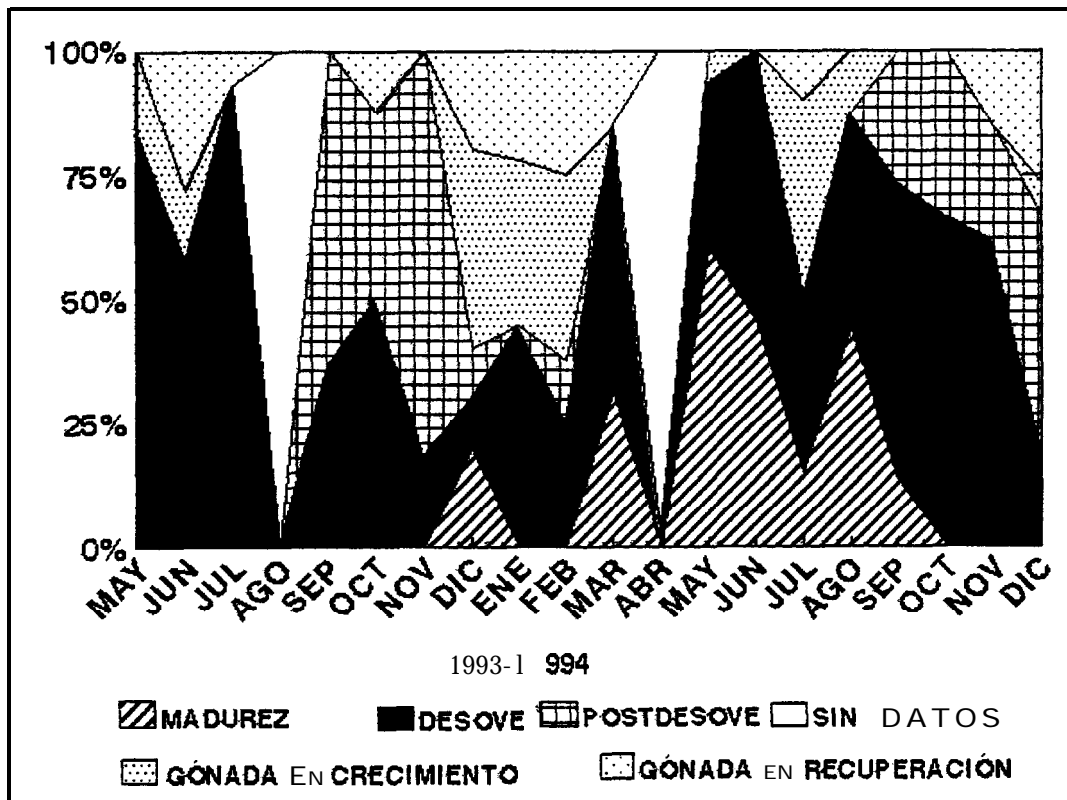


figura 15. Estadios en hembras de *Arca pacifica*, la gónada en crecimiento y en recuperación fueron consideradas como gametogénesis para fines prácticos en los estadios en general de la especie.

En general el ciclo de la gónada en las hembras de *Arca pacifica* es el siguiente: la gónada se desarrolla principalmente en invierno, madura en primavera-verano y desova todo el año, algunos organismos llegan al postdesove en otoño y posteriormente pasarán a la indiferenciación para nuevamente iniciar la gametogénesis. En algunos organismos, después del desove, la gónada se ve en recuperación produciendo nuevamente gametos (Fig.16).

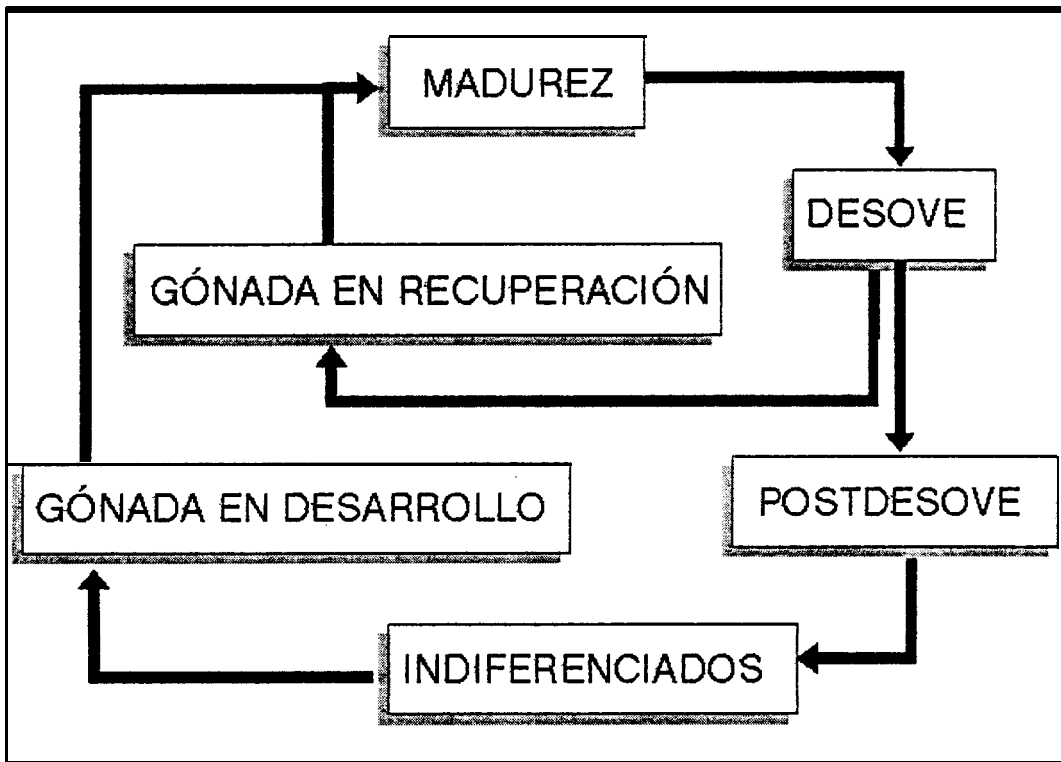


Figura 16. Ciclo gonádico de *Arca pacifica*.

6.1.3 Ciclo gonádico en *A. pacifica*

De acuerdo a los ejemplares analizados se considera a esta especie como dioica, aunque en 3 organismos del sexo masculino se observó uno o dos ovocitos en el interior de los túbulos (Fig. 1 0a).

Arca pacifica desova a lo largo de todo el año, sin embargo se observa una mayor actividad reproductiva en la temporada de marzo a septiembre (primavera-verano), en donde se presentan las etapas de gametogénesis, madurez y desove de manera continua. En la época fría del año, de septiembre a marzo (otoño-invierno) son más frecuentes los organismos en postdesove e indiferenciados (Fig. 17). Para los fines de la gráfica de frecuencias de los estadios observados en la especie se consideró a la gónada en recuperación y gónada en desarrollo como gametogénesis ya que en ambos estadios se lleva a cabo la formación de gametos.

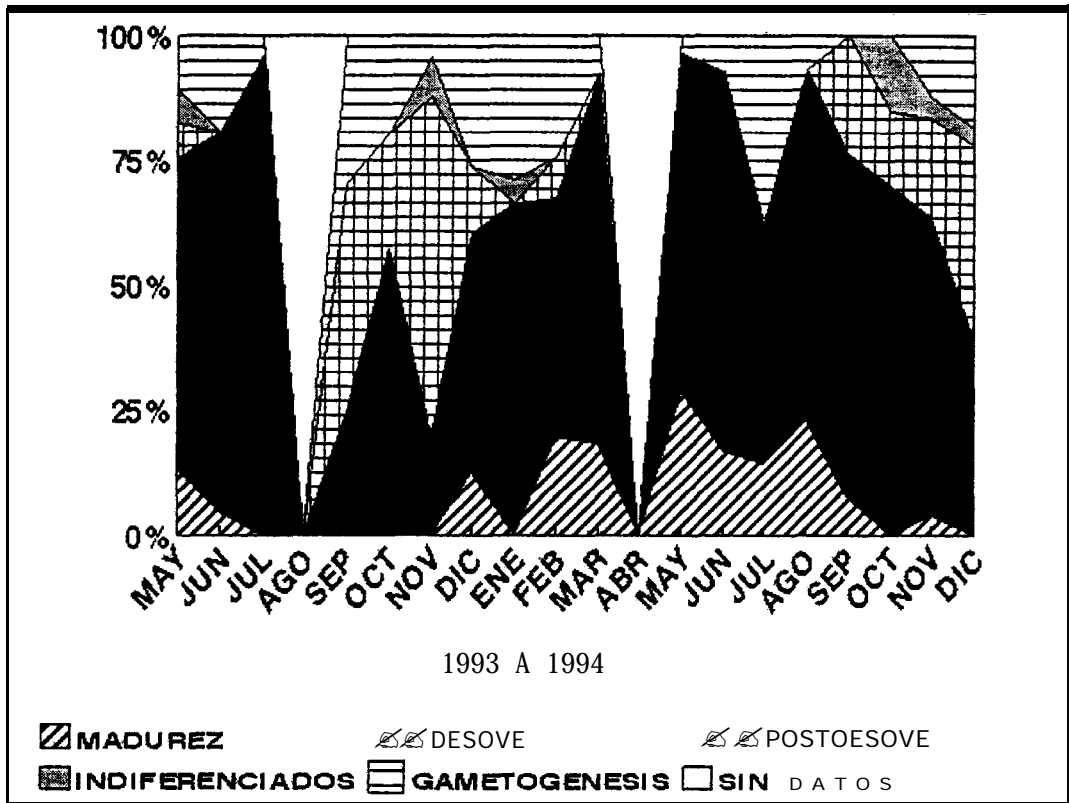


Figura 17. Estadios de *Arca pacifica* a través de los meses del año (machos, hembras e indiferenciados).

6.1.4 Proporción de sexos

Se presentaron proporciones dispares en algunos meses, por ejemplo, en los meses de junio, octubre de 1993, febrero, junio y octubre de 1994 en donde predominaron los machos, mientras que en julio de 1994 predominaron las hembras (Fig.18), sin embargo la proporción machos hembras de acuerdo a la prueba de hipótesis (con un 95% de confianza) para una sola proporción de población, indica que se da una relación 1:1 en toda la muestra analizada.

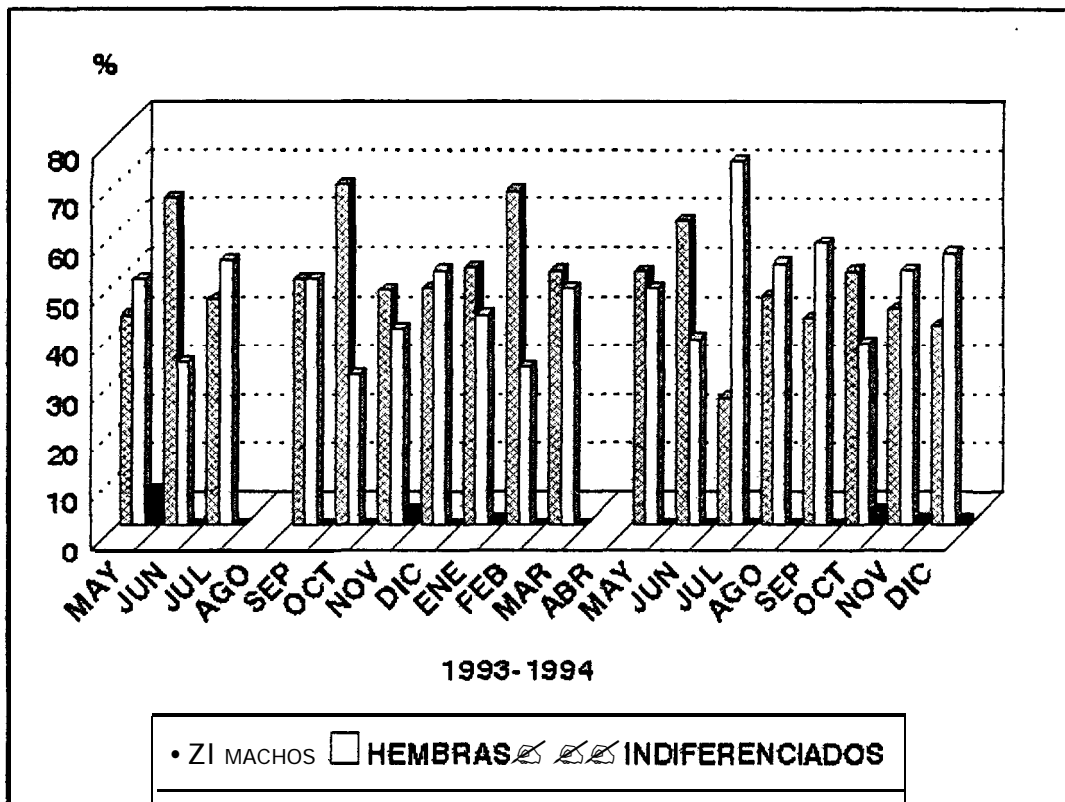


Figura 18. Porcentaje de organismos machos-hembras e indiferenciados en *Arca pacifica*

Se encontró que generalmente las tallas más pequeñas correspondieron a machos y a ejemplares indiferenciados (menores de 4 cm); de 4 a 9.5 cm fueron machos, hembras e indiferenciados y aquellos mayores de 9.5 hasta 11.5 cm, fueron hembras (Fig. 19)

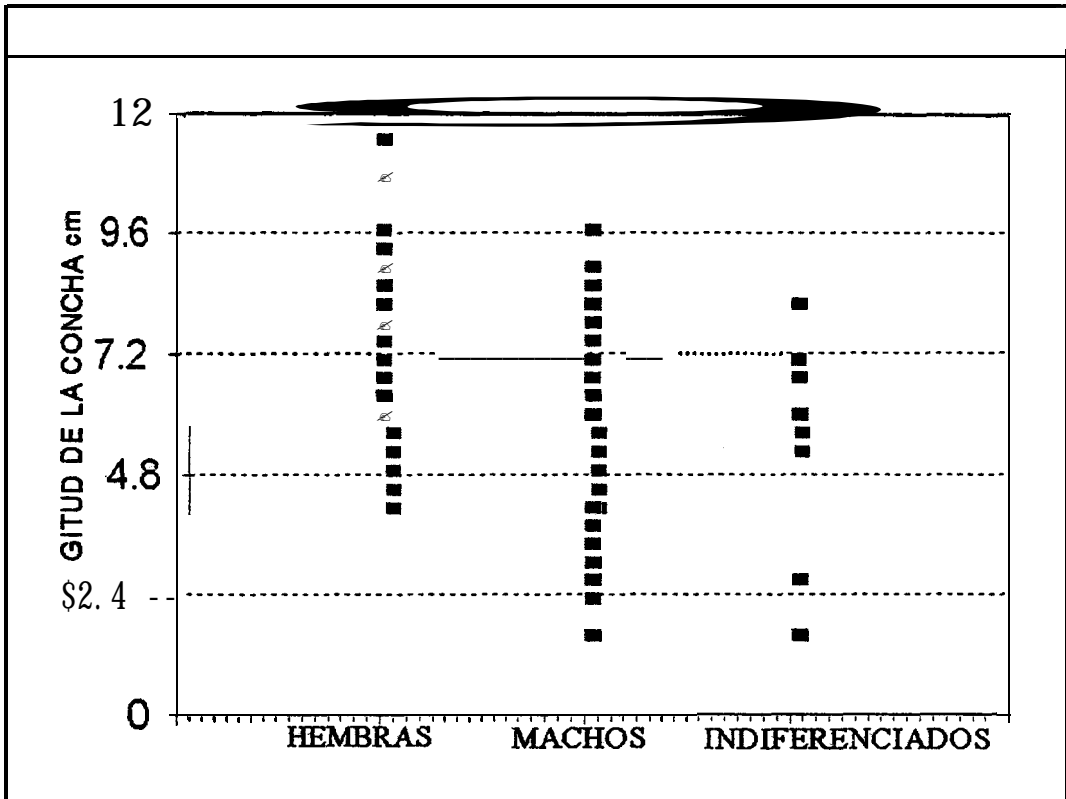


Figura 19. longitud de la concha en *Arca pacifica*, los organismos de tallas mas pequeñas corresponden a machos mientras que las más grandes a hembras.

6.1.5 Diámetro de los ovocitos

tos ovocitos de *Arca pacifica* presentaron un promedio de $55.64 \mu\text{m}$ de diámetro, los más pequeños midieron $7.6 \mu\text{m}$ y los más grandes alcanzaron tallas de hasta $12.1 \mu\text{m}$ (Tabla 4). Los valores promedio más altos se encontraron en los meses de mayo y julio de 1993 y de marzo a septiembre de 1994 (primavera-verano); los valores promedio mas bajos se presentaron en junio de 1993 y febrero y -diciembre de 1994 (Fig. 20).

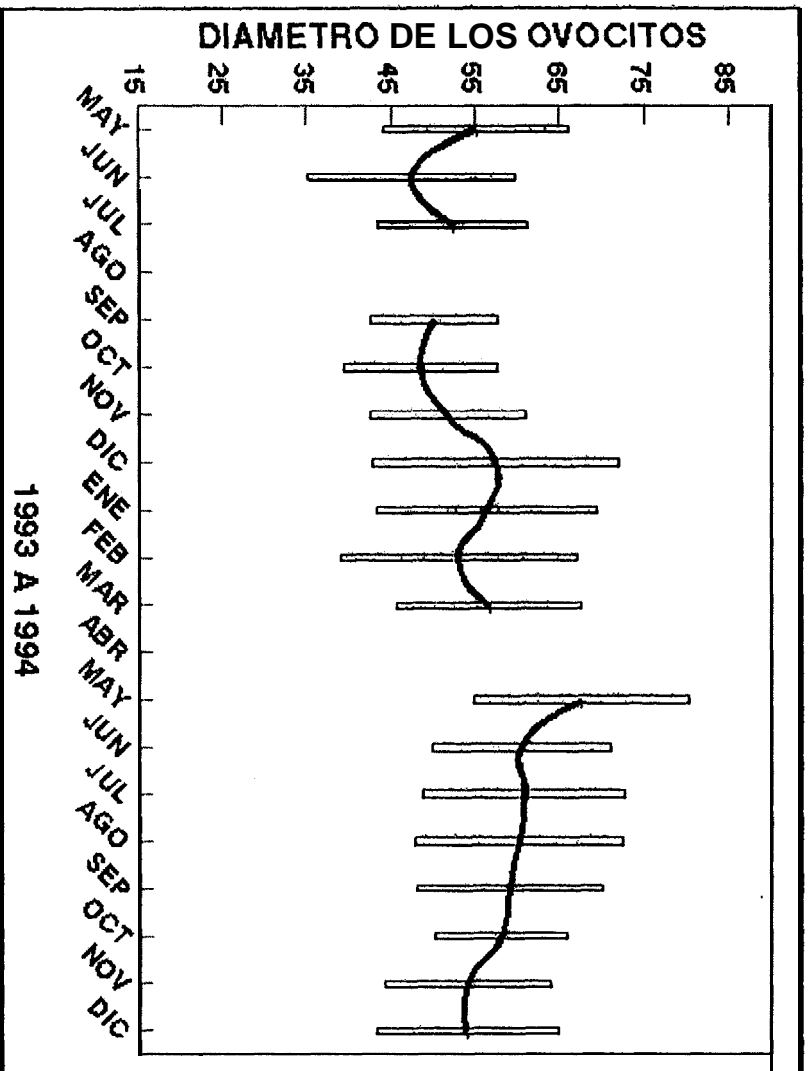


Figura 20. Promedio mensual del diámetro de los ovocitos μm en *Arca pacifica* (\pm D.S). (en los meses de agosto de 1993 y abril de 1994 no hay coletas).

Mes	Media mensual μm	Desviación estándar	Número de ovocitos medidos
Mayo	55.10	10.89	578
Junio	44.41	12.33	615
Julio	55.37	8.87	625
Agosto	-	-	-
Septiembre	50.02	7.55	484
Octubre	47.69	9.11	546
Noviembre	51.65	9.16	307
Diciembre	57.4	14.64	570
Enero	56.24	13.19	639
Febrero	52.90	14.04	647
Marzo	56.52	11.06	628
Abril	-	-	-
Mayo	67.40	12.76	620
Junio	60.36	10.68	609
Julio	60.71	12.01	603
Agosto	60.12	12.36	611
Septiembre	58.98	11.09	630
Octubre	57.86	7.93	615
Noviembre	54.04	9.94	585
Diciembre	53.92	10.87	607
Media	55.64	11.04	584

Tabla 4. Medidas promedio, desviación estándar, y número de ovocitos medidos en *Arca pacifica*.

6.1.6 Índice gonadosomático

Los valores del índice gonadosomático van de 59.3 a 46 (Tabla 5). En mayo y octubre de 1993 se encontraron los valores mas altos (59.3 y 56.4); mientras que en 1994, éstos se presentaron en los meses de febrero, mayo y agosto (56, 56.5 y 55.6, respectivamente). Generalmente se observa una época de recuperación de dos meses entre cada madurez. El índice gonadosomático indica que esta especie se reproduce casi todo el año por lo que presenta un modo de reproducción continuo (Fig. 21).

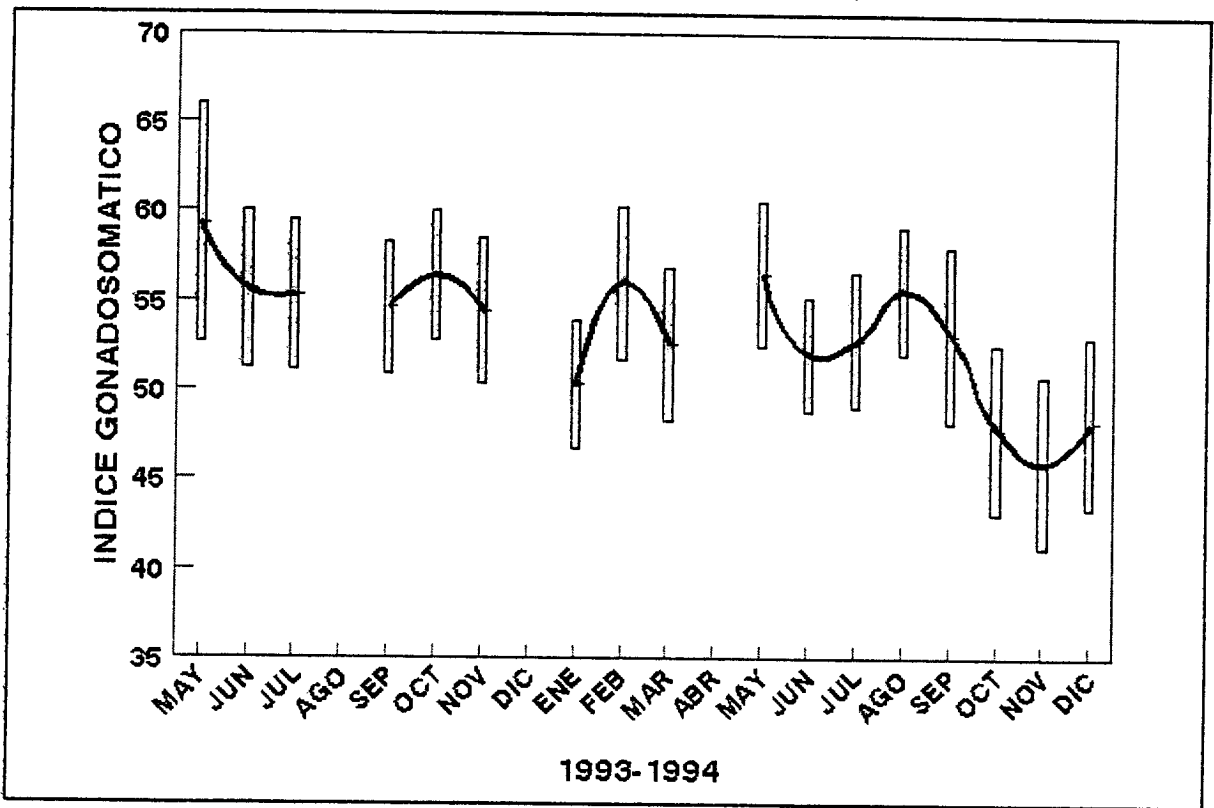


Figura 21. Media mensual del I.G. en *Arca pacifica* (\pm D.S) desviación estándar. En los espacios en blanco no hay datos disponibles.

MES	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁN-
	I.G.	DAR
MAYO	59.3	6.7
JUNIO	55.6	4.4
JULIO	55.3	4.2
AGOSTO		
SEPTIEMBRE	54.6	3.7
OCTUBRE	56.4	3.6
NOVIEMBRE	54.4	4.1
DICIEMBRE	-	-
ENERO	50.3	3.6
FEBRERO	56	4.3
MARZO	52.5	4.3
ABRIL	-	-
MAYO	56.5	4.1
JUNIO	52	3.2
JULIO	52.8	3.8
AGOSTO	55.6	3.6
SEPTIEMBRE	53.1	5
OCTUBRE	47.8	4.7
NOVIEMBRE	46	4.8
DICIEMBRE	48.2	4.8

Tabla 5. Media mensual y desviación estándar del índice gonadosomático en *Arca pacifica*.

6.1.7 Relación de parámetros ambientales con estimadores de la reproducción

En *Arca pacifica* la relación existente entre los parámetros ambientales y el porcentaje de desove, diametro de los ovocitos e índice gonadosomático es muy pobre $R = 0.779$ ($p = 0.0856860$) (Tabla 6).

ANÁLISIS CANONICO EN <i>Arca pacifica</i>			
R canonica = 0.779		p = 0.0856860	
VARIABLE	TEMPERATURA	FOTOPERIODO	CLOROFILA
DESOVE	0.161	0.512	0.004
DIAMETRO	-0.072	0.232	-0.856
INDICE GONADOSOMATI- C O	0.1795	0.5489	-0.328

Tabla 6. Resultados de la correlación entre parámetros ambientales y porcentaje de desove, diámetro e índice gonadosomático en *Arca pacifica*. Todos los valores están abajo de 0.7, por lo que no se consideran con relaciones sólidas.

6.2 *Cardita affinis*

6.2.1 Longitudes de la concha

La talla promedio colectada fue de 5cm, la moda correspondió al mismo valor, el valor máximo fue de 8.5cm, y el mínimo de 2cm (Fig. 22).

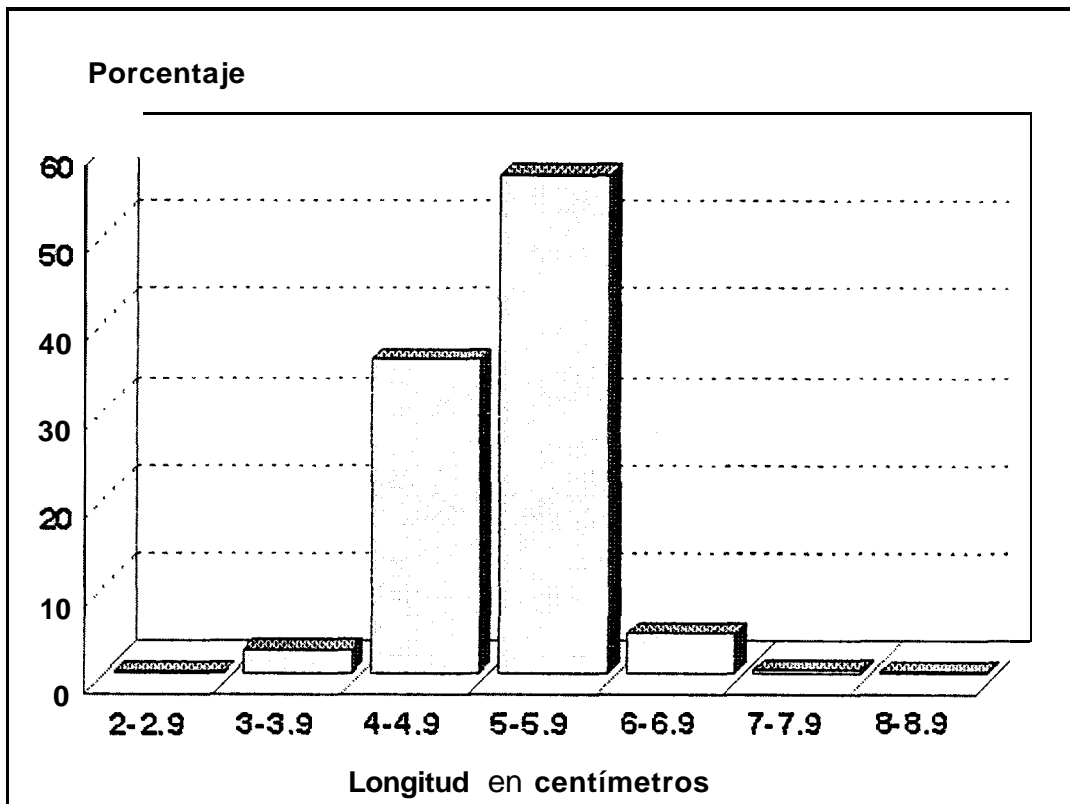


Figura 22. Distribución de frecuencia de intervalos de tallas en *Cardita affinis*.

6.2.2 Descripción de las fases gonádicas

6.2.2.1 Reposo

La gran mayoría de los gametos se han reabsorbido, en los machos solamente se observan las membranas tubulares y fagocitos, en algunos casos se llegan a observar pocos espermatozoides, los cuales nos indican el sexo del organismo, cuando éste no es así, el organismo se encuentra indiferenciado (Fig. 26.1).

En el caso de las hembras se observa la membrana vitelina que las cubría antes del desove, ya que debido a su lenta reabsorción se conservan hasta este estadio; se observan pocos ovocitos que quedaron rezagados o latentes. En muchos casos el sexo sólo se puede determinar por la presencia de las membranas vitelinas (Fig. 26.8). Para los meses de otoño se observó una gran cantidad de fagocitos y en los meses de invierno aumentó considerablemente el tejido conjuntivo para iniciar la nueva formación de gametos en primavera. El 34.27% de los ejemplares de *Cardita affinis* presentaron este estadio de noviembre de 1993 a marzo de 1994 y de octubre a diciembre de 1994.

6.2.2.2 Machos

Gametogénesis

Se presentan gran cantidad de células en desarrollo (espermatogonias) adheridas a la pared del túbulo y algunos espacios dentro de los acini, los cuales se irán llenando conforme avanza la gametogénesis; se observa tejido conjuntivo en el espacio intertubular. El 10.93% de los machos analizados presentó este estadio de enero a marzo y junio de 1994 (Fig. 23a)

Madurez

Los túbulos están completamente llenos de células espermatogénicas; en el centro se observa gran cantidad de espermatozoides, el tejido conjuntivo es escaso y ocupa aproximadamente del uno al 10% del campo observado al microscopio (Fig. 23d). En

la primera madurez, se observan gametos ya maduros, pero con tejido conjuntivo presente en una gran proporción (Fig. 23b). Los espermatozoides presentan una cabeza alargada que mide aproximadamente $4.68 \times 1.56\mu\text{m}$ y un flagelo largo, no se observó el acrosoma (Fig. 24b). El 5.73% de los machos analizados presentaron este estadio en los meses de agosto de 1993 y mayo, junio y julio de 1994.

Eyaculación

Se observaron espacios vacíos entre los túbulos y en el lumen de estos; hay pocas espermatogonias y se observaron espermatozoides cerca del lumen del tubo. El 53.65% de la muestra de machos analizada presentó este estadio y se registró en los meses de junio a septiembre de 1993 y de mayo a octubre de 1994 (Fig. 23c y e).

Posteyaculación

Los túbulos presentan espermatozoides residuales; hay gran cantidad de fagocitos entre los espacios intertubulares y algunos dentro de los túbulos (Fig. 23f). Los fagocitos observados miden aproximadamente $7.6\mu\text{m}$, presentan un núcleo excéntrico y se observaron como conjuntos de pequeñas células oscuras en el interior de los túbulos, las cuales miden aproximadamente $0.78\mu\text{m}$ (Fig. 24c).

El 23.96% de la muestra de machos analizados presentaron este estadio de junio a octubre de 1993 y de agosto a octubre de 1994.

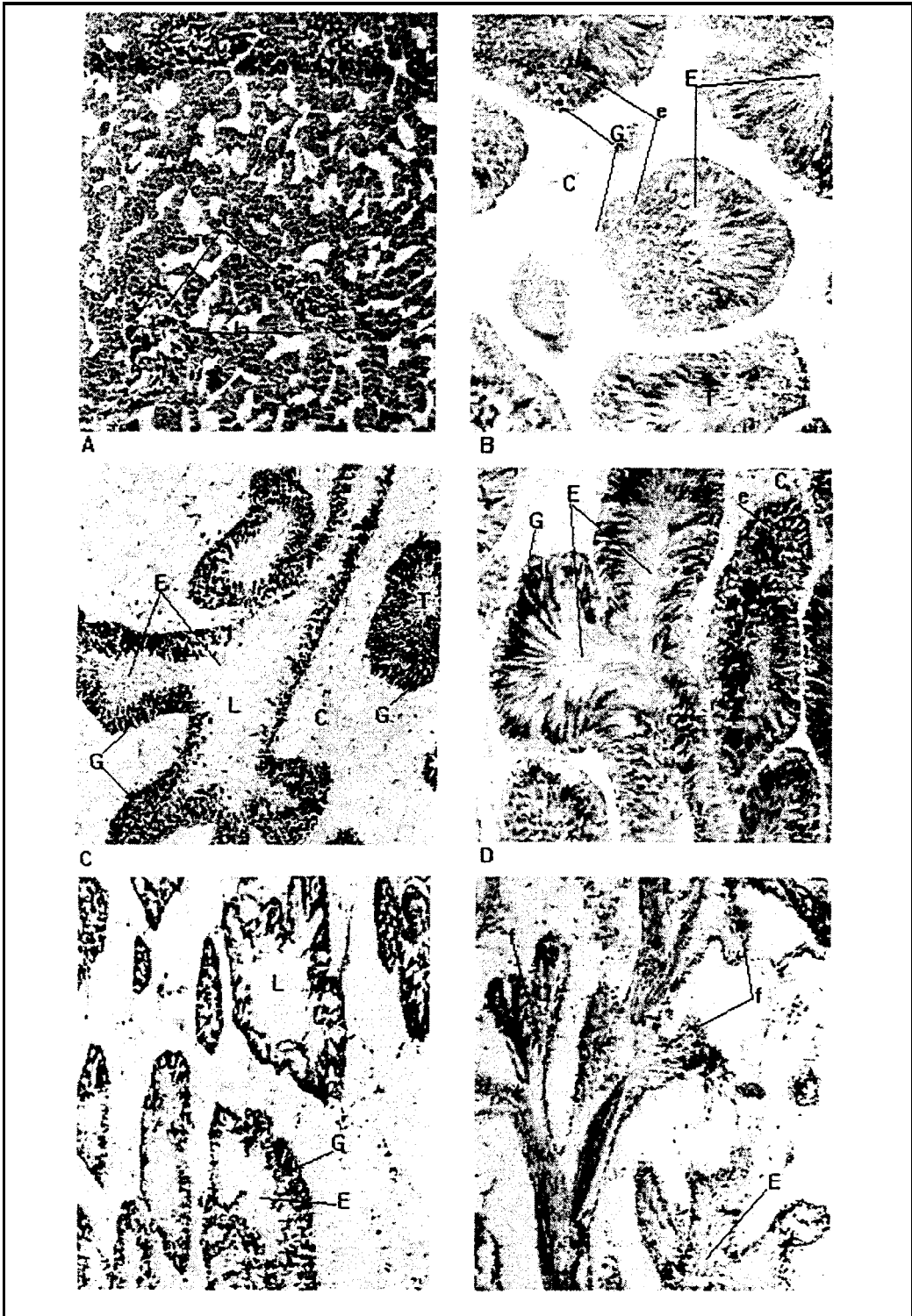


Figura 23. Cortes histológicos en *Cardita affinis* A) Gametogénesis, B) Primera madurez, C) Desova (con formación de más gametos) D) Segunda madurez, E) Eyacuación, F) Posteyacuación. C = tejido conjuntivo, E = Espermatozoides, e = Espermatocitos, f = fagocitos, G = Espermatogonias, L = Lumen del túbulo, T = Túbulos, I = Espacio interfolicular.

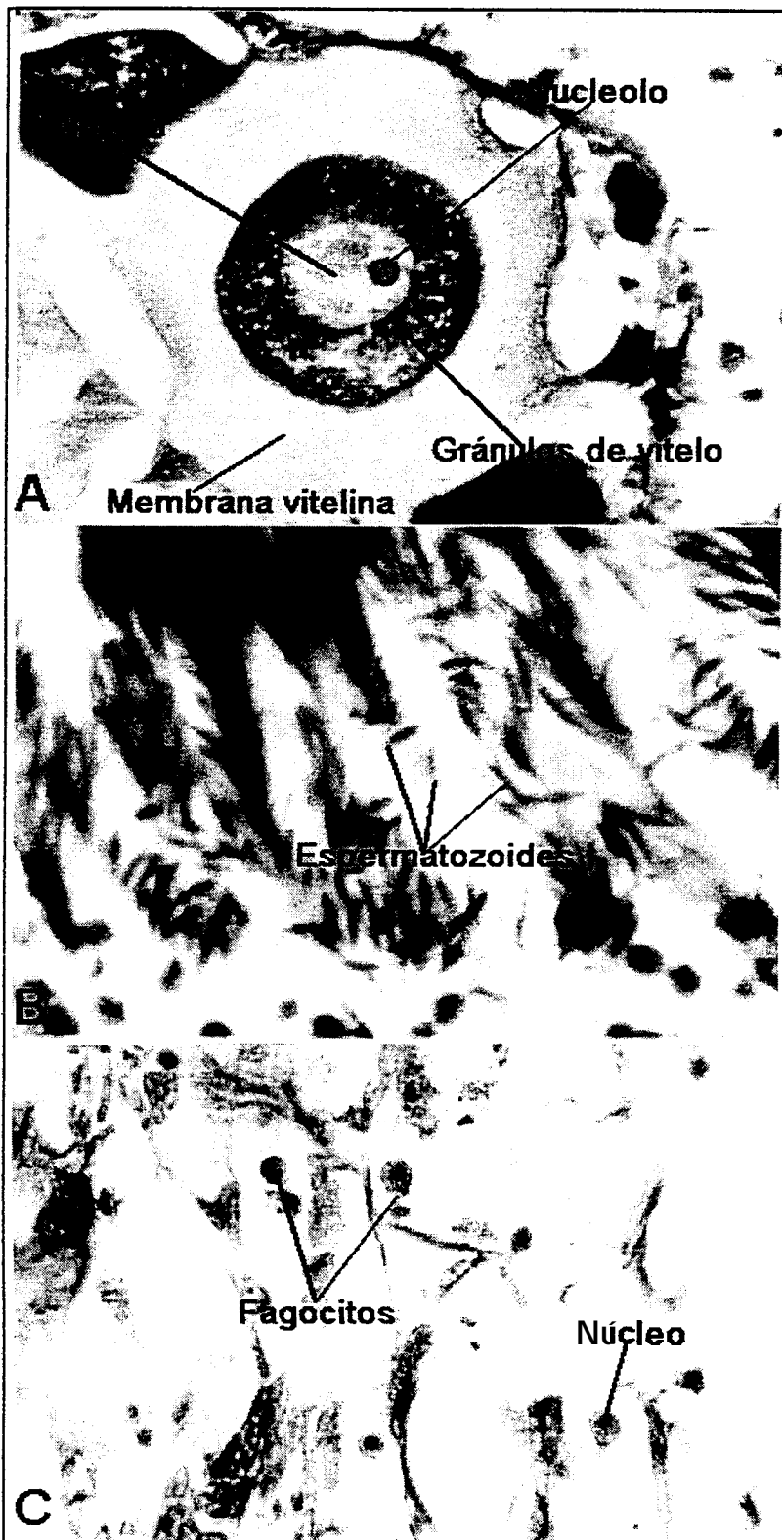


Figura 24. Células observadas en el tejido gonádico de *Cardita affinis*. A = Ovocito, B = espermatozoides, C = Fagocitos.

6.2.2.2.1 Ciclo gonádico masculino

El ciclo que siguen los machos es el siguiente, para 1993 los organismos eyaculan de junio a septiembre; la posteyaculación se presenta en octubre y el reposo en noviembre; en diciembre de este año no se encontraron machos, posiblemente habían pasado a la indiferenciación. En 1994 estaban en gametogénesis de enero a marzo y eyacularon de mayo a agosto; la posteyaculación se presentó en septiembre y octubre; en noviembre no se encontraron machos y en diciembre estaban en reposo (Fig. 25).

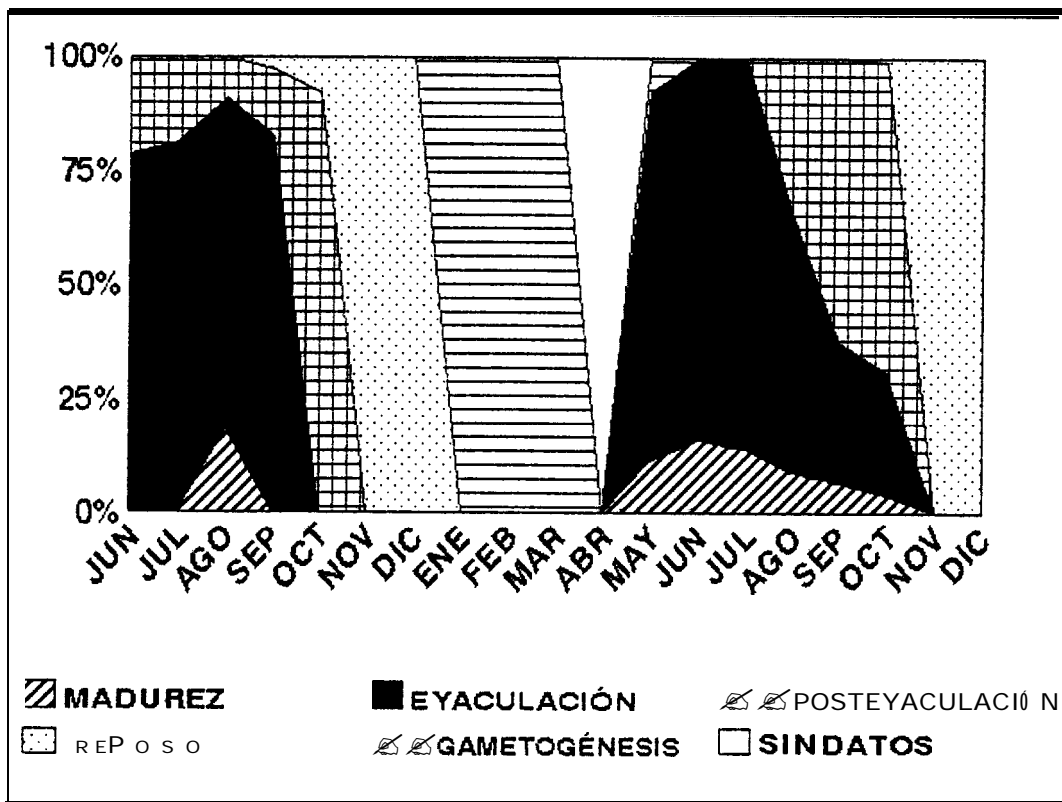


Figura 25. Estadios en la gonada de los machos en *Cardita affinis*

Los picos de madurez aunque no representan más del 50% mensual se presentaron en los meses de agosto de 1993 y mayo, junio y julio de 1994.

6.2.2.3 Hembras

Gametogénesis

Los folículos están en crecimiento, se presenta tejido conjuntivo el cual se va desplazando conforme avanza la gametogénesis (Fig. 26.2); las ovogonias están adheridas a la pared del folículo mediante un pedúnculo largo (Fig 27a). El 5.24% de las hembras analizadas presentó este estadio en febrero y marzo de 1994.

Madurez

Los folículos están llenos de gametos, casi no hay tejido conjuntivo, éste se puede presentar entre el uno y el 5% del área del corte. los ovocitos presentan una membrana vitelina que los rodea, hay pocas ovogonias. Los ovocitos tienden a ser esféricos, con gránulos de vitelo conspicuos, en promedio miden alrededor de $62.88\mu\text{m}$ ($\sigma = 10.3$). El ovocito como tal es cubierto por una capa externa gruesa translúcida que se tiñe ligeramente con hematoxilina (membrana vitelina) de aproximadamente $26.91\mu\text{m}$ de grosor (Fig. 24a). En la primera madurez del año (junio de 1994) los folículos se encontraron llenos de ovocitos, pero se observó tejido conjuntivo a su alrededor el cual no había sido reemplazado del todo (Fig. 26.3), mientras que en la segunda madurez (julio de 1994) había poco tejido conjuntivo y casi no se observaron espacios interfoliculares, toda la gónada estaba llena de

ovocitos, la membrana vitelina de los ovocitos se encontraba turgente y se observaron claramente gránulos de vitelo, núcleo y nucléolo en los ovocitos (Fig. 26.5). El 14.6% de las hembras se encontraron en este estadio el cual se presentó en agosto de 1993, mayo, junio y julio de 1994.

Desove

Presentan folículos rotos, comienza a aumentar el tejido conjuntivo, se presentan gametos residuales las membranas vitelinas que cubren a los ovocitos se encuentran vacías, no se observan los límites entre los folículos (Fig. 24.4 y 26.6). El 16.10% de las hembras analizadas presentaron este estadio en los meses de junio a septiembre de 1993 y de mayo a octubre de 1994. De acuerdo a observaciones realizadas se considera que la membrana vitelina favorece a la expulsión del ovocito, la ovogonia adherida a la membrana del folículo se desprende y se dirige hacia el centro del acini. la membrana se queda en el tejido gonádico, después del desove (Fig. 27).

Postdesove

Los gametos son muy escasos, entre el tejido conjuntivo que se empieza a incrementar, se encuentran gran cantidad de fagocitos con núcleos excéntricos. Se observan desde gametos que comienzan a reabsorberse hasta gametos residuales difíciles de identificar. El 16.2% de las hembras analizadas presentaron este estadio en los meses de octubre a diciembre y junio de 1993 y de septiembre a diciembre de 1994 (Fig. 26.7)

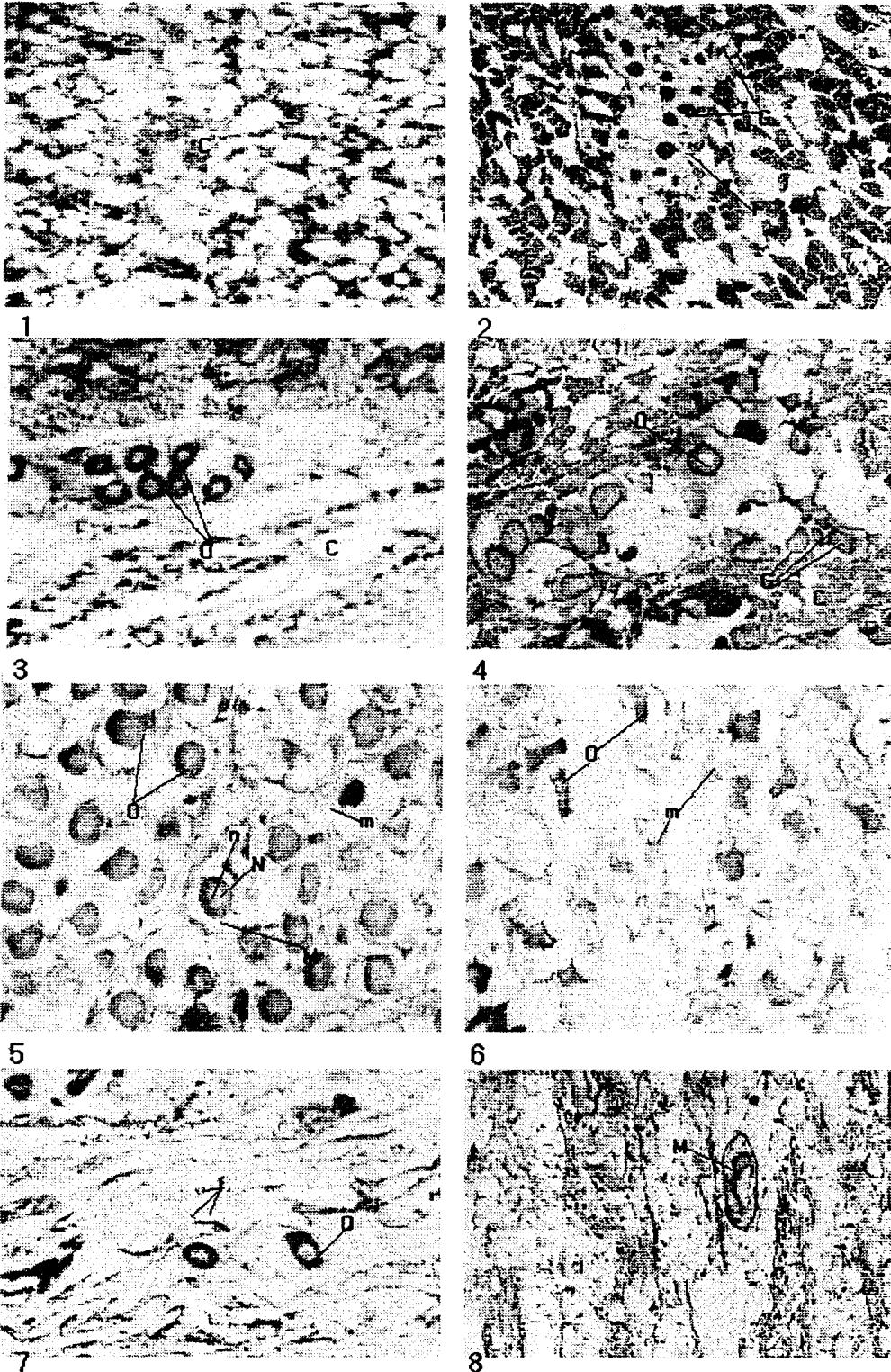


Figura 26. A) Reposo (mes de enero); B) Gametogénesis; C) Primera madurez; D) Desove con desarrollo de gametos; E) Madurez; F) Desove; G) Postdesove; H) Reposo en hembras. C = Tejido conjuntivo, f = Fagocitos, F = Folículo, G = Ovogonias, m = Membrana del folículo, n = Nucléolo, N = Núcleo, O = Ovocitos.

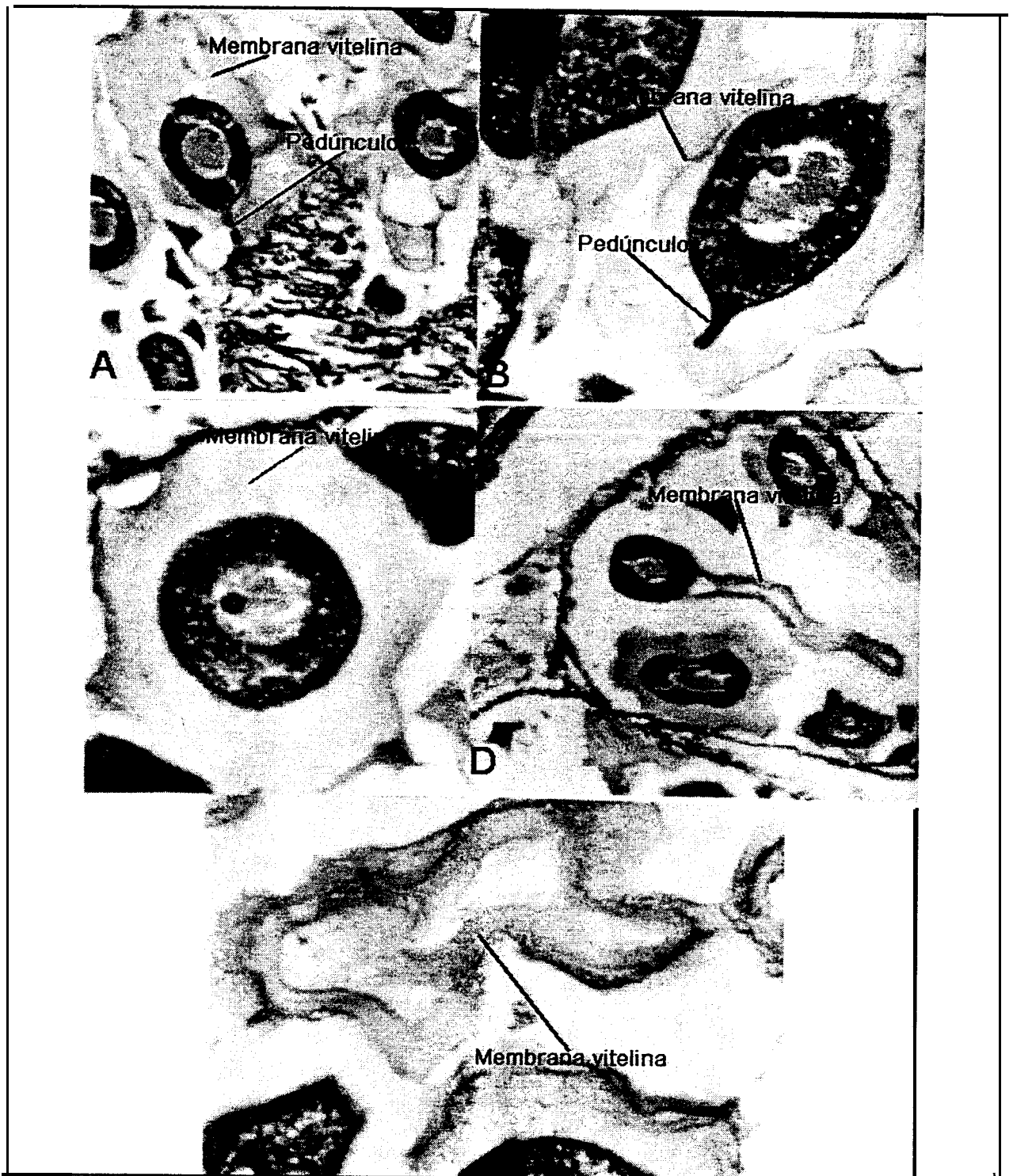


Figura 27. Expulsión de un ovocito en *Cardita affinis*. A=Ovogonia adherida con el pedúnculo al folículo, B y C = Ovocito desprendido de la membrana folicular, D = Expulsión del ovocito, E = Membrana vitelina después de la expulsión.

6.2.2.3.1 Ciclo gonádico femenino

El ciclo gonádico en las hembras de *Cardita affinis* es el siguiente: en 1993 desova en junio y julio, en agosto madura y en septiembre desova nuevamente. La mayor parte de los organismos en postdesove se presentan en octubre, posteriormente inicia una etapa en donde la mayor parte de los organismos están en reposo en los meses

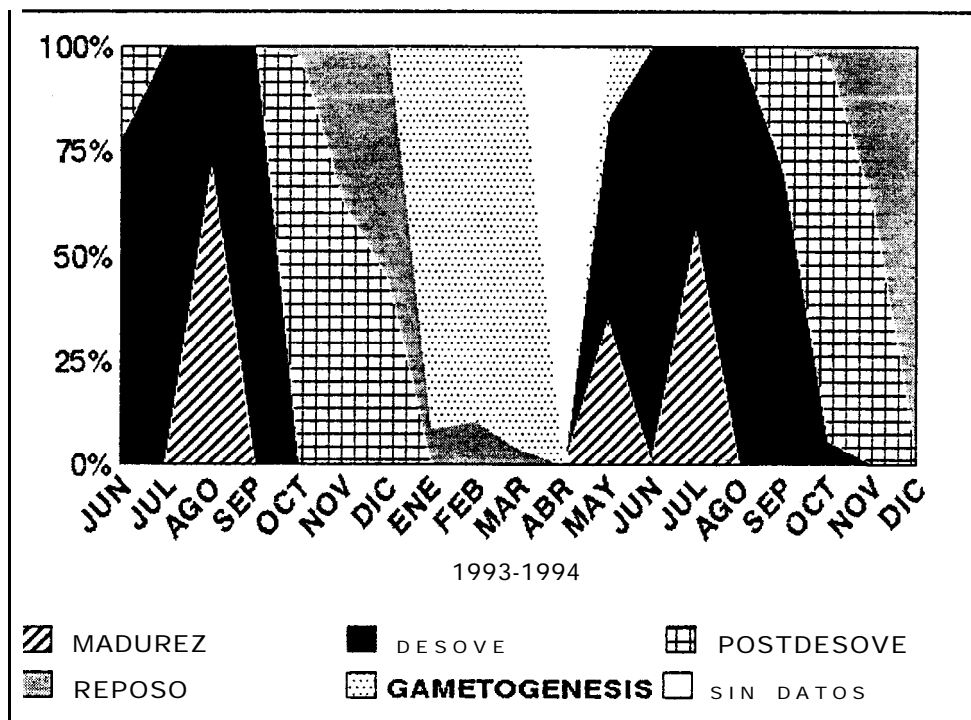


Figura 28. Estadios en la gónada de las hembras en *Cardita affinis*.

de noviembre de 1993 a enero de 1994. Para este último año los individuos están en gametogénesis en febrero y marzo; maduran en mayo y julio; desovan en junio, agosto y septiembre; la mayor porción de los organismos en postdesove se presenta en octubre y terminan en reposo en los meses de noviembre y diciembre. La etapa

reproductiva se presenta en la temporada primavera-verano y la de reposo en otoño-invierno (Fig. 28).

6.2.3 Ciclo gonádico en *C. affinis*

Cardita affinis, es una especie dioica, presenta dos etapas de madurez al año, su actividad reproductiva se lleva a cabo durante la temporada primavera-verano, mientras que en el otoño-invierno los organismos están en reposo (Fig. 29).

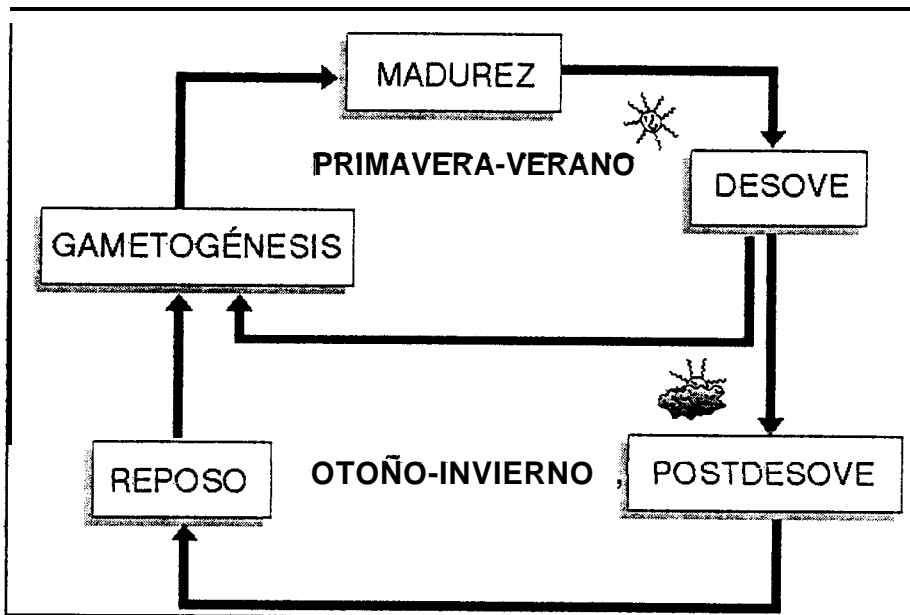


Figura 29. Ciclo gonádico de *Cardita affinis*.

En 1993 se presentaron desoves de junio a septiembre; en agosto ocurrió el porcentaje más alto de organismos maduros; en octubre en postdesove y de noviembre de 1993 a diciembre de 1994 en reposo; en 1994 la gametogénesis se presentó en el mes de marzo; en mayo maduros; en junio un alto porcentaje de

desoves, aunque también hay gametogénesis y madurez: en julio se presentaron organismos maduros y en agosto en desove. En los meses de septiembre y octubre se presentó el mayor porcentaje de individuos en postdesove y en noviembre y diciembre en reposo (Fig. 30).

La sincronía de *Cardita affinis* permite observar un ciclo reproductivo típico, en donde un alto porcentaje de organismos, en un mes, generan gametos (gametogénesis), en otro maduran, luego desovan, reabsorben los gametos residuales (postdesove) y finalmente entran a una temporada de reposo en donde almacenan nutrientes para la nueva generación de gametos y así sucesivamente.

Dentro de la etapa reproductiva hay una pequeña temporada (un mes, particularmente junio de 1994) en donde desova y genera gametos a la vez, para dar lugar a un segundo desove, después de esto, continua el ciclo normalmente.

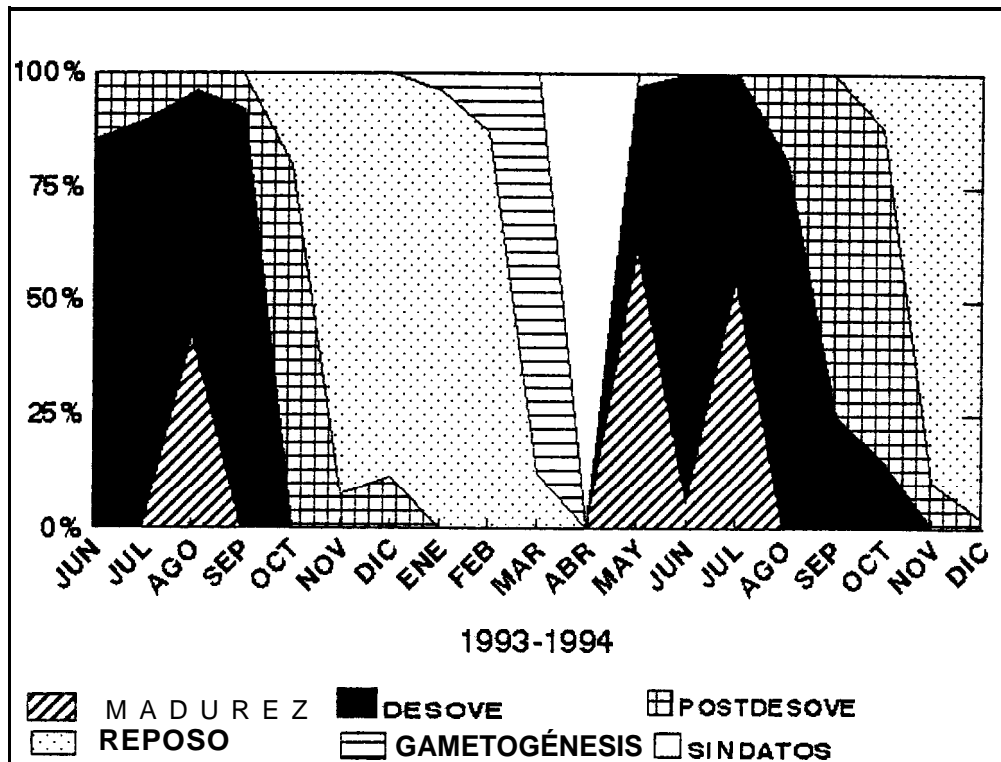


Figura 30. Estadios mensuales en la gónada de *Cardita affinis*

6.2.4 Proporción de sexos

En general se observó una proporción 1: 1 a través de los meses (Fig. 31). Eliminando aquellos meses en donde los organismos se encuentran en reposo (noviembre-diciembre de 1993 y enero, febrero, noviembre a diciembre de 1994) la hipótesis nula se acepta y la relación es 1: 1 para el resto de los meses.

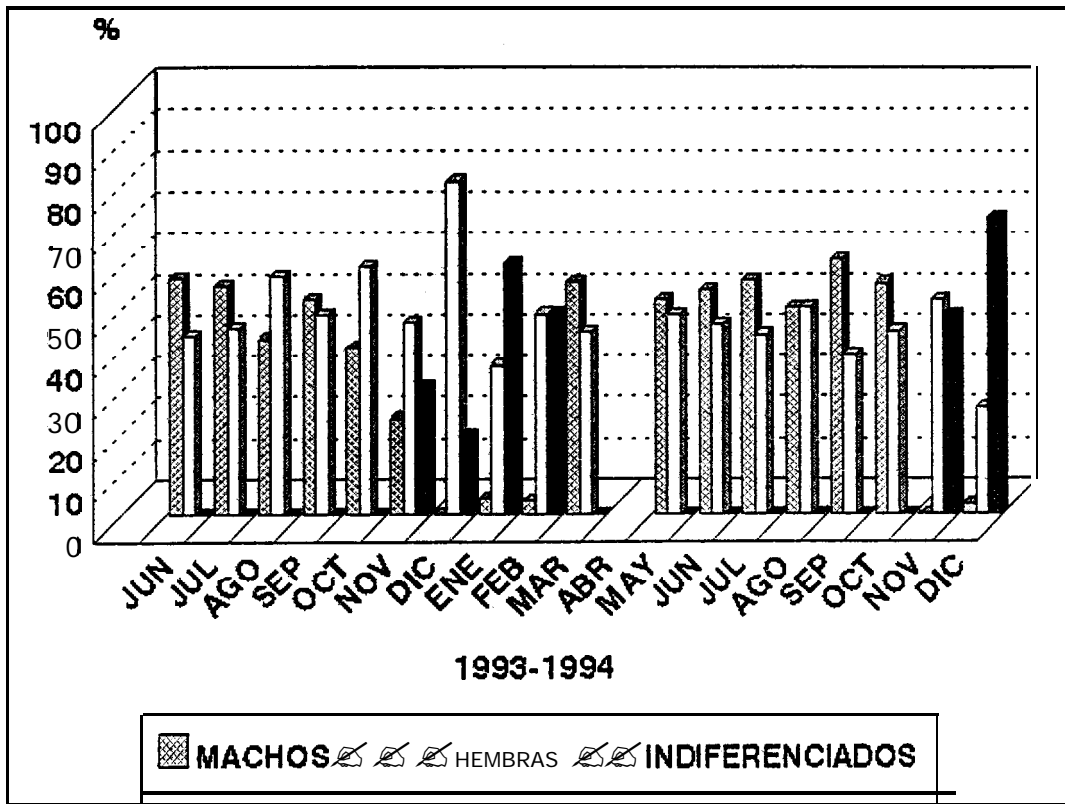


Figura 31. Porcentaje de machos y hembras en *Cardita affinis*.

6.2.5 Diámetro de los ovocitos

El tamaño promedio de los ovocitos en *Cardita affinis* fue de $53.82\mu\text{m}$; se encontraron ovocitos de $7.6\mu\text{m}$ a $95\mu\text{m}$. El diámetro de los ovocitos varió más en los meses de octubre de 1993, junio y octubre de 1994, esto se vio reflejado en la desviación estándar de 18.31, 12.63 y 18.42 respectivamente (Tabla 7).

los ovocitos miden en promedio $25.57\mu\text{m}$ cuando están en gametogenesis; $62.88\mu\text{m}$ en madurez; 56.36 en desove y 48.26 en postdesove.

Los valores promedio más altos se presentaron en los meses de agosto de 1993; mayo y julio de 1994, mientras que los más bajos en octubre de los dos años y marzo de 1994 (Fig. 32 y tabla 7).

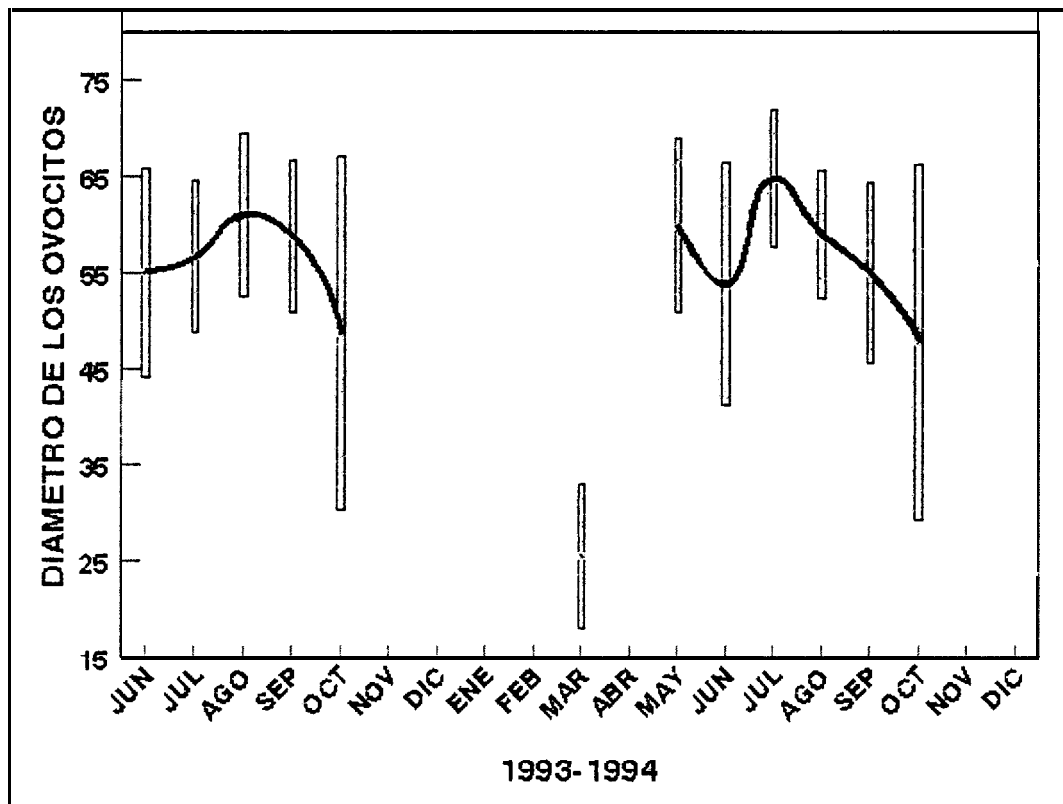


Figura 32. Promedio mensual del diámetro de los ovocitos (μm) en *Cardita affinis*. De noviembre a febrero, no se observaron ovocitos, (en abril de 1994 no se realizó la colecta).

Mes	Media mensual	Desviación estándar	Número de ovocitos medidos
Junio	55.02	10.89	659
Julio	56.61	7.87	563
Agosto	60.05	8.49	688
Septiembre	58.79	7.95	569
Octubre	48.79	18.31	116
Marzo	25.44	7.56	392
Abril			
Mayo	59.84	9.02	608
Junio	53.86	12.63	610
Julio	64.73	7.15	624
Agosto	59.025	6.65	592
Seotiembre	54.90	9.44	496
Octubre	47.74	18.42	54
Media	53.82	10.36	489

Tabla 7 Medidas promedio, desviación estándar y número de ovocitos medidos en *Cardita affinis*.

6.2.6 Índice gonadosomático

Para esta especie, los valores más altos del índice gonadosomático se presentaron en agosto de 1993; y en mayo y julio de 1994. En 1994 se observa un mes de recuperación (junio) entre cada pico de madurez. De acuerdo a los valores observados, *Cardita affinis* presenta su mayor actividad reproductiva en la época cálida (primavera-verano) y una temporada de reposo de la gónada en la época fría (otoño-invierno) (Fig. 33)

Los valores del índice gonadosomático van de 45.11 (valor máximo) a 30.0 (valor mínimo) (Tabla 8).

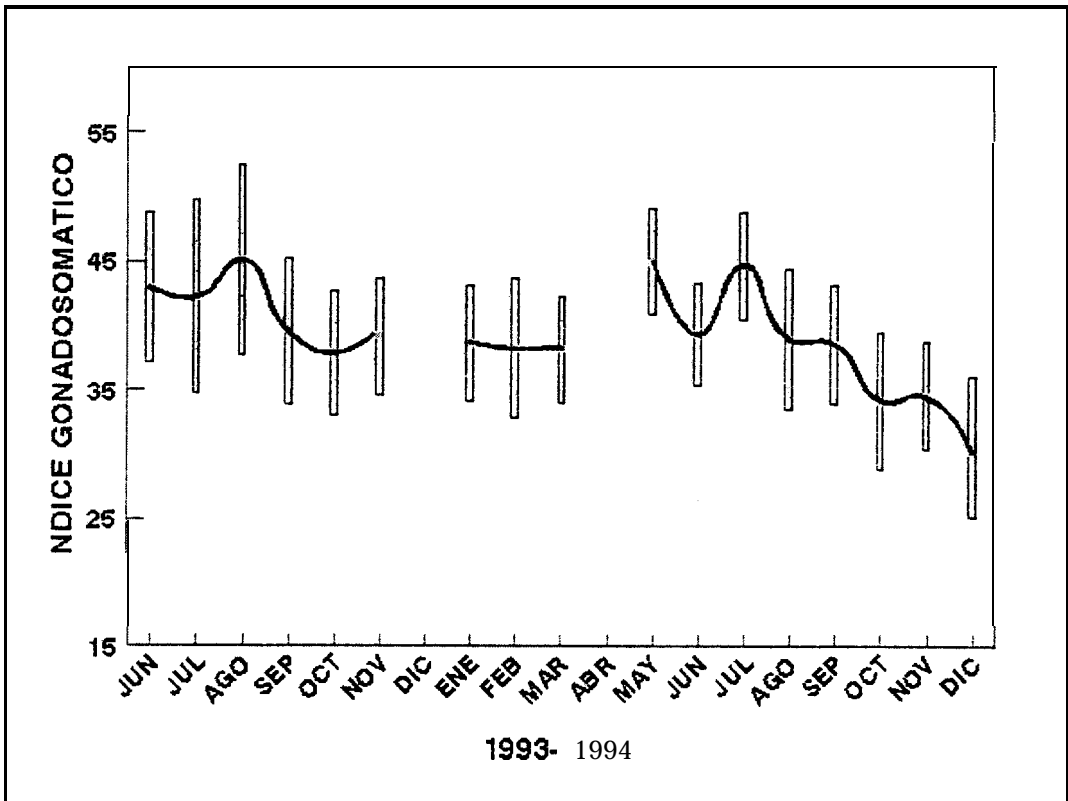


Figura 33. Media mensual del índice gonadosomático en *Cardita affinis* mas-menos desviación estándar, en dónde se observa la época cálida primavera-verano (mayor actividad reproductiva) y la época fría otoño-invierno (gónada en reposo). En los meses de diciembre de 1993 y abril de 1994 no se realizó la colecta mensual.

MES	MEDIA μm	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
JUNIO	42.94	5.78
JULIO	42.23	7.48
AGOSTO	45.11	-7.41
SEPTIEMBRE	39.56	5.65
OCTUBRE	37.91	4.81
NOVIEMBRE	39.15	4.57
DICIEMBRE		
ENERO	38.51	4.40
FEBRERO	38.131	5.44
MARZO	38	4.05
ABRIL		
MAYO	44.77	4.12
JUNIO	39.15	3.96
JULIO	44.51	4.18
AGOSTO	38.78	5.4
SEPTIEMBRE	38.34	4.62
OCTUBRE	34.01	5.32
NOVIEMBRE	34.36	4.18
DICIEMBRE	30.4	5.43

Tabla 8. Media mensual y desviación estándar del índice gonadosomático en *Cardita affinis*

6.2.7 Relación de parámetros ambientales con estimadores de la reproducción

De acuerdo al análisis estadístico realizado en *Cardita affinis* el fotoperiodo influyó en el diámetro de los ovocitos y el desove de manera proporcional y en el porcentaje de reposo de manera inversamente proporcional (Tabla 9).

Al aumentar la temperatura aumentó el porcentaje de desoves y disminuyó el porcentaje de organismos en reposo. Se observa una relación de 0.572407 de la clorofila con el reposo, ésta es de manera proporcional (Tabla 9).

ANÁLISIS CANÓNICO EN *Cardita affinis*

R canónica = 0.971

p = 0.000002

VARIABLE	TEMPERATURA	FOTOPERIODO	CLOROFILA
DESOVE	0.608	0.836	-0.368
REPOSO	-0.70669 1	-0.867501'	0.572407
DIÁMETRO	0.788	0.869.	-0.602
ÍNDICE GONADOSOMATI- CO	0.357	0.7309	-0.234

Tabla 9. Resultados de la correlación entre parámetros ambientales y porcentaje de desove, diámetro e índice gonadosomatico en *Cardita affinis*. La celdas sombreadas indican los valores con relación más alta.

Relación proporcional
Relación inversamente proporcional

VII ANÁLISIS

7.1 *Arca pacífica*

Arca pacífica es un hermafrodita protándrico, es decir las tallas más pequeñas corresponden a machos (2-4 cm), mientras que las más grandes corresponden a hembras (9.6-11.6), éste mismo comportamiento fue observado por Nakal y Prieto (1981) en Venezuela, en donde los machos de *Arca zebra* midieron de 2 a 4 cm, *Arca vivipara* también se menciona como un bivalvo hermafrodita (Sastry 1979).

En *A. pacífica* las gónadas están delimitadas dorsalmente por el hepatopáncreas y se logran ver en la parte lateral superior de las vísceras al igual que en *Anadara tuberculosa* (Cruz 1984), especie perteneciente a la misma familia.

ANÁLISIS HISTOLÓGICO EN RELACIÓN CON PARAMETROS AMBIENTALES

Según el análisis histológico *A. pacífica* se reproduce continuamente, ya que desova a lo largo de todo el año, con una época de mayor actividad reproductiva de marzo a septiembre (primavera-verano), la cual puede estar bajo la influencia de la temperatura y duración del día (Tabla 2). Baqueiro *et al.* (1983), observó algo similar en *Anadara tuberculosa* en la Bahía de La Paz: los máximos desoves se presentaron en los meses de abril a septiembre; estudios de esta misma especie en Costa Rica demuestran que el mayor porcentaje de individuos desovados corresponde a los meses de junio a agosto (70%), desciende hasta (4%) en diciembre y luego se inicia un incremento paulatino hasta abril (Cruz 1984). La reproducción continua también ha sido observada en otros bivalvos como *Megapitaria aurantiaca* (García-Domínguez *et*

al. 1993); *M. aurantiaca*, *M. squalida* y *Dosinia ponderosa* (Baqueiro y Stuardo 1977); *Anadara tuberculosa* (Baqueiro *et al.* 1983, Cruz 1984).

GAMETOGENESIS Y CONCENTRACION DE PIGMENTOS FOTOSINTETICOS

Durante el invierno (diciembre-marzo) *Arca pacifica* reinicia la producción de gametos, etapa que coincide con el florecimiento de fitoplancton en Bahía Concepción (Fig. 34); es posible que aproveche este suministro de alimento para almacenar sustancias de reserva las cuales le van a servir para una formación consecutiva de gametos a lo largo del año; esto ha sido observado en *Arca zebra*, especie que almacena sustancias de reserva en el músculo pedal cuando la concentración de clorofila aumenta (Sarkis 1993).

Es posible que *A. pacifica* también obtenga de los fagocitos el material necesario para la formación de gametos, Los fagocitos reabsorben a los gametos residuales y proveen de nutrientes a las células sexuales durante una gametogénesis activa (Sastry 1979). Generalmente la gametogénesis es sensible a los niveles de nutrientes de reserva, los cuales son dependientes de fluctuaciones estacionales en la cantidad y calidad del aporte de alimento (Giese y Pearse 1974), por lo tanto los florecimientos estacionales de plancton pueden regular la gametogénesis al hacer disponible aportes adecuados de alimento solo en tiempos específicos (Giese y Pearse 1974).

En *Arca pacifica* se observa una relación muy estrecha de la gametogénesis con los niveles altos de concentración de alimento, en este caso evaluado por la concentración de pigmentos fotosintéticos (Fig. 34). La disponibilidad de alimento

puede servir directamente para la formación de gametos o bien, para almacenaje de sustancias de reserva, también puede ser transferido directamente de la glándula digestiva, como se ha observado en *Mytilus edulis* y *Argopecten irradians* (Mackie 1984).

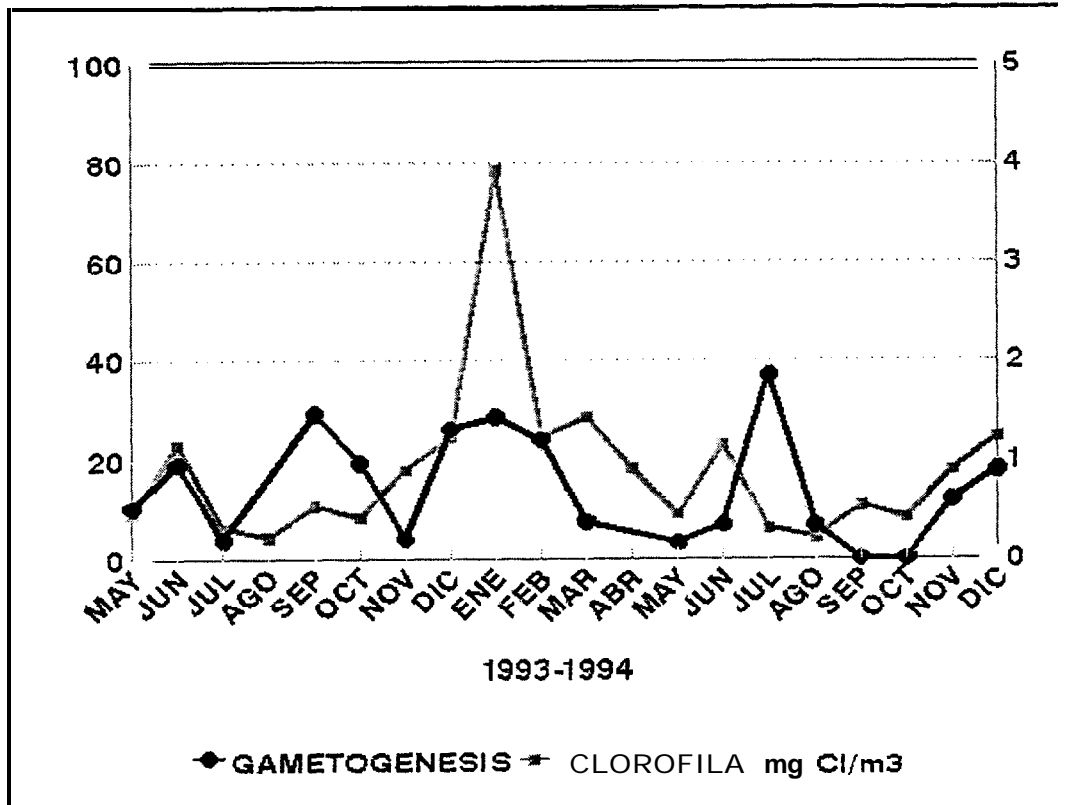


Figura 34. Relación de la concentración de pigmentos fotosintéticos con el porcentaje de organismos en gametogénesis.

REPRODUCCIÓN EN MACHOS Y HEMBRAS

Los machos de *Arca pacifica* expulsan los gametos en un alto porcentaje a lo largo de todo el año; ésta es una estrategia reproductiva que asegura la fecundación de los ovocitos, que aunque también se liberan constantemente, requieren de más gasto en

tiempo y energía para su producción, esto se puede observar en los meses de invierno, en donde el mayor porcentaje de los organismos (hembras), se encontró en gametogénesis.

En *Pinctada albina* individuos con bajas reservas alimenticias pueden reproducirse menos eficientemente como hembras que como machos (Sastry 1979); en *A. pacifica* es probable que un organismo pequeño requiera más energía para su desarrollo y destine poca energía para la reproducción por lo que es mejor formar gametos masculinos que necesitan de menor energía y reservas alimenticias, que los gametos femeninos. En *Teredo navalis*, el cambio de sexo de la primera fase de macho a hembra algunas veces es seguido por una segunda secuencia de fases machos-hembras, aunque la mortalidad durante la segunda fase a machos es alta y solo unos individuos llegan a la segunda fase de hembra. En unos pocos individuos de esta especie, la fase inicial sexual es femenina (Sastry 1979). Es probable que esto pueda ocurrir en *A. pacifica*, ya que los organismos de tallas grandes generalmente eran hembras.

DIAMETRO DE LOS OVOCITOS

Se observaron variaciones muy ligeras en el diámetro de los ovocitos a lo largo del año debido a la asincronía folicular de la especie; en la gónada de un mismo organismo se logran observar acini en gametogénesis, en madurez y en desove (esto nos da una idea de la rapidez con que se desarrollan los gametos), dando valores muy bajos durante la gametogénesis, o muy altos en folículos maduros o en desove (lo cual se

refleja en desviaciones estándar mensuales muy altas), que modifican el promedio del diámetro de los ovocitos.

A pesar de esto se lograron observar dos meses en que el promedio del diámetro de los ovocitos sobresale; mayo de 1993 y mayo de 1994, lo cual indica que en mayo esta especie presenta una etapa de madurez que sobresale del resto del año. En los meses de septiembre a diciembre de 1994, se observa una mayor cantidad de organismos en postdesove y como consecuencia una disminución en el diámetro de los ovocitos.

Los diámetros de los ovocitos, que variaron de 7.6 a 12.1 μm , fueron mayores a los observados en *Arca transversa* (52 μm), pero menores a aquellos presentados en *Arca zebra* de 30 a 160 μm (Nakal y Prieto 1984); estos diámetros mayores pueden ser debidos a que los estudios de *A. zebra* fueron realizados en una zona tropical, en donde hay un suministro constante de alimento o bien, a características propias de la especie. Los ovocitos de *Arca pacifica* presentaron forma muy similar a los gametos de *Glycymeris gigantea* (Villalejo-Fuerte et al. 1995).

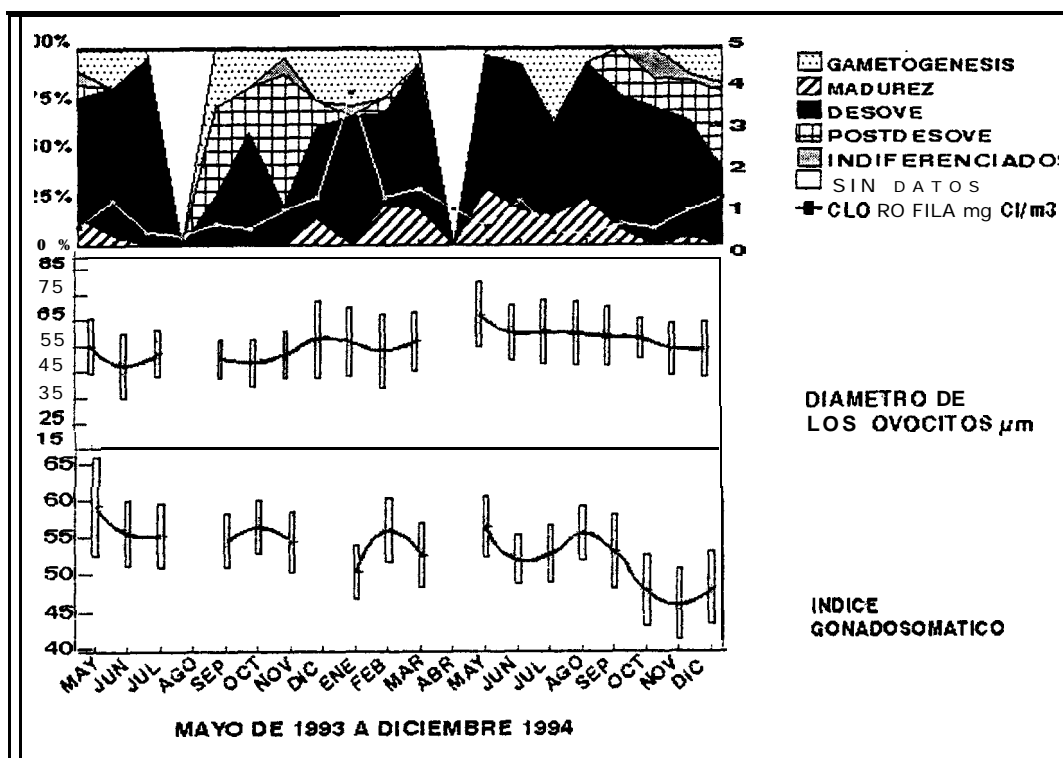


Figura 35. Comparación de los estimadores de la reproducción: frecuencia en estadios observados mediante cortes histológicos, seguimiento del diámetro de los ovocitos a través de los meses índice gonadosomático.

INDICE GONADOSOMATICO

La estimación del índice gonadosomático (I.G) en esta especie no es muy conveniente debido a que el peso de la masa visceral, en éste caso considerado como gónada, incluye una gran cantidad de músculo pedal y otros órganos los cuales afectan la obtención de datos confiables.

COMPARACIÓN DE ESTIMADORES DE LA REPRODUCCIÓN

Cuando se trató de comparar los resultados obtenidos del I.G con la interpretación histológica y el diámetro de los ovocitos se encontró que hay meses como en mayo,

en que los tres métodos indican un mismo estado en el organismo; se presentan valores altos tanto en el índice gonadosomático, como en el diámetro de los ovocitos y esto corrobora el análisis histológico en donde la mayoría de los organismos están maduros y en desove. En febrero se observa otro valor alto en el índice gonadosomático, que se presentó después del florecimiento de pigmentos fotosintéticos en enero, posiblemente los organismos almacenaron nutrientes en el músculo, lo cual se reflejó en el I.G. (del mes siguiente). El descenso en el índice gonadosomático en los meses de septiembre a noviembre de 1994, corresponde a la ocurrencia de organismos en postdesoves observados en la interpretación histológica (Fig. 35).

EL NIÑO Y LOS ESTIMADORES DE REPRODUCCIÓN

Si se comparan los porcentajes de organismos en desove y los diámetros de los ovocitos en cada uno de los años de estudio, encontramos que en 1993 hay un menor porcentaje de desoves y el diámetro de los ovocitos es menor; con el índice gonadosomático sucede lo contrario. Estos cambios se pudieron deber a modificaciones en el ambiente causadas por el fenómeno de El Niño de 1992-1993 (Lluch-Cota *et al.* 1995, Bell y Basist 1994, Harmman *et al.* 1995, Hayward *et al.* 1994). Si las condiciones que se presentaron fueron poco favorables para los organismos, posiblemente disminuyeron su capacidad de reproducción, lo cual se reflejó en una disminución en el diámetro de los ovocitos así como en una menor producción de gametos y en una baja en la utilización de reservas destinadas para la reproducción; si consideramos que el I.G es más afectado por el peso de los músculos que por el

peso de la gónada, entonces es lógico encontrar valores más altos en 1993 que en 1994. Berber y Norman (1991) mencionan que las elevadas concentraciones de clorofila y temperatura ocasionadas por El Niño, afectaron de manera importante la gametogénesis y fecundidad en *Argopecten purpuratus* y que el desove fue sincrónico y masivo.

CICLO GONÁDICO Y FACTORES AMBIENTALES

Los estadios del ciclo gametogénico de los organismos generalmente están regulados por factores ambientales como la temperatura, fotoperiodo, disponibilidad de alimento, mareas, ciclos lunares (Giese y Pearse 1974). Ha sido demostrado que la maduración gonadal es estimulada cuando la temperatura del mar se incrementa o disminuye de cierto nivel, principalmente estimula la gametogénesis. En algunos lamelibranquios el desove no requiere necesariamente de estímulos externos; este puede venir después de que la gametogénesis ha sido completada (Himmelman 1980).

En *Arca pacífica* no se observa una relación muy marcada con la temperatura, Baqueiro y Stuardo (1977) y García-Domínguez *et al.* (1994), tampoco observaron una relación muy clara de la temperatura con el desove en otras especies de bivalvos.

Es probable que la cantidad de alimento actúe como un disparador de la reproducción en *Arca pacífica*. Se presentó un descenso en los desoves en los meses de octubre y noviembre de 1993 y un incremento en el mes de diciembre que coincide con un aumento en la cantidad de pigmentos fotosintéticos, la frecuencia de organismos en desove se incrementó hasta marzo en donde hay un aumento en la

temperatura, horas luz y otros cambios propios de la estación (primavera), el porcentaje de desoves se mantuvo mas o menos constante y decreció nuevamente en otoño a consecuencia de una disminución en la temperatura y horas luz (Fig. 36); especies pertenecientes a la familia Arcidae como *Anadara ovalis* y *A. transversa* se reproducen en verano (Chanley 1972), lo cual coincide con la mayor actividad reproductiva en *A. pacifica*.

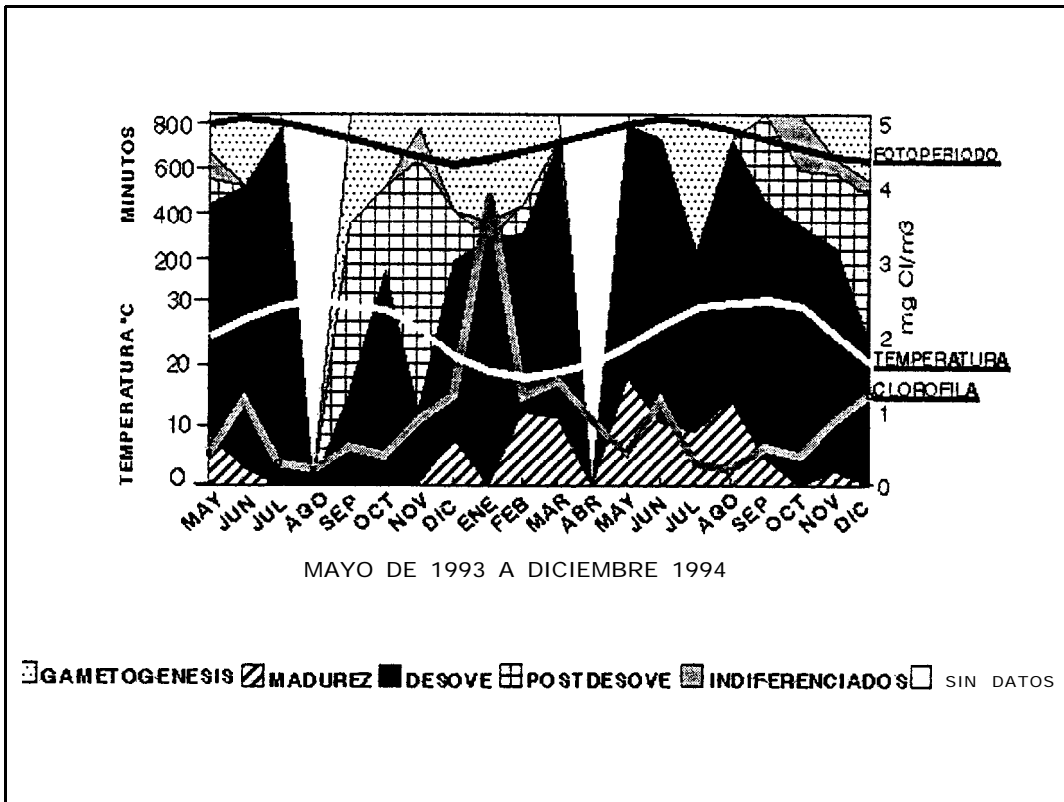


Figura 36. Estadios en Arca *pacifica* (la barra gráfica de cada mes representa el 100% de los organismos colectados) y la relación con los parámetros ambientales. La mayor actividad reproductiva se observa en la temporada primavera-verano.

ESTACION	MES	ESTADIO EN <i>Arca pacifica</i>	PORCENTAJE DE DESOVE	DIÁMETRO DE LOS OVOCITOS (μ)	INDICE GONADOSO-MATICO (gr)	TEMPERATURA (°C)	FOTOPERIODO (MINUTOS)	PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS
PRIMAVERA 93	MAYO	DESOVE	62.07	55.10	59.3	25.00	802.00	0.447
VERANO 93	JUNIO	DESOVE	76.19	44.41	55.6	28.00	822.30	1.154
	JULIO	DESOVE	96.15	55.37	55.3	30.00	811.40	0.305
	AGOSTO					31.00	778.30	0.217
OTOÑO 93	SEPTIEMBRE	POSTDESOVE	25.00	50.02	54.6	30.00	736.44	0.533
	OCTUBRE	DESOVE	57.69	47.69	56.4	29.50	693.18	0.412
	NOVIEMBRE	POSTDESOVE	20.00	51.65	54.4	26.00	654.30	0.894
INVIERNO 93	DICIEMBRE	DESOVE	47.83	57.4		21.50	636.20	1.225
	ENERO	DESOVE	66.67	56.24	50.3	19.00	643.30	3.919
	FEBRERO	DESOVE	48.00	52.90	56	18.00	678.20	1.219
PRIMAVERA 94	MARZO	DESOVE	74.07	58.52	52.5	19.00	721.10	1.422
	ABRIL					20.50	764.00	0.903
	MAYO	DESOVE	67.74	67.40	56.5	23.50	802.00	0.447
VERANO 94	JUNIO	DESOVE	75.86	60.36	52.0	27.00	822.30	1.154
	JULIO	DESOVE	48.15	60.71	52.8	30.00	811.40	0.305
	AGOSTO	DESOVE	70.00	60.12	55.8	30.50	778.30	0.217
OTOÑO 94	SEPTIEMBRE	DESOVE	69.23	58.98	53.1	31.00	736.44	0.533
	OCTUBRE	DESOVE	70.37	57.86	47.8	30.00	693.18	0.412
	NOVIEMBRE	DESOVE	60.00	54.04	46	25.00	654.30	0.894
INVIERNO 94	DICIEMBRE	DESOVE Y POSTDESOVE	39.29	53.92	48.2	20.00	636.20	1.225

Tabla 2. Factores ambientales y estimadores de reproducción en *Arca pacifica*

7.2 *Cardita affinis*

Cardita affinis es un organismo dioico, el cual se reproduce en la época cálida del año (marzo a septiembre) al igual que muchos otros bivalvos: *Chione californiensis* (García-Domínguez et al. 1993), *Argopecten irradians* (Fay et al. 1983), *Mercenaria mercenaria* (Stanley y DeWitt 1983), *Mya arenaria* (Newell y Herbert 1986), *Placopecten magellanicus* (Dennis y Morin 1986), *Crassostrea virginica* (Stanley y Seilers 1986), *Megapitaria squalida* (Villalejo-Fuerte et al., 1996).

COMPARACIÓN DE ESTIMADORES DE REPRODUCCIÓN

Tanto el índice gonadosomático, como la interpretación histológica y la medición del diámetro de los ovocitos coincidieron, indicando que *Cardita affinis* presenta dos épocas de desove al año; la primera corta y la segunda más prolongada. Estas etapas se presentaron en la temporada primavera-verano (Fig. 37). *Cardita affinis* presentó un extenso periodo de reposo que se inició en octubre y finalizó en marzo; en esta temporada el organismo limpia la gónada de gametos residuales y almacenar sustancias de reserva en el tejido conjuntivo para la formación de nuevos gametos (Fig. 38), como ha sido observado en otros moluscos como *Pecten*, *Mytilus*, *Modiolus* y *Paphia* (Sastry 1979); *Chione californiensis* (García-Domínguez et al. 1993).

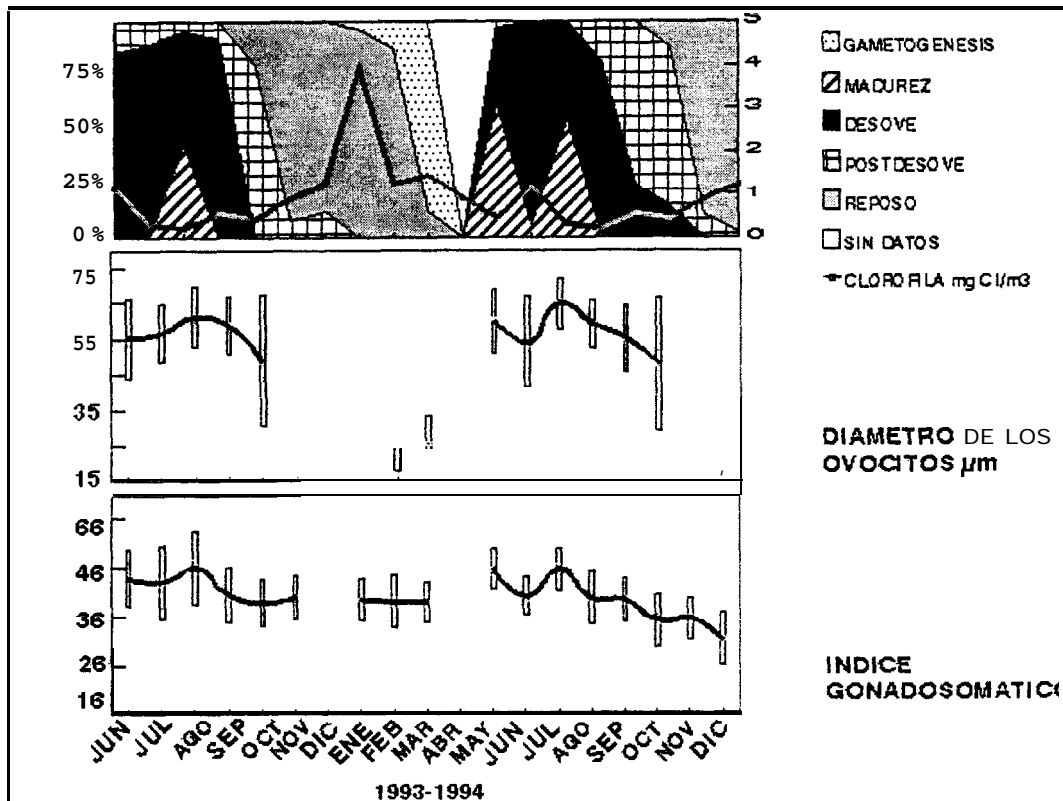


Figura 37. Comparación de estimadores de reproducción: frecuencia de estadios observados mediante cortes histológicos, seguimiento mensual del diámetro de los ovocitos.

Esta especie es altamente sincrónica. Al pasar de un mes a otro, un alto porcentaje de individuos cambian de estadio, solo en aquellos meses que se encuentran entre valores altos de madurez, los organismos llevan a cabo el desove, gametogénesis y madurez simultáneamente.

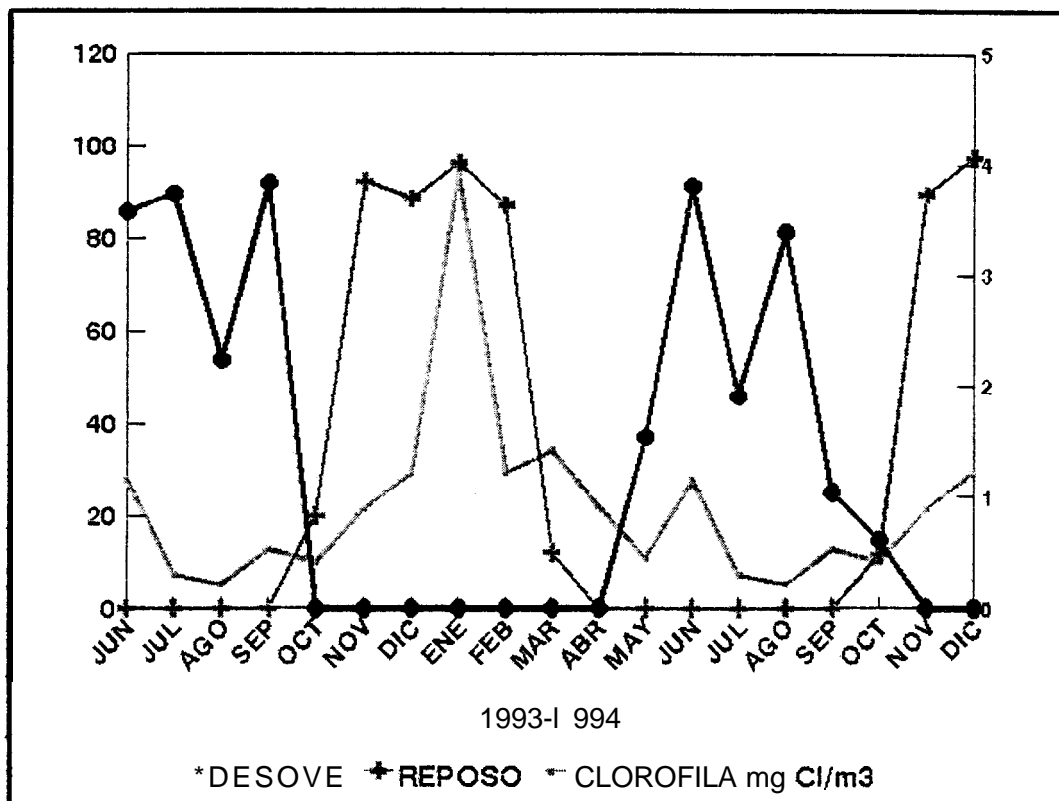


Figura 38. Relación de la concentración de pigmentos fotosintéticos con el porcentaje mensual de organismos en desove y en reposo.

HISTOLOGIA DE LA GONADA

Durante la interpretación histológica se observó la presencia de una membrana vitelina que cubría a cada uno de los ovocitos, la cual se cree que facilita a la expulsión de los ovocitos durante el desove; se vuelve turgente cuando el ovocito termina de crecer y posiblemente ayude a expulsarlo durante el desove. Después de la expulsión de los ovocitos y en el postdesove se empiezan a reabsorber los gametos

residuales, pero esta membrana es reabsorbida más lentamente.

Esta membrana también se ha observado en otras especies como *Glycymeris gigantea* en donde es considerablemente menos desarrollada pero en éste caso es expulsada junto con los ovocitos (Villalejo-Fuerte *et al.* 1995), Sastry (1979) menciona que la membrana o "corion" está compuesta de polisacáridos que es característica de especies que incuban a los juveniles y que tienen un desarrollo directo, además presentan ovocitos grandes de 150-200 μ m y sus huevos generalmente están rodeados de una membrana conspicua.

INCUBACIÓN DE OVOCITOS

La incubación de ovocitos se ha observado en otros bivalvos pertenecientes a la misma familia como es el caso de *Cardita ventricosa*; se cree que este fenómeno se presenta en todas las especies de la familia Carditidae (Schneider 1993), por lo que no se descarta la posibilidad de que *Cardita affinis* presente incubación de los ovocitos entre sus lamelas branquiales.

Se presentaron varias características en *C. affinis* que indican que esta especie puede incubar a los juveniles; como es la modificación del acrosoma, Kabat y Diarmaid (1987) mencionan que en especies que incuban a sus juveniles los espermatozoides han modificado el acrosoma; también se observó la presencia de la membrana vitelina.

PROPORCIÓN DE SEXOS

En cuanto a la proporción de sexos ésta es de 1:1; este esquema se rompe durante otoño-invierno, en donde muchos organismos entran al postdesove o al reposo. Los gametos masculinos debido a su tamaño son mas fáciles de reabsorber y por consecuencia disminuye la presencia de machos hasta su ausencia total, no siendo así con las hembras, en donde algunas son posibles de identificar, gracias a la presencia de las membranas vitelinas residuales.

RELACIÓN DEL CICLO GONÁDICO CON PARÁMETROS AMBIENTALES

El tejido conjuntivo posiblemente almacena sustancias de reserva (Wheater *et al.* 1990) que son utilizadas para la formación de gametos, ya que en muchas ocasiones éste contiene células especializadas para el almacenamiento de lípidos y glucógeno (Gabbott 1983), así como sucede en la gónada de los géneros *Pecten*, *Mytilus*, *Modiolus* y *Paphia*, compuestas de folículos entre el tejido conjuntivo de donde las células gametogénicas obtienen sus nutrientes (Sastry 1979).

La acumulación de tejido conjuntivo en *C. affinis*, coincidió con el florecimiento de fitoplancton que se inició en diciembre de 1993, representado por el valor más alto en la concentración de pigmentos fotosintéticos en enero. Después de que *C. affinis* almacena sustancias de reserva se inicia la etapa de gametogénesis, lo cual se hace notar en el mes de marzo (19°C) y coincide con el incremento en temperatura y duración del día (factores que tal vez funcionan como factores sincronizadores) (Tabla 3).

Sucede algo similar en *Argopecten irradians* la cual presenta un alto grado de sincronía, especialmente durante la gametogénesis, esta especie presenta una etapa vegetativa de cuatro meses. En Massachuset, *A. irradians* inicia la gametogéneis con el incremento en la longitud del día durante la primavera y la madurez se presenta cuando la longitud del día es máxima (Sastry 1979).

En *C. affinis*, se observó una relación proporcional de la temperatura con el porcentaje de desoves; el fotoperiodo con el desove y el diámetro de los ovocitos. Estos parámetros sincronizan la etapa reproductiva del organismo. El fotoperiodo tiene una relación inversa con el porcentaje de organismos en reposo, cuando la duración del día es menor, el porcentaje de reposo aumenta debido a la presencia del florecimiento de fitoplancton de invierno (Fig. 39).

En las poblaciones de *Modiolus capax* se presenta algo similar a *C. affinis*: un amplio período reproductivo que se extiende de marzo a octubre, se marca un primer desove en primavera y otro más pronunciado en verano, ambos coinciden con los ascensos de temperatura superficial. *M. capax* también presenta una temporada amplia en donde los organismos están en reabsorción o indiferenciados, en los meses fríos a fines de otoño y durante el invierno (Ochoa-Báez 1985).

Especies pertenecientes al mismo orden que *Cardita affinis* como *Mytilus edulis* se reproducen con el aumento de temperatura en la primavera y el verano, *Mytilus smaragdinus* desova a principios de primavera y finales de otoño, en general *Mytilus* sp se reproduce con un aumento de la temperatura en primavera y verano (Bardach et al. 1982).

Generalmente se observó que en los meses con temperaturas más altas del año se presentaron los organismos en desove y maduros, mientras que con las temperaturas más bajas se observaron en postdesove o reposo.

En *Venus striatula* se presenta algo muy similar que en *Cardita affinis*, después de un período largo de reposo en invierno, se inicia el desarrollo de la gónada (Sastry 1979).

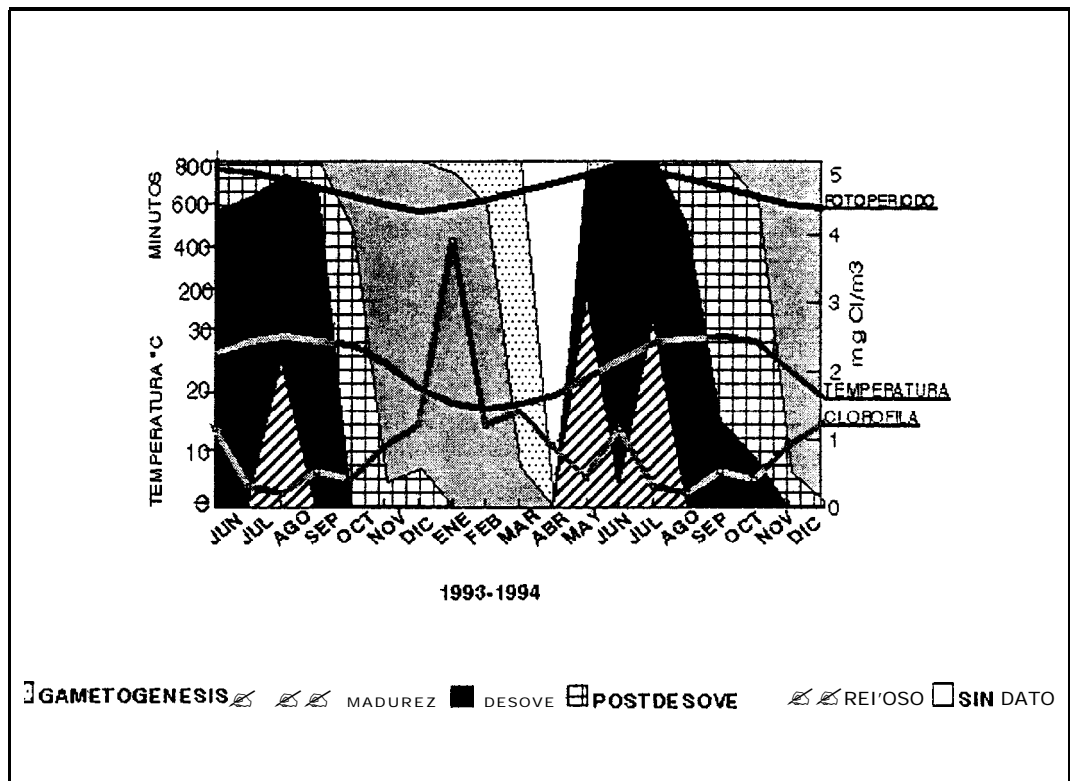


Figura 39. Relación de la época del ciclo gonádico con factores ambientales.

ESTACION	MES	ESTADIO EN <i>Cardita affinis</i>	PORCENTAJE DE DESOVE (%)	DIÁMETRO DE LOS OVOCITOS (μ)	INDICE GONADO- SOMATICO (gr)	TEMPERATURA (°C)	FOTOPERIODO (MINUTOS)	[PIGMENTOS FOTOSINTÉTICI- COS]
VERANO 93	JUNIO	DESOVE	85.71	55.02	42.94	28.00	822.30	1.154
	JULIO	DESOVE	89.66	56.61	42.23	30.00	811.40	0.305
	AGOSTO	DESOVE Y MADUREZ	53.85	60.05	45.11	31.00	778.30	0.217
OTOÑO 93	SEPTIEMBRE	DESOVE	92.00	58.79	39.56	30.00	736.44	0.533
	OCTUBRE	POSTDESOVE	0	48.79	37.91	29.50	693.18	0.412
	NOVIEMBRE	REPOSO	0	0	39.15	26.00	654.30	0.894
INVIERNO 93	DICIEMBRE	REPOSO	0	0		21.50	636.20	1.225
	ENERO	REPOSO	0	0	38.51	19.00	643.30	3.919
	FEBRERO	REPOSO	0	0	38.13	18.00	678.20	1.219
PRIMAVERA 94	MARZO	GAMETOGENESIS	0	25.44	38.00	19.00	721.10	1.422
	ABRIL					20.50	764.00	0.903
	MAYO	MADUREZ	37.04	59.84	44.77	23.50	802.00	0.447
VERANO 94	JUNIO	DESOVE	91.43	53.86	39.15	27.00	822.30	1.154
	JULIO	MADUREZ	45.95	64.73	44.51	30.00	811.40	0.305
	AGOSTO	DESOVE	81.25	59.02	38.78	30.50	778.30	0.217
OTOÑO 94	SEPTIEMBRE	POSTDESOVE	25.00	54.90	38.34	31.00	736.44	0.533
	OCTUBRE	POSTDESOVE	14.71	47.74	34.01	30.00	693.18	0.412
	NOVIEMBRE	REPOSO	0	0	34.36	25.00	654.30	0.894
INVIERNO 94	DICIEMBRE	REPOSO	0	0	30.40	20.00	636.20	1.225

Tabla 3. Factores ambientales y estimados de reproducción en *Cardita affinis*.

7.3 Comparación entre ciclos

Se observaron diferencias contrastantes en los dos ciclos de estas especies, *Cardita affinis* es un organismo dioico, que presenta dos épocas de reproducción anuales en la temporada primavera-verano; una temporada de reposo en donde acumula nutrientes y una membrana vitelina, como en *Glycymeris gigantea* (Villalejo-Fuerte *et al.* 1995). **El ciclo** de esta especie se ve influenciado por la temperatura y el fotoperiodo para iniciar la época reproductiva y por el florecimiento de fitoplancton en el mes de enero para acumular sustancias de reserva en el tejido conjuntivo, en conjunto los tres factores tienen influencia en ciclo de la gónada de esta especie, semejante a lo que cita Cáceres-Martínez *et al.* (1990) para *Argopecten circularis*.

Mientras que *Arca pacifica* presenta un ciclo reproductivo continuo (con una mayor actividad reproductiva en la temporada primavera-verano), como se ha observado en *Megapitaria aurantiaca* (García-Domínguez *et al.* 1993), *M. aurantiaca*, *M. squalida* y *Dosinia ponderosa* (Baqueiro y Stuardo 1977), *Anadara tuberculosa* (Baqueiro *et al.* 1983, Cruz 1984) carece por lo tanto de un período de reposo. En sus ovocitos no se observa membrana vitelina como en *Cardita affinis*.

El ciclo de Arca pacifica se ve influenciado por el florecimiento de fitoplancton en enero, en donde se observan las proporciones más altas de gametogénesis en el año, el incremento de la temperatura y duración del día propician condiciones para que este organismo presente una mayor ocurrencia de organismos en desove en esta época, ya que se ha mencionado que la temperatura óptima para la reproducción en bivalvos es generalmente de 20 a 33°C (Iversen 1982).

ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS

Arca pacifica y *Cardita affinis*, pueden presentar características semejantes a las ostras en su ciclo reproductor, en este caso, mientras que *Crassostrea virginica* expulsa de 15 a 150 millones de huevecillos en un desove, *Ostrea* produce una cantidad menor de (miles de huevecillos) los cuales va a alojarlos en su cavidad paleal (Thompson *et al.* 1996), asegurando el desarrollo de éstos durante los primeros estadios de vida.

Es muy probable que *Cardita affinis* incube a los huevecillos como se ha observado en otras especies del mismo género, por ejemplo *Cardita aviculina* (Schneider 1993), *Cardita ventricosa* y *Cardita bailyi* (Sastry 1979) y esto explique la amplia época de reposo que presenta para almacenar sustancias de reserva, las cuales va a utilizar en la fase de gametogénesis, así como su época reproductiva tan corta, lo cual se va a ver recompensado con el cuidado que le brinda a las larvas durante sus primeros estadios de vida, obteniendo así un porcentaje de sobrevivencia mayor; si es así posiblemente la fecundidad sea menor, como sucede en el género *Ostrea* (Thompson *et al.* 1996).

Mientras que en *Arca pacífica* no se presenta un cuidado de las larvas en los primeros estadios de vida, la supervivencia es menor, por lo que tiene que producir un mayor número de ovocitos, de manera similar a *C. virginica* (Thompson *et al.* 1996). Además *A. pacífica* tiene una producción constante de ovocitos para asegurar la presencia de larvas durante todo el año para que se aumente la posibilidad de

sobrevivencia. Es probable que el desarrollo de éstas sea **muy** rápido como sucede en Arca *transversa* la cual presenta un desarrollo larval de 27 a 37 días (Sastry 1979).

CICLO GONADICO Y PARÁMETROS AMBIENTALES

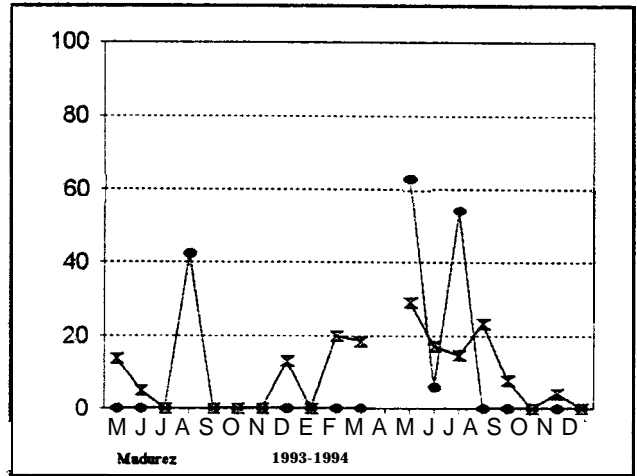
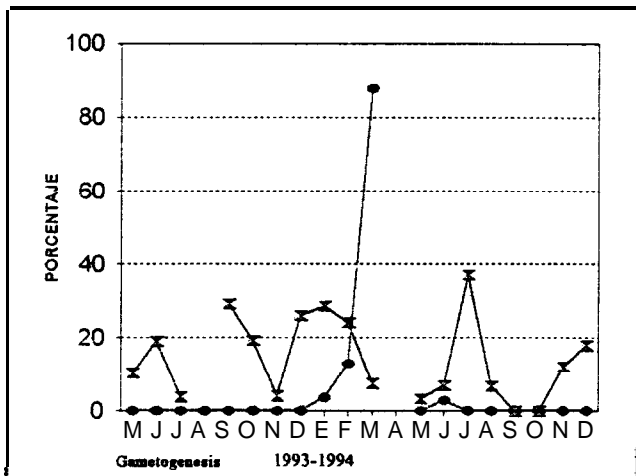
Las épocas de reproducción de ambas especies coinciden, pero esto no se debe a que tengan un ciclo reproductivo similar o igual, sino a que como *Arca pacifica* se reproduce a lo largo del año, es fácil que la época en la que se reproduce *Cardita affinis* coincida. Las implicaciones que trae esto es que probablemente cuando la larva veliger de una de estas especies busque substrato para fijarse, compita con la otra especie. En algunas zonas del área de estudio se encuentran parches de *Arca pacifica*, en otras de *Cardita affinis* y en otras de ambas especies.

Es importante mencionar el papel que juegan los cambios estacionales, que aunque en este estudio se trabajó únicamente con temperatura, fotoperiodo y concentración de pigmentos fotosintéticos, se presentan otros cambios como el nivel de marea y concentración de oxígeno, asociados al cambio estacional.

En ambas especies la temporada primavera-verano es más favorable que la de otoño-invierno; *Cardita affinis* presenta su etapa reproductiva en esta época lo cual se vió claramente con el análisis estadístico realizado. En *Arca pacifica* solamente se incrementa su actividad reproductiva cuando la temperatura y horas luz son mayores (Fig 43), sin embargo esto no se observa tan claramente en el análisis estadístico, lo que puede indicar que esta especie se reproduzca a lo largo de todo el año tomando un intervalo amplio en los parámetros ambientales, de tal manera que las variaciones

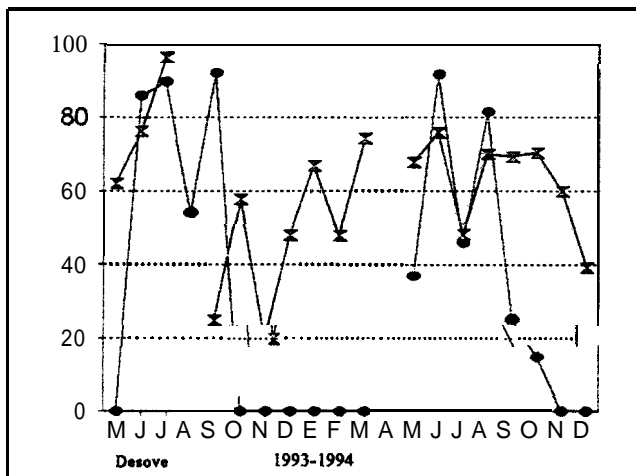
estacionales que éstos presenten no le afecten de manera significativa en su época reproductiva.

En *Cardita affinis* en donde los parámetros ambientales influyen de manera mas notoria en el ciclo gonádico es probable que la gametogénesis ocurra con un incremento en la temperatura y la madurez con un máximo (Sastry 1979). De esta manera se aseguran que los juveniles aparezcan cuando la concentración de alimento representada por un aumento en la concentración de pigmentos fotosintéticos sea mayor y por lo tanto se presenten condiciones óptimas para su supervivencia, como lo sugiere William (1978) “si la reproducción es estacional o se produce tan sólo una vez durante el ciclo de vida anual debe de estar sincronizada de forma precisa para que los jóvenes aparezcan, cuando el alimento sea abundante y otras condiciones que se presenten sean óptimas para la supervivencia”.

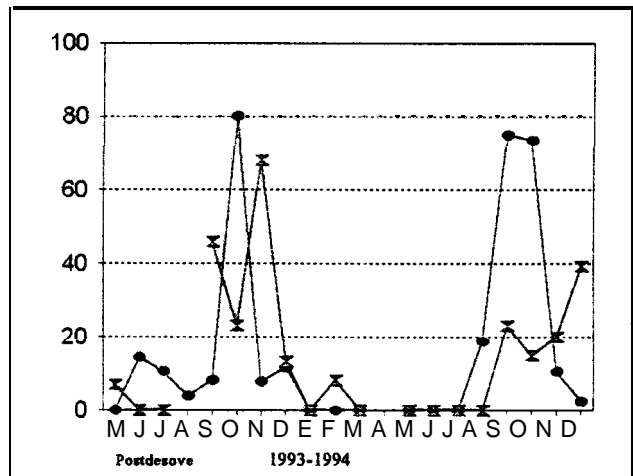


A

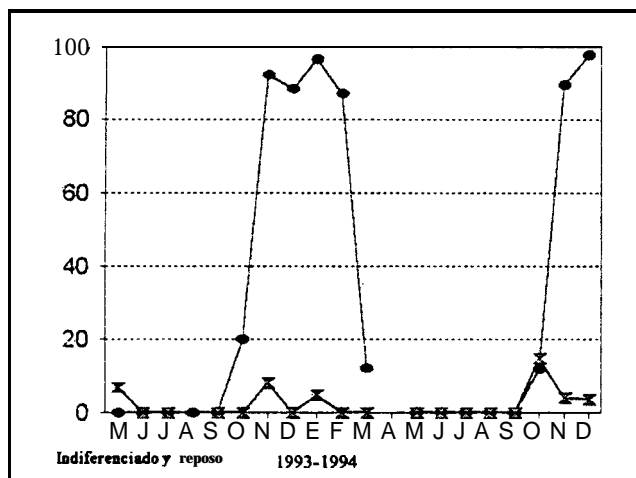
B



C



D



E

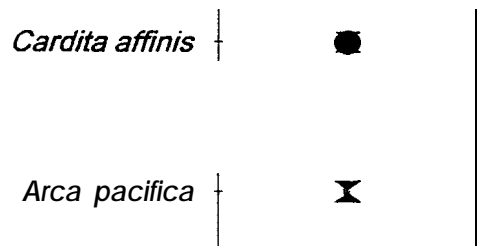


Fig 40. Comparación de cada una de las etapas del ciclo gónadico en *Arca pacifica* y *Cardita affinis*.

VIII CONCLUSIONES

Cardita a ffinis

1. Es una especie **dioica**, no se observaron indicios de hermafroditismo.
2. Presenta dos temporadas de desove anuales en la temporada de primavera-verano.
3. En general es una especie sincrónica entre individuos.
4. Presenta una membrana vitelina **semitranslúcida**.
5. Se observó un aumento en el diámetro de los ovocitos durante la madures, un leve descenso durante el desove y un descenso brusco en el postdesove.
6. El florecimiento de fitoplancton propicia la acumulación de sustancias de reserva en el tejido conjuntivo.
7. Utiliza las sustancias de reserva del tejido conjuntivo para la formación de gametos.
8. El **índice gonadosomático**, la **interpretación histológica** de cortes de la gónada y la medida mensual del diámetro de los ovocitos son métodos adecuados para determinar la temporada reproductiva.
9. Con el aumento en el fotoperiodo y la temperatura se presenta un incremento en el porcentaje de desoves.
10. Presenta una relación inversamente proporcional del fotoperiodo con la temporada de reposo.

Arca pacifica

1. Es una especie dioica.
2. Presenta su mayor actividad reproductiva en la temporada primavera-verano.
3. El florecimiento de fitoplancton sirve como un disparador del ciclo reproductivo.
4. Para una buena estimación del ciclo reproductivo es necesario realizar cortes histológicos.
5. Los organismos maduran de manera independiente.
6. Cada uno de los folículos de un organismo se encuentran en diferente estadio.
7. Presenta un ciclo reproductivo continuo.

Conclusiones en general

1. Los ciclos gonádicos de *Arca pacifica* y *Cardita affinis* son diferentes.
2. La época de mayor porcentaje de desove de *Arca pacifica* coincide con la temporada de desove de *Cardita affinis*.
3. Tanto en *Arca pacifica* como en *Cardita affinis* la concentración de pigmentos fotosintéticos propicia la acumulación de sustancias de reserva en el tejido conjuntivo para el caso de *Cardita affinis* y probablemente en el músculo en *Arca pacifica*.
4. El incremento en temperatura y fotoperiodo inducen a la temporada de desoves en el caso de '*Cardita affinis*'; mientras que en *Arca pacifica* propicia un incremento en el porcentaje de desoves.

IX RECOMENDACIONES

la sobreexplotación y la subsecuente extinción de un recurso ha conducido a las cooperativas pesqueras a poner su atención en especies previamente ignoradas (Baqueiro *et al.* 1982). De acuerdo con el ciclo gonádico que aquí se describe *Arca pacifica* y *Cardita affinis* deben de ser protegidas en los meses cálidos (marzo a septiembre), en el caso de *Cardita affinis* es cuando se esta reproduciendo y en el caso de *Arca pacifica* es cuando presenta su mayor actividad de desove, sin embargo, antes de ser utilizadas a mayor escala se recomienda realizar estudios de distribución, abundancia, crecimiento, alimentación, de dinámica poblacional (natalidad, mortalidad y reclutamiento), para no perturbar la población existente.

XSUGERENCIASPARATRABAJOSFUTUROS

Para ambas especies se sugiere realizar estudios de:

- Distribución y abundancia, así como los factores exógenos que afecten a éstas.
- Dinámica poblacional.
- Crecimiento.
- Alimentación.
- Fecundidad.
- Investigar si existe una relación paralela del cambio en el estadio de la gónada con los cambios observados en la glándula digestiva.
- Realizar estudios histoquímicos para demostrar la presencia de sustancias de reserva en glándula digestiva, tejido conjuntivo y músculo.

En Arca pacífica se sugiere:

- Realizar experimentos controlados para demostrar el cambio de sexo y que factores influyen.

En *Cardita affinis* se sugiere:

- Realizar trabajos que ayuden a detectar si ésta especie incuba a los juveniles en sus branquias.

XI BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, T. 1991. *Seashell of the Northern Hemisphere*. Edit Gallery, Books New York. 191 p.
- Abbott, T. 1974. *American seashells*. Second edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 633 p.
- Abbott, T. 1986. *A guide to field identification. Sea shells of North America*. Edit. Golden Press, New York Western. 280 p.
- Anónimo. 1992. Anuario estadístico de pesca. Secretaría de Pesca. México D.F. 119 p.
- Baqueiro, E., M. Muciño y R. Merino. 1983. Análisis de una población de pata de mula *Anadara tuberculosa* sujeta a una explotación intensiva en La Bahía de la Paz B.C.S. Mex. *Ciencia Pesquera* (3): 75-82.
- Baqueiro, E. y J. Stuardo. 1977. Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca*, (Sow., 1831) *M. squalida* (Sow., 1835) y *Dosiniaponderosa* (Gray, 1838) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Guerrero., México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 4(1): 16 I-208.
- Baqueiro, E., R. Massó y B. Guajardo. 1982. Distribución y abundancia de moluscos de importancia comercial en Saja California Sur. Instituto Nacional de Pesca, México. 31 p.

- Baqueiro, E. 1989. Clam culture in México: past, present and future. Pp. 383-394. En Manzi J. y M. Castagna (eds.). *Clam mariculture in North America*. Eisevier Scientific Pub. Amsterdam.
- Bardach, J. E., J. I-I. Ryther y W.O. Mclarner. 1982. *Acuacultura crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce*. A.G.T. Editor. S.A. México D.F. 741 p.
- Bell, G. y A. Basist. 1994. Seasonal climate summary. The Global Climate of December 1992-February 1993. Part I: Warm ENSO Conditions continue in the tropical Pacific; California drought abates. *Journal of Climatology* 7(10): 158 1-1605.
- Berber, B.J. y B.J. Norman. 1991. Reproductive physiology. Pp. 377-428. En Shumway, E. *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Editorial Elsevier. New York, N.Y.
- Bernard, F.R. 1983. *Catalogue of the Living Bivalvia of the Eastern Pacific Ocean: Bering Strait to Cape Horn*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. Ottawa 102 p.
- Brahmachary, R. 1989. Mollusca. Pp. 281-348. En Adiyodi K.G. y R.G. Adiyodi (eds.). 1989. *Reproductive Biology of Invertebrates Vol IV Part. A. Fertiization, Deveioption and parental care*. Edit. Wiley. New York.
- Brousseau, D. 1981. Spawning cycle and fecundity in a population of *Petricoia pholadiformis* (Pelecypoda: Petricolidae) from Milford, Connecticut. *The Veliger* 24(1):56-62.

- Brousseau, D. 1987. A comparative study of the reproductive cycle of the soft-shell clam *Mya arenaria* in Long Island Sound. **Journal of Shellfish Research** 6(1):7-15.
- Brousseau, D. 1982. Gametogenesis and spawning in a population of *Geukensia demissa* (Pelecypoda: Petricolidae) from Westport, Connecticut. **The Veliger** 24(3):247-251.
- Brusca, R. 1980. **Common intertidal invertebrates of the Gulf of California**. Second edition. Edit. The University of Arizona Press Tucson, Arizona. 513 p.
- Cáceres-Martínez C., C. Ruiz-verdugo y C. Rodríguez-Jaramillo. 1990. Variaciones estacionales del índice gonádico y muscular de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. **Investigaciones Marinas, CICIMAR**. 5(1):1-6.
- Castañeda, L. y F. Contreras (Compiladores). 1993. Serie bibliográfica comentada sobre ecosistemas costeros Mexicanos. Vol I. Baja California Norte y Sur. CONA-BIO/UNAM/CDELM. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 489 p.
- Cervigón, F. 1983. La acuicultura en Venezuela; estado actual y perspectivas. Caracas, Venezuela, 121 p.
- Chanley, P. 1972, Laboratory Cultivation of assorted bivalve mollusks. Pp. 297-317. En Smith C. (ed.) 1972. **Culture of Marine invertebrate animals**. Edit. Plenum.
- Chopite, J., R. Noguera y P. Shrestha. 1988. Mercurio en algunos peces y mariscos del Golfo de Cariaco, Venezuela. **Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela** 27(1 y 2):85-88.

- Contreras-Espinoza F. 1993. ***Ecosistemas Costeros Mexicanos***. Edit. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad UAM-I. México, D.F. 415 p.
- Cruz, R.A. 1984. Algunos aspectos de la reproducción en *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) de Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. Rev. ***Biología tropical*** 32(1):45-50.
- Daniels, W. W. 1982. ***Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud***. Edit. Limusa. México D.F. 485 p.
- Dennis, M. y J. Morin. 1986. Species profiles: life Histories and Environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (North-Atlantic) Sea scallops. Fish and Wildlife Service U.S. Department of the Interior Coastal Ecology group Waterwats experiment station U.S. Army Corps of Engineers. FWS/OBS-82/11.67.
- Fay, C., R. Neves y B. Garland. 1983. Species profiles: Life Histories and Environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Mid-Atlantic) Bay Scallop. Fish and Wildlife Service U.S. Department of the Interior Coastal Ecology group Waterwats experiment station U.S. Army Corps of Engineers. FWS/OBS-82/11-1 2.
- Félix-Pico, E. 1993. Estudio Biológico de la almeja Catarina ***Argopecten circularis*** (Sowerby, 1835) en Bahía Magdalena, B.C.S., México. Tesis de Maestría. CICIMAR (IPN), La Paz, B.C.S., México. 89 p.

- Félix-Pico, E. 1975. Informe del programa de estudios ecológicos en Bahía Concepción, Estero San Lucas y Bahía de La Paz, Residencia en Acuicultura, S.R.H. La Paz, B.C.S. 47 p.
- Félix-Pico, E., M.T. Ibarra-Cruz, R.E. Merino-Marquez, V.A. Levy-Pérez, F.A. García Domínguez y R. Morales-Iliernandet. 1995. **Reproductive cycle of *Argopecten circularis*** in Bay Magdalena, B.C.S., Mexico. Pp. 151-155. En Lubet P. y J. Barret (eds.). Fisheries, Biology and aquaculture of pectinids. International Pectinid Workshop. Actes de Colloques No. 17. Edit. Ifremer, Université de Caen. Francia.
- Fujita, H. 1985. **Recolección** de moluscos entre los indígenas de Baja California: **análisis** etnohistórico y arqueológico. Tesis profesional, ENAH, México.
- Gabbott, P. 1983. **Developmental** and seasonal metabolic activities in marine molluscs. Pp. 165-217. En K. Wilbur. **The Mollusca** Vol. 2, Environmental Biochemistry and Physiology. Academic Press. 362 p.
- García-Cubas, A., G. Zoila, C. Rodríguez, H. Alvarez y C. Muñoz. 1987. Moluscos comestibles en las costas de México. Pp. 429-456. En III Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología (Memoria) Monterrey, N.L. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- García-Cubas, A., M. Reguero y L. Jácome. 1994. Moluscos **arrecifales de Veracruz, México (Guía de campo)**. Universidad Nacional Autónoma de México. 143 p.

- García-Domínguez, F., S. A. García-Gasca y J. L. Castro-Ortiz. 1994. Spawning cycle of the red clam *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby, 1831) (Veneridae) at Isla Espíritu Santo, Baja California, Sur, México. *Journal of Shellfish Research* **13(2):417-423**.
- 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**.
- Garza, A. y R. Buckle. 1989. Ciclo reproductivo del mejillón *Modiolus capax* (Conrad, 1837) (Bivalvia: Mytilidae, Anisomyatia) en la Bahía de los Angeles, Baja California, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* **16(1):157-170**.
- Giese, A. y J. Pearse. 1974. Introduction: General principles. Pp 1-49. En Giese A. y J. Pearse (eds.) *Reproduction of marine invertebrates*. London Academic Press, New York, Vol 1.
- González, E. 1993. Moluscos endémicos del Pacífico Mexicano. Pp. 223-252. En Salazar-Vallejo S. y E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. (CONABIO) Comisión Nacional para el Conocimiento y Aprovechamiento de la Biodiversidad, Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIBQRO), México.
- González, M. 1982. Suplemento Creaciones del mar en Tenochtitlán En Revista Pesquera. Secretaría de Pesca Año II Núm. 3. I-VIII p.

- Grant, A. y P. Tyler. 1983. The analysis of data in studies of invertebrate reproduction. I. Introduction and statistical analysis of gonada indices and maturity indices. *International Journal of Invertebrate Reproduction* 6: 129-269.
- Hand, O. 1989. Gonad reproductive cycles. Pp. 13-37. En Hand, O. (ed.). *Handbook of culture of abalone and other gastropods*. CRC Press. United States.
- Harrnmann, G., J. Said y O. Sosa. 1995. The effects of the 1992 El Niño on the fisheries of Baja California, México. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*. 36: 127-133.
- Hayward, A., J. Ronald y T. Chereskin. 1994. The state of California Current in 1993- 1994. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports* 35: 19-35.
- Hendrick, M. 1985. Biodiversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del Golfo de California y su importancia como recurso potencial. Pp. 95- 141. En Yañes-Arancibia (ed). *Recursos pesqueros potenciales de México (la pesca Acompañante del camarón)*. Primera edición : 1985 DR (C) 1985, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Himmelman, J. 1980. Synchronization of spawning in marine invertebrates by phytoplankton. Pp. 3-19. En Clark W. y T. Adams. (eds.) 1980. *Advances in invertebrate reproduction*. Elsevier North Holland, Inc.
- Holguín-Quiñones, O. y A. González-Pedraza 1994. *Moluscos de la franja costera de Michoacán, Colima y Jalisco, Méx.* Instituto Politécnico Nacional, México. 133 p.

- Holguín-Quiñones, O. y A. González-Pedraza 1989. *Moluscos de la franja costera del Estado de Oaxaca, Méx.* SEP. I.P.N. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Atlas CICIMAR No. 7, 221 p.
- Hooker, S. y R. Creese. 1995. The reproductive biology of pipi, *Paphies australis* (Gmelin, 1790)(Bivalvia: Mesodesmatidae). I. temporal patterns of the reproductive cycle. *Journal of Shellfish Research* 14 (1):7-15.
- Humason, L. 1979. *Animal tissue techniques.* W.H. Freeman and Co. San Francisco. 661 p.
- INEGI. 1988. Atlas nacional de medio ambiente físico. México, 223 p.
- Iversen E.S., 1982. *Cultivos marinos.* edit. Acribia. España, 415 p.
- Kabat, A. y O. Diarmaid. 1987. Phylum Mollusca, Class Bivalvia. Pp. 309-353. En Strathmann M. F. (ed.) 1987. *Reproduction and development of marine invertebrates of the Northern Pacific Coast. Data and methods for the study of eggs, embryos and larvae.* University of Washington Press. 670 p.
- Keen, M. 1971. *Sea shell of tropical west America* 2^o Ed. Stanford University Press, Stanford, 1064 p.
- Lluch-Cota, S., C. Salinas-Zabala, P. L. DelMonte y D. 8. Lluch-Cota. 1995. El Niño y la pesca en el Noroeste de México. *Oceanología. Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar.* SEP, SEIT Año 3 4(8): 19-42.
- Mackie, G. L. 1984. Bivalves. Pp. 351-418. En K. Wilbur (ed.). *The Mollusca* Vol. 7, *Reproduction.* Academic Press. 486 p.

- Manzi, J. y M. Castagna. 1989. Introduction. Pp. 1-22. En Manzi, J. y M. Castagna (eds). ***Cfam mariculture in North America***. Elsevier Scientific Pub. Amsterdam.
- Manzi J.J. 1991. Clams, Cokles and Arkshell. Pp. 139-160. En Nash C.E. (ed.). ***Production of aquatic animals. Crustaceans, Molluscs, Amphibians and Reptiles***. Elsevier Science publishers. Amsterdam.
- Maxwell, A. E. 1979. ***Multivariate analysis in behavioural research . Monographs on applied probability and statistics***. Edit. Chapman and Hall, New York. 164 p.
- Maxwell, L. 1983 Mollusca. Pp. 175-319. En Adiyodi K.G. y R.G. Adiyodi (eds.). ***Reproductive Biology of Invertebrates Vol II Spermatogenesis and sperm function***. Edit. Wiley.
- Nakal, A. y A. Prieto. 1981. Algunas características oceanográficas y reproductivas de la pepitona ***Arca zebra*** en el Estado de Zucra (Venezuela). VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Acapulco, Guerrero, México. Resumen y Programa. Asociación Latinoamericana de Investigadores en Ciencias del Mar, con la colaboración del Instituto de Biología de la UNAM. Pág. 129.
- Nakal A. y A. Prieto. 1984. Contributions to the reproductive biology of ***Arca zebra*** (Swainson) in Sucre State, Venezuela. ***Journal of Shellfish Research* 4(1):95**.
- Newell R. y H. Herbert. 1986. Species profiles: Life Histories and Environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (North-Atlantic) softshell clam. Fish and Wildlife Service U.S. Department of the interior Coastal Ecology group Waterways experiment station U.S. Army Corps of Engineers. FWS/OBS-82/1 1.53.

- Ochoa-Báez, R. 1985. Antecedentes sobre el ciclo de reproducción de *Modiolus capax* (Conrad, 1837) (Bivalvia: Mytilidae) en la Bahía de La Paz, Baja California, México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 2(2):86- 103
- Oliver, P. y G. Chesnay. 1994. Taxonomy of arabian bivalves 1. Arcoida. *Journal of Conchology* 35(1): 17-31.
- Orozco, M. 1992. Distribución y abundancia de los moluscos (Clase: Bivalvia) en relación con el tipo de sedimento en la Sonda de Campeche, México. Pp. 32-41. En Oceanografía. Secretaría de la Armada de México. Dirección General de Oceanografía Naval. No 2.
- Osuna-López F. y J.F. Páez-Osuna. 1992. Golfo de California: Aspectos oceanográficos y sedimentológicos. Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaioa. *época* 1(2):46-52.
- Polaco, O. 1982. Los invertebrados de la ofrenda 7 del Templo Mayor. El Templo Mayor, excavaciones y estudios *Instituto Nacional de Antropología e Historia* 143-150.
- Reindl, S. y G. Haszprunar. 1996. Fine structure of caeca and mantle of arcoid and limopsoid bivalves (Mollusca: Pteriomorpha) *The Veliger* 39(2): 101-116.
- Reyes, S. 1994. Relación entre la estructura hidrográfica y la abundancia, distribución y origen de diferentes expresiones de biomasa del seston orgánico en Bahía Concepción, Golfo de California. Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala. Tesis de Licenciatura. 53 p.

- Salazar-Vallejo, S. y E. González. 1993. Panorama y fundamentos para un programa nacional. Pp. 7-38. En Salazar-Vallejo y E. González (eds.). ***Biodiversidad marina y costera de México***. (CONABIO) Comisión Nacional para el Conocimiento y Aprovechamiento de la Biodiversidad, Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIBQRO), México.
- SARH, 1976. Atlas del agua de la República Mexicana, 253 pp.
- Sarkis, S. 1993. Seasonal changes in the gross biochemical composition of the turkey wing *Arca zebra*, in Bermuda. ***Journal of Shellfish Research*** 12(2): 329-336.
- Sastry, A. 1979. Pelecypoda (excluding ostreidae). Pp. 113-292 En Giese, A. y J. Pearse. Reproduction of marine invertebrates Vol. V Molluscs: Pelecypods and Lesser Classes. Academic Press 369 p.
- Schneider, J. 1993. Brooding of larvae in *Cardita aviculina* Lamarck, 1819 (Bivalvia: Carditidae). ***The Veliger*** 36 (1): 94.
- Secretaría de Marina. 1992. Almanaque náutico 1992. Dirección General de Oceanografía Naval, México, D.F. 327p.
- Sevilla, M. 1995. ***Moluscos de la franja costera de Chiapas México***. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- Sirj-Chiesa, M. y P. Moctezuma. 1989. ***La pesca en Baja California***, Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C. México. 211 p.
- Spencer, L. 1995. ***Catalog of the benthic invertebrate collections of the Scripps Institution of Oceanography***. Mollusca. University of California, San Diego. 167 p.

- Stanley, J. y A. Sellers. 1986. Species profiles: Life Histories and Environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Gulf of México) American Oyster. Fish and Wildlife Service U.S. Department of the Interior Coastal Ecology group Waterwatsexperiment station U.S. Army Corps of Engineers. FWS/OBS-82/1 1.64.
- Stanley, J. y R. DeWitt. 1983. Species profiles: Life Histories and Environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (North-Atlantic) Hard clam. Fish and Wildlife Service U.S. Department of the Interior Coastal Ecology group Waterwats experiment station U.S. Army Corps of Engineers. FWS/OBS-82/1 1.18.
- Stover R. (Ed.) 1996. Houston Conchology society newsletter. Edición # 4.
- Thompson R. J., R. I. Newell, V. S. Kennedy y R. Mann. 1996 Reproductive processes and Early development. Pp. 335-364. En Kennedy V.S., I.E. Roger y F. E. Albert (eds.). *The eastern oyster Crassostrea virginica*. Edit. A Maryland Sea Grant Book College Park, Maryland.
- Tripp-Quezada A., 1985, Explotación y cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* en B.C.S. Tesis de Maestria. CICIMAR (IPN), La Paz, B.C.S., México. 163 p.
- Vázquez-Córdova, M. y M. Siri-Chiesa. 1989. Desembarques del litoral Pacífico Mexicano. Pp 1 I-34 En Siri-Chiesa M. y P. Moctezuma(eds.). *La pesca en Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C. México.
- Vélez, A y L. Guilarte. 1979. Diagnóstico de la pesquería de la pepitona blanca *Arca zebra*. *Lagena 43-44: 3-9*.

- Villalejo-Fuerte, M. 1992. Aspectos reproductivos de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), en Bahía Concepción México. (Tesis de Maestría) I.P.N. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas., La Paz Baja California Sur, México. 95 p.
- Villalejo-Fuerte, M. y R. Ochoa-Báez. 1993. El ciclo reproductivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), en relación con temperatura y fotoperiodo en Bahía Concepción, B.C.S., México. *Ciencias Marinas* 19(2): 181-202.
- Villalejo-Fuerte M., F. García-Domínguez y R. Ochoa-Báez. 1995. Reproductive cycle of *Glycymeris gigantea* (Reeve, 1843) (Bivalvia: Glycymerididae) in Bahía Concepción, Baja California Sur, Mexico. *The Veliger* 38(2):126-132.
- Villalejo-Fuerte, M., G. García-Melgar, R. Ochoa-Báez y A. García-Gasca. 1996. Ciclo reproductivo de *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) (Bivalvia: Veneridae) en Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Boletín Científico de/ Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura*. República de Colombia. Boletín 4.
- Villalejo-Fuerte, M., B. P. Ceballos-Vázquez y F. García-Domínguez. 1996. Reproductive cycle of *Laevicardium elatum* (Reeve, 1833) (Bivalvia: Cardiidae) at Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Journal of Shellfish Research* 15(3):(en prensa)
- Ward, E. y MacDonald A. 1996. Pre-ingestive feeding behaviors of two sub-tropical Bivalves (*Pinctada imbricata* and *Arca zebra*) responses to an acute increase in suspended sediment concentration. *Bulletin of Marine Science* 59(2):417-432.

- Wheater, P., G. Burkitt y P. Lancaster. 1990. *Colour Atlas of Histology*. Edit. Longman. Hong Kong. 159 p.
- William, S. H. 1978. *Fisiología general y comparada*. Ediciones Omega, S.A. Casanova 220 Barcelona-36 854p.
- Zúñiga, O. y A. Gómez. 1981. Inducción al desove de la pepitona blanca **Arca zebra** (Swainson) con observaciones sobre su desarrollo embrionario y los primeros estadios larvales. VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Acapulco, Guerrero, México. Resumen y Programa Asociación Latinoamericana de Investigadores en Ciencias del Mar, con la colaboración del Instituto de Biología de la UNAM. Pág. 128.