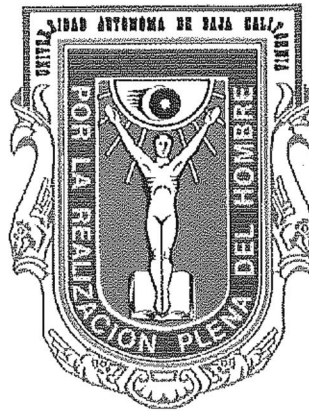


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



CICLO REPRODUCTIVO DE LA ALMEJA *Chione cortezi* Carpenter, 1864
(Bivalvia: Veneridae) EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA "ALTO GOLFO DE
CALIFORNIA Y DELTA DEL RÍO COLORADO".

T E S I S
QUE PARA OBTENER
EL TÍTULO DE OCEANÓLOGO
PRESENTA
HECTOR BENET CONTRERAS

Ensenada, Baja California, Noviembre de 1996.

RESUMEN

Chione cortezi es una especie comercial, endémica de la reserva de la Biósfera "Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado". Uno de los requerimientos básicos para el diseño de sistemas de pesca racionales es la determinación del ciclo reproductivo, es indispensable conocer este aspecto en la especie. En la costa Oeste de la reserva se realizaron colectas mensuales, durante la bajamar, de abril de 1995 a marzo de 1996. Se obtuvieron cortes histológicos siguiendo las técnicas comunes de fijación, inclusión y tinción (H-E). Se calculó el índice gonadosomático y se midió el diámetro de los ovocitos. El desarrollo gonadal se clasificó en cinco estadios: reposo, gametogénesis, madurez, desove y postdesove. Los organismos comenzaron la maduración en febrero. *C. cortezi* presentó un periodo de desove de marzo a abril en la primavera. La gametogénesis se presentó todo el año. El desarrollo gonadal fue sincrónico. De los organismos que fue posible sexar el 55% fueron hembras. No se detectó hermafroditismo. No existió parasitismo significativo. El índice gonadosomático fue un buen indicador del estadio gonadal en esta especie. El diámetro de los ovocitos estuvo directamente relacionado con el estadio gonadal.

CICLO REPRODUCTIVO DE LA ALMEJA *Chione cortezi* Carpenter, 1864 (Bivalvia: Veneridae) EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA "ALTO GOLFO DE CALIFORNIA Y DELTA DEL RÍO COLORADO"

T E S I S
QUE PRESENTA
HECTOR BENET CONTRERAS

APROBADA POR:



PRESIDENTE DEL JURADO
Dr. GUILLERMO VILLAREAL CHÁVEZ



SINODAL PROPIETARIO
M.C. FEDERICO A. GARCÍA DOMÍNGUEZ



SINODAL PROPIETARIO
M.C. ZAÚL GARCÍA ESQUIVEL

DEDICATORIA

A los que creyeron en mí...
y a los que no... ¿que creen?

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Lourdes Contreras Méndez y Hector Bennet Munive, por haberme dado la vida y el apoyo incondicional en todo lo que he emprendido.

A mis hermanos: Armando, Gabriela y Rocío Monserrat, por el amor de tantos años.

A Hector Ángel, por ser la alegría más grande, un motivo para superarme.

A Lorena, por la compañía y el apoyo, aunque lejos siempre has estado cerca.

Al Dr. Guillermo Villarreal por la invitación a colaborar con él y por el interés y el apoyo para la realización de este trabajo.

Al M.C. Federico A. García Domínguez, por sus consejos y enseñanzas en el trabajo de laboratorio y en la elaboración del escrito, así como por el aliento y el apoyo que me brindó en mis estancias en La Paz.

Al Oc. Norberto Castro Castro (Quinini), por sus consejos en el campo y su colaboración en la colecta de las muestras, sin su ayuda y guía muy posiblemente este trabajo no se hubiera realizado.

Al M.C. Zaúl García Esquivel, por sus comentarios y críticas a este escrito.

Al M.C. Juan Antonio Fernández Apango y familia, por haberme apoyado recibéndome en su casa, cuando los tiempos fueron difíciles.

A la Dra. Olivia Tapia, por la asesoría técnica, el préstamo de material y el permiso para usar el laboratorio de histología de la Facultad de Ciencias.

A la Dra. Elizabeth Orellana, por el cariño que me ha brindado, desde que me adoptó como su S.S.

A todos y cada uno de los maestros que han intervenido en mi preparación, a ellos les debo todo lo que sé.

A los pescadores de San Felipe, por su compañía en las salidas y por los cursos intensivos para ser un buen almejero.

Al Gilo, a mi tía Delfina y familia por el cariño y el consejo en las buenas y en las malas.

A las amigas, por el consejo, el apoyo y esa inmejorable compañía, en especial a Graciela, a Anitry, a Jocelyn, a Lisa, a Flor y a Bere, cuando más la necesite, gracias, las quiero un chorro.

A los cuates, por la compañía y el apoyo de todos tipos, en especial a mi tocayo (Héctor Lazcano, al Chalo (Juan Carlos Delgado), a Manuel Chan, a René, a Jesús, a Gerardo Sandoval, a Gerardo García, estar solo es difícil ¿verdad?, los voy a extrañar.

A todos los Oceanólogos y aprendices de, por el apoyo y el interés, con una sola pregunta: ¿y como va la tesis?

Al los encargados de sala, supervisores y becarios del CECUUE, por la asesoría, la memoria, las facilidades y las soluciones para la edición de este trabajo.

A las familias Aragón Chillón y Aragón González, por el cuidado, el interés y el apoyo que me brindaron en mi estancia en este lugar.

A la familia Sánchez Cejudo, por haberme adoptado y brindado su cariño por este tiempo.

A la señora Haydee Silva Meléndez, por darme posada y ser uno de los patrocinadores no oficiales de este trabajo.

A Charly (cafetería CICIMAR) por el crédito y la manutención en mi primer estancia en La Paz.

A todo el personal del laboratorio de morfofisiología del CICIMAR, por sus consejos, la paciencia y las enseñanzas en histología, así como a Xóchitl Soriano por la ayuda en la medición de los ovocitos.

Al grupo de tesis en moluscos del CICIMAR por haber compartido con mígo sus conocimientos, de igual manera a los encargados de centro de cómputo del centro por haberme otorgado las facilidades para la elaboración del primer escrito.

Al proyecto "Bivalvos de Importancia Pesquera de Baja California Sur: Biología Reproductiva", financiado por la Dirección de Estudios de Posgrado del Instituto Politécnico Nacional, por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	
1.1. GENERALIDADES	1
1.2. ANTECEDENTES	4
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	
2.1. GEOGRAFÍA	9
2.2. AMBIENTE	9
2.3. BATIMETRÍA	11
2.4. MAREAS	11
2.5. SALINIDAD Y OXÍGENO.....	11
2.6. PRODUCCIÓN PRIMARIA	12
3. METODOLOGÍA	
3.1. DE CAMPO	13
3.2. DE LABORATORIO.....	13
3.3. DE GABINETE	17
4. RESULTADOS	
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA E ÍNDICE GONADOSOMÁTICO	18
4.2 DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA	20
4.3. DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO	28
4.4. OVOCITOS	32
5. DISCUSIÓN	
5.1. ÍNDICE GONADOSOMÁTICO	33
5.2. CICLO REPRODUCTIVO	35
5.3. CITOLOGÍA.....	41
5.4. OVOCITOS	43
5.5. MANEJO DE LA PESQUERÍA	44
6. CONCLUSIONES	46
7. REFERENCIAS	47

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.- Frecuencias de estadíos por mes.	29
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Localización del área de estudio.	10
Figura 2.- Variación anual del índice gonadosomático.	19
Figura 3.- Fotomicrografías de los estadíos gonadales en los machos.	24
Figura 4.- Fotomicrografías de los estadíos gonadales en las hembras.	27
Figura 5.- Ciclo reproductivo de <i>Chione cortezi</i>	29
Figura 6.- Variación de los estadíos en el año.	31
Figura 7.- Variación del tamaño de los ovocitos durante el año.	32

1. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

En México, los moluscos representan una importante fuente alimentaria. A pesar de esto y de que la explotación de estos organismos en las costas mexicanas ha sido continua por muchos años, no existen estudios integrales para conocer la abundancia y riqueza de las especies que se utilizan para el consumo humano, así como las características biológicas y ecológicas más importantes para su desarrollo como recurso (Baqueiro-Cárdenas *et al.*, 1994). En el país la explotación de los moluscos marinos ha aumentado progresivamente (Massó-Rojas, 1989). Uno de los principales productores de mariscos es Baja California, en donde se explotan almejas, abulones, mejillones, ostras, etc.. Dentro del grupo de las almejas, las más explotadas son Megapitaria aurantiaca (almeja chocolate), Chione californiensis y C. undatella (almejas roñosa y china), Tivela stultorum (almeja pismo), además de algunos pectínidos, como Argopecten circularis (almeja catarina).

El Delta del Río Colorado es una región del Alto Golfo de California con características físicas y químicas únicas (Mascorro-Segura, 1994), las cuales, entre otros factores, permiten que sea una zona de reserva natural donde crustáceos, peces y otros organismos de importancia económica y ecológica, algunos en peligro de

extinción, migran durante alguna etapa de su vida en busca de refugio y condiciones apropiadas para su desarrollo (Fermán-Almada, 1994). En esta área existía una zona de refugio y veda permanente decretada por el gobierno federal el 14 de febrero de 1955, la cual, se localizaba a partir de la antigua desembocadura del Río Colorado hasta la línea imaginaria entre Bahía Ometepepec ($31^{\circ} 31' N$) y la desembocadura del Arroyo Santa Clara ($114^{\circ} 36' W$), más recientemente (30 de mayo de 1974), se amplió el límite Sur hasta la línea que se forma entre los puntos $31^{\circ}40' N$, $114^{\circ} 47'$ y $31^{\circ} 41'$, $114^{\circ} 30' W$ (Félix-Pico, 1975). Por las razones antes descritas, por los programas de protección a la vaquita (*Phocaena sinus*) y a la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y por el hecho de que los recursos pesqueros comercialmente explotables están disminuyendo, el gobierno mexicano decidió ampliar la zona de reserva existente y por decreto presidencial, el 10 de junio de 1993, se creó la reserva de la biósfera "Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado" (Mascorro-Segura, 1994; Fermán-Almada, 1994).

La mayor parte de los pescadores de la zona se dedicaba a la pesca del camarón, sin embargo, al disminuir la producción de ésta, se han visto obligados a variar las especies de pesca. Un grupo de ellos ha decidido explotar la almeja *Chione cortezi*, comúnmente conocida como "almejita", ya que no son necesarias grandes inversiones, ni

una infraestructura especializada para la captura y comercialización del producto. Se ha comercializado esta especie desde hace unos 10 años, esta pesquería es el *modus vivendi* de algunas decenas de familias en San Felipe, B.C. y Santa Clara, Son. Al decretarse la reserva, la pesquería quedó vedada, afectando sus intereses. Recientemente un grupo de "almejeros" se reunió con el grupo proponente de la protección de la zona y concluyeron que la única alternativa de explotación es la que tenga como prioridad la conservación del recurso (Villarreal-Chávez y Castro-Castro, 1994).

En 1992 un grupo de investigadores de la Facultad de Ciencias Marinas desarrolló un proyecto de investigación denominado "Distribución, abundancia y dinámica poblacional de tres especies del género *Chione* en el extremo Norte del Golfo de California", el cual concluyó en el año de 1994, sin embargo, se consideró necesario ampliar el conocimiento en diversos aspectos, para diseñar un sistema de explotación racional y sustentable. Como respuesta a estas inquietudes se creó el proyecto "Estudio poblacional de *Chione cortezi* en la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado", del cual este trabajo forma parte.

1.2. ANTECEDENTES

La familia Veneridae, incluyendo el género Chione, tiene una distribución mundial, y sus especies son constituyentes importantes de varias comunidades bentónicas (Moore y López, 1969). García-Cubas *et al.* (1987), mencionan entre los moluscos comestibles del país a esta familia con 7 géneros y 17 especies, de las cuales 7 pertenecen al género Chione, sin incluir a C. cortezi.

Chione cortezi es frecuentemente comparada (y confundida) con Chione fluctifraga, la cual es más pequeña y triangular (Keen, 1971), vive en la zona intermareal, entre sedimento, de arena fina a limos, en la zona de estudio su densidad varía entre 0.2 y 3 individuos por metro cuadrado (Castro-Castro y Villarreal-Chávez, 1994). Las densidades, tallas y edades son superiores al alejarse de los núcleos de población, hacia el Norte, las mayores densidades se encuentran en Punta Sargento, B.C. (Villarreal-Chávez y Castro-Castro, 1994), Keen (1971) menciona su existencia para la zona comprendida entre Bahía Magdalena en el Pacífico de Baja California Sur, hasta el puerto de San Felipe en la costa Oeste del Golfo de California, y de aquí hasta la costa de Guaymas, Son., lugar que menciona como la localidad tipo. En la actualidad únicamente ha sido observada y capturada en el área comprendida desde los esteros, al Norte de

San Felipe, hasta el Golfo de Santa Clara, al sudeste del Delta del Río Colorado, en la zona núcleo de la reserva (Villarreal-Chávez y Castro-Castro, 1994).

El sistema reproductivo de los venéridos está fuertemente asociado al tejido conjuntivo. En el género Chione las gónadas están embebidas en la base del pie y a su vez envuelven la glándula digestiva, el hepatopáncreas, el riñón y otros órganos (Jones, 1979). Las gónadas están arregladas en pares, su forma y tamaño son muy similares usualmente están tan juntas que es difícil diferenciarlas. En venéridos, como Chione cancellata, se presenta la condición más avanzada en la descarga de los gametos, donde existen separados la apertura del riñón (poro renal) y la genital (gonoporo). El dimorfismo sexual es poco frecuente en bivalvos, y sólo está reportado para algunos géneros (los cuales no incluyen a ningún venérido). El cambio de sexo en el sentido estricto no existe en las especies gonocóricas (con sexos separados), el hermafroditismo es insignificante, y cuando se presenta, se debe a factores genéticos y/o ambientales (Mackie, 1984). La determinación del sexo solamente se puede realizar mediante análisis histológico, o mediante la observación de los gametos al momento del desove, en muy pocas especies es posible identificarlos por el color de la gónada. La proporción hembras : machos no difiere significativamente de 1 : 1, en algunos casos las hembras

son ligeramente más numerosas. No existen órganos sexuales accesorios, como órganos copuladores, ya que la fecundación de los ovocitos se lleva a cabo en el medio (Mackie, 1984).

La gametogénesis comienza después del crecimiento y maduración de la gónada, la maduración de los gametos está influenciado por diferentes factores exógenos (temperatura, ciclo lunar, comida, profundidad, etc.) y endógenos (genéticos, hormonales, etc.) (Mackie, 1984).

Dado que un requerimiento básico para crear y aplicar normas de conservación y/o explotación de especies marinas comerciales es el conocimiento detallado del proceso de maduración gonádica (Garza-Aguirre y Bückle-Ramírez, 1989; Baqueiro-Cárdenas et al., 1994), se hace necesario conocer este aspecto en una especie explotada y tan poco conocida como *Chione cortezi*. Los estudios de ciclos reproductivos ayudan a definir las temporadas de mayor rendimiento de la especie, temporada reproductiva, de reclutamiento, de veda, capacidad de regeneración del recurso, etc. (Baqueiro-Cárdenas, 1989), las cuales, necesitan conocerse para implantar un manejo adecuado de la pesquería, que contribuya al desarrollo socioeconómico de la región y a la conservación del recurso.

Se han realizado estudios reproductivos usando métodos histológicos sobre diferentes especies de la familia Veneridae, como *Venerupis japonica* (Holland y Chew, 1974); *Venus striatula* (Ansell, 1961); *Megapitaria squalida*, *M. aurantiaca* y *Dosinia ponderosa* (Baqueiro-Cárdenas y Stuardo, 1977); *Mercenaria mercenaria* (Eversole et al., 1980; Manzi et al., 1985; Heffernan et al., 1988); *Chione fluctifraga* (Martínez-Córdova, 1988); *C. undatella* (Baqueiro-Cárdenas y Massó-Rojas, 1988); *C. californiensis* (García-Domínguez et al., 1993; García-Domínguez y Levy-Pérez, 1994); *Venus mercenaria* (Ansell et al., 1964a); *Chamelea gallina* (Corni et al., 1985); *Protothaca asperrima* (Ewart et al., 1988); *P. grata* (Pizarro y Cruz, 1987); *P. staminea* (Howard et al., 1980); *Tapes philippinarum* (Mann, 1979); *T. philippinarum* y *T. decussatus* (Laruelle et al., 1994).

Los bivalvos pierden materia orgánica cuando desovan, calculando la variación de la proporción de la materia orgánica contenida en la gónada con respecto a las demás partes blandas es posible obtener información concerniente a la temporada de desove (Turnberg, 1984), así como al ciclo reproductivo en general, ya que las variaciones son notables en la acumulación de gametos o de material de reserva.

En general se ha encontrado una tendencia a la reproducción en una época determinada, de forma gonocórica y sincrónica, en las especies de aguas templadas. Sin embargo, en las poblaciones de aguas tropicales o lagunas costeras del área desértica del Golfo de California, Baqueiro-Cárdenas (1989) menciona que al tener un medio ambiente más o menos estable, la gametogénesis se presenta durante todo el año, con desove constante, con dos o tres picos anuales.

Las hipótesis a comprobar durante el presente trabajo se basan en los antecedentes antes descritos y en las características de la zona de estudio. Se espera encontrar una temporada determinada de desove, así como una sincronía, que permitan proponer un sistema de manejo adecuado de la pesquería. Debido a lo antes expuesto, los objetivos planteados son: la determinación del ciclo reproductivo, y con esto la época de máxima descarga de gametos, así como proponer un esquema de manejo del recurso.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. GEOGRAFÍA.- La reserva se ubica entre los 31° 00' y los 32° 10' de latitud Norte y entre los 113° 30' y los 115° 15' de longitud Oeste. La superficie total de la reserva es de 934,756 ha, la zona núcleo es de 164,620 (18%). Del total el 60% es ocupado por ambientes marinos. En su parte terrestre la reserva ocupa parte de los municipios de Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado, en Sonora y Mexicali, en B.C. (Figura 1) (Fermán-Almada, 1994).

2.2. AMBIENTE.- Se presentan dos estaciones climatológicas, verano e invierno, de junio a octubre y noviembre a mayo respectivamente, el clima es más continental que oceánico, ya que las cordilleras que la rodean por el Oeste minimizan la influencia del océano Pacífico. La temperatura media anual en la reserva es de 22.6°C, con una mínima de 11.2°C en enero, en Puerto Peñasco, Son. y una máxima mensual de 38°C en agosto, en Santa Clara. En la zona de San Felipe la media anual es de 24.8°C con una media máxima mensual de 33.4°C en julio y una mínima de 16.1°C en enero. La precipitación promedio de la zona no excede los 100 mm, en la zona de San Felipe es de 40.77 mm, en Puerto de Peñasco 60.77 mm y en Santa de Clara 52.3 mm. La reserva forma parte de 3 cuencas hidrológicas: Baja California Noreste, Río Colorado y Sonora

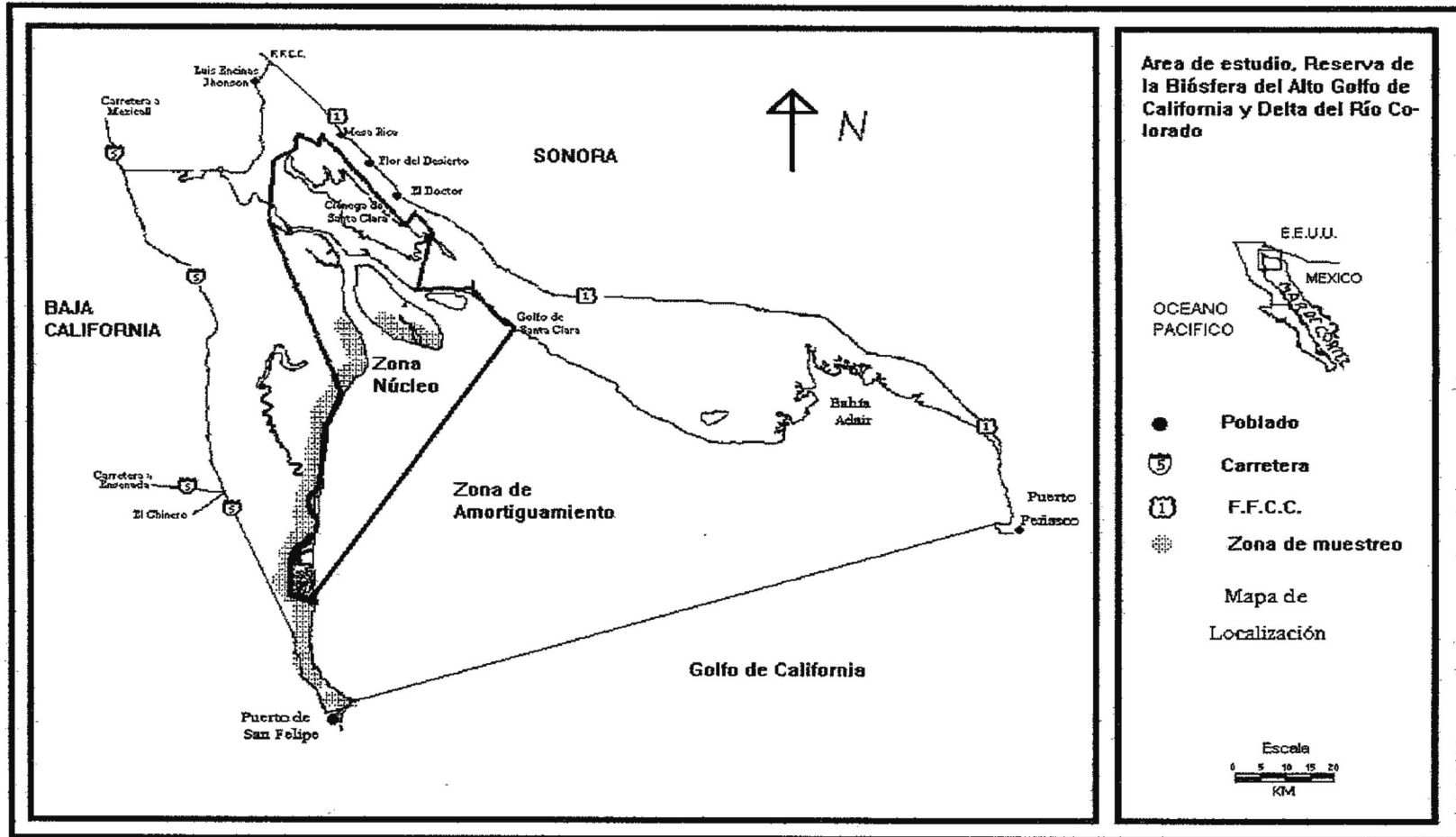


Figura 1.- Localización del área de estudio (modificado de Fermán-Almada, 1994).

Norte, todas drenan hacia el Golfo de California. La pendiente en la costa Este de la reserva raras veces supera el 2% (Fermán-Almada, 1994).

2.3. BATIMETRÍA.- El área marina presenta un fondo plano en general, con pendientes que rara vez exceden .5% de la línea de costa a los 15 m de profundidad, en el 80% de esta área dominan profundidades menores a 50 m. En la porción del delta la configuración del fondo es variable, con bajos y canales con dirección Noroeste-Sureste (Álvarez-Borrego *et al.*, 1977, citados por Fermán-Almada, 1994)

2.4. MAREAS.- Se presentan ciclos diurnos y semidiurnos, se registran intervalos de 6.95 m en San Felipe (Gutiérrez y González, 1989) y hasta cerca de 10 m en el delta del Río Colorado (Filloux, 1973, citado por Fermán-Almada, 1994). Estos desniveles, combinados con la baja pendiente provocan que la velocidad de las corrientes de marea alcance 0.21 m/seg. y 0.89 m/seg. en las costas Este y Oeste respectivamente.

2.5. SALINIDAD y OXÍGENO.- El delta ha cambiado de ser un estero positivo a uno negativo, debido a la disminución paulatina del flujo y la elevada evaporación, dado el reducido aporte de agua dulce que éste tiene, la salinidad de esta parte del Golfo es 1-2‰ superior que otras áreas en el Pacífico a la misma latitud. En

las partes bajas del río y las extensas áreas intermareales del Alto Golfo la salinidad superficial es de casi 36.5‰ en invierno y más de 38.5 ‰ en verano, el gradiente de salinidad mantiene la misma dirección, aumenta al Noroeste. El mínimo de O_2 fue de 1.33 ml O_2/l al Norte de la Isla Montague, en condiciones de verano, Los máximos fueron detectados cerca de Punta Burro en Sonora, en invierno (Martínez-Rojas, 1990).

2.6. PRODUCTIVIDAD PRIMARIA.- Esta región se caracteriza por presentar altos niveles de productividad primaria, incluyendo numerosas zonas de surgencia, una acumulación de material terrígeno aportado por el Río Colorado, y una buena zona de mezcla propiciada por el viento, las corrientes de marea y la profundidad de la zona (Barocio-León, 1991).

3. METODOLOGÍA

3.1. DE CAMPO.- Cada tres a cinco semanas, de abril de 1995 a marzo de 1996, se intentó obtener, como mínimo, 25 ejemplares de *Chione cortezi*, de diferentes tallas, las muestras fueron aleatorias. Se colectaron a mano, durante la bajamar, en la costa occidental de la zona núcleo de la reserva (Baja California). Se trasladaron en automóvil (aproximadamente seis horas), en seco, a las instalaciones de la Facultad de Ciencias Marinas, donde se les cortaron los músculos aductores y se fijaron en una solución de formol al 15% preparada con agua de mar.

3.2. DE LABORATORIO.- Para los estudios histológicos se separó la gónada y el pie del resto del tejido y la concha, se obtuvo el peso total, el peso de las partes blandas y el peso del pie, para posteriormente calcular el índice gonadosomático (Ansell, 1964b):

$$I.G. = \frac{\text{Peso de la gónada}}{\text{Peso de la víscera}} \times 100$$

El tejido se deshidrató en soluciones de alcohol preparado con agua dulce, y se transparentó con tolueno, para incluir el tejido en parafina de acuerdo con la metodología descrita por Humason (1979). Se obtuvieron cortes, mínimo dos, de entre 5 y 7 μm de la parte dorsal del tejido, con un microtomo de rotación American Optical®. Los

cortes se tiñeron con hematoxilina de Harris y fueron contrastados con eosina. Para el análisis microscópico se usó un microscopio compuesto marca Bausch & Lomb®, con lentes de 6.5, 10, 40 y 100X. En este análisis se determinaron: el sexo y la fase de desarrollo gonádico. Esta última se definió de acuerdo con la escala propuesta por Baqueiro-Cárdenas y Stuardo (1977), la cual utiliza 5 diferentes estadios: indiferenciado o reposo, gametogénesis, madurez, desove y postdesove. Esta escala o clasificación es usada comúnmente en estudios sobre venéridos y bivalvos en general (García-Domínguez et al., 1993, 1994, en *Chione californiensis* y *Megapitaria aurantiaca*; Villalejo-Fuerte et al. (1995) en *Glycymeris gigantea*; Brousseau (1981, 1982, 1987) en *Petricola pholadiformis*, *Geukensia demissa* y *Mya arenaria* respectivamente; Manzi et al. (1985) en *Mercenaria mercenaria*; Ponurovsky y Yakovlev (1992) en *Tapes phillipinarum*; Jaramillo et al. (1993) en *Chlamys amandi*). Los estadios se definen como sigue:

MACHOS

INDIFERENCIADOS.- Caracterizados por la ausencia de gametos, sin embargo es posible encontrar espermatozoides residuales en algunos túbulos. El tejido conjuntivo vesicular ocupa casi todo el espacio. Los gonoductos secundarios están abiertos y vacíos, poseen un epitelio columnar y ciliado.

GAMETOGÉNESIS.- Las células espermatogénicas comienzan a germinar en las paredes tubulares. En el interior del túbulo se observan gametos maduros, con dominancia de células germinales, que al ir madurando se almacenan en el lumen, formando bandas radiales. El tejido conjuntivo disminuye, al aumentar de tamaño los túbulos, debido al almacenaje de esperma.

MADUREZ.- Los túbulos están distendidos y llenos, con densas bandas de esperma, con las caudas apuntando al centro del lumen. Casi todo el tejido conjuntivo ha sido reemplazado por túbulos repletos de gametos.

DESOVE.- Los túbulos están parcialmente vacíos, existe un descenso notable de la cantidad de esperma en el túbulo. Éste es el único estadio donde los gonoductos secundarios permanecen abiertos y llenos de gametos.

POSTDESOVE.- Los túbulos están colapsados, existe una fagocitosis evidente sobre el esperma residual y no existe evidencia de gametogénesis.

HEMBRAS

INDIFERENCIADAS.- Este estadio está caracterizado por la ausencia de gametos. Los folículos aparecen aplanados y generalmente vacíos, aunque se pueden llegar a encontrar ovocitos residuales. Los campos están llenos de tejido conjuntivo.

GAMETOGÉNESIS.- En este estadio los ovocitos maduros que al desarrollarse estaban unidos a la pared por un pedúnculo, comienzan a separarse de las paredes foliculares, llenando el lumen. La cantidad de tejido conjuntivo disminuye proporcionalmente a la cantidad de los ovocitos maduros.

MADUREZ.- La gónada femenina aparece llena de ovocitos maduros, con folículos distendidos, al igual que en los machos, algunos de los ovocitos pueden, aún, estar pegados a la pared. La proporción de tejido conjuntivo es nula o casi inexistente.

DESOVE.- Paredes foliculares rotas, folículos vacíos, posiblemente con algunos ovocitos pegados a la pared, fagocitosis presente. El tejido conjuntivo comienza a desarrollarse entre los folículos.

POSTDESOVE.- Las paredes foliculares se han restaurado, los folículos aparecen vacíos, o con muy pocos ovocitos residuales libres en el lumen, fagocitados por amibocitos.

En otra fase del análisis microscópico se midió el eje mayor de, como mínimo, 300 ovocitos por mes, 30 ovocitos por cada una de 10 almejas, para determinar la variación del tamaño de los ovocitos con respecto al estadio gametogénico, sólo se midieron ovocitos maduros, con núcleo y nucleolo, ya que se asume que esta última estructura se encuentra en el centro del ovocito (Laruelle *et al.*, 1994), solamente se consideraron los ovocitos de hembras en los estadios de gametogénesis, madurez y desove.

3.3. DE GABINETE.- Se analizaron las variaciones en el I.G., las frecuencias de los ovocitos y los estadios, para realizar las gráficas representativas de los intervalos de confianza (al 99% [± 1.96 * error estándar]), además de determinar los parámetros estadísticos básicos (media y error estándar), en el CECUUE de la unidad Ensenada, con los programas Quattro Pro (versión 5) y Statistica for Windows (versión 4.2).

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA E ÍNDICE GONADOSOMÁTICO

La muestra se compuso de colectas mensuales que coincidieron con los periodos de mareas vivas, de abril de 1995 a marzo de 1996, el numero máximo de ejemplares analizados se alcanzó en mayo, con 43 especímenes, y el mínimo en los meses de mayo y septiembre con 27 almejas, no se colectó en el mes de enero por causas de fuerza mayor.

Se observaron diferencias texturales en las vísceras de las almejas, que indican variaciones en el estado reproductivo, lo cual se comprobó posteriormente con el análisis histológico. Por una parte en los meses de mayo y junio se encontraron organismos flácidos, como si el epitello fuera sólo una bolsa y dentro se localizaran las vísceras, como una cosa aparte, no pegada al epitello. En las muestras correspondientes a marzo y abril el pie se apreciaba muy lleno y turgente, algunas de las almejas se "rasgaron" al momento de fijarse, ya que el epitello se encontraba muy estirado. Durante los meses restantes sólo se observaron proporciones normales (pie delgado, existe espacio entre las valvas) en los especímenes de colecta.

En la figura 2 se observa que existe una variación en el valor del I.G. durante el año, de 35.4 a 48.8. Este cambio es producido por los procesos que se llevan a cabo en la gónada, a la acumulación y expulsión de gametos. En julio se alcanza en valor más bajo de I.G. (35.4), debido al periodo de reposo en el que cae la población después de la época de desove. Como se puede observar en la figura 6, durante el otoño y el invierno no existen cambios significativos en el estado promedio de las muestras, sin embargo en la figura 2 es claro que se están acumulando gametocitos en la gónada, ya que el valor del I.G. aumenta gradualmente a partir de agosto, hasta febrero, cuando comienza el desove, dando por resultado una disminución en el valor.

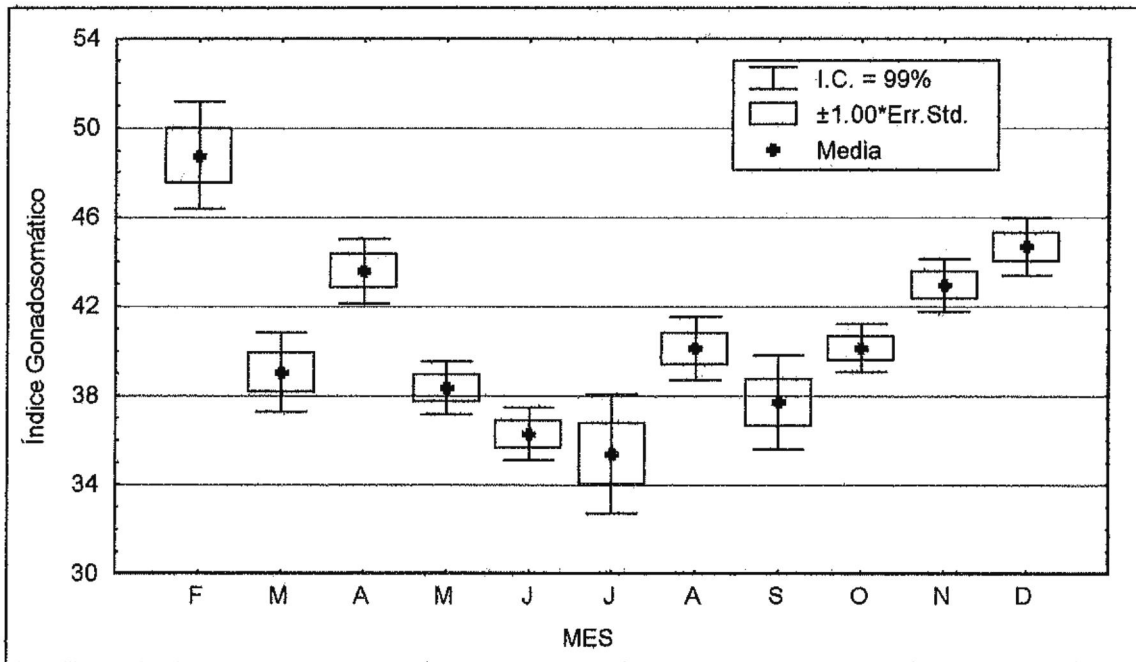


Figura 2.- Variación anual del índice gonadosomático.

4.2. DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA

La gónada se identifica, en un corte , porque está ubicada alrededor del hepatopáncreas, el cual, siempre aparece de un color rojizo oscuro, sus células son óvalos grandes, de pared muy gruesa, normalmente se les localiza en grupos dentro de la zona ocupada por este órgano. La porción gonadal esta rodeada por epitelio, fibras musculares y tejido conjuntivo. La gónada incluye el tejido conjuntivo (si lo hay), células de Leydig y los folículos (si son hembras) o los túbulos (en los machos). Si en el corte aparece la glándula digestiva y/o algún tubo digestivo, éstos están rodeados por la gónada. Las células de Leydig solamente existen en el interior de los folículos y túbulos, su crecimiento se inicia en las paredes interiores. En general sólo se les alcanza a observar la pared celular y el núcleo, son poligonales y tienden a formar cuadrados. Durante el análisis histológico solamente se encontró un espécimen con parásitos

Las hembras se distinguen por que los folículos tiene bordes redondeados, con forma cuadrada o rectangular, mientras que, en los machos, los túbulos tienen forma ovalada o elipsoidea.

Los gametos se distinguen fácilmente, siempre se encuentran dentro de los túbulos o folículos. Los ovocitos son grandes, redondos, con un núcleo basófilo, y un nu-

cleolo obscuro. Los espermatozoides tienen forma de "medias donas" o bacilos ligeramente curvados.

A continuación se describen las características de cada estadio en esta especie:

MACHOS

REPOSO.- Este estadio se caracterizó por la aparición de células de Leydig, las cuales, llenan normalmente todo el túbulo, cabe mencionar que estas células sólo se desarrollaron durante este periodo. Los túbulos estaban contraídos o colapsados, en algunos casos hubo espermatozoides residuales fagocitados, en general fue difícil encontrarlos, ya que, frecuentemente, son reabsorbidos durante el desove. El tejido conjuntivo rodeó normalmente a los túbulos, fue abundante y ocupó aproximadamente de 40 al 50% del área de la gónada (figura 3a).

GAMETOGÉNESIS.- Al comenzar la gametogénesis las células de Leydig fueron abundantes, las células germinales se observaron en la pared del túbulo y fueron observables los espermatoцитos, los cuales se iban acomodando en el centro formando bandas radiales. Estas bandas se volvieron cada vez más gruesas, y a medida que la gametogénesis avanzó las células de Leydig desaparecieron, ya que el

espacio ocupado anteriormente por ellas fue llenado con gametos. El tejido conjuntivo fue desapareciendo paulatinamente, los túbulos comenzaron a tener contacto entre sí y fueron aumentando su volumen (figura 3b).

MADUREZ.- Los espermatozoides llenaron el lumen del túbulo, se acomodaron perfectamente, en bandas bien delineadas hacia el centro del túbulo, en apariencia, es factible decir que no cabían más espermatoцитos en el lumen, aunque la espermatogénesis continuó en las paredes del túbulo. Los túbulos ocuparon casi todo el espacio de la gónada, estuvieron en contacto directo, solamente existió un 10% o menos de tejido conjuntivo en el área gonadal. Las células de Leydig estuvieron totalmente ausentes (figura 3c).

DESOVE.- Comenzaron a generarse vacíos en el lumen de los túbulos debido a la salida masiva de los espermatozoides, en la eyaculación, los espermatozoides que salieron primero fueron los del centro del lumen, agrupados en pequeños "paquetes", de esta forma, el vacío se fue haciendo más grande y la organización en bandas fue desapareciendo. Normalmente no se expulsaron todos los gametos producidos, y queda un poco de esperma residual. En este estadio la gametogénesis se detuvo

totalmente. En algunos especímenes fue posible observar los gonoductos llenos de gametos en expulsión (figura 3d).

POSTDESOVE.- En este estadio se observaron los túbulos vacíos, también se notaron vacíos en la composición del tejido, ya que la salida de los gametos fue muy rápida y la generación de tejido conjuntivo y la regeneración de los túbulos fue bastante más lenta. En esta fase se pudo observar esperma residual en la gónada y fagocitosis, localizados normalmente cerca de las paredes, los túbulos aparecieron "desgarrados". No existió gametogenia en las paredes del túbulo (figura 3e).

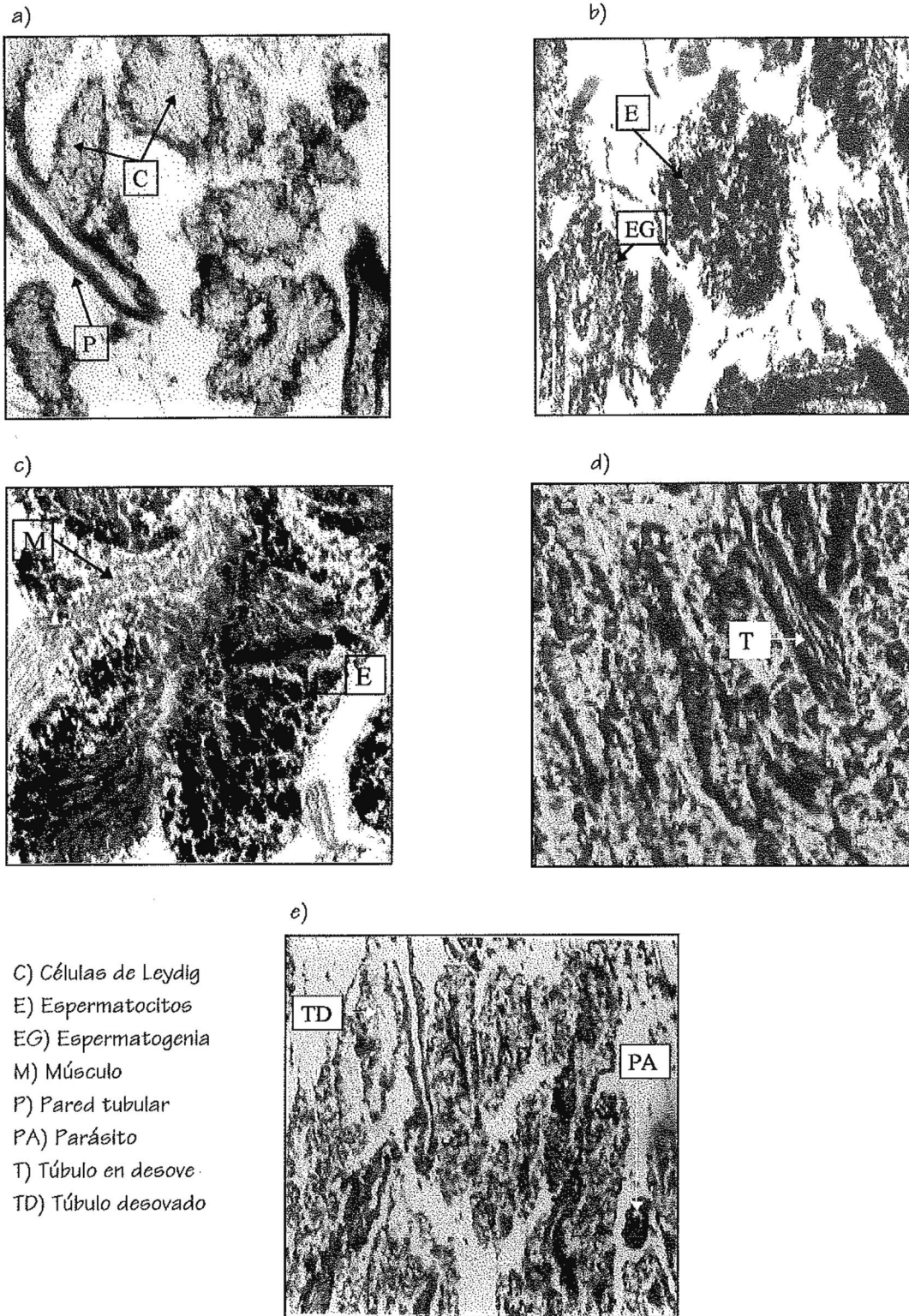


Figura 3.- Fotomicrografías de los estadios gonadales en los machos: a) reposo 10X (junio), b) gametogénesis 10X (abril), c) madurez 40X (febrero), d) desove 10X (mayo) y e) postdesove 10X (mayo).

HEMBRAS

REPOSO.- Los folículos se encontraron colapsados, con células de Leydig en el interior, las cuales, a diferencia de los machos, cubrieron sólo las paredes, se pudo observar un lumen central. El tejido conjuntivo rodeó los folículos, éstos eran pequeños y de formas normalmente redondeadas (figura 4a).

GAMETOGÉNESIS.- Se observaron las células de Leydig en las paredes del folículo, donde también fue posible observar las células germinales (ovogenia), y los ovocitos en crecimiento, los cuales estaban unidos a la pared por un pedúnculo. Al ir aumentando la cantidad de ovocitos maduros las células de Leydig fueron desapareciendo, y el espacio fue ocupado por los gametos. El tejido conjuntivo fue disminuyendo, algunos folículos comenzaron a tener contacto entre sí, incluso se "fusionan", dando lugar a folículos de gran tamaño (figura 4b).

MADUREZ.- En esta etapa la gametogenia continuó en las paredes foliculares, los ovocitos maduros ocupaban casi todo el espacio en el lumen, estaban organizados de tal forma que si las paredes foliculares se hubieran contraído no hubiera quedado espacio para un solo ovocito más. El tejido conjuntivo estuvo casi ausente. Los ovocitos maduros no fueron esféricos, sino poligonales, tuvieron núcleo y nucleolo, el

diámetro mayor (longitud) de los ovocitos maduros se encontró entre 42.7 y 58.23 μm .

La mayoría de los folículos eran de gran tamaño (figura 4c).

DESOVE.- Los folículos estaban parcialmente vacíos, algunos totalmente. No existía evidencia de gametogénesis, el tejido conjuntivo estuvo ausente. Paredes foliculares rotas. El orden que existía pareció desaparecer cuando un folículo comenzaba a desovar. Fue posible observar algunos gonoductos con ovocitos (figura 4d).

POSTDESOVE.- Los folículos aparecieron "desgarrados" al igual que los túbulos; como en los machos, existió un aparente vacío en la porción de la gónada, ya que el vacío provocado por el desove era muy grande, no existió tejido conjuntivo, y fue posible encontrar ovocitos residuales fagocitados, en reabsorción (figura 4e).

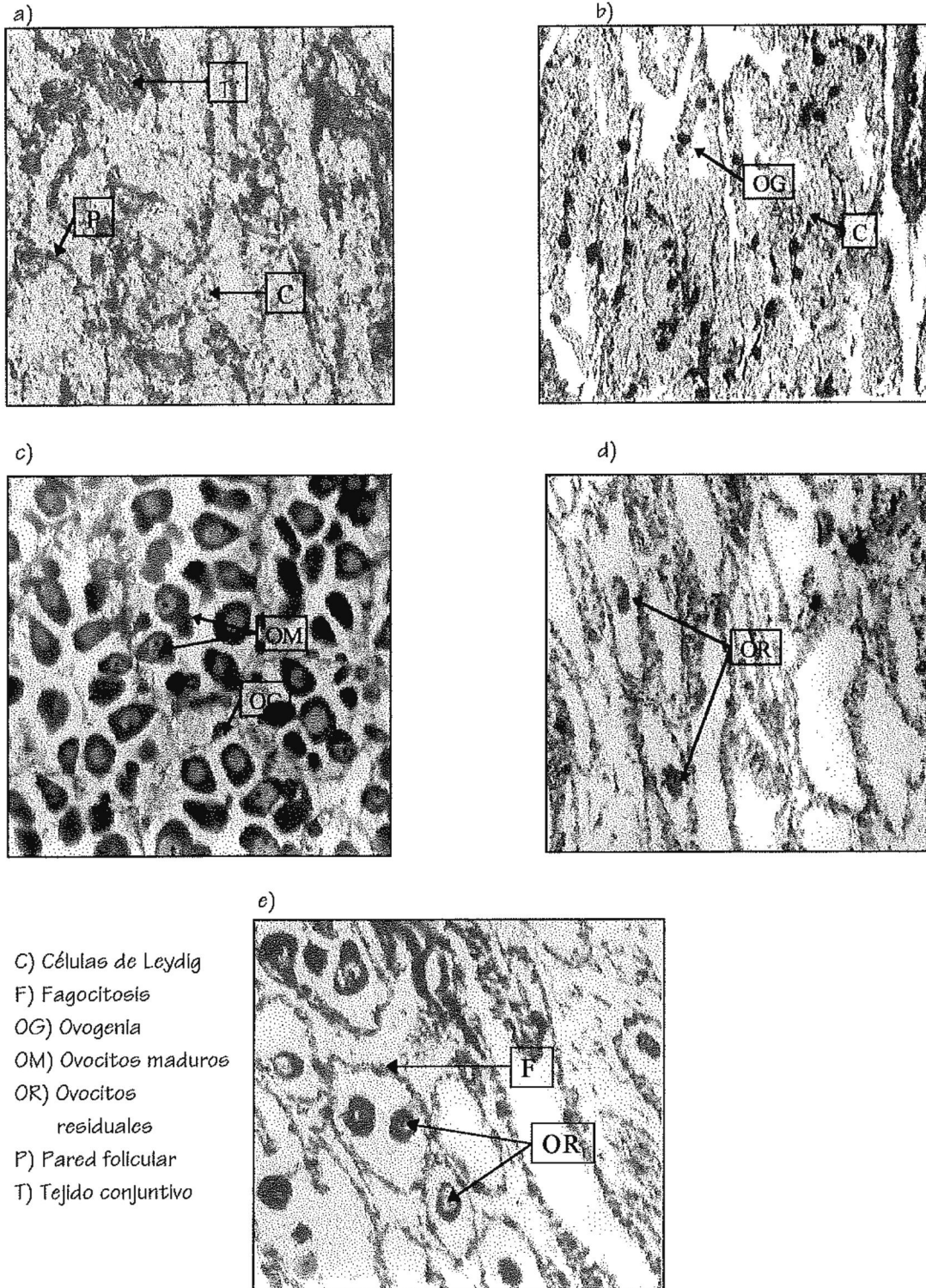


Figura 4.- Fotomicrografías de los estadios gonadales en las hembras: a) reposo 10X (octubre), b) gametogénesis 10X (septiembre), c) madurez 10X (marzo), d) desove 6.3X (abril) y e) postdesove 10X (mayo).

4.3. DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO

En el cuadro 1 se muestran las frecuencias de los estadíos por mes, con esta información se construye la figura 7, donde se interpreta que a la mitad del invierno los animales se encontraban entrando a la madurez, como se aprecia cerca del 70% de la población se encontró en gametogénesis, mientras que un 20% había avanzado hacia el estadío de madurez, la pequeña proporción de postdesovados en marzo nos da motivo para pensar en que una pequeña fracción de la población pudo haber comenzado a desovar en los finales de febrero. En marzo comenzó el desove masivo, la proporción de individuos maduros aumentó hasta un 35%, cabe mencionar que éste fue el mes con mayor porcentaje de individuos maduros, el porcentaje de desovados apareció en cerca del 50%, este porcentaje aumentó para abril, donde fue del 75%; podríamos decir que es en este mes donde se concentró la mayor cantidad de desoves, haciendo notar que no se localizaron los postdesoves correspondientes a los primeros desoves del mes de marzo.

Cuadro I.- Frecuencias de estadios por mes.

Estado / Mes	REPOSO	GAMETOGE- NESIS	MADUREZ	DESOVE	POST- DESOVE
FEBRERO	6.25	71.87	21.87		
MARZO		9.67	35.48	51.61	3.22
ABRIL		7.50	17.50	75.00	
MAYO		18.60		46.51	34.88
JUNIO	44.44	55.55			
JULIO	24.13	75.86			
AGOSTO	24.13	75.86			
SEPTIEMBRE	33.33	66.66			
OCTUBRE	10.00	90.00			
NOVIEMBRE	46.42	53.57			
DICIEMBRE		96.55	3.44		

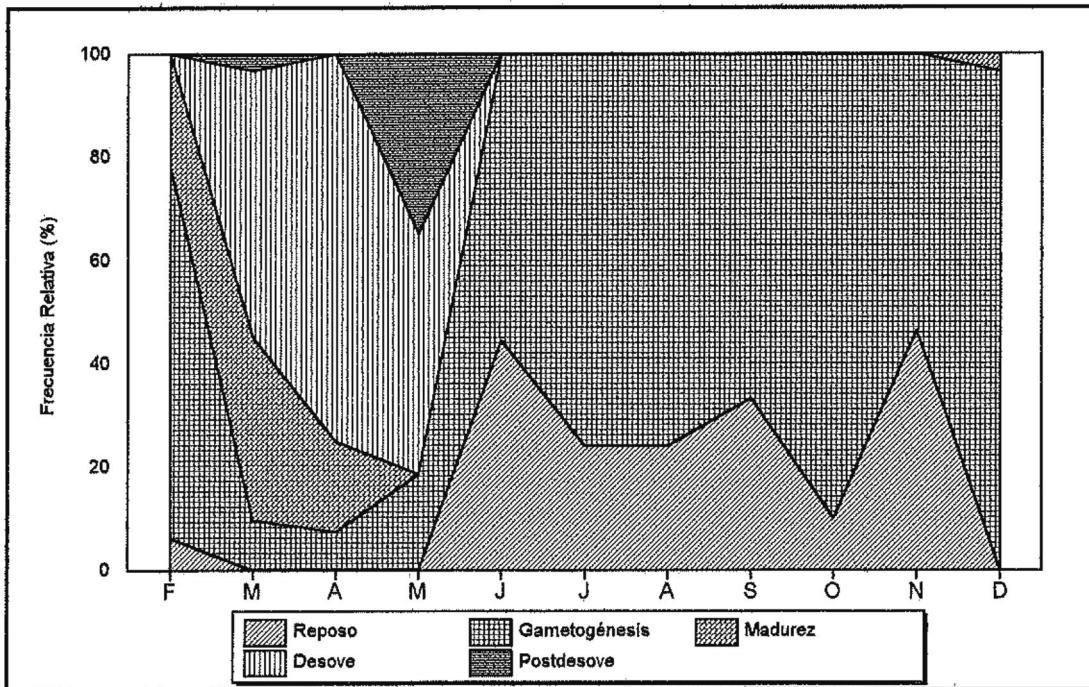


Figura 5.- Ciclo reproductivo de *Chlone cortezi*.

Para el mes de mayo el 18% de los individuos regresó al estadio de la gametogénesis, y casi la mitad de la población continuó con el desove, mientras que la fracción restante se encontró en postdesove. Para los meses de verano y otoño sólo se identificaron los estadios de reposo y gametogénesis, dominando este último, en diciembre comenzó nuevamente la maduración de las gónadas en el ciclo reproductivo.

Como se aprecia en la figura 6 existen dos grupos que difieren significativamente, el primero constituido por los meses de desove, en la primavera (marzo, abril y mayo), y otro, formado por los meses de verano, otoño, y principios del invierno, donde febrero es el mes con parámetros intermedios en los dos grupos. Cabe mencionar que en la escala de las ordenadas se usaron valores del 100 al 104 para cada uno de los estadios, conforme avanzan en el ciclo reproductivo, es decir, 100 para el reposo, 101 para la gametogénesis y así sucesivamente. En la misma figura se aprecia que el segundo grupo mencionado anteriormente posee una media que lo sitúa entre el reposo y la gametogénesis. Es claro como al finalizar el desove la población entró en un estado de reposo prolongado, y una gametogénesis también larga.

Cabe mencionar que los meses de marzo y mayo tienen errores estándar un poco grandes comparadas con la media, esto se debe a que en estos meses se presen-

tan 4 y 3 estadíos respectivamente, y en mayo estos estadíos se presentan separados; no existe la madurez entre ellos.

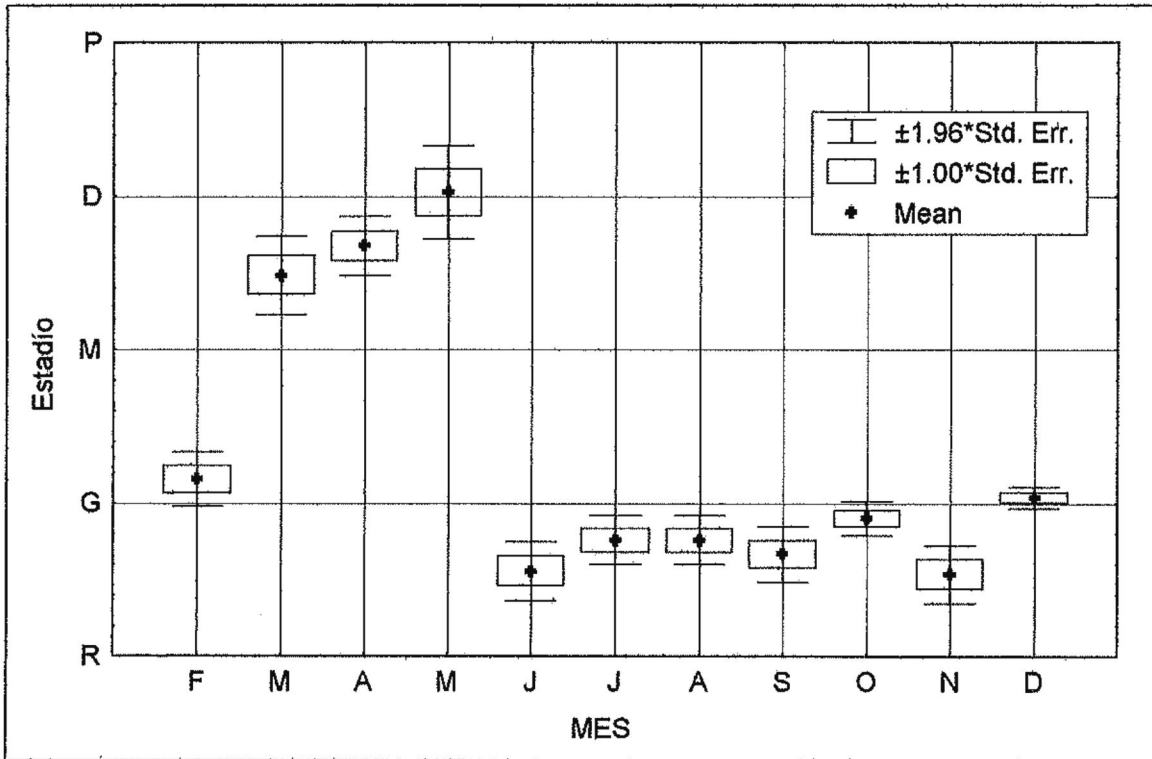


Figura 6.- Variación de los estadíos en el año.

4.4. OVOCITOS

Como se aprecia en la figura 7 existió una variación del tamaño de los ovocitos con respecto al tiempo. En abril alcanzaron el promedio mensual máximo (casi 48 μm), éste disminuyó drásticamente a un 14.5 μm en el mes de julio, inmediatamente después del periodo de desove, en el reinicio del ciclo gametogénico. Posteriormente se registró una alternación en los valores, de agosto a noviembre, finalmente se volvió a notar una tendencia al aumento del tamaño de los ovocitos, relacionado con el aumento en el estándar promedio, en la figura 6, en la comparación entre estos parámetros se encontró un factor de correlación de .89.

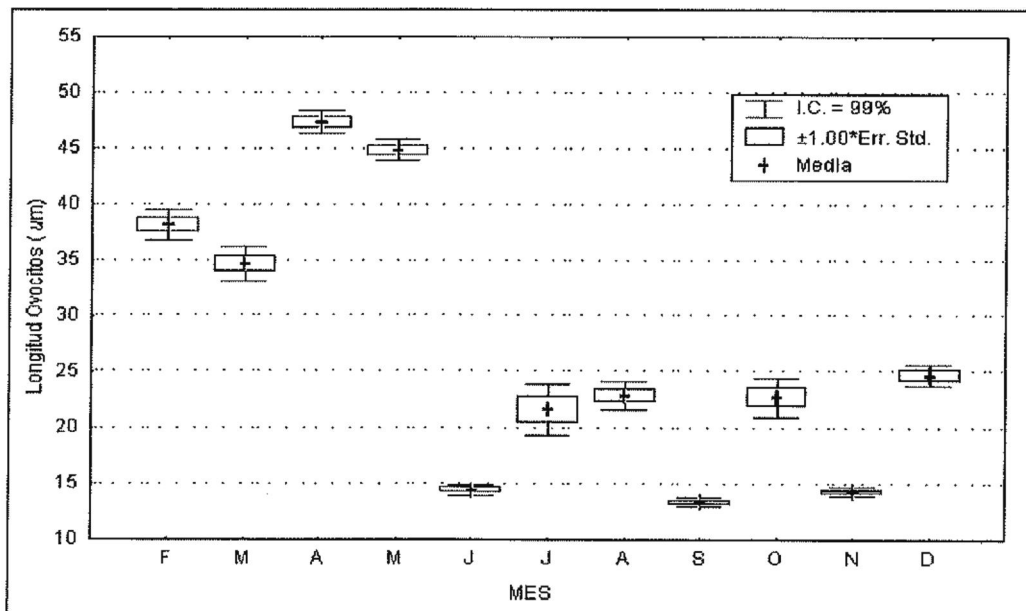


Figura 7.- Variación del tamaño de los ovocitos durante el año.

5. DISCUSIÓN

5.1. ÍNDICE GONADOSOMÁTICO

Numerosos estudios han usado el índice gonadosomático (I.G.) como estimador indirecto del desarrollo gametogénico del individuo con diferentes resultados (Villalejo-Fuerte et al., 1995; Turnberg, 1984; Laruelle et al., 1994 entre otros). En *Glycymeris gigantea* no es recomendable el uso del factor de condición, ya que Villalejo-Fuerte et al., (1995) encontraron que el patrón del factor a lo largo de año no concordó con el ciclo reproductivo, esto puede deberse a diferencias en el contenido de agua de la masa visceral o cambios en el contenido de células nutritivas (células de Leydig). En *C. cortezi* es factible usar el I.G. como un indicador indirecto del estadio gonadal, su relación es proporcional al estadio gonádico desde el reposo hasta la gametogénesis, e inversamente proporcional en el desove y el postdesove, debido a que durante el proceso gametogénico se va ganando peso, provocado por la acumulación de gametos en la gónada, con lo cual aumenta el valor del I.G., por el contrario, el valor del I.G. decrece, mientras se avanza en el ciclo, es decir, al pasar al desove y al postdesove, en el primero debido a la expulsión de los gametos, y en el segundo a la fagocitación de los gametos residuales y a la lenta recuperación de los acini y el tejido conjuntivo.

Es posible que exista alguna variación del I.G. por diferencias en las tallas de los organismos utilizados, sin embargo, éstas no se han considerado, ya que sólo una porción insignificante de las muestras no había desarrollado la gónada, por lo cual se considera que las variaciones en el I.G. son producidas por cambios en la cantidad de materia orgánica dentro del pie y no son un efecto de la edad del organismo, ya que se observa que los límites de confianza no muestran grandes variaciones (Turnberg, 1984). Laruelle *et al.* (1994) mencionan que los procesos de maduración y desove tienen un efecto mayor en las variaciones en el I. G., los cuales pueden encubrir las diferencias producidas por la diferencia de tallas. Un aumento en el valor del I. G. es acompañado por un decremento en el error estándar de la muestra y viceversa durante el periodo de aumento en el otoño e invierno, este fenómeno indica que existe una sincronización de los organismos en el periodo de maduración y que la máxima asincronía se da durante el periodo de desove y los posteriores a éste (e.g. julio, figura 2), este proceso también sucede en especies como *R. decussatus* y *R. philippinarum* (Laruelle *et al.*, 1994).

5.2. CICLO REPRODUCTIVO

El proceso de maduración gonádica en *C. cortezi* presenta los mismos procesos que otras especies del género y veneridos en general, como *C. californiensis* (García-Domínguez *et al.*, 1993; García-Domínguez y Levy-Pérez, 1994); *C. cancellata* (Moore y López, 1969, 1975); *C. undatella* (Baqueiro-Cárdenas y Massó-Rojas, 1988); *Megapitaria aurantiaca* (García-Domínguez *et al.*, 1994); *Venerupis decussata* (Breber, 1980); *Ruditapes philippinarum* (Rodríguez-Moscoso *et al.*, 1992); *R. decussatus* y *R. philippinarum* (Laruelle *et al.*, 1994); *Mercenaria mercenaria* (Eversole *et al.*, *op cit.*).

El ciclo reproductivo de *Chione cortezi* muestra, sin embargo, algunas diferencias con otras especies del mismo género, como *C. undatella* (Baqueiro-Cárdenas y Massó-Rojas, 1988); *C. californiensis* (García-Domínguez *et al.*, 1993); *C. fluctifraga* (Martínez-Córdova, 1988) y *C. cancellata* (Moore y López, 1969). *C. undatella* presenta un ciclo continuo con máximos en agosto y septiembre. En *C. cancellata* existen incluso diferencias entre los ciclos de las hembras y los machos, una fracción de los últimos se mantiene en desove a lo largo de año, mientras que las hembras presentan desoves en los periodos de enero-abril y julio-septiembre. *C. californiensis* presenta un solo periodo de desove en los meses de verano y principios del otoño, con un máximo en el mes de

agosto, cuando la temperatura es más alta. *C. cortezi*, al igual que *C. californiensis* no presenta un ciclo continuo, es decir, se detiene el desarrollo gonadal en alguna temporada. Ciclos del tipo continuo han sido reportados en *C. undatella* y *C. cancellata*, y han podido ser relacionados con la temperatura o algún otro factor (e.g. productividad primaria) (Baqueiro-Cárdenas y Massó-Rojas, 1988; Moore y López, 1975)

Por otra parte, la única especie con la que tiene cierto parecido el ciclo gameto-génico de *C. cortezi* (en la temporada de desove) es *C. fluctifraga*, la cual tiene una amplia distribución hacia el Sur, por el Golfo de California y Pacífico Central (Keen, 1971). *C. fluctifraga* presenta desoves en la primavera y principios del verano, no madura en el invierno, a diferencia de *C. cortezi*, que comienza a madurar en diciembre, cabe señalar que Rosa-Vélez y Mora-de la Torre (1995) no encontraron grandes diferencias entre estas dos especies al realizar la diferenciación genética, de hecho son casi iguales, además, ambas especies son las que conforman el subgénero *Chlonista* descrito por Keen (1971).

El proceso de maduración de la gónada pudiera estar correlacionado con la temperatura, ya que al parecer el desove se lleva a cabo cuando esta comienza a aumentar después del invierno. En la zona el clima es extremo, como se ha mencionado,

y es posible que esta especie no desove en verano debido a que sus larvas pudieran no soportar las altas temperaturas que alcanzan estas aguas (en la playa, al subir la marea aproximadamente 38°C), sin embargo, las temperaturas de la primavera parecen ser las adecuadas para el desarrollo larval, ya que oscilan al rededor de los 18-20°C, éstas se ubican en el intervalo descrito por Estrada-Reyes (1991) (19-24°C), en combinación con la baja salinidad, dados los escasos aportes del río y de las cuencas hidrológicas provocados por la época de lluvias. Salinidades de 20-25‰ han sido reportadas como óptimas para la metamorfosis larval por Robinson y Bresse (1984, citados por Rodríguez-Moscoso, *op cit*). También pudiera estar relacionada con la estacionalidad de los vientos, los cuales son más fuertes en la primavera, y provocan corrientes que coadyuvan con las de marea y son más eficientes para la dispersión de la semilla.

Chione cortezi presenta las mismas fases gonádicas que *C. californiensis* y *C. undatella*, no sucedió lo mismo con *C. cancellata*, la cual presenta solamente 4 estadios. *C. fluctifraga* presenta 5 fases de desarrollo gonadal, al igual que las otras especies del género mencionadas anteriormente. Cabe mencionar que en *C. cortezi* se presentaron las mismas fases gonádicas en los dos sexos y no se encontró evidencia morfológica de hermafroditismo, lo cual coincide con los resultados obtenidos en otras

especies del género *Chione* y la familia Veneridae, como los descritos por Eversole et al. (1980) en *Mercenaria mercenaria*; Corni et al. (1985) en *Chamelea gallina*; Breber (1980) en *Venerupis decussata* y García-Domínguez et al. (1993) en *Chione californiensis*, entre otros. El desarrollo gametogénico de *C. cortezi* es casi sincrónico, al igual que el de *Mercenaria mercenaria* (Eversole et al., 1980), este tipo de desarrollo gametogénico es característico de especies con un periodo de desove anual, sin importar que tan amplio sea éste. Aunque el desarrollo gametogénico es casi sincrónico no todos los especímenes muestreados se identificaron en el mismo estadio de julio a noviembre, en donde existieron dos estadios predominantes (gametogénesis y reposo), por lo tanto puede afirmarse que no existe un periodo de reposo sexual total como ocurre con *Ruditapes philippinarum* (Rodríguez-Moscoso et al., 1992). El desarrollo gonádico es también sincrónico entre machos y hembras, lo cual contrasta con los resultados obtenidos por Moore y López (1975), en *C. cancellata*, quienes localizaron que las hembras y los machos tienen dos periodos máximos de madurez, pero estos no coincidían en el tiempo.

Una parte de la población de *C. cortezi* comenzó nuevamente la gametogénesis inmediatamente después del desove en la primavera, sin llegar a la madurez ni al

desove, por lo cual, es posible encontrar gametocitos durante el verano y el otoño, un proceso similar ocurre en Venerupis japonica (Holland y Chew, 1974), sólo que en estas especies se registra un segundo periodo de desove en el verano, al igual que en Ruditapes philippinarum y R. decussatus, donde el desove es seguido por un rápido proceso de maduración (Laruelle et al., 1994). Eversole et al. (1980) describen una rápida regeneración del tejido gonadal en Mercenaria mercenaria, después del desove, proceso parecido al encontrado en C. cortezi, ya que, posterior al desove se reinició la gametogénesis en algunos individuos y en otros el descanso, con la producción de células de Leydig. Como se mencionó anteriormente C. cortezi tiene sincronía entre machos y hembras, lo cual difiere con lo descrito por Sastry (1979), quien indica que en algunas especies de bivalvos la espermatogénesis sucede más rápidamente que la ovogénesis. El proceso gametogénico en C. cortezi se presenta a lo largo del año, al parecer es una gametogénesis lenta, como la de Glycymeris gigantea (Villalejo-Fuerte et al., 1995), lo que contrasta con lo reportado en C. undatella por Baqueiro-Cárdenas y Massó-Rojas (1988), en esa especie la gametogénesis es rápida, aunque también se presenta a lo largo del año, al tener un ciclo reproductivo continuo.

C. cortezi presenta desoves totales, a diferencia de *Mercenaria mercenaria* (Manzi et al., 1985), esta especie comienza el desove en marzo, una porción de la gónada permanece madura, mientras que la que ha expulsado los gametos comienza nuevamente el proceso gametogénico, proceso similar al descrito por Corni et al. (1985) en *Chamelea gallina*, en el cual la gametogénesis parece ser constante, aun después del desove masivo en verano, estos hechos pueden explicar la constante gametogénesis presentada por *C. cortezi*, aún después del desove en primavera, algunos especímenes continúan la gametogénesis durante el resto del año, sin llegar a madurar durante el resto del año.

5.3. CITOLOGÍA

C. cortezi no presentó parasitismo significativo, el cual, es común en algunas de las especies del mismo género como *C. californiensis* (García-Domínguez et al., 1993) y *C. cancellata* (Moore y López, 1969), así como en algunos venéridos como el género *Dosinia* (Turnberg, 1984). En *C. cancellata*, en la población de mayor edad, la castración parasitaria afecta la proporción machos hembras, debido a que este fenómeno afecta en mayor proporción a las hembras; en los jóvenes, ataca más a machos que a hembras, también se hace mención que los parásitos prefieren infestar a los organismos más viejos en los cuales ocupan el espacio de la gónada.

En cuanto al tejido vesicular o folicular, células de Leydig, éste tiene diferentes funciones, como la de acumular material de reserva, al igual que ayudan en la fagocitosis de los gametos residuales y colaborar en la expansión de los acini en desarrollo (Eversole et al., 1980). Como se describe en los resultados, estas células aparecen durante el estadio de reposo y desaparecen gradualmente durante la continuación del ciclo gametogénico, proceso similar al que ocurre con *Tapes philippinarum* (Rodríguez-Moscoso et al., 1992). Cabe destacar que este tipo de tejido sólo se detectó dentro de los acini. Este tipo de tejido no únicamente aparece en esta

especie, sino que lo hace en otras especies del género, como C. californiensis (García-Domínguez *et al.*, 1993), e incluso en otros bivalvos, como Ruditapes philippinarum (Rodríguez-Moscoso *et al.*, 1992), Glycymeris gigantea (Villalejo-Fuerte *et al.*, 1995), Mercenaria mercenaria (Eversole *et al.*, 1980) y Chamelea gallina (Corni *et al.*, 1985) entre otros. En C. cortezi las células de Leydig llenan el lumen de los túbulos (en los machos), mientras que en las hembras sólo cubren las paredes internas, de la misma forma que lo hacen en Chamelea gallina (Corni *et al.*, 1985).

Los ovocitos de C. cortezi no presentan membrana vitelina, lo cual ha sido observado en otros bivalvos como Glycymeris gigantea (Villalejo-Fuerte *et al.*, 1995) y Ruditapes philippinarum (Rodríguez-Moscoso *et al.*, 1992).

5.4. OVOCITOS

La longitud de los ovocitos está estrechamente relacionada con el estadio promedio del mes, en las figuras 4 y 5 se puede observar como en el periodo máximo desove se encuentran también los tamaños máximos de los ovocitos, al disminuir drásticamente el estadio promedio sucede lo mismo con el diámetro de los ovocitos, debido a que los ovocitos se encuentran en gametogénesis. De la misma manera se aprecia similitud en la curva que forman los valores de los dos parámetros en los meses de julio a septiembre. En los resultados obtenidos del análisis de la longitud de los ovocitos se destaca una acumulación de gametos maduros, ya que una error estándar grande indica la presencia de varios grupos de clase en el mes y asincronía en el desarrollo gametogénico, como sucede en *T. decussatus* (Laruelle et al., 1994). En *Mercenaria mercenaria* Eversole et al. (1980) reportan que es posible usar el análisis de la longitud de los ovocitos para determinar periodos de desove y regeneración de tejido, dado que existe una fuerte correlación entre estos parámetros, esta misma inferencia es posible realizarla en *Glycymeris gigantea* (Villalejo-Fuerte et al., 1995).

5.5. MANEJO DE LA PESQUERÍA

La legislación pesquera en nuestro país establece que todos los recursos bentónicos deben de ser evaluados antes de emitir un permiso de pesca, esta situación no siempre se da, ya que en muchas ocasiones, cuando se tramita tal permiso, ya se está realizando la explotación (Baqueiro-Cárdenas *et al.*, 1994).

En base a que *C. cortezi* presenta una temporada definida de desove, que este desove es total y combinado con la gran accesibilidad y el nulo o escaso desplazamiento que tiene, la especie es muy vulnerable, lo que puede reflejarse en una sobreexplotación y destrucción de los bancos, pudiendo poner en peligro a la especie.

De acuerdo con lo antes mencionado y los criterios descritos para la aplicación de estrategias de manejo por Baqueiro-Cárdenas *et al.* (1994), considero que la pesquería de *C. cortezi* puede ser regulada mediante la imposición de una veda total en la parte más cercana a la desembocadura del Río Colorado, donde las densidades son altas, y la distribución de tallas y edades se inclina hacia los ejemplares más grandes. En la parte Sur es posible la implantación de un régimen de rotación de bancos, para lo cual es necesario realizar el estudio poblacional por localidad. Como medida complementaria puede establecerse una talla mínima de pesca, aunque ésta ya la aplican los pes-

cadores, al capturar individuos >3.5 cm, estos son individuos adultos, que en base a las observaciones realizadas en el campo cuentan con dos o tres años de edad y han desovado dos o tres veces. Esta medida la usan los pescadores, ya que los compradores disminuyen el precio si la captura es menor a esta talla, y por lo tanto no es costoso para ellos capturar las tallas menores.

Por otra parte, si se protege una población de adultos se garantiza una fuente constante de semilla que repoblará los bancos explotados. En moluscos bivalvos se ha notado que la tasa de reclutamiento es inversamente proporcional a la densidad de la población (Kristensen, 1957 citado por Baqueiro-Cárdenas, 1994), por lo cual, es muy posible que la tasa de reclutamiento en los bancos cosechados permanezca estable, e incluso se incremente, con la disminución de ejemplares adultos. La imposición de la zona de veda absoluta en el Norte se hace necesaria, ya que cada vez los pescadores llegan más al Norte, al contar con más equipo, o realizar salidas más largas, de varios días.

6. CONCLUSIONES

El ciclo reproductivo de *C. cortezi* presenta solamente un periodo de desove al año, este se ubica de marzo a mayo.

El reposo está presente casi todo el año, sólo cesa en el periodo de maduración y desove.

La gametogénesis se presenta a lo largo del año, es lenta.

Los organismos maduran a fines de febrero y principios de marzo.

La especie presenta sincronía en el desarrollo gametogénico, ésta se incrementa en el periodo de madurez y disminuye durante el periodo desove.

El índice gonadosomático es un buen indicador indirecto del estadio gonadal, siempre y cuando se tengan como mínimo datos de tres meses, para considerar en que parte del ciclo se encuentran los organismos.

7. REFERENCIAS

- Álvarez-Borrogo, S., Galindo-Bect, L.A. y Flores-Báez, B.P. (1977). Hidrología del Alto Golfo de California. Congreso Nacional de Oceanografía V, México. Citados por: Fermán-Almada, J.L. (1994). Programa de manejo integrado de la Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Tesis de Maestría Facultad de Ciencias Marinas-**Universidad Autónoma de Baja California**. Ensenada, B.C. 89 pp.
- Ansell, A.D. (1961). Reproduction, growth and mortality of *Venus striatula* (Da Costa) in Cames Bay, Hillport. **J. Mar. Biol. Assoc. U.K.** 41: 191-215.
- Ansell, A.D., Lander, K.F. Coughlan, J. y Loosmore, J.A. (1964a). Studies on the hard shell clam, *Venus mercenaria*, in British water. I Growth and reproduction in natural and experimental colonies. **J. Appl. Ecol.** 1(1): 63-82.
- Ansell, A.D., Lander, K.F. Coughlan, J. y Loosmore, J.A. (1964b). Studies on the hard shell clam, *Venus mercenaria*, in British water. II Seasonal cycle in condition and biochemical composition. **J. Appl. Ecol.** 1(1): 83-85.
- Baqueiro-Cárdenas, E. (1984). Status of the molluscan aquaculture on the Pacific coast of Mexico. **Aquaculture** 39: 83-93.
- Baqueiro-Cárdenas, E. (1989). Clam culture in Mexico: past, present and future. En: Manzi, J.J. y Castagna, M. (eds). **Clam Mariculture in North America**. Elsevier Publishers, Amsterdam. pp. 383-394.
- Baqueiro-Cárdenas, E. y Massó-Rojas, J.A. (1988). Variaciones poblacionales y reproductivas de dos poblaciones de *Chione undatella* bajo diferentes regímenes de pesca en la bahía de La Paz, B.C.S., México. **Ciencia Pesquera** (6): 51-67.
- Baqueiro-Cárdenas, E. y Stuardo, J. (1977). Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* (Sow., 1835), *M. squalida* (Sow., 1835) y *Dosinia ponderosa* (Gray, 1838) (Bivalvia: Veneridae) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Gro. México. **An. Centro Cienc. Mar y Limnol. Universidad Nacional Autónoma de México** 4(1): 161-208.
- Baqueiro-Cárdenas, E., Avilés, Q.A., Massó-Rojas, J.A., Muciño, D.M., Roger, N.P. y Vélez, B.A. (1994). **Manual de Métodos de Muestreo y Evaluación de Poblaciones de Moluscos y Otros Recursos Bentónicos**. Secretaría de Pesca-Instituto Nacional de la Pesca. 73 pp.

- Barocio-León, O.A. (1991). Producción orgánica primaria en la región del Delta del Río Colorado. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas-**Universidad Autónoma de Baja California**, Ensenada, B.C. 52 pp.
- Breber, P. (1980). Annual gonadal cycle in the carpet-shell clam *Venerupis decussata* in Venice lagoon, Italy. **Proc. Nat. Shellfish Ass.** 70: 31-35.
- Brousseau, D.J. (1981). Spawning cycle in a population of *Petricola pholadiformis* (Pelecypoda: Petricolidae) from Milford, Connecticut. **The Veliger** 24: 56-61.
- Brousseau, D.J. (1982). Gametogenesis and spawning in a population of *Geukensia demissa* (Pelecypoda: Mytilidae) from Westport, Connecticut. **The Veliger** 24: 247-251.
- Brousseau, D.J. (1987). A comparative study of the reproductive cycle of the soft-shell clam *Mya arenaria* in Long Island Sound. **J. Shellfish Res.** 6: 7-15.
- Castro-Castro, N. y Villarreal-Chávez, G. (1994). Bioecología de *Chione cortezi* en la reserva de la biósfera "Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado". En: **Simposium Internacional de Biología Marina X**. Ensenada, B.C. pp. 62.
- Corni, M.G., Farneti, M., Scarselli, E. (1985). Histomorphological aspects of the gonads of *Chamelea gallina* (Linne) (Bivalvia: Veneridae) in autum. **J. Shellfish Res.** 5(2): 73-80.
- Estrada-Reyes, M.V. (1991). Desarrollo embrionario y efecto de la temperatura en el desarrollo larval de la almeja *Chione cortezi* (Carpenter, 1964). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas-**Universidad Autónoma de Baja California**, Ensenada, B.C. 49 pp.
- Eversole. A.G., Michener. W.K. y Eldridge, P.J, (1980). Reproductive cycle of *Mercenaria mercenaria* in a South Carolina estuary. **Proc. Nat. Shellfish. Ass.** 70: 22-29.
- Ewart, J.W., Carriker, M.R., Villalaz, J.R., Gómez, J.A. y D'-Croz, L. (1988). Gametogenic development of the venerid clam *Protothaca asperrima* in the Bay of Panama. **J. Shellfish Res.** 7(1): 118.
- Félix-Pico, E.F. (1975). Aspectos de la ecología de macroinvertebrados con especial referencia al camarón en la desembocadura del Río Colorado en el Alto Golfo de California. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas-**Universidad Autónoma de Baja California**, Ensenada, B.C. 88 pp.
- Fermán-Almada, J.L. (1994). Programa de manejo integrado de la Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Tesis de

- Maestría Facultad de Ciencias Marinas-**Universidad Autónoma de Baja California**, Ensenada, B.C. 89 pp.
- Filloux, J.H. (1973). Tidal patterns and energy balance in the Gulf of California. *Nature* 273(5404): 217-221. Citado por: Fermán-Almada, J.L. (1994). Programa de manejo integrado de la Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Tesis de Maestría Facultad de Ciencias Marinas-**Universidad Autónoma de Baja California**, Ensenada, B.C. 89 pp.
- García-Cubas, A., Castillo-Rodríguez, Z.G., Álvarez-Herrera, A. y Muñoz-Chagín, R. (1987). Moluscos comestibles en las costas de México. **Reunión Nacional de Malacología y Conquiología III**. pp. 429-426.
- García-Domínguez, F. y Levy-Pérez, A. (1994). Ciclo reproductor de la almeja roñosa, *Chione californiensis* (Broderip, 1835) (Veneridae) en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. **Rev. de Inv. Cient.** 5(2): 37-41.
- García-Domínguez, F., García-Gasca, S.A. y Castro-Ortíz, J.L. (1994). Spawning cycle of the red clam *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby, 1831) (Veneridae) at Isla Espiritu Santo, Baja California Sur, Mexico. **J. Shellfish Res.** 13(2): 417-423.
- García-Domínguez, F., García-Melgar, G. y González, R.P. (1993). Ciclo reproductivo de la almeja roñosa *Chione californiensis* en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. **Cienc. Mar.** 19(1):15-28.
- Garza-Aguirre, M.C. y Bückle-Ramírez, L.F. (1989). Ciclo reproductivo del mejillón *Modiolus capax* en la Bahía de los Ángeles, B.C., México. **An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Universidad Nacional Autónoma de México** 16(1):157-170.
- Gutiérrez, G. y González, J.I. (1989). Predicciones de mareas de 1990; Estaciones mareográficas de CICESE. Informe técnico OC-89-01, **CICESE**, Ensenada, B.C.
- Heffernan, P.B., Walker, R.L. y Carr, J.L. (1988). The reproductive cycle of the hard shell clam *Mercenaria mercenaria*, in Wassaw Sound, Georgia. **J. Shellfish Res.** 7(1): 208-209.
- Holland, D.A. y Chew, K.K.(1974). Reproductive cycle of the Manila clam (*Venerupis japonica*), from Hood canal, Washington. **Proc. Nat. Shellfish Ass.** (64): 53-58.
- Howard, M.F., Hendec, J., Holmes, P., Mueller, G.J. y Paul, A.J. (1980). Examination of a reproductive cycle of *Protothaca staminea* using histology wet weight-dry weight ratios and condition indices. **The Veliger** 22(2): 182-187.
- Humason, G.L. (1979). **Animal Tissue Techniques**. W.H. Freeman and Co., San Francisco. 661 pp.

- Jaramillo, R., Winter, Valencia, J. y Rivera, A. (1993). Gametogenic cycle of the Chiloe scallop (*Chlamys amandi*). **J. Shellfish Res.** 12: 59-64.
- Jones, C.C. (1979). Anatomy of *Chione cancellata* and some other chionines (Bivalvia: Veneridae). **Malacologia** 19:157-199.
- Keen, A.M. (1971). **Sea Shells of Tropical West America**. 2nd edition. Stanford University Press. Stanford, Ca. 1064 pp.
- Kristensen, I. (1957). Differences in density and growth in cockle population in the Dutch Wadden sea. *Archs., Neerk. Zool.* 12:351-453. Citado por Baqueiro-Cárdenas, E., Avilés, Q.A., Massó-Rojas, R.J., Muciño, D.M., Roger, N.P. y Vélez, B.A. (1994). **Manual de Métodos de Muestreo y Evaluación de Poblaciones de Moluscos y Otros Recursos Bentónicos**. Secretaría de Pesca-Instituto Nacional de la Pesca. 73 pp.
- Laruelle, F., Guillou, J. y Paulet, Y.M. (1994). Reproductive pattern of the clams *Ruditapes decussatus* and *R. philippinarum* on intertidal flats in Brittany. **J. Mar. Biol. Assoc. U.K.** 74(2): 351-366.
- Mackie, G.L. (1984). Reproduction bivalves. En: Tompa, A.S., Verdonk, N.H. y Vanden Biggelaar, J.A. (eds). **The Mollusca**. Academic Press. Orlando Florida. pp. 351-402.
- Mann, R. (1979). The effect of temperature on growth, Physiology, and gametogenesis in the Manila clam *Tapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850). **J. Exp. Mar Biol. Ecol.** 38(2): 121-133.
- Manzi, J.J., Bobo, M.Y. y Burrell, V.G. (1985). Gametogenesis in a population of the hard clam, *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus), in North Santee Bay, South Carolina. **The Veliger** 28: 186-194.
- Martínez-Córdova, L.R. (1988). Bioecología de la almeja negra *Chione fluctifraga*. **Rev. Biol. Trop.** 36 (2A): 213-219.
- Martínez-Rojas, M.K. (1990). Distribución espacial y registros circadianos de temperatura, salinidad y oxígeno en el Delta del Río Colorado. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas-**Universidad Autónoma de Baja California**, Ensenada, B.C. 69 pp.
- Mascorro-Segura, R.J. (1994). Variación de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en dos localidades del Alto Golfo de California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas-**Universidad Autónoma de Baja California**, Ensenada, B.C. 31 pp.

- Massó-Rojas, J.A. (1989). Situación actual del recurso pesquero almeja-caracol del Pacífico. En: Secretaria de Pesca-Instituto Nacional de la Pesca. **Los Recursos Pesqueros del País**. pp. 211-220.
- Moore, H.B y López, N. (1969). The ecology of *Chione cancellata*. **Bull. Mar. Sci.** 19: 131-148.
- Moore, H.B y López, N. (1975). An additional study of the ecology of *Chione cancellata*. Short papers. **Bull. Mar. Sci.** 25(1): 126-130.
- Pizarro, J.F. y Cruz, R.A. (1987). Ciclo reproductivo de la almeja *Protothaca grata* (Bivalvia: Veneridae). **Brenesia** 27: 23-34.
- Ponurovsky, S.K. y Yakovlev, Y.M. (1992). The reproductive biology of the Japanese littleneck, *Tapes philipinarum* (A. Adams and Reeve, 1850) (Bivalvia: Veneridae). **J. Shellfish Res.** 11: 265-267.
- Robinson, A.M. y Breese, W.P. (1984). Gonadal development and hatchery rearing techniques for the Manila clam *Tapes philipinarum* (Adams and Reeve). **J. Shellfish Res.** 4(2): 161-163. Citados por: Rodríguez-MoscOSO, E., Pazo, J.P., García, A. y Fernández-Cortés, F. (1992). Reproductive cycle of Manila clam, *Ruditapes philipinarum* (Adams and Reeve 1850) in Ria of Vigo (NW Spain). **Sci. Mar.** 56(1): 61-67.
- Rodríguez-MoscOSO, E., Pazo, J.P., García, A. y Fernández-Cortés, F. (1992). Reproductive cycle of Manila clam, *Ruditapes philipinarum* (Adams and Reeve 1850) in Ria of Vigo (NW Spain). **Sci. Mar.** 56(1): 61-67.
- Rosa-Vélez, J.D. y Mora-de la Torre (1995). Genetic differentiation between the clams *Chione fluctifraga* and the endemic *Chione cortezi* from the Gulf of California. En: Guerra, A., Rolán, E. y Rocha, F. (1995) (eds). **Twelfth International Malacological Congress**. Vigo, España 537 pp.
- Sastry, A.N. (1979). Pelecypoda (excluding Ostreidae). En: Giese, A.C. y Pierce, J.S. (eds.). **Reproduction in Marine Invertebrates**. Academic Press. New York.
- Turnberg, B. (1984). Population ecology of *Dosinia exoleta* (L.) (Bivalvia) in Raunefjorden, Western Norway. **Sarsia** 69(3-4): 159-168.
- Villalejo-Fuerte, M., García-Domínguez, F. y Ochoa-Báez, I. (1995). Reproductive cycle of *Glycymeris gigantea* in Bahía Concepción, B.C.S., México. **The Veliger** 38(2): 138-144.
- Villarreal-Chávez, G. y Castro-Castro, N. (1994). ¿ Es posible mantener la pesquería de *Chione cortezi*? En: **Simposium Internacional de Biología Marina X**. Ensenada, B.C. p. 87.

ESTE TRABAJO SE LLEVÓ A CABO BAJO EL
AUSPICIO DEL PROYECTO "ESTUDIO POBLACIONAL DE
Chione cortezi EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA "ALTO
GOLFO DE CALIFORNIA Y DELTA DEL RÍO COLORADO",
PATROCINADO POR CONACYT CON EL NÚMERO 431100-
52595 PB.