



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

DEPARTAMENTO DE PESQUERIAS Y BIOLOGIA MARINA

**ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE  
*Dosinia ponderosa*, Gray 1838 (Bivalvia:  
Veneridae) EN PUNTA ARENA, BAHIA  
CONCEPCION, B.C.S.**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON  
ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS PRESENTA:

BIOL. JOSE FERNANDO **ARREOLA** HERNANDEZ

**DIRECTOR DE LA TESIS:**  
M. EN C. FEDERICO **ANDRÉS** GARCIA DOMINGUEZ

LA PAZ, B.C.S., 1997

<b>INDICE .....</b>	<b>i</b>
<b>INDICE DE FOTOS .....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>12</b>
<b>3. JUSTIFICACION .....</b>	<b>14</b>
<b>4. OBJETIVO .....</b>	<b>15</b>
<b>5. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>16</b>
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>6.1. Proporción sexual, frecuencia de tallas y de peso.....</b>	<b>26</b>
<b>6.2. Caracterización histológica de las gónadas .....</b>	<b>29</b>
<b>6.2.1. Hembras .....</b>	<b>29</b>
<b>6.2.2. Machos .....</b>	<b>36</b>
<b>6.3. Ciclo gametogénico .....</b>	<b>40</b>
<b>6.4. Diámetro promedio mensual de los ovocitos .....</b>	<b>41</b>
<b>6.5. Índice gonádico .....</b>	<b>45</b>
<b>6.6. Índice gonadosomático .....</b>	<b>46</b>
<b>6.7. Índice de condición .....</b>	<b>47</b>
<b>6.8. Índice de peso .....</b>	<b>49</b>
<b>6.9. Relación del ciclo gametogénico con: .....</b>	<b>50</b>
<b>6.9.1. Temperatura .....</b>	<b>50</b>
<b>6.9.2. Fotoperíodo .....</b>	<b>52</b>
<b>6.9.3. Clorofila .....</b>	<b>53</b>

<b>7. ANALISIS .....</b>	<b>55</b>
<b>7.1. Proporción sexual .....</b>	<b>55</b>
<b>7.2. Ciclo gametogénico, Índice gonádico, índice gonadosomático y         diámetro promedio mensual de los ovocitos .....</b>	<b>56</b>
<b>7.3. Índice de condición e Índice de peso .....</b>	<b>59</b>
<b>7.4. Relación del ciclo gametogénico con temperatura, Fotoperíodo y         Clorofila .....</b>	<b>60</b>
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>9. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>10. SUGERENCIAS PARA NUEVOS TRABAJOS .....</b>	<b>67</b>
<b>II. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>68</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>82</b>

# INDICE DE FOTOS

FOTO No. 1. Concha de <i>Dosinia ponderosa</i> , vista externa .....	8
FOTO No. 2. Concha de <i>D. ponderosa</i> , vista interna .....	8
FOTO No. 3. Microfotografía 16X, fase de desarrollo en hembras .....	32
FOTO No. 4. Microfotografía 16X, fase de madurez en hembras .....	32
FOTO No. 5. Microfotografía 16X, fase de desove en hembras .....	32
FOTO No. 6. Microfotografía 16X, fase de posdesove en hembras .....	32
FOTO No. 7. Microfotografía 40X, ovocitos, fase de desarrollo en hembras .....	34
FOTO No. 8. Microfotografía 40X, ovocitos, fase de madurez en hembras .....	34
FOTO No. 9. Microfotografía 16X, fase de desarrollo en machos .....	38
FOTO No. 10. Microfotografía 16X, fase de madurez en machos .....	38
FOTO No. 11. Microfotografía 16X, fase de desove en machos .....	38
FOTO No. 12. Microfotografía 16X, fase de posdesove en machos .....	38

# INDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1. Captura de almejas por Estado, en México durante 1992 .....	2
FIGURA No. 2. Mapa de localización del área de estudio, Bahía Concepción ...	17
FIGURA No. 3. Medidas morfométricas de <i>D. ponderosa</i> .....	19
FIGURA No. 4. Histograma de proporción de sexos en <i>D. ponderosa</i> .....	26
FIGURA No. 5. Histograma de frecuencia de tallas de <i>D. ponderosa</i> .....	27
FIGURA No. 6. Relación peso-longitud en <i>D. ponderosa</i> .....	28
FIGURA No. 7. Frecuencias de estados de desarrollo gonádico .....	41
FIGURA No. 8. Diámetro promedio mensual de ovocitos en <i>D. ponderosa</i> .....	42
FIGURA No. 9. Frecuencia de diámetro mensual de ovocitos en <i>D. ponderosa</i> .	43
FIGURA No. 10. Relación entre el diámetro mensual de los ovocitos y la frecuencia de madurez de <i>D. ponderosa</i> .....	44
FIGURA No. 11. Relación entre el Índice gonádico y el desove .....	45
FIGURA No. 12. Relación del índice gonadssomático y la frecuencia de desove en <i>D. ponderosa</i> .....	46
FIGURA No. 13. Relación entre el índice de condición y la frecuencia de desove en <i>D. ponderosa</i> .....	47

<b>FIGURA No. 14. Relación entre el índice gonadosomático y el índice de condición en <i>D. ponderosa</i> .....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA No. 15. Relación entre el índice de peso y el índice de condición en <i>D. ponderosa</i> .....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA No. 16. Relación entre la frecuencia de desove de <i>D. ponderosa</i> y la temperatura en Bahía Concepción .....</b>	<b>51</b>
<b>FIGURA No. 17. Relación entre la frecuencia de desove de <i>D. ponderosa</i> y el fotoperíodo en Bahía Concepción .....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA No. 18. Relación entre la frecuencia de desove de <i>D. ponderosa</i> y la concentración de clorofila en Bahía Concepción .....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA No. 19. Relación entre la frecuencia de madurez de <i>D. ponderosa</i> y la concentración de clorofila en Bahía Concepción .....</b>	<b>* 54</b>

# INDICE DE TABLAS

TABLA No. 1. Factores ambientales (temperatura, fotoperíodo, concentración de clorofila) registrados en Bahía Concepción en 1993-1994 ..... 82

TABLA No. 2. Frecuencias de desarrollo gonádico en *D. ponderosa* ..... 83

TABLA No. 3. Valores mensuales del índice gonádico, índice gonadosomático, índice de condición e índice de peso en *D. ponderosa*.....84

TABLA No. 4. Valores de las pruebas de rangos de Spearman ..... 85

## **GLOSARIO**

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

**CICLO GAMETOGENICO.** Eventos repetitivos dentro de las gónadas que conducen a la formación de gametos.

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

**ESPERMATOCITO.** Célula germinal de estirpe masculina en vías de maduración.

**ESPERMATOGENESIS.** Proceso biológico mediante el cual se producen espermatozoides en las gónadas masculinas de los organismos.

**ESPERMATOGONIA.** Célula germinal masculina, diploide que se multiplica activamente por mitosis en la zona germinativa de los túbulos.

**ESPERMATOZOIDE.** Gameto masculino maduro caracterizado por su movilidad.

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

**FOLICULO.** Conductos con una sola abertura donde se desarrollan los gametos.

**FOTOPERIODO.** Período relativo de luz y obscuridad (horas/luz) a que está sometido un organismo.

**GAMETO.** Célula sexual reproductora que se fusiona con otra para dar origen a un organismo.

**GONADA.** Organo en el que tiene lugar el desarrollo de las células reproductoras.

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

**HERMAFRODITISMO.** Tipo de sexualidad propio de las especies cuyos componentes (individuos hermafroditas) producen simultáneamente gametos masculinos y gametos femeninos.

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

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

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

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

**LUMEN.** La cavidad de la parte tubular de un órgano.

**MODA.** En un conjunto de datos estadísticos, el que posee mayor frecuencia.

**OVOCITO.** Célula sexual femenina en fase de crecimiento y que experimenta la meiosis.

**OVOGENESIS.** Proceso biológico mediante el cual los gametos femeninos pasan por las etapas de multiplicación y maduración hasta transformarse en óvulos.

**OVOGONIA.** Nombre que recibe la célula sexual femenina diploide, que todavía no ha iniciado su crecimiento.

**OVULO.** Célula sexual femenina madura.

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

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

**SOBREEXPLOTACION.** Extracción deliberada de alguna especie animal o vegetal por arriba del límite impuesto por la tasa de reclutamiento, y que por consecuencia puede poner en riesgo el equilibrio natural de la especie.

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

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

# RESUMEN

*Dosinia ponderosa* conocida localmente como “almeja blanca” constituye actualmente un recurso artesanal en las costas de Baja California Sur, en este trabajo se estudia el ciclo gametogénico por medio de técnicas histológicas usuales, el índice gonádico, el índice gonadosomático y diámetro promedio mensual de los ovocitos, se relacionaron con la condición del organismo y con algunos parámetros ambientales como la temperatura del agua, el fotoperíodo y la cantidad de clorofila. La colecta de los ejemplares se realizó en Punta Arena, Bahía Concepción, Baja California Sur, de noviembre de 1993 a diciembre de 1994. Se obtuvieron un total de 317 organismos, con un promedio de 22 ejemplares por mes. Se registró la temperatura del agua en el momento de la colecta, para calcular la duración del fotoperíodo se utilizó el almanaque de la Marina Nacional y los datos de cantidad de clorofila fueron proporcionados por el CIBNOR-NOAA. El ciclo gonádico se caracterizó en cuatro estados: Desarrollo, Madurez, Desove y Postdesove, estas etapas fueron determinadas tanto para las hembras como para los machos, no se encontró ningún organismo indiferenciado, ni hermafrodita. La temperatura del agua durante el tiempo del estudio varió entre los 18<sup>o</sup> C y 31<sup>o</sup> C, la duración del fotoperíodo entre los 699 y 879 minutos/día y la concentración de clorofila entre 0.217 y 3.919 mg/m<sup>3</sup>. La longitud de los ejemplares fluctuó entre los 6.0 y los 11.9 cm. Las observaciones de la técnica histológica mostraron que la reproducción fue continua durante todo el año, con un período máximo de desove durante los meses de julio a octubre, así mismo la gametogénesis se presentó a lo largo de todo el año. Los valores del índice gonádico confirmaron la determinación histológica y el diámetro promedio mensual de los ovocitos mostró los mayores valores en los meses de mayor porcentaje de individuos en madurez (marzo y abril). Se observó una relación entre el desove y la temperatura ya que los porcentajes más altos de organismos en desove se presentaron en los meses cálidos (julio a octubre de 1994). No se observó una relación clara con los otros parámetros ambientales confrontados (duración del fotoperíodo y cantidad de clorofila). El índice gonadosomático muestra su valor más alto en enero y el más bajo en agosto, lo que no muestra una relación clara con la madurez o el desove, por lo que no se recomienda su uso para determinar el evento reproductivo de esta especie.

# 1. INTRODUCCION

## 1 . 1- GENERALIDADES

Los moluscos son el grupo de invertebrados marinos mejor estudiados en la actualidad, su diversidad se manifiesta en un número total comprendido entre 65,000 y 100,000 especies que habitan las aguas marinas, la tierra y las aguas continentales. Se conocen cerca de 20,000 especies de gasterópodos y 10,000 de bivalvos (Brusca, 1980; Holguín-Quiñones y González-Pedraza, 1994). Se han descrito cerca de 3,000 especies de moluscos para la provincia Panámica (Briggs, 1974).

Los moluscos son organismos susceptibles de ser cultivados. Gasterópodos como el abulón y algunas especies de cefalópodos como algunos pulpos se pueden cultivar cuando se conoce su biología y ecología: en el cultivo de bivalvos, destacan por su grado de avance: la ostricultura, la miticultura y la perlicultura. A nivel mundial resaltan por su interés miembros de las familias Ostreidae, Veneridae, Pectinidae y Mytilidae que son conocidos comúnmente como ostiones, almejas y mejillones (Monteforte, 1990; Monteforte y Cariño, 1992; Sevilla, 1993).

En México, las estadísticas pesqueras consideran como almejas a la mayoría de los bivalvos con excepción de los ostiones y mejillones (Familias Ostreidae y Mytilidae).

En la República Mexicana el Estado que captura la mayor cantidad de almejas es Baja California Sur, que en 1992, según estadísticas pesqueras, tuvo una producción de

8,626 ton, lo que representa casi el 67 % de la producción total en el litoral del Pacífico y el 75 % de la captura nacional de almeja que en ese año fue de 12,716 ton. Otros estados productores de almeja son: Baja California (1,505 ton), Sinaloa (1,147 ton), Sonora (62 ton), Campeche (204 ton), Tabasco (53 ton), Veracruz (1,077 ton), Guerrero (25 ton) y el resto de los estados que en conjunto producen menos de 10 ton (Anónimo 1992) (Fig. 1).

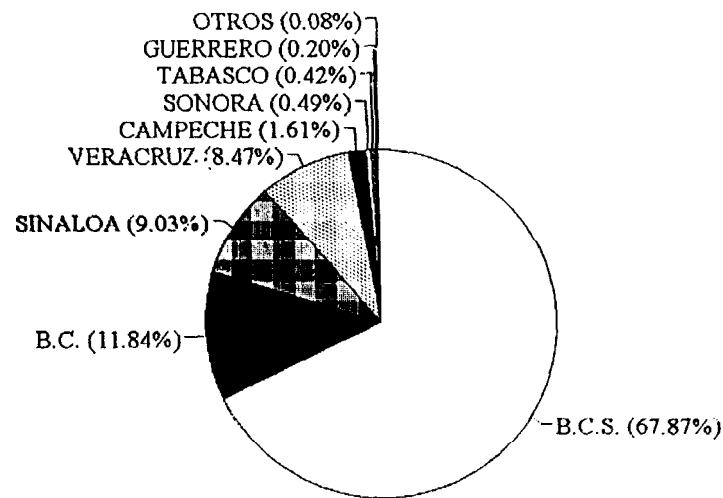


Figura 1. Captura de almejas por estado, en México durante 1992.

Dentro de la captura nacional de ese año, el grupo de especies conocido como “almejas” ocupó el segundo lugar, solo después del grupo de los “ostiones”, aunque en Baja California Sur, el recurso más importante es la almeja. En este estado se explotan varias especies de bivalvos, que pertenecen a varias familias: entre los

Veneridae, destacan la almeja pismo (*Tivela stultorum*), la almeja chocolata negra (*Megapitaria squalida*), la almeja chocolata roja (*M. aurantiaca*), la almeja blanca (*Dosinia ponderosa*), la almeja roñosa de risco (*Periglypta multicostata*), y tres especies de almeja roñosa (*Chione undatella*, *C. gnidia* y *C. californiensis*); dentro de la familia Pectinidae, en la zona se aprovechan la almeja catarina (*Argopecten ventricosus*) y la mano de león (*Lyropecten subnodosus*); de los Pinnidae, el callo de hacha (*Pinna rugosa*); entre los Ostreidae, el ostión de roca (*Striostrea prismatica*) y el ostión de mangle (*Saccostrea palmula*); de los Arcidae, la pata de mula (*Anadara tuberculosa*); de los Glycymerididae, la almeja indio (*Glycymeris gigantea*); de los Spondylidae, la almeja burra (*Spondylus calcifer*) y la viejita (*S. princeps*) y de los Cardiidae, la almeja botijona (*Laevicardium elatum*) (Holguín-Quiñones, 1976; Baqueiro et al., 1982a; Baqueiro y Guajardo, 1984).

Existen también otras especies de bivalvos que en décadas pasadas tuvieron gran importancia económica pero que fueron objeto de una pesquería sin regulación, tales como la almeja voladora, *Pecten vogdesi* (Pectinidae); la madreperla, *Pinctada mazatlanica* y la concha nácar *Pteria sterna* (Pteriidae). Por otro lado hay especies que presentan importancia potencial, como la almeja navaja, *Tagelus californianus* (Solercutidae); la almeja cofre, *Arca pacifica* (Arcidae); la almeja violín, *Cardita affinis* (Cardidae) y el ostión negro, *Hyotissa fisheri* (Gryphaeidae) (Baqueiro, 1989).

La sobreexplotación de especies de alto valor comercial es en parte resultado de la gran demanda que tienen y de que solo se cuenta con estudios aislados de algunas

especies, por lo que resulta difícil establecer programas conducentes al manejo racional de los mismos. Entre los estudios realizados revisten especial importancia los que se refieren a la reproducción, pues permiten comprender la dinámica de las poblaciones y aportan información que puede ser empleada para la toma de decisiones por parte del sector oficial. Para el estudio de la reproducción en moluscos, un examen histológico del tejido reproductor es el método más confiable para determinar los cambios gonádicos estacionales (Brousseau, 1987; Jaramillo et al., 1993).

El estudio histológico del ciclo reproductivo, además de que permite determinar la frecuencia y duración del desove en una población natural (Sastry, 1961, 1963, Posgay y Norman, 1958; Galtsoff, 1964; Brousseau, 1982; García-Domínguez, 1991; García-Domínguez et al., 1994 a; Villalejo-Fuerte et al., 1995; 1996a) proporciona información adicional en el conocimiento del grado de infección por tremátodos parásitos, ya que los tremátodos digéneos parasitan casi todas las especies de bivalvos conocidas (Cheng, 1967, 1982), estos parásitos pueden causar castración o falta de desarrollo gonadal al infectar los órganos reproductivos.

En las costas del Pacífico de México se han estudiado los ciclos reproductivos de varias especies, en Baja California Sur destacan los trabajos sobre *Pinctada mazatlanica* (Sevilla, 1969; Saucedo, 1995; García-Domínguez et al., 1996), *Pinna rugosa* (Noguera y Gómez-Aguirre, 1972), *Argopecten circularis* (Baqueiro et al., 1981; Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993; Félix-Pico, 1993), *Anadara tuberculosa* (Baqueiro et al., 1982b), *Modiolus capax* (Ochoa-Báez, 1985), *Chione undatella*

(Baqueiro y Masso, 1988), *C. fluctifraga* (Martínez-Córdova, 1988), *C. cortezi* (Benet, 1996), *C. californiensis* (García-Domínguez, 1991 ;García-Domínguez et al., 1991; García-Domínguez et al., 1993; García-Domínguez et al., 1994; García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995), *Megapitaria squalida* (Villalejo-Fuerte et al., 1996b), *M. aurantiaca* (García-Domínguez et al., 1994) y *Glycymeris gigantea* (Villalejo-Fuerte et al., 1995).

En Bahía Concepción se ha efectuado estudios sobre la reproducción de varios moluscos, como el caracol chino *Hexaplex erythrostomus* (Baqueiro et al., 1983) y de los bivalvos *G. gigantea* (Villalejo-Fuerte et al., 1995), *A. circularis* (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993), *Laevicardium elatum* (Villalejo-Fuerte et al., 1996a), *M. squalida* (Villalejo-Fuerte et al., 1996b), *Cardita affinis* y *Arca pacifica* (Gorrostieta-Hurtado, 1997).

La almeja blanca (*Dosinia ponderosa*) solo ha sido registrada en Bahía Concepción como fauna acompañante de *Argopecten circularis* (Villalejo-Fuerte, 1993).

Esta especie se distribuye desde la Laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur hasta Payta, en Perú, es decir desde la Provincia de San Diego hasta la región Panámica (Briggs, 1974). Vive en aguas cercanas a la costa, hasta los 60 m de profundidad (Keen, 1971; Morris, 1973; Abbott, 1974; Linder, 1983). Su distribución está dada preferencialmente por el tipo de sustrato y la profundidad, habita por debajo del límite inferior de las mareas, en fondos areno-limosos (Baqueiro, 1979). Pocos son los trabajos que se han hecho no solo de la especie, sino incluso del género *Dosinia* (Moore y López, 1970).

**1.2- TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN DE *D. ponderosa*:**

Phylum Mollusca Cuvier, 1797

Clase **Bivalvia** Linnaeus, 1758

Subclase Heterodonta Neumayr, 1884 (= Lamelibranchia)

Orden Veneroida H. y A. Adams, 1856

Superfamilia Veneracea Rafinesque, 1815

Familia Veneridae Rafinesque, 1815

Género: *Dosinia* Scopoli, 1777

Especie: *Dosinia ponderosa* ( Gray, 1838)

**Descripción:** Concha aplanada y de forma circular o lenticular con ornamentación concéntrica bien marcada. Periostraco muy delgado y brillante. Ligamento externo situado sobre una plataforma incrustada en la parte posterodorsal de la charnela, quedando parcialmente oculto por la concha. Lúnula cardiforme bien marcada, la charnela es bastante gruesa, con tres dientes cardinales, más cortos y gruesos en la valva derecha, a cada diente corresponde un cóndilo en la valva opuesta, la valva izquierda presenta un diente lateral anterior muy reducido (heterodonta). Línea paleal muy marcada, seno paleal triangular, inclinado diagonalmente, llega hasta el centro de la concha. Huellas de los músculos aductores ligeramente elípticas, junto a la posterior se encuentra la huella del músculo retracto\ posterior. La huella del retractor anterior se observa en la parte interna anterior de la charnela. Concha de color blanco, con franjas concéntricas de tonos diferentes, interior blanco. En los especímenes maduros la superficie tiende a ser más bien lisa. Posee un periostraco amarillo pero la concha

es blanca por dentro y por fuera (fotos 1 y 2). Un espécimen grande mide 14.5 cm de longitud y 13.9 cm de ancho (Baqueiro y Stuardo, 1977; Holguín-Quiñones y González-Pedraza, 1994; Sevilla, 1995).

Observaciones: Concha llamativa por su aspecto, suele aprovecharse su contenido interno como alimento y su concha como ornato.

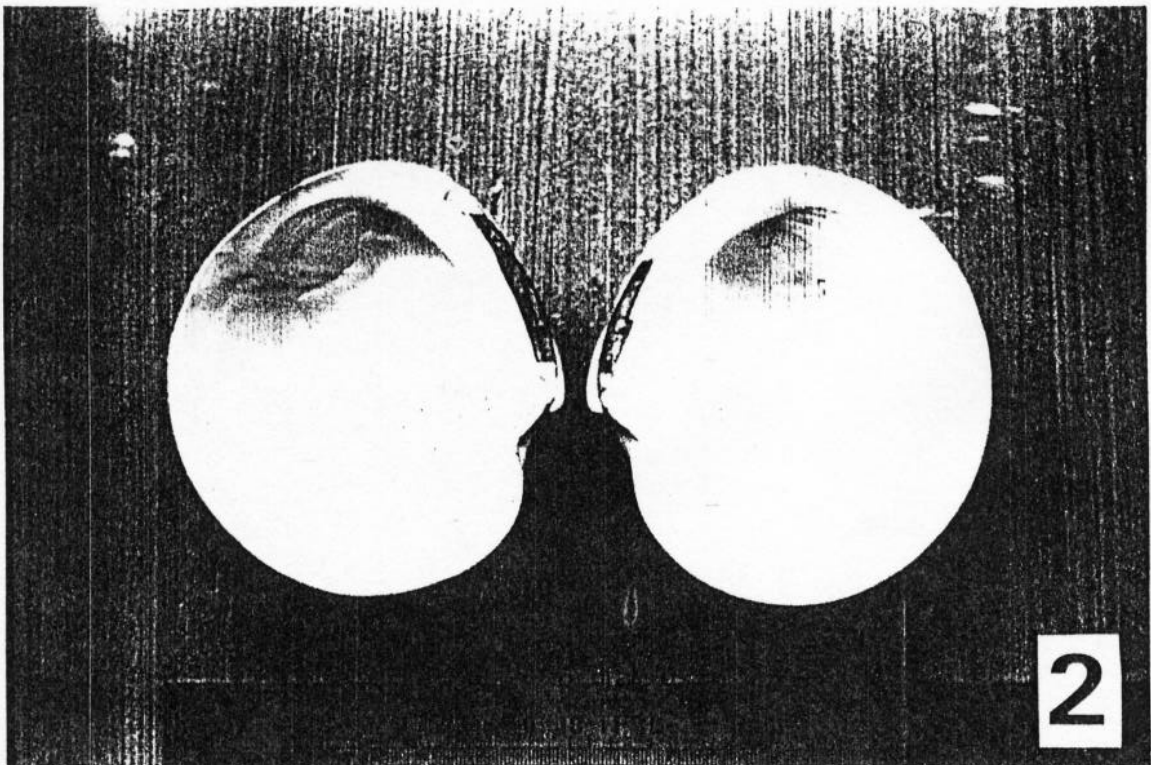
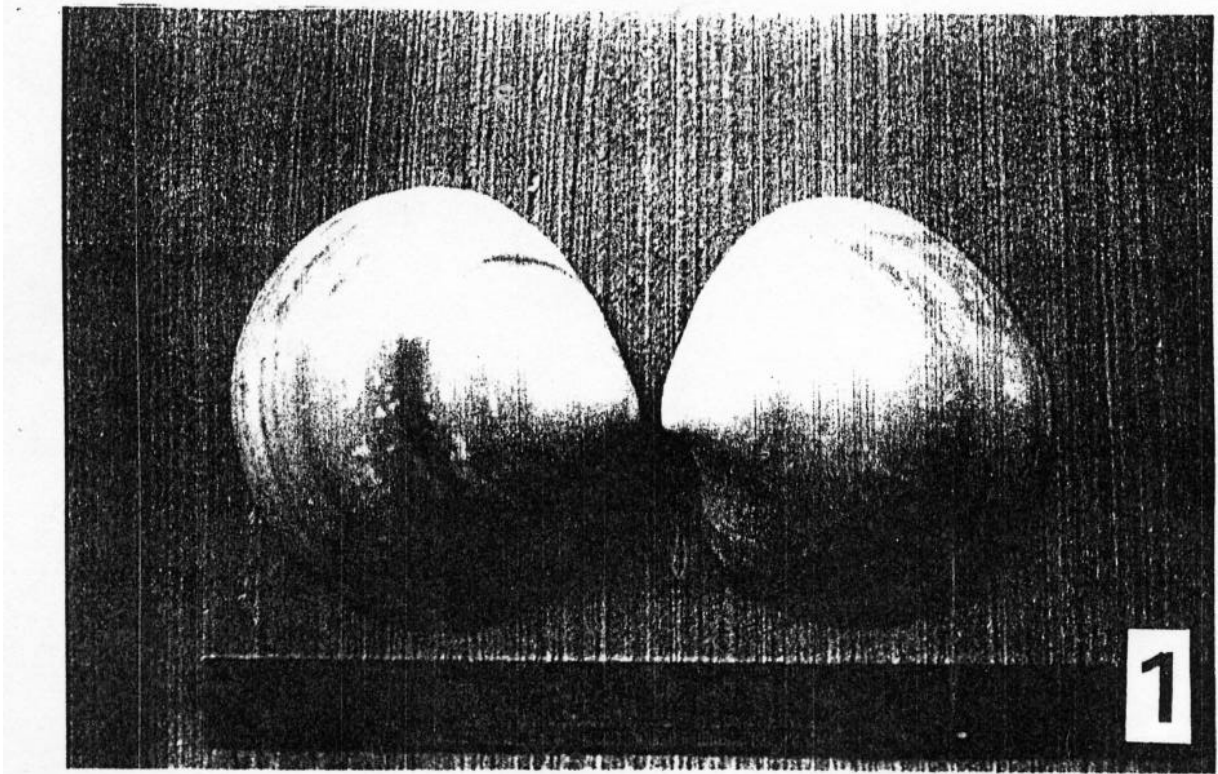


FOTO No. 1. Concha de *Dosinia ponderosa*, vista externa.

FOTO No. 2. Concha de *D. ponderosa*, vista interna.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE  
CIENCIAS MARINAS  
**BIBLIOTECA**  
I.P.N.  
DONATIVO

### **1.3.- GENERALIDADES EN LA REPRODUCCION DE LOS BIVALVOS**

En los bivalvos de la familia Veneridae el aparato reproductor presenta una disposición similar en machos y hembras, las gónadas se localizan dorsalmente, muy cerca de la glándula digestiva (Mackie, 1984). El dimorfismo sexual se manifiesta en pocas especies (Sastry, 1979, sin embargo no se ha observado en *Dosinia*. Los bivalvos pueden ser gonocóricos, es decir, que los sexos se encuentran separados o éstos pueden ser hermafroditas, cuando un individuo posee ambos sexos.

El ciclo reproductivo de una población está determinado por factores endógenos, si se originan en los individuos a través de características propias de la especie (como el control endocrino) o exógenos, si tienen su origen en las características físicas y químicas propias del ambiente que les rodea. La relación que guarda el patrón reproductivo de los bivalvos con factores ambientales ha sido revisado por Orton (1920, 1926), Mason (1958), Giese (1959), Sastry (1963, 1966a y b, 1968, 1970, 1975, 1979), Segal (1970), Giese y Pearse (1974), Newell et al., (1982) y Mackie (1984). La disponibilidad de alimento, la temperatura del agua, la localización geográfica o influencia latitudinal, así como la salinidad, la periodicidad lunar, las mareas, la profundidad y los efectos densidad-dependientes han sido señalados como factores importantes en la regulación del ciclo reproductivo de los bivalvos marinos (Thorson, 1950; Mason, 1958; Sutherland, 1970; Rae, 1978; Sastry, 1979; Mackie, 1984).

Existen varios métodos para evaluar el ciclo reproductivo en los bivalvos, de ellos

la técnica histológica ha demostrado ser la más eficaz. Otros métodos usados son la escala morfocromática y los índices gonadosomáticos, éstos últimos cuando son valorados conjuntamente con la técnica histológica pueden apoyar substancialmente los resultados, y aunque son métodos indirectos, son más fáciles de aplicar (Loosanoff, 1953, 1937, 1960; Lubet, 1951; Posgay y Norman, 1958; Caddy, 1967; Galtsoff, 1964; Sastry, 1979; Giese y Pearse, 1974; Bull, 1976; Gilbert, 1978; Brusseau, 1981; Gibbs, 1984; Ochoa-Báez, 1987; García-Domínguez et al., 1993; Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993; García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995; Villalejo-Fuerte et al., 1995, 1996a y b). La medición de los ovocitos a lo largo del periodo de muestreo es otro indicador que apoya al trabajo histológico de manera importante al determinar el ciclo reproductivo de los bivalvos, por lo que resulta útil al evaluar los resultados (Grant y Tyler, 1983 a y b; Jaramillo et al., 1993; Villalejo-Fuerte et al., 1995).

## 2. ANTECEDENTES

Algunos estudios sobre el género *Dosinia* han tratado aspectos ecológicos y reproductivos, entre ellos Norton (1947) menciona que *D. discus*, en Carolina del Norte, está bien adaptada para sobrevivir en las condiciones físicas variables propias de los ambientes estuarinos, se alimenta de diatomeas, fragmentos de algas y detritus, en este mismo trabajo realizó experimentos para determinar la sobrevivencia de esta especie a diferentes salinidades, *D. discus* es dioica y durante el estudio no se observó descarga de gametos, su investigación se basó en una muestra de 12 individuos. Moore y López (1970) estudiaron la ecología de *D. elegans* en Florida, y registraron el índice de mortalidad anual así como la productividad, densidad y reproducción, la madurez sexual es alcanzada en cerca de un año con una longitud de 1.5 cm, esta especie en esa zona presenta dos periodos de desove al año, uno en enero y otro en octubre, no se registró la relación entre la reproducción y parámetros físicos como la temperatura. Tunberg (1983 a y b) estudió la estructura de la población, distribución de tallas y crecimiento de la concha de *D. lupinus* en Noruega y efectuó una comparación biométrica con *D. exoleta*, posteriormente (Tunberg, 1984) estudió la densidad, crecimiento, estructura de tallas y reproducción de *D. exoleta* en Noruega, y menciona que esta especie presentó desove en la temporada cálida, en julio, aunque no relacionó la reproducción con algún parámetro ambiental.

Holguín-Quiñones y González-Pedraza (1990), Holguín-Quiñones (1994), y Sevilla (1995), registraron a *D. ponderosa* en costas del Pacífico en México. Villalejo-Fuerte

(1993), menciona haberla encontrado, aunque muy escasamente, en Bahía Concepción, Baja California Sur como fauna acompañante de *Argopecten circularis*.

La biología reproductiva de *D. ponderosa* ha sido estudiada por Baqueiro y Stuardo (1977) en la Bahía de Zihuatanejo y la Isla Ixtapa, Gro., estos autores mencionan, entre otras cosas, que esta especie presenta un desove largo, con tres períodos en los que la mayoría de la población se encuentra en esta fase, periodos que están precedidos por otros de máxima actividad gonádica, se observó también que existe gran capacidad de regeneración gonádica, ya que en marzo presenta un gran desove que no es seguido por un periodo de indiferenciación. En estos trabajos no se estableció una relación directa entre las variaciones de la temperatura y la actividad gonádica. Baqueiro (1979) encuentra que la distribución de *D. ponderosa* en la Bahía de Zihuatanejo esta determinada por el substrato y que se distribuye preferencialmente en los sustratos de arena fina y los sustratos areno limosos.

### 3. JUSTIFICACION

La almeja blanca (*Dosinia ponderosa*) tiene una explotación artesanal en Bahía Concepción y es considerada por algunos investigadores como un recurso potencialmente comercial (Baqueiro, 1987) sin embargo no ha sido estudiada en el Estado de Baja California Sur. Los trabajos en general acerca de la especie y del género son sumamente escasos (Moore y López, 1970). El estado de Baja California Sur es una entidad en la cual la captura de almejas constituye una importante pesquería, como ya se ha mencionado su producción anual en 1992 fue de 8, 626 ton, es por esto que la regulación de esta pesquería, constituida por varias especies de almejas, es indispensable para mantener la rentabilidad de este recurso. Debido a la sobreexplotación de algunas especies, por ejemplo la almeja chocolata roja (*Megapitaria aurantiaca*), los recursos potenciales como *D. ponderosa*, serán importantes en el futuro y su captura alternativa permitirá mantener los niveles de producción de almejas en Baja California Sur. Los estudios biológicos de una especie son un primer acercamiento básico si se quiere realizar un manejo adecuado de su pesquería o si se tiene interés en su cultivo. Dentro de los estudios de reproducción, los métodos histológicos son los que permiten determinar con mayor precisión el estado de desarrollo de las gónadas. Este estudio pretende, por tanto, contribuir al conocimiento de la biología reproductiva de la especie para que sirva como información de referencia y apoye estudios posteriores con el propósito de tener un manejo sustentable del recurso.

## 4. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Conocer y describir el ciclo gametogénico de *Dosinia ponderosa*, en Punta Arena, Bahía Concepción, B.C.S. y relacionarlo con la condición del organismo y con algunos parámetros ambientales como la temperatura, el fotoperíodo y la cantidad de clorofila.

### OBJETIVOS PARTICULARES

- Calcular el índice gonadosomático
- Calcular el factor de condición y el índice de peso
- Determinar la proporción de sexos
- Caracterizar histológicamente las gónadas
- Describir las diferentes fases del ciclo gametogénico
- Calcular el índice gonádico
- Determinar el diámetro promedio mensual de los ovocitos
- Relacionar el ciclo gametogénico con la temperatura del agua, la duración del fotoperíodo y la cantidad de clorofila.

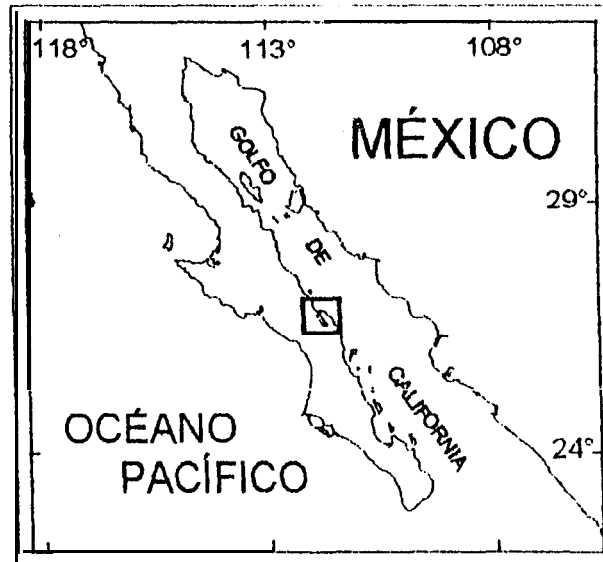
## 5. MATERIALES Y METODOS

### Localización del área de estudio

El área de estudio se localiza en Bahía Concepción, que se sitúa en la costa nororiental del Estado de Baja California Sur, entre los paralelos  $26^{\circ} 30' N$  y  $26^{\circ} 55' N$  y los meridianos  $111^{\circ} 40' W$  y  $112^{\circ} 00' W$ , Bahía Concepción presenta una orientación general NW-SE, su superficie aproximada es de  $281 \text{ km}^2$ , con una longitud de 39 km y una anchura que varía entre 3 y 10 km. Es una bahía que presenta playas rocosas y arenosas, en ella predominan los fondos lodosos y fangosos, es un cuerpo de agua somero y su mayor profundidad se ubica en la parte central (MacFall, 1968; Villalejo-Fuerte, 1993). La temperatura varía de los  $16^{\circ} C$  durante el invierno a los  $32^{\circ} C$  en el verano.

Bahía Concepción tiene un régimen climático del subtipo BW (h) w (x) (e) o sea desértico, cálido con lluvias de verano con más de 10 % en invierno, muy extremo con variaciones de más de  $14^{\circ} C$  (CETENAL, 1970). La precipitación media anual es de 165 mm y la evaporación de 2,354 mm. Los vientos en verano soplan del sureste y en otoño e invierno del noroeste.

Las colectas se realizaron en Punta Arena, que se localiza en la parte noroccidental de la Bahía, hacia la boca de misma, en los  $26^{\circ} 48' N$  y  $112^{\circ} 09' W$ . (Fig. 2).



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

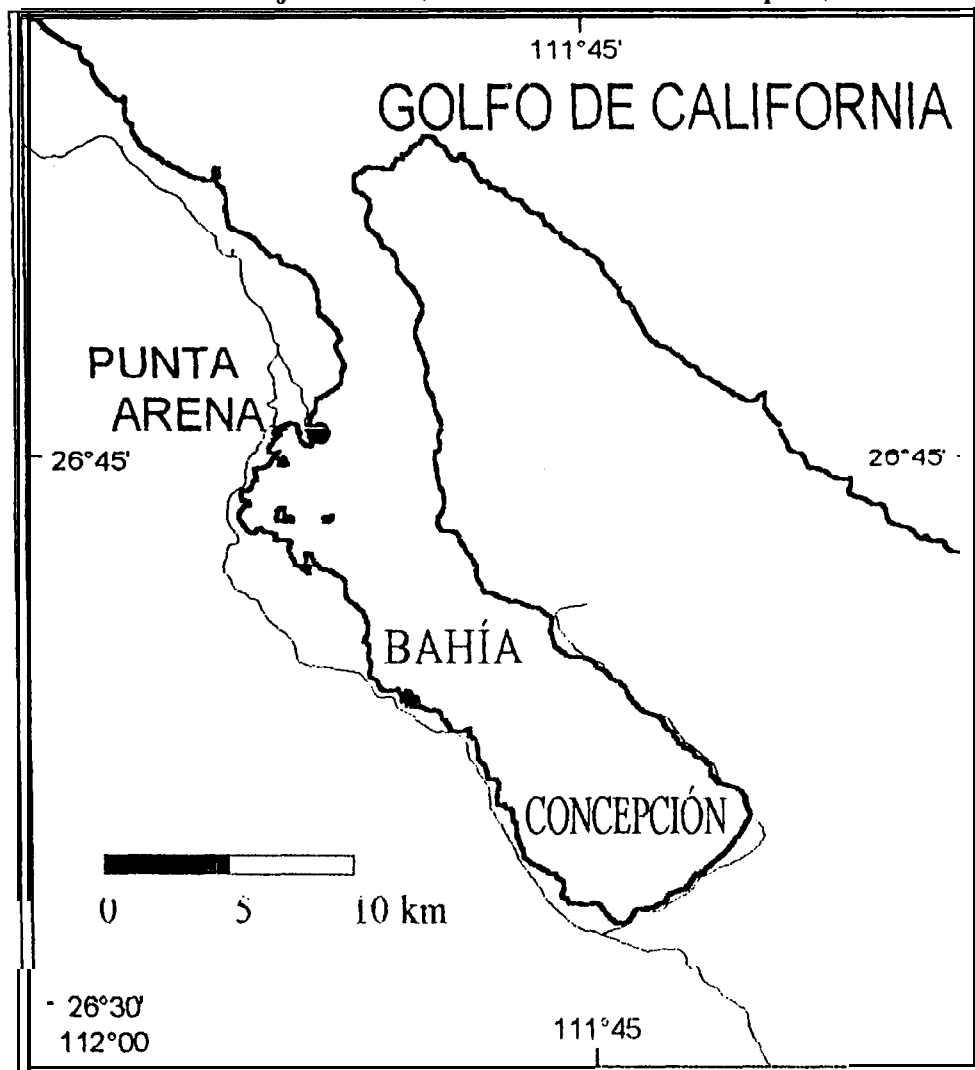


Figura 2. Mapa de localización del área de estudio, en Bahía concepción.

### **Trabajo de campo: Muestreo**

Las almejas se obtuvieron por medio de buceo libre a una profundidad de 2 a 6 m, se procedió inmediatamente a su fijación con formol al 10 % para su posterior traslado al laboratorio.

Las muestras se colectaron mensualmente de noviembre de 1993 a diciembre de 1994, se obtuvieron un total de 317 organismos con un promedio de 22 ejemplares por mes.

Para la determinación de los parámetros ambientales se registró la temperatura del agua en el momento de la colecta con un termómetro de cubeta. El fotoperíodo está referido a los promedios en minutos de iluminación mensual tomado de los registros de los almanaques náuticos de la Secretaría de Marina de México (1992).

Los valores de la concentración de clorofilas fueron proporcionados por el CIBNOR-NOAA (Tran et al., 1993).

### **Trabajo de Laboratorio**

En el laboratorio los organismos fueron lavados para quitarles el exceso de formol y posteriormente se midieron con un vernier con una precisión de 1 mm, se registró en cada individuo la longitud, ancho y grosor de la concha (Fig.3), posteriormente se procedió a pesar los organismos con una balanza electrónica cuya precisión es de 0.1 g, se registró el peso húmedo total, peso húmedo sin concha y peso de la gónada. Es conveniente señalar que dado que en los bivalvos venéridos no es posible separar la gónada del resto total del cuerpo (Jones, 19791, a cada individuo se le eliminaron el

manto, músculos aductores, sifones, y branquias, únicamente se dejó el pie y la masa visceral (que incluyo la gónada, el tubo digestivo y el hepatopáncreas ) y en el presente trabajo a esto se le considero peso de la gónada.

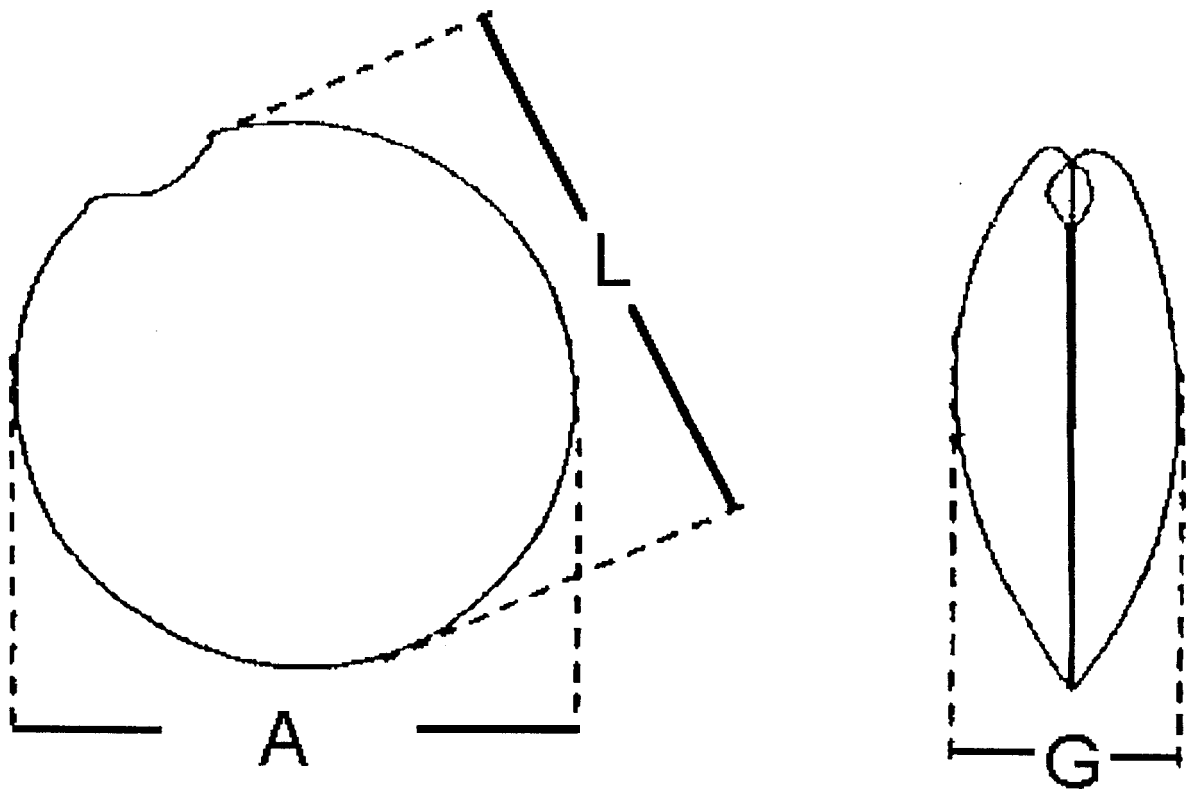


Figura 3. Medidas morfométricas de *D. ponderosa*, L = longitud, A= ancho, G = grosor.

UNIVERSIDAD DISCIPLINARIO DE  
CIENCIAS Y LETRAS  
BIBLIOTECA  
I.P.N.  
DONATIVO

## INDICADORES DEL EVENTO REPRODUCTIVO

### Estudio histológico de las muestras

Las muestras fueron procesadas para su estudio en el microscopio por medio de cortes histológicos, siguiendo la técnica de inclusión en parafina, a la porción obtenida de las gónadas se le aplicó un corte fronto-dorsal de 7  $\mu\text{m}$  de espesor con un microtomo de rotación. Los cortes se tiñeron siguiendo la técnica Hematoxilina-Eosina (Humason 1979).

Una vez obtenidos los cortes histológicos se procedió a la determinación del ciclo reproductivo a través de la observación al microscopio. Para facilitar el estudio del ciclo gonádico, éste se ha dividido en etapas bajo los criterios morfológicos propuestos por Giese y Pearse (1974):

- Abundancia de tejido conjuntivo
- Desarrollo folicular
- Cantidad de gametos en desarrollo
- Cantidad de gametos residuales
- Diámetro de los ovocitos
- Densidad de los folículos
- Tamaño de los folículos y túbulos

Asimismo se tomaron en cuenta los criterios seguidos por Baqueiro y Stuardo (1977), García-Domínguez et al. (1993, 1995), Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez (1993),

Villalejo-Fuerte et al. (1995) y Villalejo-Fuerte et al. (1996b) para dividir el ciclo gametogénico en 5 etapas: Indiferenciación, Desarrollo, Madurez, Desove y Posdesove.

### Proporción sexual

Para determinar la influencia o sesgo de los resultados en el estudio por la presencia de organismos indiferenciados, organismos hermafroditas y el número de individuos de cada uno de los sexos, se calculó la proporción mensual y total de cada sexo.

### Determinación del diámetro promedio mensual de los ovocitos

Como una validación del ciclo gametogénico y para evaluar el crecimiento de los gametos femeninos, se determinó el diámetro promedio mensual de los ovocitos, se utilizaron las preparaciones histológicas en las fases determinadas en: desarrollo, madurez y desove. Se eligieron al azar 6 preparaciones fijas por mes y en cada una de ellas se midieron 100 ovocitos, se midieron solo aquellos en los que se observó completamente el núcleo y el nucleolo, siguiendo de la técnica propuesta por Grant y Tyler (1983 a y b).

**Calculo de índice gonádico**

Como una forma de confirmación de las determinaciones histológicas al microscopio se calculó el índice gonádico utilizado por Seed (1976) para *Mytilus edulis*, en el cual se multiplica la frecuencia de individuos de cada etapa del ciclo por la designación ordinal correspondiente según el avance en el desarrollo:

$$\text{I.G.} = [\text{FI}(1) + \text{FII}(2) + \text{FIII}(3) + \text{FIV}(4) + \text{FV}(5)] / \text{N}$$

Donde:

FI = Frecuencia del estadio de indiferenciación

FII = Frecuencia del estadio de desarrollo

FIII = Frecuencia del estadio de madurez

FIV = Frecuencia del estadio de desove

FV = Frecuencia del estadio de postdesove

N = Número total de organismos

**Cálculo del índice gonadosomático**

Uno de los métodos utilizados para determinar con mayor facilidad y rapidez el estado de desarrollo de la gónada una vez calibrado con la técnica histológica, es el calculo del índice gonadosomático, para ello se utilizó el método propuesto por Sastry (1970):

$$\text{I.G.S.} = \text{PESO DE LA GONADA (g)} / \text{PESO HUMEDO (g)} \times 100$$

En la interpretación de los resultados, se consideró que altos valores promedio del I.G.S. indican madurez gonádica y valores mínimos promedio seguidos de altos promedios son indicadores del desove (Akaboshi y Illanes, 1983).

#### INDICADORES DE LA CONDICION

##### Indice de Peso

Para conocer el estado de condición promedio mensual del organismo se utilizó el índice de peso (Villalejo-Fuerte, 1993), siguiendo la fórmula:

$$I. P. = \text{PESO DEL ORGANISMO SIN CONCHA (g)} / \text{PESO TOTAL (g)}$$

##### **Cálculo** del Índice de condición de Fulton

Adicionalmente para conocer la condición del organismo se utilizó el índice propuesto por Fulton (Villalejo-Fuerte, 1993), en el que se relaciona al peso del organismo con la longitud, por medio de la siguiente fórmula:

$$I.C.F. = P.T. / L^3$$

donde:

I.C.F. = Índice de Condición de Fulton

P.T. = Peso total del cuerpo sin concha (g)

$L^3$  = Longitud anteroposterior del molusco (mm) elevada a la tercera potencia.

### **Relación del ciclo gametogénico con la temperatura**

El factor ambiental que más se menciona en la literatura como decisivo para provocar el desove es la temperatura del agua (Brousseau, 1981; Sastry, 1970, 1979). Durante la colecta de los organismos se tomaron los datos de la temperatura del agua, estos datos se relacionaron con el ciclo gametogénico para determinar la influencia de este factor con el momento de la reproducción.

### **Relación del ciclo gonádico con el fotoperíodo**

Para conocer la relación del ciclo reproductivo con la cantidad de horas-luz, se obtuvieron datos del fotoperíodo en los registros del almanaque náutico publicados por la Secretaría de Marina (1992), posteriormente se calculó el promedio en minutos de iluminación mensual.

### **Relación del ciclo gonádico con la cantidad de clorofila**

Un factor que se menciona frecuentemente como disparador del desove es la disponibilidad de alimento (Jaramillo et al., 1993). En este trabajo se utilizaron los datos de cantidad de clorofila (promedios para el área de estudio, en el período comprendido entre 1978-1986) proporcionados por el CIBNOR-NOAA (Tran et al., 1993), los cuales fueron utilizados para hacer una comparación entre el evento reproductivo y la concentración de clorofila como indicador de la disponibilidad de alimento.

## Tratamiento estadístico de los datos

Para el tratamiento estadístico de los resultados se utilizó la correlación de rangos no paramétricos de Spearman que es una medida de asociación lineal entre los rangos de la variable X y la variable Y. El valor que toma el parámetro queda comprendido entre  $-1.0 \leq r_s \leq 1.0$ , de modo que cuando  $r_s$  es cercana a + 1 muestra una relación positiva proporcional entre las dos variables, cuando  $r_s$  es cercana a -1 muestra una relación inversa entre las variables y cuando  $r_s$  es cercana a cero, entonces los rangos de X y Y son independientes (Dowdy y Wearden, 1991). Para el presente trabajo se considerara como valor de significancia una  $p \leq 0.05$ .

## 6. RESULTADOS.

### 6.1. Proporción sexual, frecuencia de tallas y relación peso-longitud

Se colectó un total de 317 individuos, de los cuales 158 fueron hembras y 159 fueron machos, por lo que la proporción de sexos fue 1: 1 para el total de la muestra, en los meses durante el período de muestreo se presentaron algunas variaciones que no resultaron significativas (Fig. 4). En todos los organismos se pudo determinar el sexo y no se encontraron individuos hermafroditas, todos los individuos fueron gonocóricos estrictos según la definición de Sastry (1979).

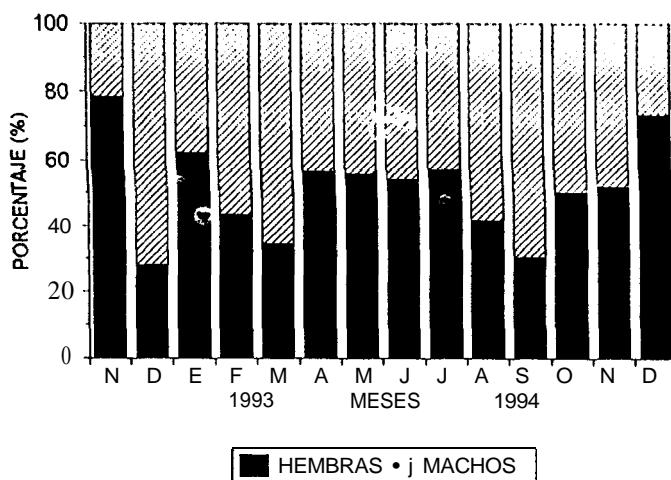


Figura 4. Histograma de proporción de sexos en *D. ponderosa*.

Los individuos mayores de 10.0 cm de longitud varían en el peso húmedo debido a los cambios estacionales en el peso de la gónada, pues cuando están maduros aumentan su peso, independientemente de la longitud de la concha. Las variaciones en peso y en condición de la población, son mayores mientras mayor talla alcanza cada individuo. Esto se debe en parte a las variaciones en el crecimiento gonádico durante la temporada de reproducción, y al almacenamiento de sustancias de reserva durante la etapa de crecimiento y desarrollo gonádico. Durante la realización de este trabajo no se encontraron ejemplares parasitados.

La longitud de la concha varió entre 6.0 y 11.9 cm y se registró un promedio de 9.23 cm, con una moda de 9.0 cm. La frecuencia de la longitud de la concha muestra un comportamiento de tipo normal, con una moda única que señala la ausencia de cohortes bien definidas (Fig. 5). El peso húmedo promedio de *D. ponderosa* fue de 35.0 g con un máximo de 75.0 g y un mínimo de 10.4 g. El comportamiento del peso conforme alimenta la longitud de la concha puede describirse con una ecuación exponencial (Fig. 6):

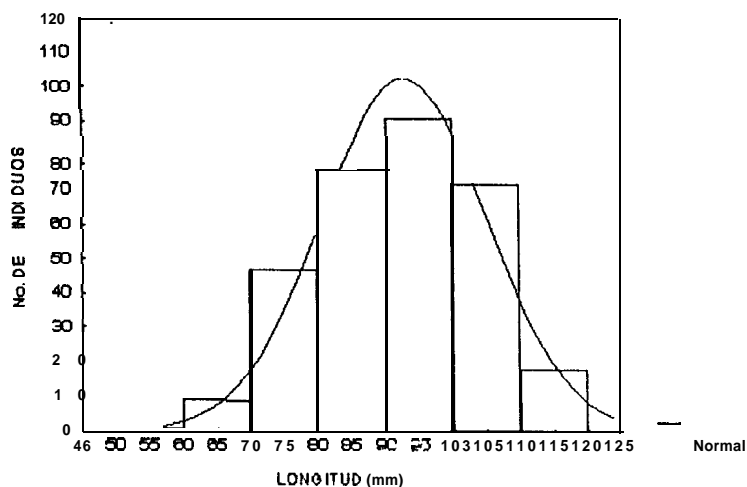


Figura 5. Histograma de frecuencia de tallas de *D. ponderosa*.

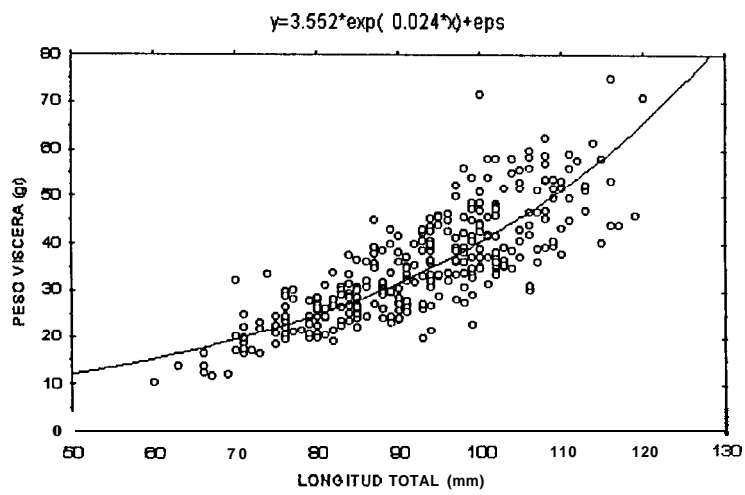


Figura 6. Relación peso-longitud en *D. ponderosa*.

## 6.2. Caracterización histológica de las gónadas

### INDIFERENCIADO O REPOSO

**No se encontraron individuos en esta fase.**

#### 6.2.1. Hembras

### DESARROLLO

La etapa de gónada en desarrollo se reconoce porque los folículos son evidentes, éstos se han desarrollado y se pliegan sobre sí mismos en algunas regiones, su pared está formada por una capa de epitelio plano simple, las células del epitelio son pequeñas y presentan un núcleo esférico. Los ovocitos en desarrollo se encuentran adheridos a la pared interna de los folículos, el núcleo de éstos es muy oscuro y ocupa gran porcentaje de la célula, algunas veces se observa el nucléolo (Foto 3). Los ovocitos son de forma redonda a ovalada, el citoplasma y el núcleo se tiñen con la hematoxilina de manera evidente. En algún momento del desarrollo puede haber ovocitos maduros (mayores de 45  $\mu\text{m}$  de diámetro) desprendidos de los folículos, que se encuentran ahora en el lumen de los mismos. Por otro lado, hay ovocitos en crecimiento menores a los 40  $\mu\text{m}$  de diámetro que continúan adheridos al epitelio de los folículos, los cuales han crecido y ahora ocupan mayor espacio. El lumen de los folículos es ocupado gradualmente por numerosos ovocitos que ocupan mayor espacio. El tejido conjuntivo es desplazado por los folículos en crecimiento. Algunos ovocitos aún permanecen adheridos a los folículos mediante un pedúnculo y casi han alcanzado el tamaño adecuado para su desprendimiento y liberación (Foto 7).

## MADUREZ

Al alcanzar la madurez los ovocitos ocupan todo el espacio dentro del lumen de los folículos, la mayoría se han desprendido de los mismos y han alcanzado un tamaño mayor de  $47 \mu\text{m}$  de diámetro. El citoplasma de los ovocitos se tiñe primordialmente de color violeta con la hematoxilina, mientras que el núcleo es de tono más claro y la textura del citoplasma es granulosa (Foto 4). Se observa un nucléolo en el interior del núcleo, que adquiere un tono más oscuro y presenta forma esférica. Los ovocitos adquieren una forma poligonal cuando aumentan de tamaño y se acumulan en el interior de los folículos, éstos continúan creciendo y desplazan al tejido conjuntivo (Foto 8).

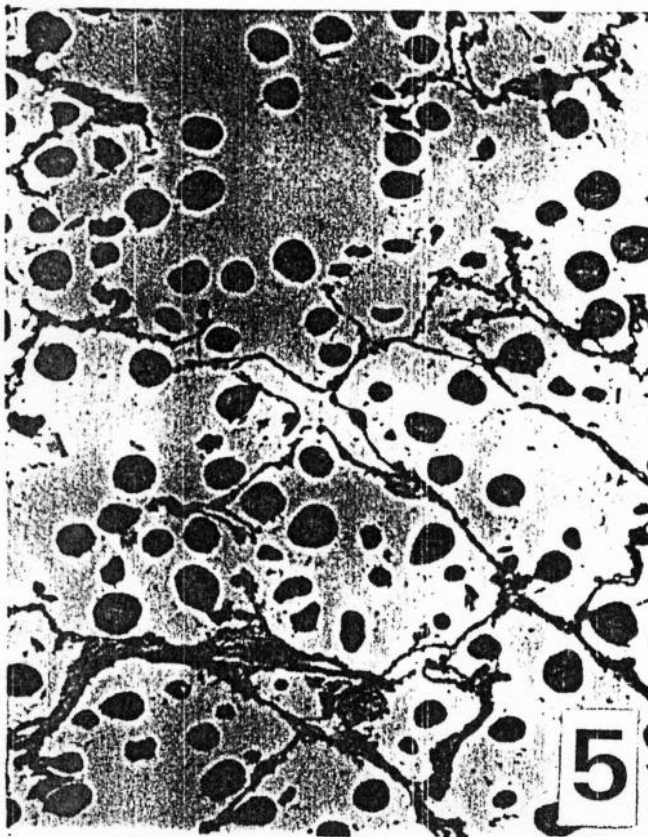
## DESOVE

Durante esta etapa los ovocitos son liberados al medio, en los folículos se aprecian espacios vacíos entre los ovocitos maduros. Los folículos presentan mayor espacio libre, hay mayor número de ovocitos libres en el interior de los folículos, frecuentemente las paredes de estos últimos aparecen rotas y plegadas, lo que indica que un mayor número de ovocitos han sido expulsados cuando el desove es avanzado (Foto 5). Conforme el desove continúa los fagocitos comienzan a ser más numerosos. Estos son de tamaño menor que los ovocitos ( $5 \mu\text{m}$  a  $15 \mu\text{m}$  de diámetro). Algunas veces se observan ovocitos en desarrollo adheridos a las paredes foliculares, por lo que se puede decir que la gametogénesis continúa durante el desove.

## POSDESOVE

La expulsión de gametos ha terminado, se observan pocas células reproductoras. La mayoría de las paredes foliculares están rotas y se han plegado en sí mismas, se aprecian numerosos fagocitos a su alrededor. Esta etapa se caracteriza por el evidente incremento en el número de fagocitos que además presentan un mayor tamaño, que varía de  $10 \mu\text{m}$  a  $20 \mu\text{m}$  de diámetro. Alrededor de los ovocitos que no fueron liberados se concentran los fagocitos para reabsorberlos. También proliferan los

fibroblastos y gradualmente el espacio que tenía la gónada es ocupado por el tejido conjuntivo que se desarrolla gradualmente (Foto 6). Ocasionalmente no sucede esto y se observan nuevos ovocitos funcionales adheridos a las paredes foliculares, éstos crecen y de hecho iniciarán un nuevo ciclo gametogénico. Durante esta etapa se observan ovocitos redondos y ligeramente ovalados, conforme avanza esta fase, el contorno de los mismos se torna rugoso, y algunas veces hay autólisis.



**FOTO No. 3. Microfotografía 160X, *D. ponderosa*, fase de gónada en desarrollo en hembras, se observan ovocitos en crecimiento que permanecen unidos a los folículos.**

**FOTO No. 4. Microfotografía 160X, *D. ponderosa*, fase de madurez en hembras, los ovocitos ocupan todo o casi todo el espacio dentro de los folículos y presentan el núcleo y el nucléolo claramente visibles.**

**FOTO No. 5. Microfotografía 160X, *D. ponderosa*, fase de desove en hembras, los ovocitos son liberados y las paredes de los folículos se han roto.**

**FOTO No. 6. Microfotografía 160X, *D. ponderosa*, fase de posdesove en hembras, los folículos son reabsorbidos y se observan gran cantidad de fagocitos alrededor de los ovocitos remanentes.**

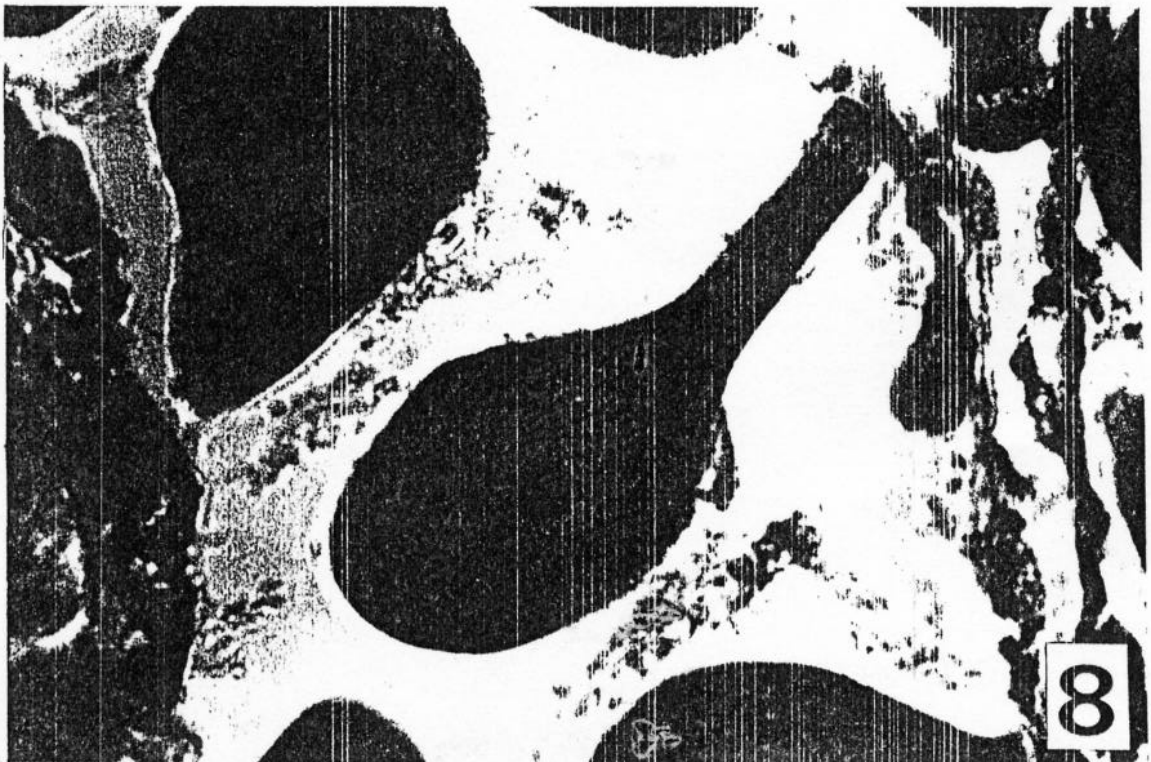
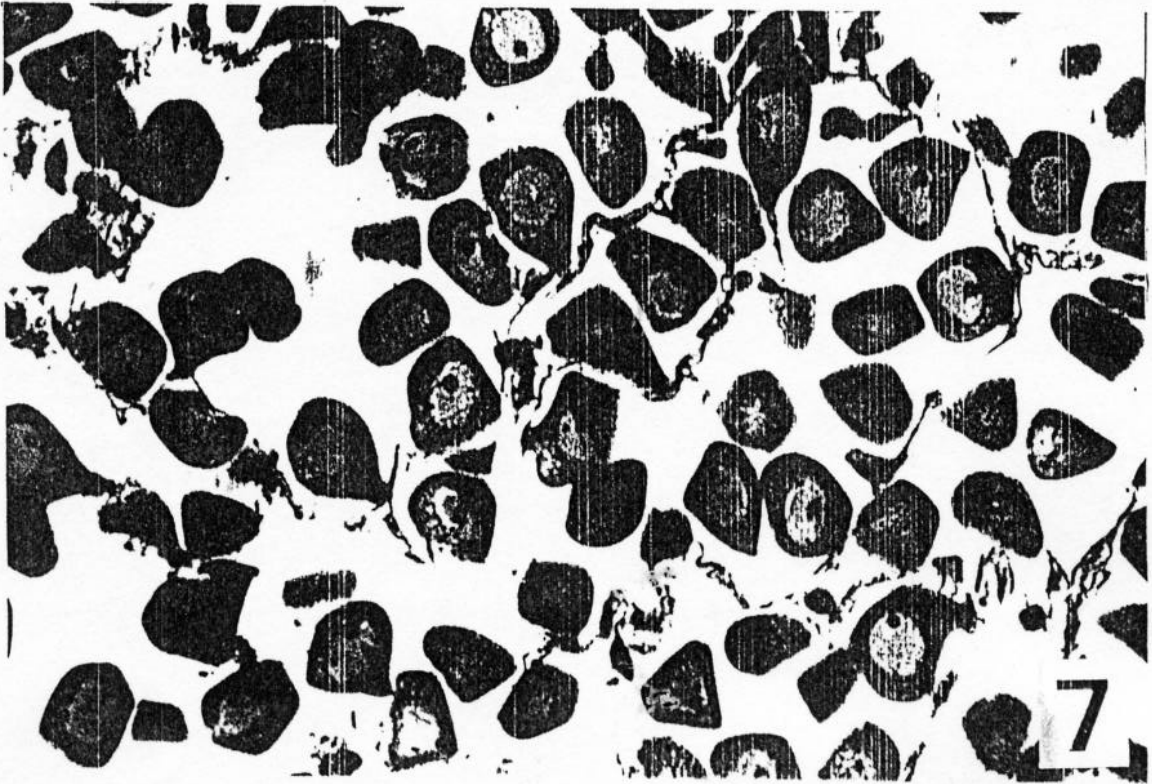


FOTO No. 7. Microfotografía 400X, *D. ponderosa*, ovocitos, fase de gónada en desarrollo en hembras, se observa un ovocito unido al folículo por medio de un pedúnculo, el núcleo y nucléolo pueden observarse bien definidos.

FOTO No. 8. Microfotografía 900X, *D. ponderosa*, ovocitos, fase de madurez en hembras, los ovocitos llenan el espacio dentro de los folículos, se les observa claramente el núcleo y el nucléolo.

### **6.1.2. Machos.**

#### **DESARROLLO**

En la etapa de desarrollo gran cantidad de tejido conjuntivo rodea a los túbulos seminíferos, que son delgados, las células espermatogénicas se localizan en la periferia de los túbulos formando una banda concéntrica que se localiza por debajo de la membrana de los mismos. Los espermatocitos son células esféricas que dan origen a gran número de espermátidas de tamaño más pequeño. Estas células presentan diferenciación en espermatozoides, que se acumulan en el lumen del túbulo seminífero (Foto 9). Cuanto el número de espermatozoides aumenta, el número de células de estados previos a la espermiogénesis decrece, de modo que los folículos se llenan de espermatozoides e incrementan su tamaño gradualmente. El tejido conjuntivo es así desplazado por el aumento en número y tamaño de los túbulos seminíferos. Los espermatozoides son alargados, de forma cónica.

#### **MADUREZ.**

Los espermatozoides presentan el flagelo dirigido hacia el lumen del túbulo. Los túbulos se comprimen unos con otros conforme crecen y el espacio que antes ocupaba el tejido conjuntivo es ocupado ahora por la gónada. En el interior de los túbulos no se observa espacio vacío y los espermatozoides casi no se distinguen individualmente (Foto 10).

#### **DESOVE**

En esta fase aparecen espacios en el interior de los túbulos seminíferos cuyo diámetro aumenta gradualmente, primariamente son liberados los espermatozoides que se encuentran en el centro de los túbulos, de modo que las células que se encuentran en la periferia de los túbulos continúan en esa posición. Las paredes de los túbulos ocasionalmente se rompen, y aumenta el espacio vacío entre los mismos. Conforme la liberación de los gametos prosigue, aumenta el número de células fagocíticas (Foto II). Las células gametogénicas, es decir, espermátidas y espermatocitos, se siguen

produciendo, por lo que aún hay gametogénesis en progreso.

#### **POSDESOVE**

La mayoría de las paredes de los túbulos seminíferos se han roto, los espermatozoides han sido liberados casi en su totalidad, y los restantes son fagocitados por amibocitos y fagocitos. Estas células se encuentran alrededor de los espermatozoides y a las células que forman los túbulos, proliferan también los fibrocitos, que se observan entre los túbulos seminíferos. Conforme progresa esta fase, aumenta el espacio entre los túbulos y la cantidad de tejido conjuntivo. Aunque el tejido conjuntivo aumenta progresivamente, no ocupa totalmente el espacio entre los túbulos seminíferos, por lo que no se observa una ausencia total de células reproductoras (Foto 12).



**FOTO No. 9. Microfotografía 160X, *D. ponderosa*, fase de gónada en desarrollo en machos, los túbulos espermáticos se encuentran en crecimiento, aún existe espacio entre los túbulos.**

**FOTO No. 10. Microfotografía 160X, *D. ponderosa*, fase de madurez en machos, los espermatozoides llenan los túbulos espermáticos, no hay espacio vacío entre éstos.**

**FOTO No. 11. Microfotografía 160X, *D. ponderosa*, fase de desove en machos, se observan espacios vacíos en el lumen de los túbulos espermáticos y aumenta el espacio vacío entre los mismos.**

**FOTO No. 12. Microfotografía 160X, *D. ponderosa*, fase de posdesove en machos, se observan mayores espacios dentro de los túbulos espermáticos, y gran cantidad de fagocitos alrededor de los espermatozoides.**

### **6.3. Ciclo gametogénico.**

El ciclo gonádico mantuvo una secuencia que incluyó el desarrollo de la gónada, la maduración de gametos y su liberación. La fase de gónada en desarrollo ocurrió durante todo el año, con una mayor proporción en diciembre de 1993. La fase de madurez se encontró principalmente de enero a abril (65.3 %), aunque también se encontraron individuos en madurez de mayo a diciembre. La proporción de la población en desove aumenta desde mayo, para alcanzar los valores máximos (58.3 %) entre julio y octubre (Fig. 7). Se observaron algunas diferencias entre machos y hembras en el patrón reproductivo, los machos presentaron una mayor proporción de individuos en desove entre julio y septiembre, en tanto que las hembras presentaron mayores niveles de desoves que los machos entre enero y marzo, aunque estas diferencias no afectan de modo relevante el patrón reproductivo de la población. La fase de desove se observó a lo largo de todo el año, la mayor proporción se encuentra durante los meses de verano. La reproducción ocurrió principalmente entre mayo y noviembre (58.3 %) aunque se encontró un porcentaje de individuos (25 %) en desove de noviembre de 1993 a abril de 1994. Se encontraron individuos en posdesove principalmente entre agosto y septiembre (21.7%) y un porcentaje menor (8.6 %) en febrero (Fig. 7).

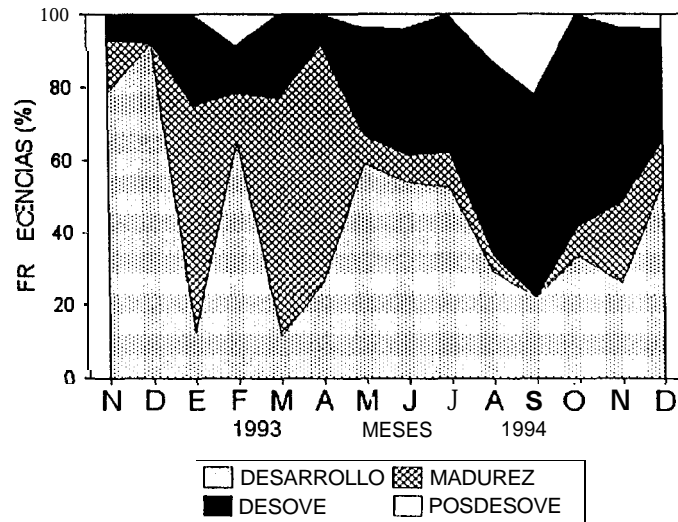


Figura 7. Frecuencia de estado de desarrollo gonádico en *D. ponderosa*.

Los individuos en fase de madurez (65.3 %) se presentaron principalmente durante enero, marzo y abril en ambos sexos, lo que preparó a la población para los desoves que se registraron en los meses subsecuentes. Hay que destacar que en todas las muestras se presentaron, en mayor o menor grado, individuos en desarrollo, lo que indica que la población responde continuamente con actividad gametogénica, lo que permite realizar en forma más o menos constante expulsión de gametos, que durante algunos meses es de baja intensidad, aumentando hasta llegar a su máximo nivel.

#### 6.4. Diámetro promedio mensual de los ovocitos.

El diámetro promedio de los ovocitos presentó marcadas variaciones a lo largo del período de muestreo. Las mediciones variaron de 23  $\mu\text{m}$  a 73  $\mu\text{m}$  con un promedio para toda la muestra de 48  $\mu\text{m}$ , aunque no fue igual en todos los meses. Los valores máximos en el promedio mensual se alcanzaron en abril, con 57  $\mu\text{m}$ , en tanto que el

valor mínimo promedio corresponde a la muestra de septiembre, con 41  $\mu\text{m}$ . El diámetro promedio se incrementa desde enero hasta abril, cuando alcanza el valor máximo, posteriormente el promedio decrece hasta septiembre, a partir del cual nuevamente comienza a incrementarse. Los valores más altos corresponden con los valores de máxima prevalencia de la fase de madurez en la gónada, por lo que supone que la presencia de mayor cantidad de ovocitos maduros son los responsables de que el promedio incremente su valor, la prueba de Spearman da un valor de  $r_s = 0.57$  (Fig. 9). El bajo promedio en los meses de junio a octubre se relaciona principalmente con la proporción de individuos en desove (Fig. 7), de modo que en tanto los ovocitos maduros son liberados al medio, se incrementa la proporción de ovocitos en crecimiento, de menor tamaño.

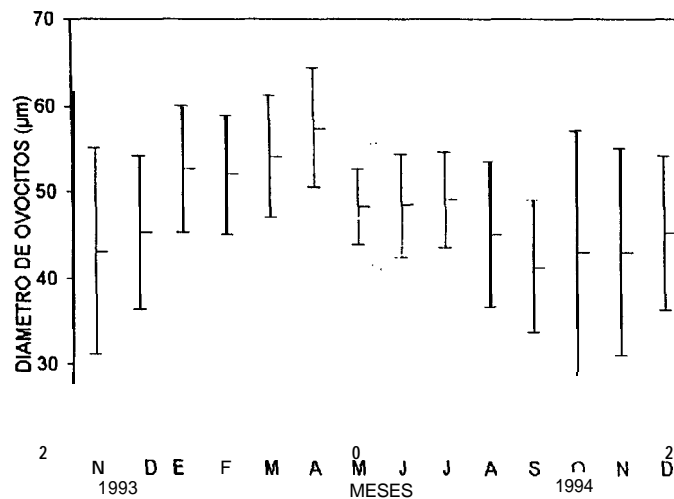


Figura 8. Diámetro promedio mensual de ovocitos; media, media + desviación estándar y media - desviación estándar en *D. ponderosa*.

En todos los meses las hembras presentaron ovocitos maduros, aunque en abril se presentaron los ovocitos más grandes simultáneamente con ovocitos pequeños en desarrollo, por lo que no se observa una relación clara entre el diámetro promedio de los ovocitos y la población en fase de gónada en desarrollo (Figs. 7 y 10).

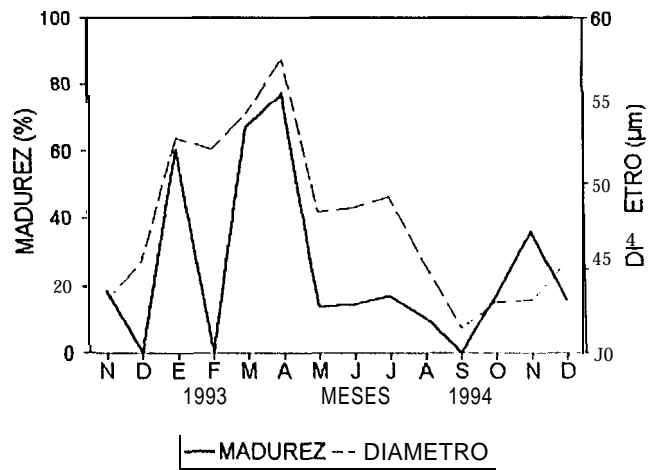


Figura 9. Relación entre el diámetro mensual de los ovocitos y la frecuencia de madurez de *D. ponderosa*.

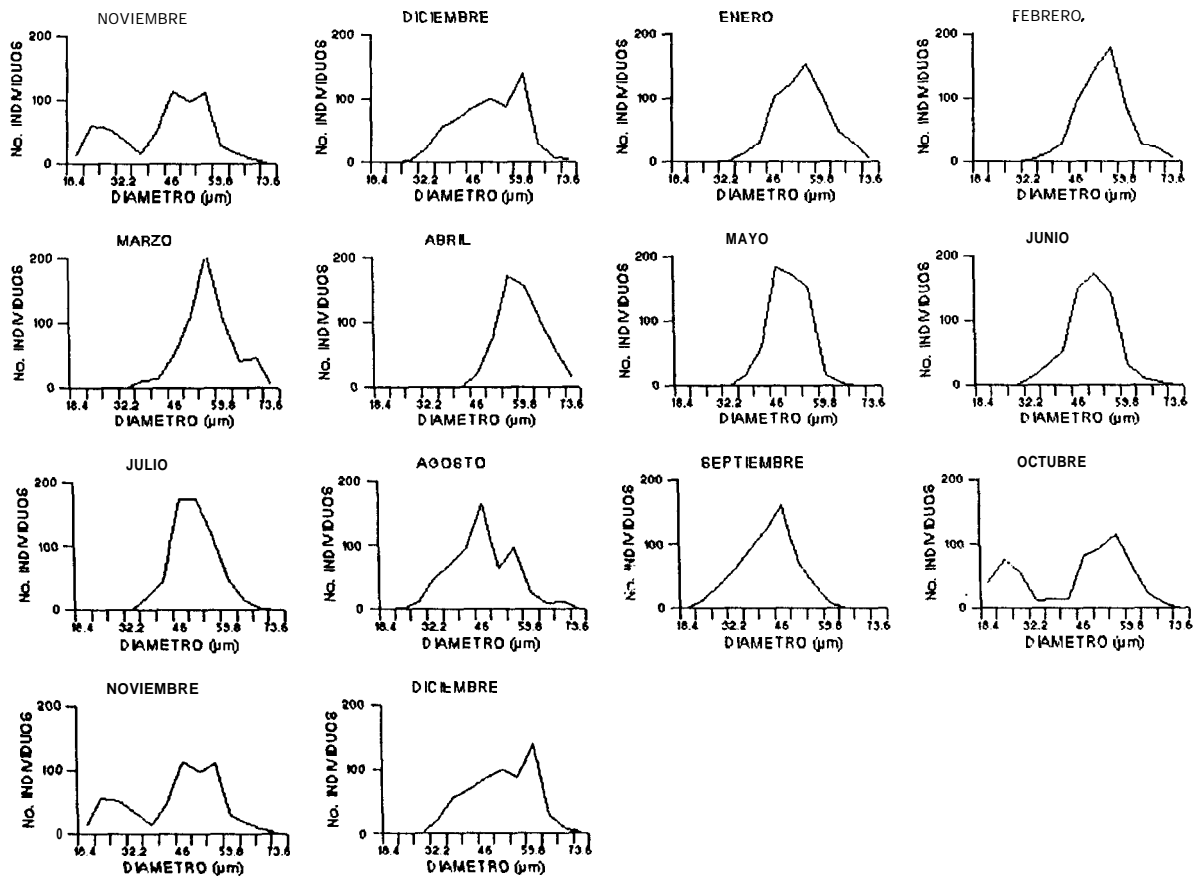


Figura 10. Frecuencia de diámetro mensual de ovocitos en *D. ponderosa*.

6.5. Índice gonádico

El índice gonádico varió entre 2.16 a 3.78 durante el período de muestreo, en noviembre y diciembre se mantuvo entre 2 y 2.5, valores relacionados con la fase de gónada en desarrollo. De enero a julio se presentaron valores entre 2.6 y 3.1 por lo que la fase que prevaleció fue madurez, en tanto que de agosto a noviembre se observaron valores entre 3.3 y 3.7, muy cercanos a 4 (Fig. II), por lo que la fase que prevaleció fue desove, situación que se confirma con la prueba de Spearman ( $r_s = 0.8$ ).

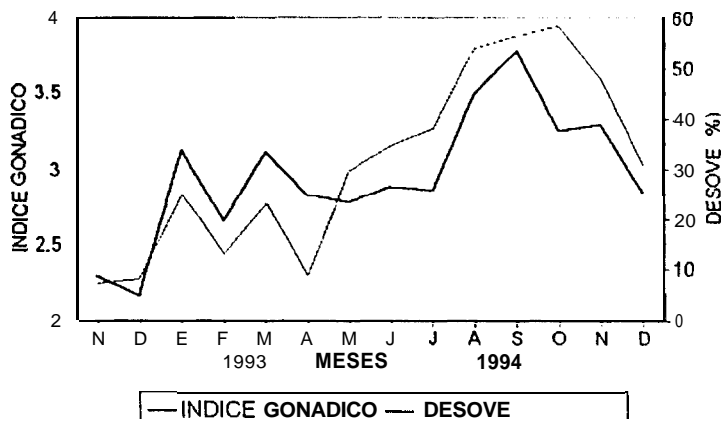


Figura II. Relación entre el índice gonádico y el desove en *D. ponderosa*.

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

Los valores más bajos del I.G.S. (25) se presentaron en agosto y los más altos (45) en enero de 1993. Las variaciones del I.G.S. reflejan el desarrollo gonádico en relación con el peso húmedo sin concha (Fig. 12). Entre noviembre y marzo los valores del índice gonadosomático se mantuvieron altos, lo que se relaciona directamente con la presencia de individuos en fase de madurez, en tanto que el índice gonadosomático mostró una clara tendencia a disminuir desde julio y agosto, directamente en relación con la prevalencia de desoves en la población. Desde septiembre, el índice gonadosomático muestra un incremento gradual coincidiendo con un descenso paulatino de la temperatura.

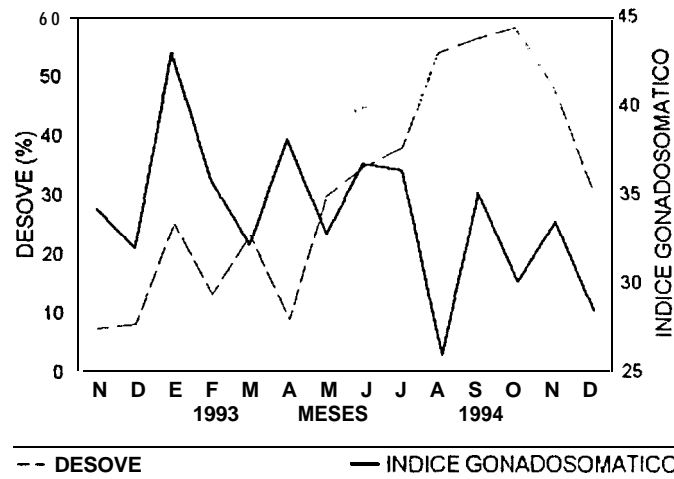


Figura 12. Relación del índice gonadosomático y la frecuencia de desove en *D. ponderosa*.

### 6.7. Índice de condición de Fulton

El índice de condición mostró los valores más altos en enero, septiembre y diciembre de 1994, en tanto que el valor más bajo se observó en agosto del mismo año. Los valores del índice de condición entre diciembre de 1993 y mayo de 1994 se mantuvieron relativamente altos, lo que puede reflejar la condición de desarrollo gonádico en la población, para agosto el valor mínimo se relaciona principalmente con la prevalencia de individuos en fase de desove, aunque estos se presentaron en mayor cantidad en septiembre (Fig. 13). La condición de la población retorna a los valores máximos de septiembre a diciembre de 1994. Al comparar el índice de condición con el índice gonadosomático (Fig. 14) se observa que las variaciones que se presentaron son en el mismo sentido, es decir, los valores fueron altos (2.4) en los meses de enero a junio y el valor mínimo (1.6) en agosto.

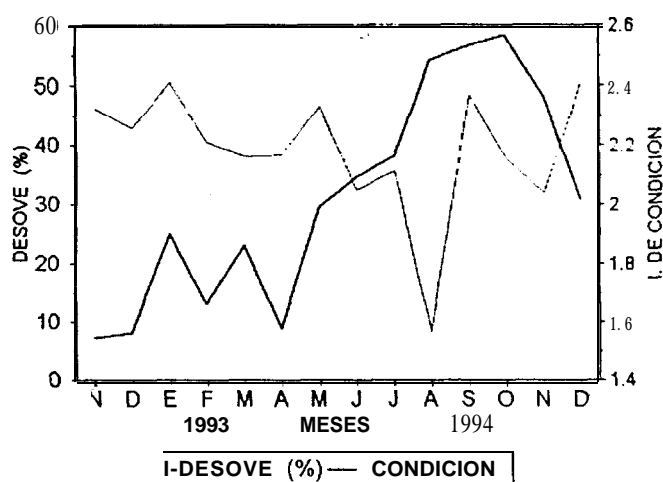
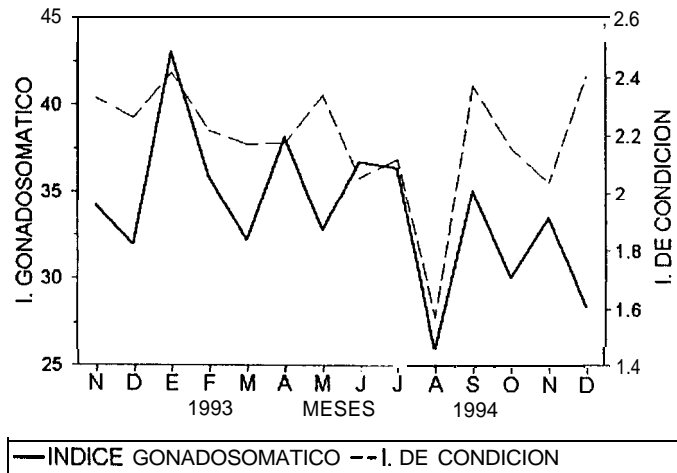


Figura 13. Relación entre el índice de condición y la frecuencia de desove en *D. ponderosa*.



**Figura 14. Relación entre el índice gonadosomático y el índice de condición en *D. ponderosa*.**

## 6.8. Índice de peso

A lo largo del período de muestreo el índice de peso varió, el máximo valor se observó en abril, en tanto que el mínimo valor se registró en noviembre de 1993.

La fluctuación de este índice no mostró relación con el índice gonadosomático (Fig. 15), y no se observó un decremento en agosto, aunque los valores máximos corresponden a los meses en que se registraron mayor número de individuos en fase de madurez, de febrero a mayo.

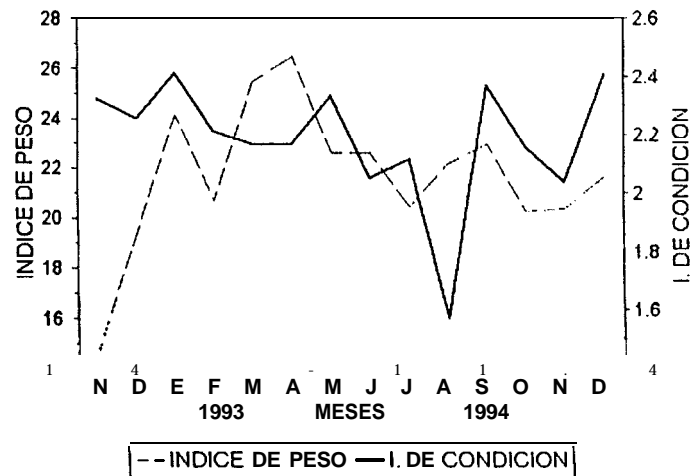


Figura 15. Relación entre el índice de peso y el índice de condición en *D. ponderosa*.

## 6.9. Relación del ciclo gametogénico con parámetros ambientales.

### 6.9.1. Temperatura.

La temperatura superficial alcanzó el valor máximo en septiembre, con 31 °C, y el valor mínimo en febrero, con 18 °C. Durante los meses de julio a octubre se registraron las temperaturas más altas (entre 30 °C y 31 °C), mientras que de enero a abril se registraron las más bajas (entre 18 °C y 20.5 °C). Se observa que entre noviembre de 1993 y mayo de 1994 se presentaron pocos individuos en desove, lo que corresponde con el período de la temperatura más baja (Fig. 16), en tanto que entre junio y noviembre de 1994 se presentaron los más altos porcentajes de la población en fase de desove, lo que coincide con el registro de las temperaturas más altas en el área de estudio. La muestra de febrero en donde se presentó gran proporción de individuos en fase de desarrollo corresponde con la temperatura más baja registrada. La prueba de Spearman muestra una relación clara entre la proporción de la población en fase de desove y la temperatura registrada ( $r_s = 0.73$ ), no se observó así para el índice gonadosomático ( $r_s = -0.29$ ) o para el diámetro promedio de los ovocitos ( $r_s = -0.64$ ), aunque se observó una tendencia del I.G.S. al incremento cuando la temperatura es más baja, y al decremento cuando la temperatura aumenta. La población presentó individuos en fase de desove y en actividad gonádica durante la mayor parte del período de muestreo, se observó una relación directa entre la temperatura y la mayor proporción en desove ( $r_s = 0.67$ ).

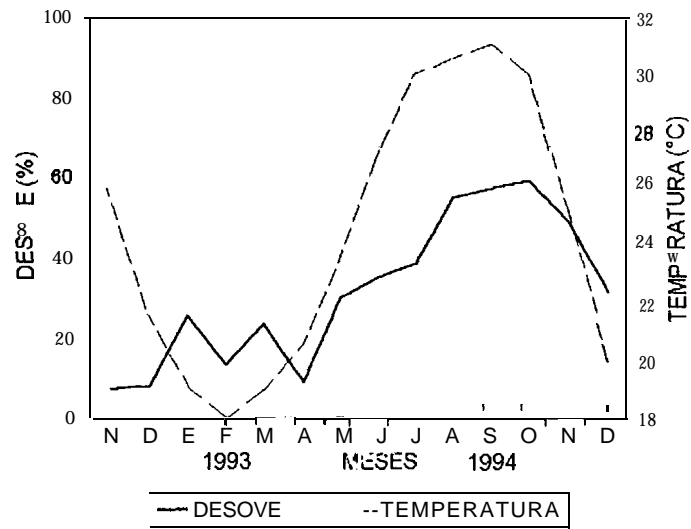


Figura 16. Relación entre la frecuencia de desove, en *D. ponderosa* y la temperatura en Bahía Concepción.

6.9.2. Fotoperíodo.

El fotoperíodo presentó fluctuaciones anuales en las que la mayor cantidad de iluminación (min.luz/día) se registró en junio (879 min.), mientras que los días cortos se presentaron en diciembre, con 699 minutos de luz por día. La prueba de Spearman ( $r_s = 0.25$ ) no mostró relación entre este parámetro y el desove de la población, del mismo modo no se observó una relación directa entre ambas variables (Fig. 17) ni con el índice gonadosomático o la actividad gonádica.

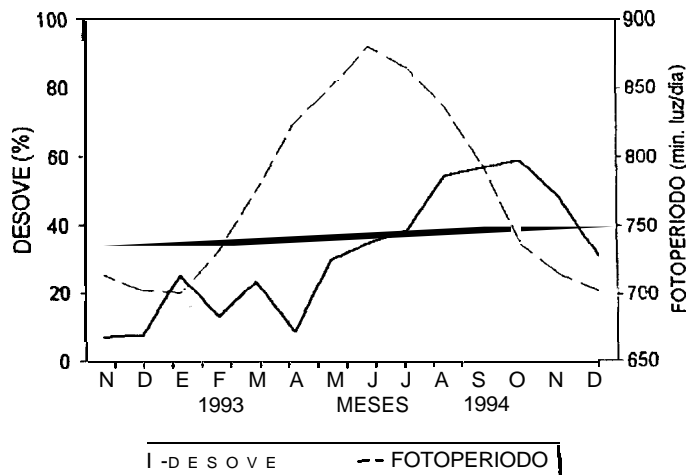


Figura 17. Relación entre la frecuencia de desove en *D. ponderosa* y el fotoperíodo en Bahía Concepción.

### 6.9.3. Clorofila.

La concentración de clorofilas muestra variaciones. En diciembre y enero se presentaron las mayores concentraciones (1.2 y 3.9 mg de clorofila/m<sup>3</sup>), en tanto que en los meses correspondientes a primavera y verano, se registraron las concentraciones de clorofilas más bajas, de 0.2 y 0.3 mg de clorofila/m<sup>3</sup> en julio y agosto respectivamente. La relación entre la temperatura y la concentración de clorofilas es inversa, cuando se registró la temperatura máxima se observaron valores mínimos de la concentración de clorofila y viceversa. La prueba de Spearman ( $r_s = -0.35$ ) no mostró relación proporcional entre el desove y la concentración de clorofila, aunque se aprecia que la relación es inversa (Fig. 18). Por otro lado se registró una relación directa entre el I.G.S. y la concentración de clorofila ( $r_s = 0.62$ ), lo que se relaciona directamente con la proporción de la población en madurez y con el diámetro promedio de los ovocitos ( $r_s = 0.41$ ) (Fig. 19). En el período entre enero y febrero de 1994 cuando se registraron los valores más altos de concentración de clorofila se observó una mayor proporción de individuos en fase de gonáda en desarrollo y maduros y una pequeña proporción de organismos en desove, lo que parece indicar que las etapas gametogénica y de madurez se relacionan más directamente con la disponibilidad de alimento y la acumulación de reservas.

CENTRO INTERMUNICIPAL VARIANTE DE  
CIERRE DE LA BAHÍA DE CONCEPCIÓN  
BIBLIOTECA  
I.P.N.  
DONATIVO

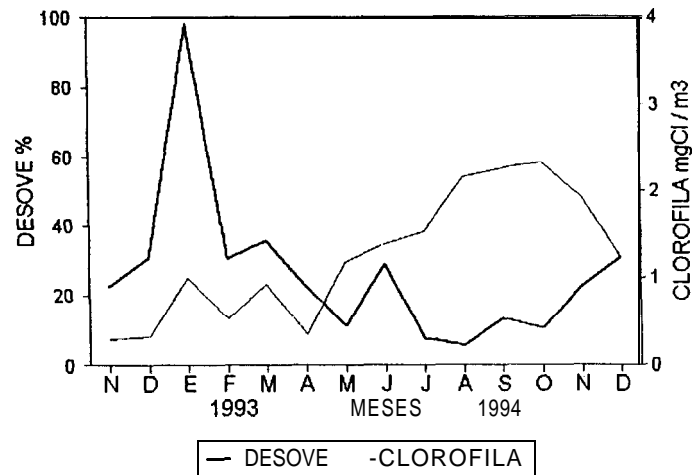


Figura 18. Relación entre la frecuencia de desove. en *D. ponderosa* y la concentración de clorofila en Bahía Concepción.

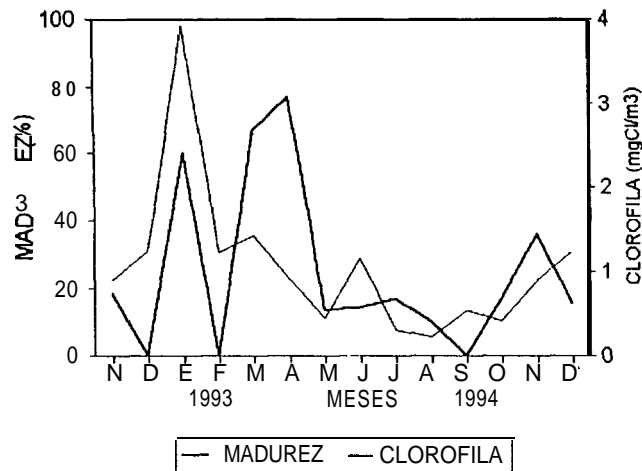


Figura 19. Relación entre la frecuencia de madurez en *D. ponderosa* y la concentración de clorofila en Bahía Concepción.

## 7. ANALISIS

### 7.1 Proporción sexual.

La proporción sexual se mantuvo más o menos constante para ambos sexos, lo cual es frecuente y ha sido señalada en *Dosinia* por otros autores (Norton, 1947; Moore y López, 1970; Baqueiro y Stuardo, 1977) y en otros venéridos (*Chione fluctifraga* Martínez-Córdova, 1988., *Mercenaria mercenaria* Hesselman et al., 1989; *Chione californiensis* García-Domínguez et al., 1995; *Chione cortezi* Benet, 1996 y *Megapitaria squalida*, Villalejo-Fuerte, 1996b). Norton (1947) encontró una proporción 2 a 1 de hembras en *Dosinia díscus*, aunque el número de individuos para todo su estudio fue relativamente pequeño (12 ejemplares). En el material examinado en este estudio no se encontraron individuos indiferenciados, lo que parece indicar que los organismos adultos en la zona de estudio no pasan por situaciones que los obliguen a reabsorber el material reproductivo residual como ocurre con otras especies de venéridos (García-Domínguez, 1995; Villalejo-Fuerte, 1996b). Los ejemplares estudiados aparentemente conservan gametos maduros y realizan gametogénesis y expulsión parcial de productos sexuales durante todo el año. El hecho de que no se haya encontrado ningún individuo en estado de indiferenciación se explica posiblemente por el hecho de que todos los organismos estudiados son adultos que han alcanzado la madurez sexual y se aprecia que al término de su ciclo gametogénico no requieren pasar por una etapa de reposo, posiblemente porque la expulsión de gametos es gradual, lo que determina que antes o al terminar el desove continúe la gametogénesis. Al respecto los resultados encontrados por Baqueiro y Stuardo (1977) en Zihuatanejo, recomiendan como talla mínima de captura, individuos mayores a 6.0 cm, que es la talla en la que alcanzan su madurez sexual. Durante la realización de este trabajo se encontró como talla menor la de 6.0 cm. y el promedio de la muestra fue de 9.2 cm.

## 7.2. Ciclo gametogénico, Índice gonádico, índice gonadosomático y diámetro promedio mensual de los ovocitos

El índice gonadosomático (I.G.S.) aparentemente no varía en relación al ciclo gametogénico, en la figura 7 se observa que la proporción de la población en desove presentó valores mayores de 40% desde junio, y éste se mantiene hasta noviembre. En ese período el I.G.S. presenta variaciones que fluctúan alrededor de 26 a 36, aunque en agosto se observó el valor mínimo. La tendencia que se observa en el I.G.S. durante ese lapso parece ser a la baja, la prueba de Spearman confirma que no hay una relación directa, posiblemente la relación es indirecta ( $r_s = -0.36$ ). El I.G.S. aumenta en tanto que la gónada aumenta de peso en relación con el peso total, del mismo modo el I.G.S. decrece a consecuencia de que el peso relativo de la gónada también lo hace. Entre enero y abril los valores en el I.G.S. pueden estar relacionados con la presencia de individuos maduros y en desarrollo. Moore y López (1970) observaron variaciones correlacionadas positivamente entre el peso estándar y los individuos en estado de madurez en *D. elegans*, esto se ha observado en *C. californiensis* (García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995) y en otros venéridos como *Venus striatula* (Ansell, 1961) *Venerupis japonica* (Holland y Chew, 1974), *Venus antiqua* (Lozada y Bustos, 1984) y *Mercenaria mercenaria* (Manzi et al., 1985).

Al comparar el I.G.S. con el índice de condición de Fulton, salta a la vista que en la muestra de agosto ambos parámetros registraron el valor mínimo (Fig. 14), esto se explica debido a que la gónada no fue separada totalmente al momento de pesar los individuos, de modo que las variaciones en el peso total afectan al I.G.S. y éste se comporta de modo similar que la condición de Fulton, por esta razón el uso de índices es limitado entre los venéridos, aunque García-Domínguez y Levy-Pérez (1995) encontraron que en *Chione californiensis* el I.G.S. se relaciona positivamente con la temperatura, de modo que cuando la población se encuentra en desarrollo y madurez coincide con el aumento de la temperatura ambiental y aumenta el I.G.S., del mismo modo, Saucedo (1995) encuentra entre el I.G.S. y la temperatura una correlación positiva en *Pinctada mazatlanica* y correlación negativa en *Pteria sterna*. En el primer

caso, el I.G.S. pone en evidencia la actividad gonádica de la población, de modo que los valores más altos coinciden con una gónada en madurez, y los valores más bajos con una gónada en desove. En el segundo caso, los valores más bajos del I.G.S. coinciden con períodos de inactividad gonádica y con períodos de desove, y los valores más altos con madurez. El I.G.S. puede ser de valor para estimar el ciclo gonádico de una especie de bivalvo sin hacer todo el trabajo que implica la técnica histológica, aunque debe tomarse con ciertas reservas, pues en algunas poblaciones no ha resultado un parámetro confiable (Avilés et al., 1990; Félix-Pico, 1993; García-Domínguez et al., 1993; Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez 1993; Villalejo-Fuerte et al., 1996b).

La población de *D. ponderosa* en Bahía Concepción se reprodujo durante todo el año, de manera importante entre agosto y octubre. En Guerrero, *D. ponderosa* se desova también durante todo el año, aunque con tres períodos en los que la mayoría de la población se encuentra en fase de desove, en noviembre, marzo y septiembre (Baqueiro y Stuardo, 1977). Otros bivalvos que se reproducen durante todo el año son *Chione undatella* (Baqueiro y Massó, 1988), *Anadara tuberculosa* (Baqueiro et al., 1982) y *Argopecten circularis* (Baqueiro et al., 1981). Otros bivalvos estudiados en Bahía Concepción son *Glycymeris gigantea* (Glycymerididae) que presenta el período de desove principalmente de mayo a octubre (Villalejo-Fuerte et al., 1995), *Megapitaria squalida* (Veneridae) que se reproduce de abril a octubre (Villalejo-Fuerte et al., 1996b) y *Argopecten circularis* (Pectinidae) que se reproduce principalmente de diciembre a abril (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993).

El patrón del ciclo reproductivo de una especie puede variar en poblaciones separadas geográficamente, se han registrado diferencias en el tiempo en que se presentan la gametogénesis y el desove de *Mercenariamercenaria* (Veneridae) en Long Island y Core (Loosanoff, 1937 y Porter, 1954). La reproducción de esta especie ha sido estudiada en diferentes localidades (Keck et al., 1975; Eversole et al., 1980; Dalton y Menzel, 1983; Manzi et al., 1985 y Heffernan et al., 1988) y los resultados muestran que existe variabilidad relacionada con las condiciones ambientales.

Asimismo, *Tapes philippinarum* (Veneridae) ha mostrado variación en la reproducción en diferentes localidades (Holland y Chew, 1974; Rae, 1978; Xie y Brunell, 1994; Ohba, 1959; Shafee y Daoudi, 1991; Sarasquete et al., 1990).

El diámetro promedio de los ovocitos ha sido utilizado para establecer el ciclo gonádico de *Argopecten irradians* (Barber y Blake, 1981, 1983), *Modiolus modiolus* (Brown, 1984), *Mercenaria mercenaria* (Hesselman et al., 1989), *Glycymeris gigantea* (Villalejo-Fuerte et al., 1995), *Tapes philippinarum* y *T. decussatus* (Xie y Burnell, 1994) entre otros. En *M. mercenaria* los diámetros máximos de los ovocitos se observaron en el período de madurez y desove, y los diámetros mínimos correspondieron con la fase gonádicas de desarrollo, aunque señalaron que la variación en el diámetro promedio de ovocitos fue el resultado de variabilidad entre individuos y en cada individuo (Hesselman et al., 1989). Del mismo modo, en *Tapes philippinarum* y *T. decussatus* el diámetro promedio de ovocitos reflejó el ciclo gametogénico (Xie y Burnell, 1994).

El diámetro promedio mensual de los ovocitos de *D. ponderosa* se correlaciona con el ciclo gametogénico, entre noviembre de 1993 y abril de 1994 se presentó desarrollo gonádico en las hembras, los ovocitos incrementaron el diámetro promedio de 43  $\mu\text{m}$  a 57  $\mu\text{m}$ . En enero y abril se registraron las máximas frecuencias de individuos en fase de madurez gonádica, en esos meses se registraron promedios altos en el diámetro de los ovocitos, lo que implica la prevalencia de ovocitos completamente maduros, listos para liberarse al medio. Entre abril y septiembre se observa la disminución paulatina del diámetro promedio de los ovocitos, en ese mismo período se registró un incremento en la frecuencia de individuos en fase de desove. Se deduce que los ovocitos de mayor tamaño son liberados al exterior, al mismo tiempo es evidente que se está realizando gametogénesis dentro de los folículos, por lo que aumenta la proporción de ovocitos de menor tamaño. Es notable que en septiembre se registró el menor diámetro promedio de ovocitos y la mayor frecuencia en las fases de desove y posdesove en la población, prevalecen ovocitos en desarrollo y crecimiento, y ovocitos residuales en las gónadas durante el posdesove. El diámetro

promedio de los ovocitos de *D. ponderosa* es similar al de otros bivalvos encontrados en Bahía Concepción, *A. circularis* y *M. squalida* (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993; Villalejo-Fuerte et al., 1996b). Al comparar el diámetro de los ovocitos con los estados gonádicos en *D. ponderosa*, se observa que los diámetros mínimos coinciden con la fase de desarrollo y los diámetros máximos coinciden con las fases de madurez y desove, razón por la cual se considera que el diámetro de los ovocitos se correlaciona con el ciclo gametogénico.

### 7.3. Índice de condición e Índice de peso

Las fluctuaciones en el índice de condición están asociadas con la estación reproductiva y nutricional de los moluscos (Searcy-Bernal, 1984). En *D. ponderosa* el período de desove que se presenta entre junio y noviembre, de acuerdo con el análisis histológico, coincidió con las fluctuaciones que se presentan durante éstos meses en el índice de peso y el índice gonadosomático (I.G.S.). Según Ito et al., (1975) el I.G.S. se incrementa antes del desove y declina después de éste. En el presente trabajo se observó un incremento del I.G.S. en correspondencia con un aumento en el número y diámetro de los ovocitos durante la etapa de gónada en desarrollo y madurez, que ocurren de diciembre de 1993 a abril de 1994, de igual modo, los indicadores de la condición muestran un aumento correspondiente con la actividad reproductora. El patrón reproductivo de una población de bivalvos puede ser continuo durante un ciclo anual, o discontinuo en caso de que se trate de dos o más ciclos por año (Giese y Pearse, 1974). La población de *D. ponderosa* en Bahía Concepción presentó un patrón reproductivo continuo, con producción de gametos durante el ciclo anual, aunque se determinó una temporada de mayor actividad reproductiva, lo que indica cierta estacionalidad en el patrón reproductivo. En una población de bivalvos con un patrón de reproducción continuo a lo largo del año se encuentran individuos en distintas fases de ciclo gametogénico en proporción variable (Sastry, 1979), lo que sucede en *D. ponderosa*.

Se acepta de manera general que las partes blandas de los moluscos bivalvos no crecen en proporción directa con la longitud de la concha, sin embargo, las medidas que relacionan el tamaño de la concha con el peso o volúmen de las partes blandas son considerados como buenos indicadores de la condición (Sakai, 1979; Ochoa-Báez, 1985). El contenido de agua en los tejidos varía con la condición de los organismos como lo sugieren Giese y Pearse (1974). En este estudio, los indicadores de la condición tuvieron un comportamiento similar durante el ciclo de reproducción de *D. ponderosa*, y fueron influenciados por las diferentes fases de desarrollo gametogénico, las variaciones de peso de la gónada y de la condición en el resto de los tejidos y la glándula digestiva, muestran una tendencia a disminuir durante el verano, lo que coincide con las fases de desove y madurez.

#### 7.4. Relación del ciclo gametogénico con la temperatura, clorofila y fotoperíodo

Está bien establecido que la temperatura es uno de los factores ambientales más importantes que influyen el ciclo gametogénico de los moluscos (Giese, 1959; Sastry, 1963, 1966, 1975, 1979; Ropes, 1968; Saleuddin, 1965; Shafee y Daoudi, 1991). La especie motivo del presente estudio presenta una distribución que abarca un intervalo latitudinal muy amplio, las diferencias en el tiempo en que se presenta el grado máximo de desove se debe principalmente a que los requerimientos de temperatura crítica que regula la reproducción son diferentes a los de gónada en desarrollo y madurez (Heffernan et al., 1988; Hesselman et al., 1989). El ciclo reproductivo de *D. ponderosa* en Bahía Concepción muestra una clara estacionalidad relacionada con la temperatura del agua (prueba de Spearman  $r_s = 0.73$ ) pues en mayo, cuando la temperatura se incrementa a 23° C se presenta un aumento en la proporción de desove (de 8.6% en abril a 29.6% en mayo) y este incremento se mantiene hasta octubre (58.3% en desova) cuando la temperatura fue de 30° C. El período de menor actividad gonádica ocurre de noviembre a marzo, cuando la temperatura varió entre 19 ° C y 26 ° C y el mayor porcentaje de gónada en desarrollo

ocurrió de abril a agosto, con una temperatura comprendida entre 20°C y 30.5°C. En Zihuatanejo, Guerrero, *D. ponderosa* presentó las frecuencias máximas de gametogénesis cuando la temperatura descendió, durante los meses de enero a marzo, aunque en septiembre también se presentó una alta prevalencia de desove (Baqueiro y Stuardo, 1977). Una relación similar entre la temperatura y la actividad gonádica fue observada en *A. circularis* (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993), en *G. gigantea* (Villalejo-Fuerte et al., 1995) en Bahía Concepción y en *M. mercenaria* en Florida (Hesselman et al., 1989). En otros veneridos se ha observado que simultáneamente al aumento de la temperatura, aumentan los organismos diferenciados sexualmente, como en *Chione californiensis* en la Laguna de La Paz (García-Domínguez y Levy-Pérez, 1995) y en Bahía Magdalena (García-Domínguez et al., 1993). En Bahía Concepción *Laevicardium elatum* mostró una clara estacionalidad relacionada con la temperatura. La gametogénesis y el desove ocurrieron cuando ésta declinaba y continuaron durante los meses fríos (Villalejo-Fuerte et al., 1996a), este tipo de relación con la temperatura se ha observado también en *A. circularis* (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993) y en *Glycymeris gigantea* (Villalejo-Fuerte et al., 1995) en Bahía Concepción. En esta localidad, *Megapitaria squalida* (Veneridae) se reproduce de abril a octubre, principalmente en la temporada cálida del año (Villalejo-Fuerte et al., 1996b).

La disponibilidad de alimento generalmente se ha asociado con el período en que se reproducen otros invertebrados marinos, forma en que en teoría aseguran alimento para las larvas planctotróficas (Thorson, 1950; Loosanoff, 1954; Giese, 1959; Bayne, 1965; Sastry, 1966), estudios más recientes han enfatizado la importancia de la disponibilidad de alimento en la reproducción de invertebrados marinos (Bader, 1954; Griffiths y King, 1979; Bayne y Newell, 1983; Emmet et al., 1987).

El ciclo reproductivo de *D. ponderosa* presenta una estacionalidad relacionada con la disponibilidad de alimento, expresada como la concentración de pigmentos fotosintéticos. El desarrollo gonádico aparentemente coincide con el período en que existen altos niveles de alimento disponible en Bahía Concepción, por lo que es posible

que la disponibilidad de alimento este más directamente relacionada con el desarrollo gonádico que con la temperatura. En *M. squalida* el desarrollo gonádico se presenta en los meses de mayor disponibilidad de alimento, esta especie se reproduce de abril a octubre en Bahía Concepción (Villalejo-Fuerte et al., 1996b).

Otros estudios demuestran la relación entre la actividad gonádica y la disponibilidad de alimento, Sastry (1966) sometió a *Aequipecten irradians* a diferentes temperaturas durante el período de crecimiento gonádico, sin provisión de alimento, y encontraron un decremento en los índices gonádico y de glándula digestiva. esto demuestra que el alimento es esencial para el crecimiento gonádico. Emmett et al., (1987) concluyeron que las diferencias temporales y cuantitativas en la provisión de alimento influyen de mayor modo en el ciclo reproductivo de *Mytilus edulis* que la temperatura o la latitud.

La época de desove también puede estar relacionada con la disponibilidad de alimento, muchos bivalvos tienden a desovar en períodos en los que el alimento está disponible para el desarrollo de la progenie (Bayne, 1976). DiSalvo et al. (1984) indujeron el desove en *A. purpuratus* a 13° C mediante un incremento en la concentración de fitoplancton en los tanques de cultivo. De este modo Wolff (1988) sugirió que la alta temperatura, aunque favorece la madurez y el desove, puede ser de menor importancia que la disponibilidad de alimento para un desove adecuado, en *Chlamys amandi* el período de desove también está relacionado con altas concentraciones de alimento más que con la temperatura (Jaramillo et al., 1993). En la concentración de pigmentos fotosintéticos en Bahía Concepción se observan dos períodos de máxima concentración, en enero y en junio, es posible que esto influya en el desarrollo gonádico y en el almacenamiento de reservas alimenticias pues se observa que en esos meses la muestra de *D. ponderosa* examinada presentó un mayor porcentaje en desarrollo gonádico y en madurez. En otros bivalvos se ha observado que un incremento en la concentración de alimento disponible acelera el almacenamiento de nutrientes (Galtsoff, 1961; Gimazane, 1971; Sastry, 1966, 1968, 1970, 1975), en Bahía Concepción la almeja catarina *A. circularis* presentó un

incremento del índice gonadosomático de diciembre a abril, desde fines del invierno a inicios de la primavera el I.G.S. descendió debido al desove (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993).

El fotoperíodo como factor que influye en el ciclo reproductivo de los invertebrados ha sido señalado por Giese y Pearse (1974) y Sastry (1970, 1975, 1979). En *D. ponderosa* el fotoperíodo parece estar relacionado con la prevalencia de individuos en fase de desarrollo gonádico. Entre abril y agosto se presentó un gran porcentaje de la población en fase de desarrollo, en esos meses se registró el fotoperíodo en franco ascenso, aunque la fase de desarrollo pudiera estar influida por otros factores, pues desde diciembre se presentó un alto porcentaje de la población en desarrollo gonádico, se observa un incremento de esta fase en febrero. Posiblemente el fotoperíodo influye directa o indirectamente en el ciclo gametogénico a través de la temperatura. En *M. mercenaria* la temperatura induce el desove (Keck et al., 1975; Manzi et al., 1985) o inhibe la gametogénesis, si es demasiado alta (Hesselman et al., 1989).

El ciclo reproductivo de una especie puede variar significativamente en diferentes regiones geográficas, esto incluye el período del ciclo gonádico, el período y duración del desove y el número de desoves por año. El hecho de que una especie de molusco desove dos veces por año al sur de su distribución y una vez por año en la región norte de su distribución ha sido registrado para varias especies de moluscos (Ropes y Stickney, 1968; Lubet, 1984; Maximovich, 1985; Yakovlev, 1986; Ponurovski y Yakovlev, 1992). En Bahía Concepción *D. ponderosa* desova durante todo el año pero con mayor intensidad entre julio y octubre, lo que coincide con temperaturas altas y en Zihuatanejo, Guerrero, *D. ponderosa* desova todo el año pero con tres períodos en los que la mayoría de la población se encuentra en desove (Baqueiro y Stuardo, 1977). Esto es posible debido a que en Zihuatanejo se presentaron temperaturas altas durante más tiempo que en Bahía Concepción, lo cual favorece el desove, como señalaron Ponurovski y Yakovlev (1992) y Xie y Burnell (1994) para otras especies de bivalvos.

*D. ponderosa* no presenta en Bahía Concepción un período de reposo que indique una

epoca de almacenamiento de sustancias de reserva que pueda ser utilizada en la gametogénesis, por lo que su etapa de desarrollo de la gónada coincide con los meses de mayor disponibilidad de alimento, por otra parte, aún cuando produce ovocitos durante todo el año, presenta un mayor porcentaje de individuos en fase de desove en la temporada cálida del año, lo que nos permite decir que esta especie, en esta localidad, tiene una estrategia reproductiva distinta a la que presenta en localidades más sureñas en las que no se apreció una epoca reproductiva bien marcada (Baqueiro y Stuardo, 1977).

## 8. CONCLUSIONES

1. En el material examinado no se encontraron individuos indiferenciados.
2. En este trabajo la talla más baja registrada fue de 6.0 cm y el promedio de talla para la muestra fue de 9.2 cm.
3. En el ciclo gametogénico se establecieron 4 etapas tanto para los machos como para las hembras: Desarrollo, Madurez, Desove y Posdesove.
4. No se encontraron individuos hermafroditas.
5. El desove, así como la gametogénesis se presentaron a lo largo de todo el año, con un período máximo de desove durante los meses de julio a octubre.
6. En algunos meses fue difícil encontrar la fase de madurez (sobre todo en hembras) debido a que los individuos expulsan los gametos conforme van madurando, sin interrumpir la gametogénesis.
7. Por la misma razón fue difícil definir la etapa de posdesove, ya que como se mencionó anteriormente los organismos continúan la gametogénesis antes de terminar de desovar.

**8. El índice gonádico muestra la misma tendencia que el desove con lo que se reafirma la determinación del ciclo gametogénico.**

**9. El índice gonadosomático no mostró relación directa con el período de desove, por lo que no se recomienda su uso como indicador de la época reproductiva.**

**10. El índice gonadosomático registró relación con el índice de condición y el índice de peso, esto es quizás debido a que no fue posible separar la gónada por completo y que al pesarla incluía la masa visceral y el pie.**

**II. Se presentó desove a lo largo de todo el año, con mayor porcentaje durante los meses cálidos del año (julio-octubre), por lo que se estableció una relación directa entre temperatura y desove.**

**12. No se observó una relación entre el fotoperíodo y la cantidad de clorofila con el desove.**

**13. Se pudo observar una mayor relación entre la etapa de madurez con la cantidad de clorofila, lo que apoya los resultados encontrados en otros trabajos, que explican el proceso como una relación de disponibilidad de energía (alimento) con los requerimientos para la producción de gametos.**

## 9. RECOMENDACIONES

- Los objetivos del presente estudio no pretenden dar por si solos recomendaciones acerca de la regulación de una posible pesquería de almeja blanca (*D. ponderosa*), ya que para esto es necesario efectuar diversos trabajos sobre la biología del organismo (que incluyen entre otros, estudios de crecimiento, abundancia y distribución de la especie en el área de estudio). Sin embargo dada la coincidencia de los datos encontrados por Baqueiro y Stuardo (1977) con los del presente trabajo, podemos aconsejar:
- No capturar en los meses de julio a octubre, que es la principal época de reproducción.
- Respetar la talla mínima de captura de 6 cm.

## 10. SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

- Estudios de recolección de larvas en el plancton.
- Captación de juveniles en colectores.
- Estudios relativos a factores como temperatura, alimento, condiciones óptimas de reproducción e inducción al desove que ayuden al mantenimiento de organismos en cautiverio para establecer cultivos.
- Estudios de fecundidad, crecimiento y edad en las poblaciones de importancia comercial.
- Estudios ecológicos, por ejemplo de distribución y abundancia.

## II. LITERATURA CITADA

Abbott, R.T. 1974. American Seashells 2a Ed. Van Nostrand Reinhold Co. New York, 662 p.

Akaboshi, S. y J.E. Illanes. 1983. Estudio experimental sobre la captación, precultivo y cultivo, en ambiente natural de *Chlamys (Argopecten) purpurata*, Lamark, 1819, en Bahía Tongoy, IV Región Coquimbo. *Symp. Internac. de Acwac. Coquimbo, Chile. Sept.* pp: 233-254.

Anónimo. 1992. Anuario estadístico de pesca 1992. Sría de Pesca. Dir. Gral. Planeación, Informática y Estadística. México, 513 p.

Ansell, A.D. 1961. Reproduction, growth and mortality of *Venus striatula* (Da Costa) in Kames Bay, Millport. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 42: 419-443.

Avilés-Q., M.A. Quevedo, y M.O. Muciño-D. 1990. Acondicionamiento gonádico y desove de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), en condiciones de laboratorio. *CPINSPM* (7):9-15.

Bader, R.G. 1954. The role of the organic matter in determining the distribution of pelecipods in marine sediments. *Journal of Marine Reserches* 13:32-48.

Baqueiro, E. 1979. Sobre la distribución de *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby), *M. squalida* (Sowerby) y *Dosinia ponderosa* (Gray) en relación a la granulometría del sedimento (Bivalvia: Veneridae): Nota científica. *An. Centro Cien. de/ Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 6 (1): 25-32.

Baqueiro, E. 1987. Historia, presente y futuro del cultivo de bivalvos en México. *En: Memorias III Reunión Nacional De Malacología y Conquiología, México, pp. 458-467.*

Baqueiro, E. 1989. Clam culture in México: Past, present and future. *En: Manzi, J.J. y M. Castagna (Eds.), Clam mariculture in North America. Elsevier. Sci. Pub. Amsterdam, pp 383-394.*

- Baqueiro, E. y J. Stuardo. 1977. Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* Sowerby, 1835, *Megapitaria squalida* Sowerby, 1835 y *Dosinia ponderosa* Gray, 1838 (Bivalvia: Veneridae) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Guerrero, México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México* 4 :161-208.
- Baqueiro, E. y H. Guajardo. 1984. Análisis de la pesquería de almejas y caracoles en Baja California Sur. Mem: 111 Simposium sobre biología marina de la Univ. Autón. B.C.S. México. 9-23
- Baqueiro, E. y J.A. Masso. 1988. Variaciones poblacionales y reproducción de dos poblaciones de *Chione undatella* (Sowerby, 1835), bajo diferentes regímenes de pesca en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Ciencias Pesqueras* 6:51-67.
- Baqueiro, E., J.A. Massó y A. Vélez. 1983. Crecimiento y reproducción de una población de caracol chino *Hexaplex erythrostomus* (Swainson, 1831), de Bahía Concepción, B.C.S. *Ciencia Pesquera* 1(4): 19-32.
- Baqueiro, E., I.R. Peña y J.A. Masso. 1981. Análisis de una población sobreexplotada de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en La Ensenada de La Paz, B.C.S., México. *Ciencia Pesquera* 1(2): 57-65.
- Baqueiro, E., J. A. Masso, y H. Guajardo. 1982a. Distribución y Abundancia de moluscos de importancia comercial en Baja California Sur. Secretaría de Pesca. Serie de divulgación No. II. 32 p.
- Baqueiro, E., M. Muciño y R. Merino. 1982b. Análisis de una población de pata de mula, *Anadara tuberculosa* sujeta a explotación intensiva en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Ciencia Pesquera* (3): 75-82.
- Barber, B.J. y N.J. Blake. 1981. Growth and reproduction of the bay scallop, *Argopecten irradians* (Lamarck) and its southern distributional limit. *J. Exp. Mar. Biol. Eco.* 52: 121-134.

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

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

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

Bayne, B.L. y R.C. Newell. 1983. Physiological energetics of marine molluscs. *En: Saleuddin, A.S.M. y K.M. Wilbur (Eds.) The mollusca. Vol. 4 (1).* Academic Press, N.Y., pp. 491-498.

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

Briggs, J.C. 1974. Marine zoogeography. McGrawHill, New York, 475 p.

Brousseau, D.J. 1981. Spawning cycle and fecundity in a population of *Petricola pholadiformis* (Pelecypoda: Petricolidae) from Milford, Connecticut. *The Veliger* 24 (1): 56-61

Brousseau, D.J. 1982. Gametogenesis and spawning in a population of *Geukensia demissa* (Pelecypoda: Mytilidae) from Westport, Connecticut. *The Veliger* 24 (1): 56-61.

Brousseau, D.J. 1987. A comparative study cycle of the soft-shell clam, *Mya arenaria* in Long Island sound. *J. Shellfish Res.* 6(1):7-15.

Brown, R.A. 1984. Geographical variations in the reproduction of the horse mussel, *Modiolus modiolus* (Mollusca: Bivalvia). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 64:751-770.

Brusca, R.C. 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. 2a. Ed. The Univ. of Arizona Press, Tucson, Arizona. 513p.

Bull, M.F. 1976. Aspects of the biology of the New Zealand scallop, *Pecten novaezelandiae* Reeve 1853, in the Malborough Sounds. Ph. D. thesis. Victoria University, Wellington. New Zealand, 175 pp.

Caddy, J. F. 1967. Maturation of gametes and spawning in *Macoma balthica* (L.). *Canadian Journal of Zoology* 45: 955-965.

CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional). 1970. Carta de climas, Santa Rosalía 12 R-V *Secretaría de la Presidencia, México*.

Cheng, T.C. 1982. General parasitology. 2a. Ed., Academic Press, Orlando, Florida.

Cheng, T.C. 1967. Marine molluscs as hosts for symbioses with a review of known parasites of commercially important species. *Adv. Mar. Biol.* 5: 1-424.

Dalton, R. y W. Menzel. 1983. Seasonal gonadal development of young laboratory-spawned southern (*Mercenaria campechiensis*) and northern (*Mercenaria mercenaria*) quahogs and their reciprocal hybrids in northwest Florida. *J. Shellfish Res.* 3: 11-17.

DiSalvo, L.H., E. Alarcón, E. Martínez y E. Uribe. 1984. Progress in mass culture of *Argopecten purpuratus* with notes on its natural history. *Revista Chilena de Historia Natural* 57: 33-45

Dowdy, S. y S. Wearden. 1991. Statistics for research. Wiley and Sons, pp. 270-273.

Emmett, B., K. Thompson y J.D. Popham. 1987. The reproductive and energy storage cycles of two populations of *Mytilus edulis* (Linne) from British Columbia. *J. Shellfish Res.* 6 (1):29-36.

Eversole, A.G., W.K. Michener y P.J. Eldridge. 1980. Reproductive cycle of *Mercenaria mercenaria* in a South Carolina Estuary. *Proc. Nat. Shellfish Ass.* 70: 22-29.

Félix-Pico, E.F. 1991. México. *En*: E.S. Shumway (Ed.) Developments in acuaculture and fishery science. Vol.21 Scallops: Biology, ecology and acuaculture. Elsevier, Amsterdam. p.p. 943-980.

Félix-Pico, E.F. 1993. Estudio biológico de la almeja catarina, *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en Bahía Magdalena, B.C.S., México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, La Paz, B.C.S., México. 89 p.

Galtsoff, P.S. 1961. Physiology on reproduction in molluscs. *Amer Zool.*1:273-289 pp.

Galtsoff, P. S. 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Fish.Bull.*64, 1-480.

García-Domínguez, F. 1991 . Distribución, abundancia, reproducción y fauna asociada de la “almeja roñosa” *Chione californiensis* Broderip, 1835 en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional. México, 70 p.

García Domínguez, F. y A. Levy-Pérez. 1995. Ciclo reproductor de la almeja roñosa, *Chione californiensis* Broderip, 1835 (Veneridae) en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. U.A.B.C.S.* 5 (2):37-42.

García-Domínguez, F., B. González-Acosta y S. Rodríguez-Astudillo. 1991. Fauna simbiote de la almeja roñosa *Chione californiensis* en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 6 (2):283-286.

García-Domínguez, F., G. García Melgar y P. González-Ramírez. 1993. Ciclo reproductivo de la almeja roñosa, *Chione californiensis* (Broderip, 1835) en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 79 (1):15-28.

García-Domínguez, F., S. A. García-Gasca y J. L. Castro-Ortiz. 1994 a. Spawning cycle of the red clam *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby, 1831) (Veneridae) at Isla Espiritu Santo, Baja California Sur, México. *J. Shellfish Res.* 13 (2):417-423.

García-Domínguez, F., J. Arvizu-Martínez, S. Rodríguez-Astudillo y R. Ramírez-Sevilla. 1994 b. Distribución y abundancia de *Chione californiensis* (Pelecypoda:Veneridae) en La Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 42 (3):533-538.

García-Domínguez, F., B.P. Ceballos-Vázquez y A. Tripp. 1996. Spawning cycle of the pearl oyster *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856) (Pteridae) at Isla Espiritu Santo, Baja California Sur, México. *J. Shellfish Res.* 75 (2):297-303.

Giese, A.C. 1959. Comparative physiology: annual reproductive cycles of marine invertebrates. *Annu. Rev. Physiol.* 27, 547-576.

Giese, A.C. y J.S. Pearse. 1974. Introduction: General principles. *En: A.C. Giese y J.S. Pearse (eds.), Reproduction of marine invertebrates.* London Academic Press, New York, Vol. I, pp.1-49.

Gibbs, P.E. 1984. The population cycle of the bivalve *Abra tenuis* and its mode of reproduction. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 64 :791-800.

Gilbert, M. A. 1978. Aspects of the reproductive cycle in *Macoma balthica* (Bivalvia). *Nautilus* 92, 21-24.

Gimazane, J.P. 1971. introduction à l'étude expérimentale du cycle sexuel d'un mollusque bivalve *Cardium edule* L. Analyse des populations, évolution de la gonade et action de quelques facteurs: Nutrition, température, photopériode. Doctoral thesis, Univ. de Caen (U.E.R. des sciences de la vie et due comportement des etros vivants).

Gorrostieta-Hurtado E. 1997. Ciclo gonádico de *Cardita affinis*, Sowerby, 1833 y de *Arca pacifica*, Sowerby, 1833 (Mollusca: Bivalvia) en Punta Arena, Bahía Concepción, Baja California Sur, México. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional. 100 p.

Grant, A. y Tyler, P.A. 1983 (a). The analysis of data in studies of invertebrate reproduction. I. Introduction and statistical analysis of gonad indices and maturity indices. *International Journal of Invertebrate Reproduction* 6: 259-269.

Grant, A. y Tyler, P.A. 1983 (b). The analysis of data in studies of invertebrate reproduction. II. The analysis of oocyte size/frequency data, and comparison of different types of data. *International Journal of Invertebrate Reproduction* 6: 271-283.

Griffiths, C.L. y J. A. King. 1979. Energy expended on growth and gonad output in the ribbed mussel *Aulacomya ater*. *Mar. Biol. (Berlín)* 53: 217-222.

Heffernan, P.B., R.L. Walker y J.L. Carr. 1988. The reproductive cycle of the hard clam *Mercenaria mercenaria*, in Wassaw Sound, Georgia. *J. Shellfish Res.* 8: 51-61.

Hessenman, D.M., B.J. Barber and N.J. Blake. 1989. The reproductive cycle adult hard clams, *Mercenaria* spp. in the Indian River Lagoon, Florida. *J. of Shellfish Res.* 8 (1):43-49.

Holguín-Quiñonez, O.E. 1976. Catálogo de especies marinas de importancia comercial en Baja California Sur. Subs. Pesca. México. Inst. Nal. de Pesca. 177 p.

Holguín-Quiñones, O.E. y A.C. González-Pedraza. 1994. Moluscos de la Franja Costera de Michoacán, Colima y Jalisco, México. Instituto Politécnico Nacional 133 p.

Holland, A.D. y K.K. Chew. 1974. Reproductive cycle of the Manila clam (*Venerupis japonica*) from Hood Canal, Washington. *Proc. Natl. Shellfish. Ass.* 64 :53-58.

Humason, G.L. 1979. Animal tissue techniques. W.H. Freeman and Co. San Francisco, California, 661 p.

Ito, S.H., H. Kanno y K. Takahashi. 1975. Some problems on culture of the scallop in Mutsu Bay. Reprinted from the Bulletin of the *Marine Biological Station of Asamushi Tohoku University* 15(2): 88-100.

Jaramillo, R., J. Winter, J. Valencia y A. Rivera. 1993. Gametogenic cycle of the chiloé Scallop (*Chlamys amandí*). *J. Shellfish Res.* 72 : 59-64.

Jones, C.C. 1979. Anatomy of *Chione cancellata* and some other Chionines (Bivalvia: Veneridae). *Malacología* 79: 157-1 SS.

Keck, R.T., D. Maurer y H. Lind. 1975. A comparative study of the hard clam gonad developmental cycle. *Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.)* 748 : 243-258.

Keen, A.M. 1971. Sea shells of tropical West America. Marine molluscs from Baja California to Peru. California, Stanford Univ. Press. Stanford, 1025 pp.

Lindner, G. 1983. Moluscos y caracoles de los mares del mundo. Aspecto, distribución y sistemática. Eds. Omega. Barcelona. 225 p.

Loosanoff, V. L. 1937. Seasonal gonadal changes in adult clams, *Venus mercenaria* (L.). *Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.)* 72: 389-405.

Loosanoff, V. L. 1953. Reproductive cycle in *Cyprina islandica*. *Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.)* 104: 146-155.

Loosanoff, V. L. 1954. New advances in the study of bivalve larvae. *Am. Sci.* 42: 607-624.

Loosanoff, V. L. 1960. Challenging problems in shellfish biology. *En: Perspectives in marine biology*. A.A. Buzzati-Traverso, ed. pp. 483-495.

Lozada, E. y Bustos, H. 1984. Madurez sexual y fecundidad de *Venus antiqua antiqua* King y Broderip 1835 en la Bahía Ancud (Mollusca: Bivalvia: Veneridae). *Rev. Biol. Mar.* 20(2): 91-112.

Lubet, P.E. 1951. Sur l'Emission des gamètes chez *Chlamys varia* L. (Mollusca: Lamelibranchia). *C.R. Hebd. Seances Acad. Sci.* 233: 1680-1 681.

Lubet, P.E. 1984. Biologie de la reproduction de mollusques bivalves d'importance commerciale en Mediterranee. *Haliotis* 74: 49-68.

MacFall, C.C. 1968. Reconnaissance geology of the Concepción Bay Area, Baja California Sur, México. Stanford Univ. Publications, Geological Sciences, Vol. 5, 25 pp.

Mackie, G.L. 1984. Bivalves. *En*: K.M. Wilbur, The Mollusca, Vol. 7. Reproduction. pp. 351-41-8.

Manzi, J.J., Bobo, M.Y. y Burrell, V.G. 1985. Gametogenesis in a population of the hard clam, *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus), in North Santee Bay, South Carolina. *The Veliger* 28(2): 186-194.

Martínez-Córdova, L.R. 1988. Bioecología de la almeja negra *Chione fluctifraga* (Sowerby, 1853). *Rev. Biol. Trop.* 36 :213-219.

Mason, J. 1958. A possible lunar periodicity in the breeding of the scallop, *Pecten maximus* (L). *Annu. Mag. Nat. Hist.* 1(13) 601-602

Maximovich, N.V. 1985. The reproductive cycle of *Mytilus edulis* L. in Chupa Inlet. Investigations the White Sea Mussel. The project "White Sea", Leningrad, pp. 22-35.

Monteforte, M. 1990. Ostras perleras y perlicultura: situación actual en los principales países productores y perspectivas para México. *Serie Científica U.A.B. C.S.* (Número Especial AMAC 1): 13-18.

Monteforte, M. y M. Cariño. 1992. Exploration and evaluation of natural stocks of pearl Oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* (Bivalvia: Pteriidae): La Paz Bay, South Baja California, México. *Ambio* 21(4): 314-320.

Moore, H.B. y N.N. López. 1970. A contribution to the ecology of the lamellibranch *Dosinia efegans*. *Bulletin of Marine Science* 20(4): 980-986.

Morris, P.A. 1973. A field guide to shells of the Atlantic and Gulf Coasts and the West Indies. 3rd. Ed. The Peterson Field Guides Series. Houghton Mifflin Co. Boston. 330 p.

Newell, R.I., T.H. Hilbish, R.K. Koehn y C.J. Newell. 1982. Temporal variation in the reproductive cycle of *Mytilus edulis* (Bivalve: Mytilidae) from localities on the East coast of the United States. *Biol. Bull.* 762: 229-310.

Noguera, O. y S. Gómez-Aguirre. 1972. Ciclo anual de *Pinna rugosa* Sowerby (Lamellibranchia: Pinnidae) de La Paz, B.C.S. México. *Mem. IV Congr. Nal. Oceanogr. México:* 273-283.

Norton, O.H. 1947. Some ecological observations on *Dosinia discus* Reeve at Beaufort, North Carolina. *Ecology* 18(2): 199-204.

Ochoa-Báez, R.I. 1985. Antecedentes sobre el ciclo de reproducción de *Modiolus capax* (Conrad, 1837) (Bivalvia: Mytilidae) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 2(2): 86-103.

Ohba, S. 1959. Ecological studies in the natural population of a clam *Tapes japonica*, with special reference to seasonal variations in the size and structure of the population and to individual growth. *Biol. J. Okayama Univ.* 5: 13-47

Orton, J.H. 1920. Sea temperature, breeding and distribution of marine animals. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 72: 339-366.

Orton, J. H. 1926. On lunar periodicity in spawning of normally grown Falmouth oysters (*Ostrea edulis*) in 1925, with a comparison of the spawning capacity of normally grown and clumpy oysters. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 74: 199-225.

Ponurovski, S.K. y Y.M. Yakovlev. 1992. The reproductive biology of the Japanese littleneck, *Tapes philippinarum* (A. Adams and Reeve, 1850) (Bivalvia: Veneridae). *J. Shellfish Res.* 7 1(2): 265-277.

Porter, H.J. 1964. Seasonal gonadal changes of adult clams *Mercenaria mercenaria* (L.), in North Carolina. *Proc. Natl. Shellfish Ass.* 55: 35-52.

Posgay, J.A. y K.D. Norman. 1958. An observation on the spawning of the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin) on Georges Bank. *Limnol. Oceanogr.* 3: 478.

Rae, J.G. 1978. Reproduction in two sympatric species of *Macoma* (Bivalvia). *Biol. Bull.* 155: 207-219.

Rae, J.G. 1979. The population dynamics of two sympatric species of *Macoma* (Mollusca: Bivalvia). *Veliger* 21: 384-399.

Ropes, J.W. 1968. Reproductive cycle in the surf clam, *Spisula solidissima* in offshore New Jersey. *Biol. Bu//. (Woods Hole, Mass.)* 135: 349-365.

Ropes, J.W. y A.P. Stickney. 1968. Reproductive cycle of *Mya arenaria* in New England. *Biol. Bu//.* 135 (2): 349-365.

Sakai, K. 1979. Scallop culture in Japan. *En: M.G. Mottet (Ed.). 1979. A review of the fishery biology of scallops. Was. Dep. Fish.Tech. Rep.* 39: 101-1 87.

Saleuddin, A.S.M. 1965. The gonads and reproductive cycle of *Astarte sulcata* (Da Costa) and sexuality in *A. elliptica* (Brown). *Proc. Malacol. Soc. London* 36: 229-257.

Sarasquete, M.C., S. Gimeno y M.L. Gonzáles de Canales. 1990. Cycle reproducteur de la palourde *Ruditapes philippinarum* (Adams y Reeve, 1850) de la cote sud ouest atlantique (Espagne). *Rev. Int. Oceanogr. Med.* 97-98: 90-99.

Sastry, A.N. 1961. Studies on the bay scallop, *Aequipecten irradians concentricus* Say, in Alligator Harbor, Florida. Ph. D. Thesis, Florida State University, Tallahassee.

- Sastry, A.N. 1963. Reproduction of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamark. Influence of temperature on maturation and spawning. *Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.)* 725: 146-153.
- Sastry, A.N. 1966a. Temperature effects in reproduction of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamark. *Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.)* 130: 118-134.
- Sastry, A.N. 1966b. Variation in reproduction of latitudinally separated populations of two marine invertebrates. *Am. Zool.* 6: 374-375.
- Sastry, A.N. 1968. Relationships among food, temperature and gonad development of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamark. *Physiol. Zool.* 41: 44-53.
- Sastry, A.N. 1970. Reproductive physiological variation in latitudinally separated populations of the bay scallop *Aequipecten irradians* Lamarck. *Biol. Bull.* 138: 56-65.
- Sastry, A.N. 1975. Physiology and ecology of reproduction in marine invertebrates. *En: Physiological ecology of estuarine organisms.* F.J. Vernberg, ed., Univ. of South Carolina Press, pp. 279-299.
- Sastry, A.N. 1979. Pelecypoda (excluding Ostreidae). *En: A.C. Giese y J.S. Pearse (eds.), Reproduction of marine invertebrates.* London Academic Press, New York, pp. 113-292.
- Saucedo, P. 1995. Crecimiento, relaciones alométricas y reproducción de las ostras perleras *Pinctada mazatlanica* y *Ptería sterna* (Bivalvia: Pteriidae) bajo condiciones de repoblamiento en El Merito, Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Intituto Politécnico Nacional, México 101 p.
- Secretaría de Marina, 1992. Almanaque Náutico 1992. Dirección General de Oceanografía Naval, México, D.F., 327 p.
- Seed, R. 1976. Ecology. *En: Marine mussel.* (Ed. Bayne, B.L.) International Biology Programme 10. London, Cambridge University Press. 13-60 pp.

Segal, E. 1970. Ligth. *En: Marine ecology, a comprehensive treatise on life in oceans and coastal waters* (O. Kinne, ed.), Vol. 1, Part 1, pp. 159-211. Wiley Interscience, New York.

Sevilla, M.L. 1969. Contribución al conocimiento de la madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1845). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 30: 223-26 1.

Sevilla, M.L.. 1993. Aparato reproductor pp. 65-75 *En: Las ostras de México*. Editorial Limusa, México, D.F.

Sevilla, M.L.. 1995. Moluscos de la franja costera de Chiapas, México. Instituto Politécnico Nacional, Dirección General de Publicaciones, México, D.F.

Shafee, M.S. y M. Daoudi. 1991. Gametogenesis and spawning in the carpet-shell clam, *Ruditapes decussatus* (L.) (Mollusca: Bivalvia), from the Atlantic Coast of Morocco. *Aquacul. Fish. Manage.* 22: 203-216.

Sutherland, J.P. 1970. Dynamics of high and low populations of the limpet, *Acmaea scabra* (Gould). *Ecol. Monogr.* 40: 169-188.

Thorson, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Rev. Cambridge Philos Soc.* 25: 1-45.

Tran, A.V., E. Smith, J. Hyon, R. Evans, O. Brown y G. Feldman. 1993. Satellite-derived multichannel sea surface temperature and phytoplankton pigment concentration data: A CD-ROM set containing monthly mean distribution for the global oceans (User's manual), Jet propulsion Laboratory DAAC, Pasadena CA. 32pp.

Tunberg, B. 1983a. Population structure, size distribution, and shell growth of *Dosinia lupinus* (L.) (Bivalvia) in Raunefjorden, western Norway, with biometrical comparison to *Dosinia exoleta* (L.). *Sarsia* 68: 33-40.

Tunberg, B. 1983b. Growth of *Dosinia exoleta* (L.) (Bivalvia) in Raunefjorden, western Norway. *Sarsia* 68: 41-45.

- Tunberg, B. 1984. Population ecology of *Dosinia exoleta* (L.) (Bivalvia) in Raunefjorden, Western Norway. *Sarsia* 69(3-4): 159-168.
- Villalejo-Fuerte, M. 1993. Aspectos reproductivos de la almeja catarina (*Argopecten circularis* Sowerby, 1835) en Bahía Concepción, B.C.S. México. Tesis de Maestría Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, México 96 p.
- Villalejo-Fuerte, M. y R.I. Ochoa-Báez. 1993. El ciclo reproductivo de la almeja catarina, *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), en relación con la temperatura y fotoperíodo, en Bahía Concepción, B.C.S., México. *Ciencias Marinas* 79 (2): 181-202.
- Villalejo-Fuerte, M., F. García-Domínguez y R.I. Ochoa-Báez. 1995. Reproductive Cycle of *Glycymeris gigantea* (Reeve, 1843) (Bivalvia: Glycymerididae) in Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *The Veliger* 38 (2): 126-132.
- Villalejo-Fuerte, M., B. P. Ceballos-Vázquez y F. García-Domínguez. 1996a. Reproductive cycle of *Laevicardium elatum* (Sowerby, 1833) (Bivalvia: Cardidae) in Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *J. Shellfish Res.* 75 (3):1-5.
- Villalejo-Fuerte, M., G. García-Melgar, R.I. Ochoa-Báez y A. García-Gasca. 1996b. Ciclo reproductivo de *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) (Bivalvia: Veneridae) en Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Santa Fé de Bogotá, Colombia. Boletín No. 4* (En prensa).
- Wolf, M. 1988. Spawning and recruitment in the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus*. *Marine Ecology Progress Series* Vol. 42: 213-217.
- Xie, Q. y G.M. Burnell. 1994. A comparative study of the gametogenic cycles of the clams *Tapes philippinarum* (A. Adams & Reeve, 1850) and *Tapes decussatus* (Linnaeus) on the south coast of Ireland. *J. Shellfish Res.* 13(2):467-472.
- Yakovlev, Y.M. 1986. The reproductive cycle of the common mussel in Peter the Great Bay, of the sea of Japan. *Biologiya morya, Vladivostok* 4: 47-52.

## ANEXOS

**TABLA DE DATOS I. FACTORES AMBIENTALES EN PUNTA ARENA,  
BAHIA CONCEPCION, B.C.S.**

MESES	TEMPERATURA	FOTOPERIODO	CLOROFILA
NOVIEMBRE	26.0	713.2	0.894
DICIEMBRE	21.5	701.9	1.225
ENERO	19.0	699.8	3.919
FEBRERO	18.0	730.2	1.219
MARZO	19.0	774.4	1.422
ABRIL	20.5	823.1	0.903
MAYO	23.5	849.6	0.447
JUNIO	27.0	879.5	1.154
JULIO	30.0	864.6	0.305
AGOSTO	30.5	835.3	0.217
SEPTIEMBRE	31.0	793.3	0.533
OCTUBRE	30.0	735.0	0.412
NOVIEMBRE	25.0	713.2	0.894
DICIEMBRE	20.0	701.9	1.225

**TABLA DE DATOS II. FASES DE DESARROLLO GONADICO DE *D. ponderosa*, EN PUNTA ARENA BAHIA CONCEPCION, B.C.S**

MESES	DESARROLLO	MADUREZ	DESOVE	POSTDESOVE
NOVIEMBRE	70.5	14.2	7.1	0.00
DICIEMBRE	92.0	0.0	8.0	0.00
ENERO	12.5	62.5	25.0	0.00
FEBRERO	65.2	13.0	13.0	8.69
MARZO	11.5	65.3	23.0	0.00
ABRIL	26.0	65.2	8.6	0.00
MAYO	59.2	7.4	29.6	3.70
JUNIO	53.8	7.6	34.6	3.84
JULIO	52.3	9.5	38.0	0.00
AGOSTO	29.1	4.1	54.1	12.5
SEPTIEMBRE	21.7	0.0	56.5	21.7
OCTUBRE	33.3	8.3	58.3	0.00
NOVIEMBRE	25.9	22.2	48.1	3.70
DICIEMBRE	53.8	11.5	30.7	3.84

**TABLA DE DATOS III. VALORES MENSUALES DE INDICES GONADICO (I.G.), GONADOSOMATICO (I.G.S.), CONDICION (I.C.F.) Y DE PESO (I.P.) EN *Dosinia ponderosa* EN PUNTA ARENA, BAHIA CONCEPCION, B.C.S.**

MESES	I. G.	I.G.S.	I.P.	I.C.F.
NOVIEMBRE	2.28	34.17	14.68	2.3
DICIEMBRE	2.16	31.91	19.35	2.3
ENERO	3.12	42.97	24.14	2.4
FEBRERO	2.65	35.81	20.69	2.2
MARZO	3.11	32.16	25.45	2.2
ABRIL	2.82	38.12	26.49	2.2
MAYO	2.77	32.76	22.57	2.3
JUNIO	2.88	36.72	22.59	2.0
JULIO	2.85	36.36	20.42	2.1
AGOSTO	3.50	25.90	22.15	1.6
SEPTIEMBRE	3.78	35.05	22.92	2.4
OCTUBRE	3.25	30.08	20.24	2.2
NOVIEMBRE	3.29	33.43	20.35	2.0
DICIEMBRE	2.84	28.42	21.64	2.4

**TABLA DE DATOS IV. RANGOS DE SPEARMAN DE *D. ponderosa* EN PUNTA ARENA, BAHIA CONCEPCION, B.C.S.**

RELACION	VALORES DE R	VALORES DE P
DESOVE-TEMPERATURA	.674010	.008211
DESOVE-FOTOPERIODO	.345816	.225858
DESOVE-CLOROFILA	-.588107	.026962
DESOVE-I. GONADICO	.837363	.000186
DIAMETRO-DESARROLLO	-.157663	.590366
DIAMETRO-MADUREZ	.574422	.031679
DIAMETRO-DESOVE	-.526433	.053126
DESOVE-I. DE PESO	.019780	.946489
DESOVE-I. GONADOSOMATICO	-.261538	.366411
DESOVE-CONDICION	-.294118	.307399
I. GONADOSOMATICO-CONDICION	.051639	.860831
I. GONADOSOMATICO-I. DE PESO	.397802	.158951
DESARROLLO-CLOROFILA	-.080485	.784458
CONDICION-CLOROFILA	.439900	.115485
I. GONADOSOMATICO-MADUREZ	.369637	.193338
I. PESO-DIAMETRO OVOCITOS	.583702	.028419
CLOROFILA-MADUREZ	.466373	.092766