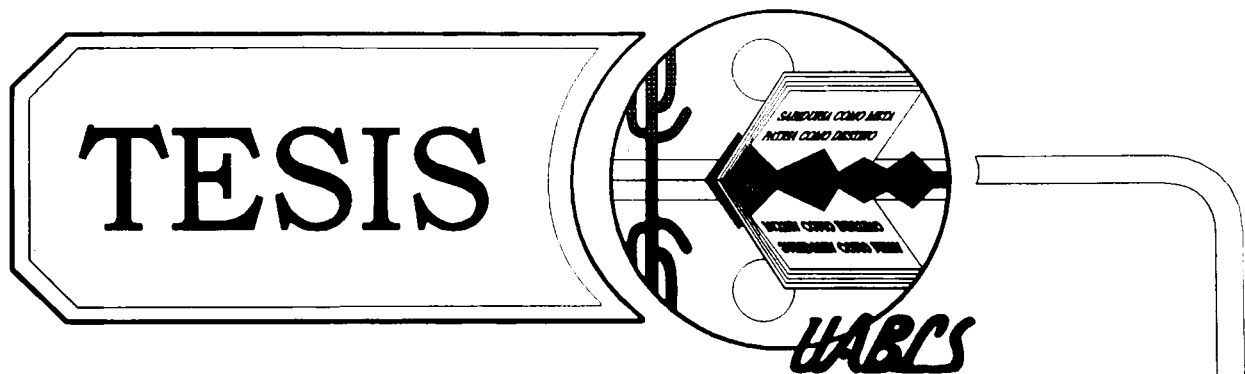


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR

AREA INTERDISCIPLINARIA DE CIENCIAS DEL MAR

MAESTRIA EN CIENCIAS EN ACUACULTURA



" Ciclo reproductivo de la almeja catarina *Argopecten ventricosus*  
(Sowerby II, 1842), cultivada en la Rada del Puerto de  
Pichilingue, B.C.S., y su relación con el medio. "

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN ACUACULTURA

PRESENTA :

Antonio Luna González

La Paz, B. C. S., México.

Marzo de 1997.

## CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA -----	i
AGRADECIMIENTOS -----	ii
CONTENIDO -----	1
LISTA DE FIGURAS -----	3
LISTA DE TABLAS -----	4
RESUMEN -----	5
ABSTRACT -----	6
1.0 INTRODUCCION -----	7
2.0 ANTECEDENTES -----	8
2.1 Taxonomía -----	10
3.0 JUSTIFICACION -----	11
4.0 OBJETIVOS -----	11
4.1 Objetivo general -----	11
4.1.1 Objetivos particulares -----	11
5.0 AREA DE ESTUDIO -----	12
6.0 MATERIALES Y METODOS -----	13
6.1 OBTENCION DE LAS MUESTRAS DE ALMEJA CATARINA -----	13
6.2 HISTOLOGIA GENERAL -----	13
6.2.1 Tinción con hematoxilina-eosina -----	14
6.3 ESTEREOLOGIA -----	15

<b>6.4 HISTOQUIMICA</b> .....	<b>17</b>
6.4.1 Técnicas para lípidos.....	17
6.4.2 Técnicas para carbohidratos .....	18
<b>6.5 INDICADOR DEL EVENTO REPRODUCTIVO</b> .....	<b>20</b>
6.5.1 Índice gonadosomático.....	20
<b>6.6 INDICADOR DE LA CONDICION</b> .....	<b>20</b>
6.6.1 Índice de rendimiento del músculo.....	20
<b>6.7 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS AMBIENTALES</b> .....	<b>21</b>
<b>6.8 SESTON</b> .....	<b>21</b>
6.8.1 Colecta de las muestras de seston en el campo.....	21
6.8.2 Proceso de las muestras en el laboratorio de bioquímica.....	21
6.8.3 Razón seston inorgánico/seston orgánico .....	26
6.8.4 Material alimentario .....	26
6.8.5 Contenido energético del material alimenticio .....	26
<b>7.0 ESTADISTICOS UTILIZADOS</b> .....	<b>26</b>
<b>8.0 RESULTADOS</b> .....	<b>27</b>
<b>9.0 DISCUSION</b> .....	<b>50</b>
<b>10.0 CONCLUSIONES</b> .....	<b>59</b>
<b>11.0 LITERATURA CITADA</b> .....	<b>61</b>
<b>12.0 GLOSARIO</b> .....	<b>70</b>

## LISTA DE FIGURAS

## Página

<b>Figura 1.</b> Area de estudio. Rada del Puerto de Pichilingue, B. C. S., México. El asterisco marca la zona donde se encuentra el parque de cultivo. _____	12
<b>Figura 2.</b> <i>Argopecten ventricosus</i> . Microfotografía de la parte femenina de la gónada. (tecs) Tejido epitelial cúbico simple. (mb) Membrana basal. (tcp) Tejido conectivo perigonadal. (tcif) Tejido conectivo interfolicular. (a) Acini. (ov) Ovogonias. (od) Ovocitos en desarrollo. (om) Ovocitos maduros. (ai) Asa intestinal. (tep) Tejido epitelial pseudoestratificado. 14X. _____	28
<b>Figura 3.</b> <i>Argopecten ventricosus</i> . Microfotografía de la parte femenina de la gónada. (a) Estadio de desarrollo. (b) Estadio de madurez. (c) Estadio de desove. (d) Estadio de reposo. 14X. _____	30
<b>Figura 4.</b> <i>Argopecten ventricosus</i> . Microfotografía de la parte masculina de la gónada. (a) Estadio de desarrollo. (b) Estadio de madurez. (c) Estadio de desove. (d) Estadio de reposo. 14X. _____	31
<b>Figura 5.</b> <i>Argopecten ventricosus</i> . Variación de la fracción de volumen ocupada por los diferentes componentes de la gónada: Ovocitos en Desarrollo (OD), Ovocitos Maduros (OM), Espacios Libres (EL) y Ovogonias (OV). _____	32
<b>Figura 6.</b> <i>Argopecten ventricosus</i> . Prueba del azul alciano. (a) Gónada (parte femenina). (b) Gónada (parte masculina). (c) Manto. 14X. _____	34
<b>Figura 7.</b> <i>Argopecten ventricosus</i> . Prueba del ácido periódico Schiff-Malt. (a) Gónada. (b) Músculo. 20X. _____	35
<b>Figura 8.</b> <i>Argopecten ventricosus</i> . Prueba del rojo oleoso. Parte femenina de la gónada. 14X. _____	36
<b>Figura 9.</b> <i>Argopecten ventricosus</i> . Variación mensual promedio del índice gonadosomático durante el ciclo anual. Las barras indican la media y desviación estándar. _____	37
<b>Figura 10.</b> <i>Argopecten ventricosus</i> . Variación mensual del índice de rendimiento del músculo a lo largo del ciclo anual. Las barras indican la media y la desviación estándar. _____	38
<b>Figura 11.</b> Rada de Pichilingue. Variación estacional de la temperatura y la salinidad a lo largo del ciclo anual. _____	39
<b>Figura 12.</b> Rada de Pichilingue. Variación mensual del seston durante el ciclo anual. _____	40
<b>Figura 13.</b> Rada de Pichilingue. Variación mensual del seston orgánico durante el ciclo anual. _____	41
<b>Figura 14.</b> Rada de Pichilingue. Variación del seston inorgánico durante el ciclo anual. _____	41
El valor máximo se presentó en el mes de febrero de 1996 con 84.69%, mientras que por el contrario el valor mínimo se observó en el mes de julio con 75.18%. El porcentaje promedio para todo el ciclo anual fue de 79.62%. <b>Figura 16.</b> _____	42
<b>Figura 15.</b> Rada de Pichilingue. Variación del seston orgánico en porcentaje durante el ciclo anual. _____	43
<b>Figura 16.</b> Rada de Pichilingue. Variación mensual del seston inorgánico en porcentaje durante el ciclo anual. _____	43
<b>Figura 17.</b> Rada de Pichilingue. Variación mensual de la razón seston inorgánico/seston orgánico. _____	44
<b>Figura 18.</b> Rada de Pichilingue. Variación de los carbohidratos en el seston durante el ciclo anual. _____	45
<b>Figura 19.</b> Rada de Pichilingue. Variación mensual de los lípidos en el seston durante el ciclo anual. _____	46
<b>Figura 20.</b> Rada de Pichilingue. Variación mensual de las proteínas en el seston durante el ciclo anual. _____	47
<b>Figura 21.</b> Rada de Pichilingue. Variación mensual de la suma del porcentaje de carbohidratos, lípidos y proteínas respecto al total de materia orgánica presente en el seston cada mes. _____	48
<b>Figura 22.</b> Rada de Pichilingue. Variación mensual del material alimenticio durante el ciclo anual. _____	49
<b>Figura 23.</b> Rada de Pichilingue. Variación mensual del contenido energético del material alimenticio. _____	49

# LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Azul alciano.	33
Tabla 2. PAS-Malt.	33
Tabla 3. Rojo oleoso.	33

## RESUMEN

Se describe microscópicamente el desarrollo gonadal de *Argopecten ventricosus* y su relación con el alimento, la temperatura y la salinidad en el parque de cultivo localizado en la Rada del Puerto de Pichilingue. Se muestrearon 30 organismos por mes (abril de 1995-marzo de 1996). se procesaron con técnicas histológicas comunes y las preparaciones se describieron usando la estereología. Con técnicas histoquímicas se analizaron los carbohidratos y lípidos en la gónada. manto y músculo de 20 organismos. Se aplicaron el índice gonadosomático y el índice de rendimiento del músculo. Se tomaron muestras de agua de superficie y de fondo cada 15 días (obteniéndose el promedio mensual) y se determinó la temperatura, la salinidad y el seston (fondo). El estadio de desarrollo se observó durante todo el año con excepción de junio. El estadio de madurez predominó en agosto, octubre, noviembre, diciembre, febrero y marzo. El desove ocurrió principalmente en abril-mayo, julio, septiembre y enero. El estadio de reposo se observó en junio. La gónada presentó mucopolisacáridos ácidos, glucógeno y lípidos insaturados. El manto presentó mucopolisacáridos ácidos y el músculo glucógeno. El índice gonadosomático fue mayor en febrero (11.9%) y menor en julio (2.98%), mientras que el índice de rendimiento del músculo fue mayor en septiembre (47%) y menor en marzo (33%). La temperatura promedio fluctuó de 20.5 °C en enero a 29.6 °C en septiembre. La salinidad promedio más alta se presentó en enero, febrero y marzo (37 ‰) y la más baja en agosto y septiembre (37 ‰). El seston total, inorgánico y orgánico presentaron valores mínimos de 12.26, 9.00 y 2.37 mg/l y máximos de 20.27, 16.50 y 6.05 mg/l, respectivamente. En marzo los carbohidratos del seston fueron 207.07 µg/l, y en mayo 108.95 µg/l. Los lípidos fueron 293.75 µg/l en julio y 125 µg/l en octubre. Las proteínas fueron 301.02 µg/l en marzo y 102.55 µg/l en abril. La razón seston inorgánico/seston orgánico fue de 5.53 en febrero (más alta) y 3.0 en julio (más baja). El material alimenticio fue de 684.92 µg/l en julio y 365.72 µg/l en mayo. El contenido energético fue de 19.80 J/l en julio y de 10.20 J/l en mayo. *A. ventricosus* presenta un ciclo reproductivo continuo con excepción de junio donde las gónadas están en reposo. La recuperación de las gónadas se da aproximadamente en 30 días. Existe una transferencia de nutrientes desde el músculo y asa intestinal hacia la gónada. El índice gonadosomático no es 100% confiable como indicador del estado reproductivo debido a que las gónadas en desove tienden a acumular agua. El músculo aductor presenta en algunos meses una variación alternada con la maduración y el desove. La temperatura tiene influencia en el desove, mientras que junto con el alimento disponible y las reservas del músculo aductor, influye en el desarrollo y maduración de los gametos. Aunque el manto presenta carbohidratos de reserva no se sabe si los usa para el metabolismo o para la gónada. La baja calidad del alimento en mayo parece ser la causa del reposo en junio. La salinidad no parece tener una influencia clara en el ciclo reproductivo de esta especie.

## 1.0 INTRODUCCION

La almeja catarina *Argopecten ventricosus* es una especie que pertenece a la familia Pectinidae, alcanza en promedio 50 mm de longitud y se distribuye desde Isla Cedros en Baja California, México, hasta Paita en Perú, incluyendo el Golfo de California, en profundidades que van desde 1 hasta 135 metros (Keen, 1971). Es abundante en fondos arenosos semiduros cubiertos con vegetación (pastos y algas) y pedazos de conchas o coral. Es considerada de vida corta (1 a 2 años) y crecimiento acelerado, ya que alcanza la talla comercial (56 a 60 mm) en menos de un año (Villalejo-Fuerte, 1992; Félix-Pico, 1993). Este pectínido es un recurso pesquero de gran importancia en Baja California Sur, gracias al buen sabor de su músculo aductor, a su alto valor comercial, a la presencia de importantes poblaciones en aguas someras y a los bancos de millones de organismos que forma. Desde la década pasada estos bancos han sido sobreexplotados (Baqueiro, 1981; Massó-Rojas, 1996), lo que ha motivado la realización de diversos estudios sobre su explotación, alimento disponible en el medio, depredadores, parásitos, competidores, crecimiento, dinámica poblacional y reproducción. Este último fenómeno es uno de los más importantes para todo ser vivo ya que implica su continuidad en el tiempo y espacio, es fundamental para entender y proteger al recurso y para promover su cultivo. De acuerdo a la definición de Barber y Blake (1991), el ciclo reproductivo de un bivalvo incluye una serie de eventos, tales como: activación de la gónada, desarrollo y madurez de los gametos, desove y un periodo de reposo y reabsorción de gametos residuales.

La fisiología de la reproducción está relacionada con los cambios en los parámetros ambientales, tales como temperatura del agua, salinidad y alimento disponible (MacDonald y Thompson, 1985). La gametogénesis utiliza mucha energía y requiere un aporte continuo de nutrientes (Sastry, 1979). Esta energía la obtienen directamente del seston o de los tejidos y órganos donde se almacena, como es el caso de la glándula digestiva, manto y músculo aductor (Ansell, 1974; Gabbott, 1975; Barber y Blake, 1983).

Los organismos suspensívoros, como los bivalvos, se alimentan del seston, el cual incluye al plancton vivo, detritus orgánico y partículas inorgánicas, (Navarro y Thompson, 1995). La cantidad y la calidad de éste como alimento varía temporal y espacialmente en respuesta a factores físicos y biológicos como son las mareas, tormentas, el viento, las bacterias, hongos y los consumidores primarios (Berg y Newell, 1986; Mann, 1988).

## 2.0 ANTECEDENTES

A la fecha, estudios detallados sobre la relación que existe entre la reproducción y los parámetros ambientales han sido realizados en varias especies de bivalvos a nivel mundial, como es el caso del estudio sobre la reproducción de *Argopecten circularis* y su relación con la temperatura realizado por Villalejo-Fuerte (1992) en Bahía Concepción, B.C.S. México. Villalaz-Guerra *et al.* (1989) mencionan que la gametogénesis en las poblaciones de *Argopecten circularis* en el Golfo de Panamá está relacionada con la concentración de fitoplancton y los cambios en la temperatura. Esta misma relación se ha observado en otros bivalvos tropicales como: *Amigdalum glaberrimu*, *Brachiodontes variabilis* y *Septifer bilocularis* (Wilson y Hodgkin, 1967), *Crassostrea rhizophorae* (Vélez, 1976), *Perna perna* (Berry, 1978) y *Donax denticulatus* (Vélez, 1985).

Dentro de los estudios relacionados sobre la cantidad y bioquímica del seston se encuentran los realizados por: Bianchi y Levinton, 1984; Wallace y Reinsnes, 1985; Caron *et al.*, 1986; Roman *et al.*, 1986; Richardson y Hollister, 1987; Muschenheim, 1987; Mann, 1988; Wakeham y Canuel, 1988; Lechuga *et al.*, 1989; Langdon y Newell, 1990; Castro y Grijalva, 1991; Reyes, 1994; López *et al.*, 1991; Lechuga *et al.*, 1993; Navarro *et al.*, 1993; MacDonald y Evan, 1994; Martínez y Gárate, 1994; Navarro y Thompson, 1995.



Además, se ha observado una variación en los lípidos, carbohidratos y proteínas relacionada con el ciclo reproductivo, gracias a diversos estudios bioquímicos realizados en diferentes especies de bivalvos, tales como *Donax vittatus* (Ansell, 1972); *Nucula sulcata* (Ansell, 1974); *Crassostrea virginica*, *Mytilus edulis*, *Ostrea edulis*, *Pecten maximus* y *Chlamys septemradiata* (Gabbott, 1975; Faveris y Lubet, 1991; Besnard, 1991; Pazos *et al.*, 1995); *Perna perna* (Berry, 1978); *Ruditapes decussatus* y *Ruditapes philippinarum* (Beninger, 1986); *Placopecten magellanicus* (Mc Donald y Thompson, 1985; Couturier y Newkirk, 1991); *Mytilus edulis* (Zandee *et al.*, 1980; Pieters *et al.*, 1980); *Argopecten irradians concentricus* (Barber y Blake, 1981); *Pecten ziczac* y *Lyropecten nodosus* (Vélez *et al.*, 1987) y *Cerastoderma edule* (Navarro *et al.*, 1989).

En lo que respecta a la descripción histológica del desarrollo de los gametos en la gónada se han realizado estudios en bivalvos como *Crassostrea virginica* (Galstoff, 1964); *Pecten magellanicus* (Naidu, 1970); *Crassostrea rhizophorae* (Vélez, 1976); *Amusium japonicus balloti* (Dredge, 1981); *Argopecten irradians* (Barber y Blake, 1983; Bricelj *et al.*, 1987); *Tapes rhomboides* (Morvan y Ansell, 1988); *Pecten maximus* (Le Pennece *et al.*, 1991; Faveris y Lubet, 1991; Pazos *et al.*, 1993); *Argopecten circularis* (Villalejo-Fuerte, 1992; Félix-Pico *et al.*, 1995); *Placopecten magellanicus* y *Chlamys islandica* (Mason, 1958; Davidson y Worms, 1989; Thorarinsdóttir, 1993; Giguère *et al.*, 1994); *Ostrea edulis* (Gendrop y Andrade, 1989); *Glycymeris gigantea* (Villalejo-Fuerte *et al.*, 1995); *Pinctada mazatlanica* (García-Domínguez *et al.*, 1996) y *Laevicardium elatum* (Villalejo-Fuerte *et al.*, 1996).

## 2.1 Taxonomía

La superfamilia Pectinacea cuenta con más de 600 especies reconocidas, entre fósiles y recientes. Se conocen cerca de 350 especies vivas (Waller, 1995). Keen (1971), reconoce para el Pacífico Tropical Oriental 10 géneros y subgéneros con 28 especies, de las cuales 5 pertenecen a la provincia Panámica. La almeja catarina se ubica en el siguiente marco taxonómico (Keen, 1971; Keen y Coan, 1974, citados por Félix-Pico, 1993):

**Filum:** Mollusca

**Clase:** Pelecypoda

**Orden:** Pterioidea

**Familia:** Pectinidae (Rafinesque, 1815)

**Subfamilia:** Chlamydinae (Korobkov, 1960)

**Género:** *Argopecten* (Monterosato, 1889)

**Especie:** *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835)

**Sinonimia:**

*Pecten tumidus* (Sowerby, 1835), no *Ostrea tumidus* (Turton, 1819), nec *Pecten tumidus* (Harmann).

*Pecten circularis* (Sowerby I, 1835).

*Pecten ventricosus* (Sowerby II, 1842).

*Pecten filitextus* (Li, 1930).

*Pecten inca* (Orbigny, 1846).

*Pecten solidulus* (Reeve, 1853).

*Chlamys (Argopecten) circularis* (Sowerby, 1835) (Grau, 1959).

*Argopecten ventricosus* (Sowerby II, 1842) (Waller, 1995).

### 3.0 JUSTIFICACION

Con este trabajo se pretende obtener un mayor conocimiento de la biología reproductiva de *Argopecten ventricosus* en condiciones de cultivo y su relación con el alimento (seston), la temperatura y la salinidad; conocer en que estación del año tiene mayor peso el músculo aductor para realizar la cosecha; determinar los meses con los valores máximos de madurez para la obtención de reproductores; determinar la cantidad y calidad del alimento disponible en el medio como un criterio de selección del sitio de cultivo. Por último, este trabajo puede aportar información para la ejecución de programas de repoblamiento que permitan la recuperación de los bancos en las áreas de pesca intensiva o donde el recurso está agotado.

### 4.0 OBJETIVOS

#### 4.1 Objetivo general

Estudiar la relación que existe entre el ciclo reproductivo de *Argopecten ventricosus* y el alimento, la temperatura y la salinidad en el medio durante un ciclo anual en la Rada del Puerto de Pichilingue.

#### 4.1.1 Objetivos particulares

- A- Describir el ciclo reproductivo de *A. ventricosus* bajo condiciones de cultivo en la Rada del Puerto de Pichilingue.
- B- Estudiar la histoquímica de la gónada, del músculo aductor y del manto.
- C- Determinar el seston total y su composición química (proteínas, carbohidratos y lípidos totales) en el área de cultivo de *A. ventricosus*.
- D- Estudiar la relación entre el ciclo reproductivo y el seston, particularmente con su composición bioquímica.
- E. Determinar la temperatura y la salinidad y su relación con el ciclo reproductivo.

## 6.0 MATERIALES Y METODOS

### 6.1 OBTENCION DE LAS MUESTRAS DE ALMEJA CATARINA

Para el análisis histológico, de abril de 1995 a marzo de 1996, se recolectaron mensualmente 30 organismos ya reclutados a la reproducción, o sea, mayores de 30 mm (Baqueiro *et al*, 1981). Este muestreo se realizó en el parque de cultivo localizado en la Rada del Puerto de Pichilingue (Figura 1) mediante buceo autónomo, a una profundidad promedio de 3.5 metros. El parque tiene forma rectangular (10 X 15 m) y la luz de malla es de 2 pulgadas. Cada organismo se disectó para determinar el peso total del tejido, peso de la gónada y peso del músculo. Además, se recolectaron 20 organismos para el análisis histoquímico, se disectaron y se obtuvieron el manto, la gónada y el músculo.

### 6.2 HISTOLOGIA GENERAL

Las gónadas disectadas se fijaron en formol al 10%. Posteriormente se lavaron en agua corriente durante 1 hora para eliminar el fijador, después se procedió con las técnicas tradicionales de deshidratación en alcoholes de concentración creciente, inclusión en parafina y los bloques se cortaron en un microtomo de rotación marca Leica 2040 Reichter Jung, a un grosor de 5 micrómetros.

Los cortes se tiñeron con Hematoxilina-Eosina (Humason, 1979) y se montaron con citoseal de baja densidad. La observación de las preparaciones se realizó con un microscopio compuesto Olympus con el objetivo de 20x, utilizando el método estereológico usado para el análisis de la gónada de los mejillones (Ferrán, 1991; Cáceres, 1994). A continuación se detallan las técnicas utilizadas.

### 6.2.1 Tinción con hematoxilina-eosina

#### Procedimiento.

- 1.- Desparafinar en xilol e hidratar en una serie descendente de alcoholes graduales hasta agua destilada.
- 2.- Teñir con hematoxilina de Harris (2 min.).
- 3.- Virar en agua corriente.
- 4.- Lavar con agua destilada.
- 5.- Deshidratar en alcoholes graduales de 50° y 70°.
- 6.- Contrateñir con eosina alcohólica (2 minutos).
- 7.- Continuar la deshidratación con alcoholes de 96° y absoluto.
- 8.- Aclarar en xilol.
- 9.- Montar en citoseal de baja densidad.

#### Resultados esperados.

Núcleo	azul
nucleolo	azul
citoplasma	rosa
tej. conjuntivo	rosa intenso

### 6.3 ESTEREOLOGIA

En este trabajo se modificó el método estereológico usado para el análisis de la gónada de los mejillones por Ferrán (1991) y Cáceres (1994). La descripción se realizó en los gametos femeninos ya que son más grandes, y por lo mismo, más fáciles de describir. Además, se aprovechó que estos organismos tienen una maduración paralela de la parte femenina y masculina para generalizar la descripción a esta última.

Este método se usa para determinar cuantitativamente el estadio del desarrollo en que se encuentran las gónadas cada mes (Ferrán, 1991; Cáceres, 1994). Los diferentes elementos gonadales que se cuantificaron son:

Gametos maduros (GM)

Gametos en desarrollo (GD)

Espacios libres en los acini (E)

Ovogonias (Ov)

De acuerdo con Ferrán (1991), se considerarán como gametos inmaduros a las ovogonias y ovocitos adheridos a las paredes de los acini con un eje longitudinal inferior al doble del eje transversal. Los espacios de los acini libres se considerarán como espacios evacuados.

La variación de dichos componentes se determinó mediante su conteo usando la retícula de Weibel (1966). La estereología cuantitativa se basa en el principio de Delesse (Cáceres, 1994), que establece que en una sección bidimensional o fracción de volumen (Vv) de un sólido compuesto cualquiera, la naturaleza y distribución de los componentes seccionados está relacionada cuantitativamente con su naturaleza tridimensional y su distribución en la estructura de un todo. Este principio parte de que la fracción de volumen (Vv) de los diversos componentes "i" de un sólido compuesto se puede estimar midiendo, sobre secciones tomadas aleatoriamente, las áreas relativas de sus perfiles y su expresión matemática es:

$$A_{ai} = V_{vi}$$

La fracción de volumen del componente  $i$  ( $V_{vi}$ ) se define como el volumen del componente  $i$  en la unidad del volumen del espacio de referencia, y se estima mediante una retícula con una serie de puntos alineados, de tal forma que se obtiene contando el número de puntos que se encuentran sobre los perfiles del componente  $i$ . Es necesario para esta estimación delimitar el espacio de referencia y sus componentes, en este caso la gónada. En consecuencia la fracción de volumen de los componentes de la gónada que se estudiarán se representarán como:

FVOM = Fracción de volumen ocupada por los ovocitos maduros.

FVOD = Fracción de volumen ocupada por los ovocitos en desarrollo.

FVE = Fracción de volumen desocupado dentro de los acini.

FVOV = Fracción de volumen ocupado por las ovogonias.

La retícula de Weibel se colocará en el ocular del microscopio y utilizando el objetivo 20x se contarán los componentes de la gónada, definidos anteriormente, que quedarán debajo de los extremos de cada segmento de los 21 (42 puntos de conteo) de que consta dicha retícula. La distribución de los componentes de la gónada es relativamente uniforme (Lowe y Moore, 1982). Este procedimiento se realizó 5 veces (210 puntos de conteo) al azar sobre el corte histológico de la gónada de cada almeja para obtener una representatividad del estado de madurez en todo el corte. Finalmente se sumarán las apariciones de cada componente de la gónada y se expresarán como fracción de volumen ( $V_v$ ) del total posible (%):

$\Sigma$  de apariciones de cada componente de la gónada/210x100

## 6.4 HISTOQUIMICA

Para este análisis se utilizaron 20 organismos con gónadas en diferente grado de desarrollo para ver como variaban cualitativamente los lípidos y los carbohidratos respecto al manto y al músculo. Los tejidos que se analizaron fueron manto, músculo y gónada. La inclusión se hizo en parafina y en O.C.T. (para cortes en congelación). Las muestras incluidas en parafina se cortaron en un microtomo de rotación marca Leica. Los cortes por congelación se hicieron en un criostato marca Tissue Tek modelo 4551A, con un grosor de  $5\mu\text{m}$  y se almacenaron en un ultracongelador a  $-40^\circ\text{C}$ . A continuación se detallan las técnicas usadas:

### 6.4.1 Técnicas para lípidos

#### 6.4.1.1 Rojo oleoso

(Spannhof, 1966; Martoja y Martoja, 1970 y Lynch *et al.*, 1972, citados por Garcia-Gasca, 1992)

Procedimiento.

Cortes por congelación de  $16\mu\text{m}$

- 1.- Montar los cortes del Criostato en preparaciones con gelatina o albúmina (si el tejido está fijado).
- 2.- Si el tejido no fue fijado, dejar 10 minutos en formol al 10%.
- 3.- Deshidratar en 2 cambios de propilenglicol absoluto de 2 minutos cada uno con agitación continua.
- 4.- Teñir con el rojo oleoso 7 minutos a  $60^\circ\text{C}$ , calentar el colorante previamente.
- 5.- Hidratar en propilenglicol al 80% agitando durante 3 minutos.
- 6.- Lavar en agua de la llave y contrastar con hematoxilina de Harris por 2 minutos.
- 7.- Lavar bien hasta virar.
- 8.- Montar con gelatina glicerada.

Resultados esperados

Las gotas de lípidos insaturados	rojo brillante
Fosfolípidos	rosa
Núcleos	azul



## 6.4.2 Técnicas para carbohidratos

### 6.4.2.1 Acido periodico Schiff (PAS)-Malt para glucógeno

(Sheehan y Hrapchak, 1973; Humason, 1979; Martoja y Martoja, 1970).

Reacción del ácido periódico Schiff. Este reactivo rompe las cadenas de carbonos de los polisacáridos que contienen grupos glicoles dando como resultado la formación de grupos aldehído gracias a la oxidación de los 1,2 glicoles (CHOHCHOH). La oxidación también ocurre cuando un grupo hidroxilo (OH) es sustituido por un grupo amino o alquiamino. La solución de Schiff detecta la presencia de los aldehídos dando una coloración de rosa a magenta

Para determinar la presencia de glucógeno se trataron los cortes con la diastasa de Malt que contiene enzimas glucogenolíticas ( $\alpha$ -amilasa y  $\beta$ -amilasa). Después de este tratamiento se siguió la técnica de PAS.

Procedimiento.

Fijación en formol 10%.

Cortes por parafina de 5  $\mu$ m.

#### **Tratamiento de las muestras con diastasa de Malt:**

- 1.- Desparafinar.
- 2.- Hidratar.
- 3.- Sumergir los cortes en diastasa durante 1 hora a 37°C.
- 4.- Lavar con agua corriente.
- 5.- Deshidratar.
- 6.- Practicar la reacción de detección de PAS iniciando en el paso 2.

#### **Tratamiento con el Acido Periódico Schiff:**

- 1.- Desparafinar e hidratar hasta agua destilada.
- 2.- Sumergir en ácido periodico al 0.5% de 10 a 15 minutos.
- 3.- Lavar en agua destilada, tres cambios.
- 4.- Sumergir en solución de Schiff durante 24 horas en el refrigerador.



6.- Deshidratar en alcohol de 96% y absoluto, dos cambios de 2 minutos cada uno..

7.- Aclarar en xilol y montar en resina sintética.

Resultados esperados

Mucopolisacáridos ácidos

azul

Núcleos

morados

Gránulos de células cebadas

azul

## 6.5 INDICADOR DEL EVENTO REPRODUCTIVO

### 6.5.1 Índice gonadosomático

Este índice permite observar las variaciones mensuales del peso de la gónada con respecto al peso del cuerpo del molusco (Sastry, 1971). Para evitar errores al momento de pesar, se colocaron los organismos disectados en papel absorbente para eliminar el agua. La fórmula utilizada para calcularlo fue la siguiente:

$$I.G.S. = Pg/Pc * 100$$

Donde:

I.G.S. = Índice gonadosomático

Pg = Peso húmedo de la gónada en gramos

Pc = Peso húmedo del cuerpo en gramos

## 6.6 INDICADOR DE LA CONDICION

### 6.6.1 Índice de rendimiento del músculo

Este índice relaciona el peso del músculo con el peso del cuerpo sin la concha (Cáceres *et al.*, 1990). La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$I.R.M. = Pm/Psc * 100$$

donde:

I.R.M.= Índice de rendimiento del músculo

Pm=Peso húmedo del músculo en gramos

Psc= Peso húmedo del molusco sin concha en gramos

## 6.7 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS AMBIENTALES

La temperatura se determinó cada 15 días con un termómetro de cubeta y la salinidad se obtuvo también cada 15 días con un refractómetro. Tanto la temperatura como la salinidad se midieron en superficie y fondo y se promediaron para obtener el valor mensual.

## 6.8 SESTON

### 6.8.1 Colecta de las muestras de seston en el campo

Las muestras se obtuvieron cada 15 días en marea viva (durante el flujo), por fuera del parque de cultivo que tiene una profundidad aproximada de 3.5 metros. La obtención de las muestras se hizo por medio de buceo autónomo a 15 centímetros del fondo, con una botella de PVC (3 litros) tipo Van Dorn de operación manual que se cerraba en posición horizontal y sin tocar el fondo. Los 12 litros de agua obtenidos se filtraron con un tamiz de nylon de 180  $\mu\text{m}$  de luz de malla para descartar el detritus o plancton de mayor tamaño y se pusieron en recipientes de plástico para transportarlos al laboratorio.

### 6.8.2 Proceso de las muestras en el laboratorio de bioquímica

#### 6.8.2.1 Peso seco del seston (seston total)

Cada una de las muestras se filtró al vacío con ayuda de un matraz Kitasato con base y soporte para filtros GFC de 47 mm de diámetro, los cuales fueron preparados (lavados con agua destilada, secados en una estufa a 100 °C y colocados en una mufla a 475 °C por 4 horas para eliminar materia orgánica y finalmente pesados en una balanza analítica); una vez realizada la filtración se pusieron a deshidratar en una estufa a 80 °C por 24 horas y se pesaron en una microbalanza analítica.

037628

### 6.8.2.1 Cenizas (seston inorgánico)

Los filtros que contenían las muestras secas de seston se colocaron en papel aluminio y se pusieron en una mufla a 475 °C durante 4 horas, después se pusieron en una cámara al vacío hasta enfriarse y luego se pesaron.

### 6.8.2.2 Seston orgánico

El seston orgánico se obtuvo restando las cenizas del seston total.

### 6.8.2.3 Composición bioquímica

Para estimar la composición bioquímica del seston se realizaron las determinaciones sobre una muestra de 2 litros de agua filtrada en papel filtro GF/C de 47 mm de diámetro, este filtro se almacenó en un ultracongelador a -41°C. Para su proceso, cada filtro se maceró con 5 ml de agua destilada, de los cuales se tomaron 400 µl para lípidos, 500 µl para proteínas y 300 µl para carbohidratos. A continuación se detallan las técnicas utilizadas.

#### 6.8.2.3.1 Proteínas

La determinación de proteínas se hizo por el método de Lowry *et al.* (1951), modificado por Malara y Charra (1972b). Esta técnica se basa en la reacción de las proteínas con iones de cobre en una solución alcalina, lo que provoca la reducción del reactivo de Folin-Ciocalteu (ácido fosfomolibdico y ácido fosfotungsténico) principalmente por los residuos de tirosina y triptófano y en menor medida por cistina, cisteína e histidina. El color (azul) desarrollado por la proteína en este método depende (en intensidad) del contenido de tirosina y triptófano, por lo que la respuesta varía dependiendo de la proteína que se analice. Las lecturas de densidad óptica se realizaron a una longitud de onda de 750 nm en un espectrofotómetro marca Beckman DU-640.

Para la curva de calibración patrón se tomó como proteína estándar a la albúmina de bovino cristalizada y las concentraciones se consideran como equivalentes de ésta.

#### Procedimiento.

- 1.- Poner 500  $\mu$ l de muestra en un tubo de vidrio.
- 2.- Añadir 1 ml de reactivo de Lowry. Agitar inmediatamente.
- 3.- Esperar 10 minutos.
- 4.- Añadir 1ml de reactivo de Folin. Agitar inmediatamente.
- 5.- Esperar una hora y media.
- 6.- Centrifugar a 3000 r. p. m. durante 15 minutos.
- 7.- Leer a 750 nm.

#### 6.8.2.3.2 Lípidos

La determinación de los lípidos se realizó por el método de Bligh y Dyer (1959). Este método es el más empleado y se basa en la existencia de un sistema mono o bifásico según la proporción de los componentes de la mezcla terciaria: diclorometano, etanol y agua.

#### Procedimiento.

- 1.- Poner 400  $\mu$ l de muestra en un tubo de ensayo.
- 2.- Añadir 1000  $\mu$ l de etanol [ $\text{CH}_2(\text{HO})_2$ ] y 500  $\mu$ l de diclorometano ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ). Homogenizar.
- 3.- Esperar 10 minutos en un baño de hielo a 4 °C.
- 4.- Centrifugar a 3000 r. p. m. a 4 °C por 10 minutos.
- 5.- Colocar el sobrenadante obtenido en un tubo de vidrio para centrifuga (primera extracción).
- 6.- Añadir al sedimento 200  $\mu$ l de agua destilada, 500  $\mu$ l de etanol y 250  $\mu$ l de diclorometano.  
Homogenizar.
- 7.- Esperar 10 minutos en baño de hielo a 4 °C.
- 8.- Centrifugar a 3000 r. p. m. a 4 °C durante 10 minutos.
- 9.- Colocar el sobrenadante obtenido en el tubo de centrifuga anterior (segunda extracción).

- 10.- Añadir al sedimento 200  $\mu$ l de agua destilada, 500  $\mu$ l de etanol y 250  $\mu$ l de diclorometano.  
Homogenizar.
- 11.- Esperar 10 minutos a 4 °C.
- 12.- Centrifugar a 3000 r. p. m. a 4 °C durante 10 minutos.
- 13.- Colocar el sobrenadante obtenido en el tubo de centrifuga anterior (tercera extracción).
- 14.- Añadir al tubo de centrifuga con las tres extracciones 1000  $\mu$ l de agua destilada y 1000  $\mu$ l de diclorometano. Homogenizar.
- 15.- Esperar 10 minutos en baño de hielo a 4 °C.
- 16.- Centrifugar a 3000 r. p. m. a 4 °C durante 10 minutos.
- 17.- El tubo de centrifuga presenta dos capas, la superior contiene agua más metanol y la inferior diclorometano más lípidos.
- 18.- Pasar la capa inferior a un tubo de hemólisis colocado en un baño de hielo a 4 °C.
- 19.- Al tubo de centrifuga añadirle 2000  $\mu$ l de diclorometano.
- 20.- Centrifugar a 3000 r. p. m. a 4 °C durante 10 minutos.
- 21.- Pasar la capa inferior del tubo de centrifuga al tubo de hemólisis.
- 22.- Colocar el tubo de hemólisis en un baño María a 30 °C. Evaporar su contenido (diclorometano-lípidos) con una corriente de nitrógeno ( $N_2$ ).
- 23.- Utilizar 500  $\mu$ l de diclorometano para disolver los lípidos que quedaron en el tubo de hemólisis al evaporar el diclorometano y pasarlos a un pequeño recipiente de teflón previamente limpiado (con diclorometano) y pesado en una microbalanza analítica.

- 24.- Colocar el recipiente de teflón en una pequeña caja de Petri limpia (lavarla con jabon, agua destilada y alcohol).
- 25.- Poner la caja de teflón semiabierta en una cámara de vacío a 30 °C para que se evapore el diclorometano y se sequen los lípidos.
- 26.- Una vez secos los lípidos, quitar el vacío con una corriente de nitrógeno para que no se oxiden, cerrar las cajas y pesar en una microbalanza analítica.

### 6.8.2.3.3 Carbohidratos

La cuantificación de carbohidratos se hizo por el método Dubois *et al.* (1956), modificado por Malara y Charra (1972a). El principio de este método se basa en presencia de un ácido mineral fuerte, las pentosas forman furfurales más agua y las hexosas se transforman en 5-hidroximetil furfural más agua. El furfural y sus derivados se combinan con el fenol (o con otros compuestos fenólicos como  $\alpha$ -naftol) para formar un complejo colorido. Las lecturas de densidad óptica se realizaron a una longitud de onda de 490 nm en un espectrofotómetro marca Beckman DU-640. El estándar de carbohidratos que se usó para llevar a cabo la curva de calibración fue la glucosa anhidra.

Procedimiento.

- 1.- Poner 300  $\mu$ l de muestra en un tubo de ensayo.
- 2.- Añadir 0.5 ml de fenol al 5%. Homogenizar.
- 3.- Esperar 20 minutos.
- 4.- Añadir 2.5 ml de  $H_2SO_4$  concentrado. Homogenizar. Tener precaución pues la reacción es muy violenta y genera mucho calor. Tapar el tubo con un tapon cubierto de teflón y agitarlo invirtiendo su posición.
- 5.- Enfriar en hielo.
- 6.- Calentar a 100 °C durante 20 minutos.
- 7.- Enfriar en hielo.
- 8.- Centrifugar a 3000 r. p. m. durante 15 minutos.
- 9.- Leer la densidad óptica 490 nm en el espectrofotómetro.



### **6.8.3 Razón seston inorgánico/seston orgánico**

Esta razón relaciona la cantidad de seston inorgánico con el seston orgánico, mostrando la variación de estos dos componentes del seston total a lo largo del ciclo anual.

### **6.8.4 Material alimentario**

Este índice es la suma de los carbohidratos, lípidos y proteínas presentes en el seston en cada mes. Se utilizó para ver la calidad y cantidad del alimento a lo largo del ciclo anual, que realmente está disponible para las almejas.

### **6.8.5 Contenido energético del material alimenticio**

Los lípidos, proteínas y carbohidratos fueron convertidos a equivalentes de energía usando los coeficientes de 39.5, 24.0 y 17.5 J/mg, respectivamente (Gnaiger, 1983, citado por Navarro *et al.*, 1993).

## **7.0 ESTADISTICOS UTILIZADOS**

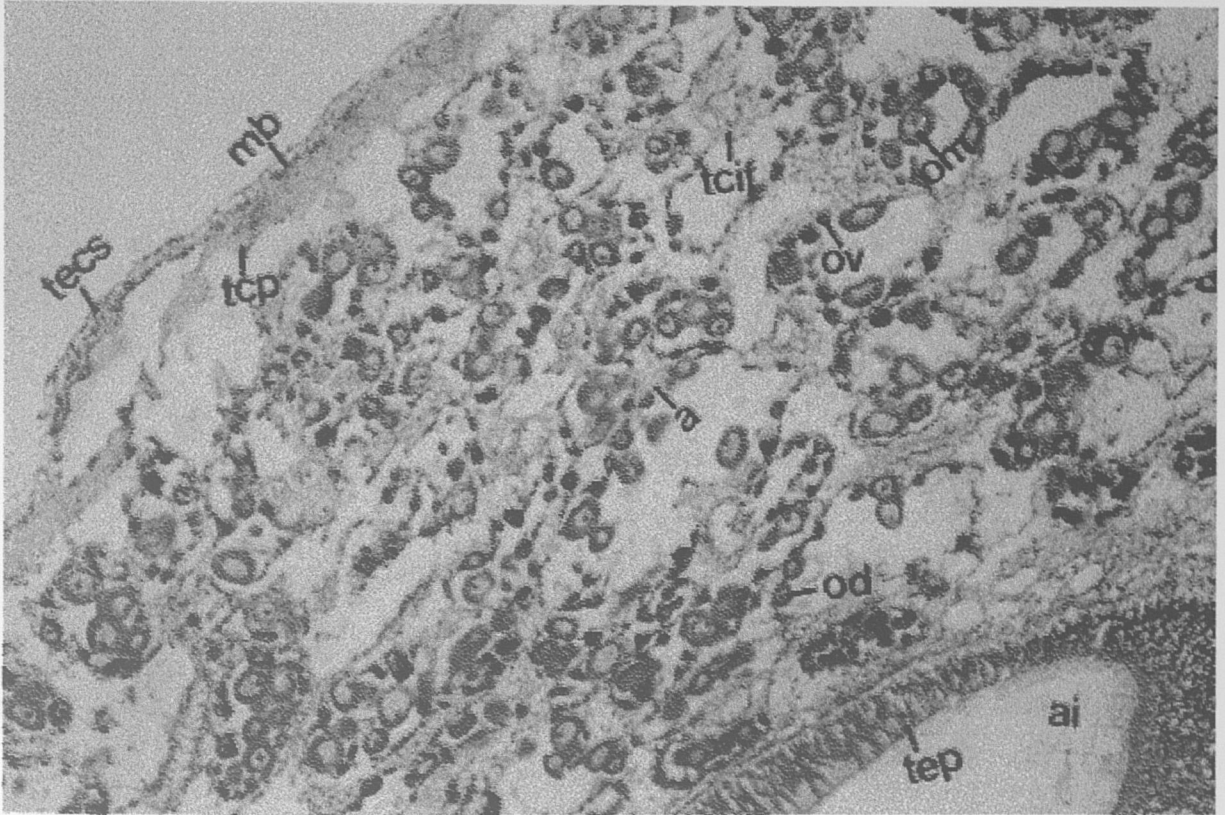
Los estadísticos que se utilizaron en el análisis de las muestras fueron la media, desviación estandard y el análisis de correlación múltiple de Pearson (Daniels, 1995). Antes de realizar la correlación se obtuvo el logaritmo de base diez ( $\log_{10}$ ) de cada variable para reducir la dependencia de la varianza de la muestra de la media y para normalizar la distribución de los datos.

## 8.0 RESULTADOS

### **Descripción citológica de la gónada de *Argopecten ventricosus*.**

La capa que cubre la gónada es el integumento, que está formado por el tejido epitelial cúbico simple (tecs) y la membrana basal (mb), como se observa en la **Figura 2**. Después se encuentra una capa de tejido conectivo perigonadal (tcp). La siguiente capa contiene el tejido conectivo interfolicular (tcif) que es estructuralmente similar al anterior. En la pared interna de los folículos se encuentran los acini (a) que están compuestos por una delgada capa de tejido epitelial germinal que da origen a las ovogonias (ov), las cuales se transforman en ovocitos en desarrollo (od) y éstos en ovocitos maduros (om). En la parte masculina, el tejido epitelial germinal da origen a las espermatogonias, las cuales se transforman en espermatocitos y luego en espermatozoides.

En el interior de la gónada se encuentra el asa ascendente y descendente del intestino (ai) que está revestido por tejido epitelial pseudoestratificado (tep).



**Figura 2.** *Argopecten ventricosus*. Microfotografía de la parte femenina de la gónada. (tecs) Tejido epitelial cúbico simple. (mb) Membrana basal. (tcp) Tejido conectivo perigonadal. (tcif) Tejido conectivo interfollicular. (a) Acini. (ov) Ovogonias. (od) Ovocitos en desarrollo. (om) Ovocitos maduros. (ai) Asa intestinal. (tep) Tejido epitelial pseudoestratificado. 14X.

**Estadio de desarrollo (estadio I).** En este estadio predominan principalmente las ovogonias y los ovocitos en desarrollo, aunque se pueden encontrar ovocitos maduros en el lumen de los acini (**Figura 3**). Las ovogonias están unidas a la pared de los acini, y no han iniciado la vitelogenesis. Los ovocitos al igual que las ovogonias, están adheridos a las paredes de los acini por medio de un pedúnculo y su citoplasma empieza a crecer debido a la acumulación de agua y vitelo. Los escasos ovocitos maduros tienen forma semicircular, presentan gran cantidad de vitelo, un núcleo con un nucleolo excéntrico y se han despegado de los acini, ocupando un espacio en lumen que se encuentra casi vacío.

En la parte masculina (**Figura 4**) la gónada presenta acini con abundantes espermatogonias y espermatocitos unidos a sus paredes, aunque se pueden presentar algunos espermatozoides en el lumen.

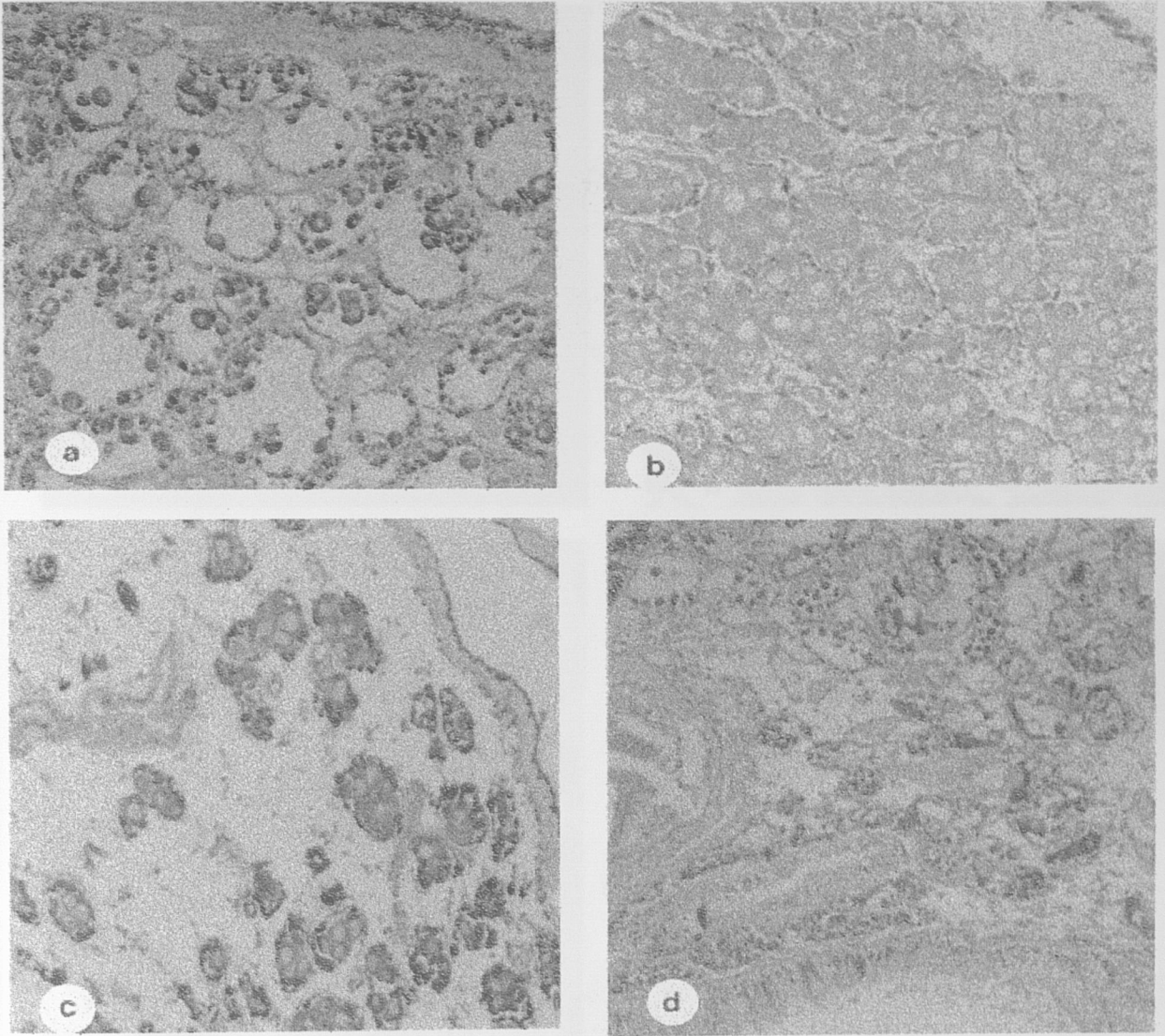
**Estadio de madurez (estadio II).** Los acini están llenos de ovocitos maduros y el tejido interfolicular es más delgado (**Figura 3**). La forma de los acini se asemeja a un polígono. Las ovogonias y ovocitos en desarrollo son escasos.

La parte masculina (**Figura 4**) presenta acini llenos de espermatozoides cuyas colas se orientan hacia el centro. Las espermatogonias y espermatocitos son mucho menos abundantes que en el estadio de desarrollo.

**Estadio de desove (estadio III).** Los acini pueden estar vacíos o parcialmente vacíos, ya que todavía presentan ovocitos maduros (**Figura 3**). Además, aumenta el número de ovogonias y ovocitos en desarrollo adheridos a sus paredes.

En la parte masculina (**Figura 4**) los acini están parcialmente vacíos y empiezan a proliferar las espermatogonias y los espermatocitos.

**Estadio de reposo (estadio IV).** En este estadio pueden existir gónadas con acini totalmente vacíos y solo se observa la proliferación del epitelio germinal, en ellas es difícil distinguir la parte masculina de la femenina como se observa en la **Figura 3**. La mayoría de los organismos presentan gónadas en cuyos acini se pueden observar algunos ovocitos residuales, ovogonias y ovocitos. El tejido conjuntivo interfolicular es abundante. En la parte masculina (**Figura 4**) se observan algunas espermatogonias y espermatocitos, así como espermatozoides residuales en el lumen de los acini.



**Figura 3.** *Argopecten ventricosus*. Microfotografía de la parte femenina de la gónada. (a) Estadio de desarrollo. (b) Estadio de madurez. (c) Estadio de desove. (d) Estadio de reposo. 14X.



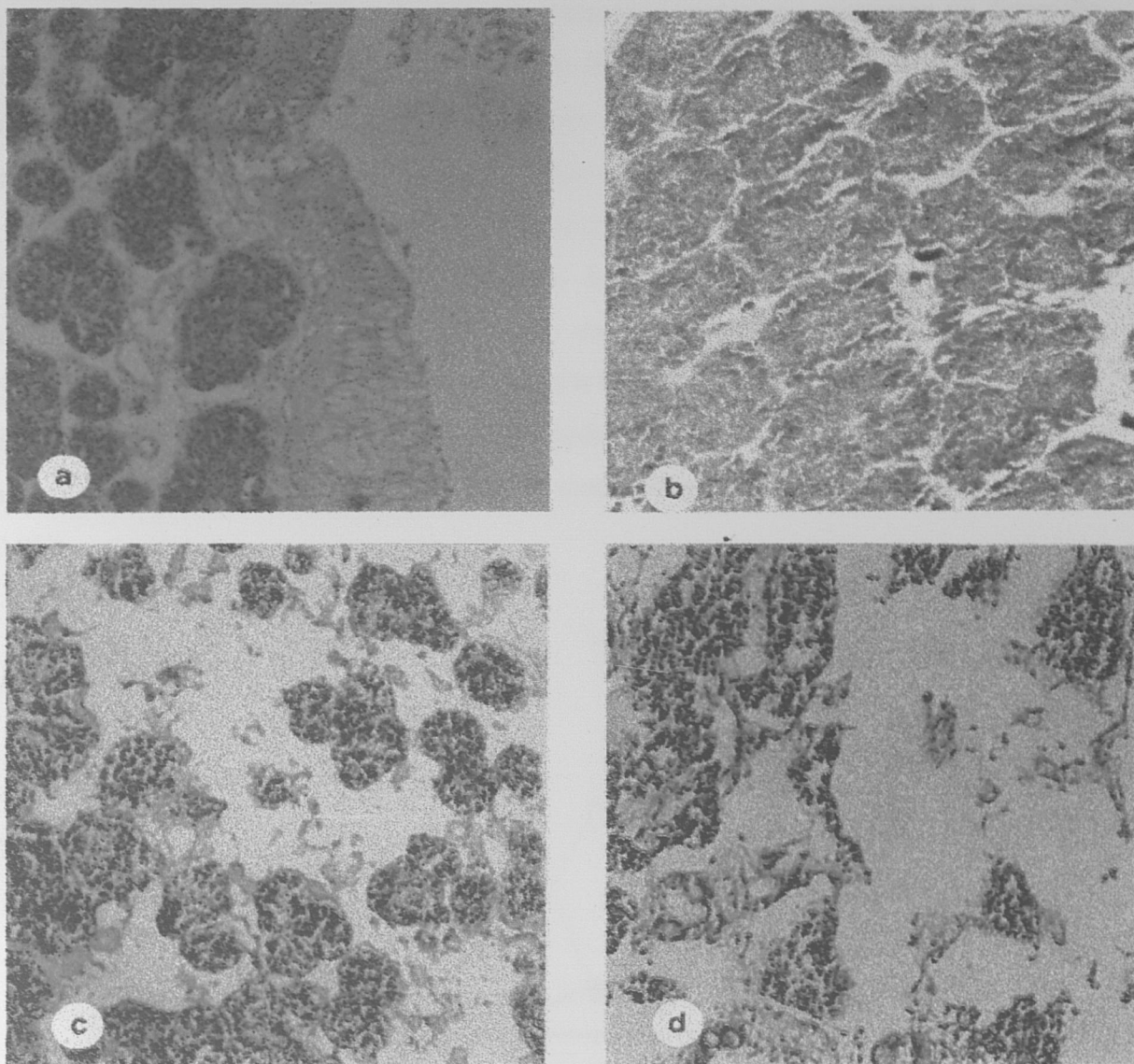


Figura 4. *Argopecten ventricosus*. Microfotografía de la parte masculina de la gónada. (a) Estadio de desarrollo. (b) Estadio de madurez. (c) Estadio de desove. (d) Estadio de reposo. 14X.

La parte masculina y femenina de la gónada de *Argopecten ventricosus* mostraron un desarrollo paralelo en su maduración. El estadio de desarrollo (FVOD) se presentó a lo largo del año con excepción de junio (Figura 5). El estadio de madurez (FVOM) se presentó durante todo el ciclo anual menos en junio; sin embargo, los ovocitos maduros ocuparon mayor fracción de volumen en los meses de agosto, octubre, noviembre, diciembre, febrero y marzo. El estadio de desove (FVEL) se presentó todo el año con excepción de junio; sin embargo, los espacios libres predominaron en abril, mayo, julio, septiembre y enero. En junio, el total de los organismos analizados se encontraron en reposo, predominando la fracción de volumen de los espacios libres y la de las ovogonias. La fracción de volumen promedio mensual ocupado por los espacios libres y la de las ovogonias. La fracción de volumen promedio mensual ocupado por los espacios libres y la de las ovogonias mostró una correlación significativa con la razón seston inorgánico/seston orgánico ( $r = -0.683$ ;  $p < 0.05$ ).

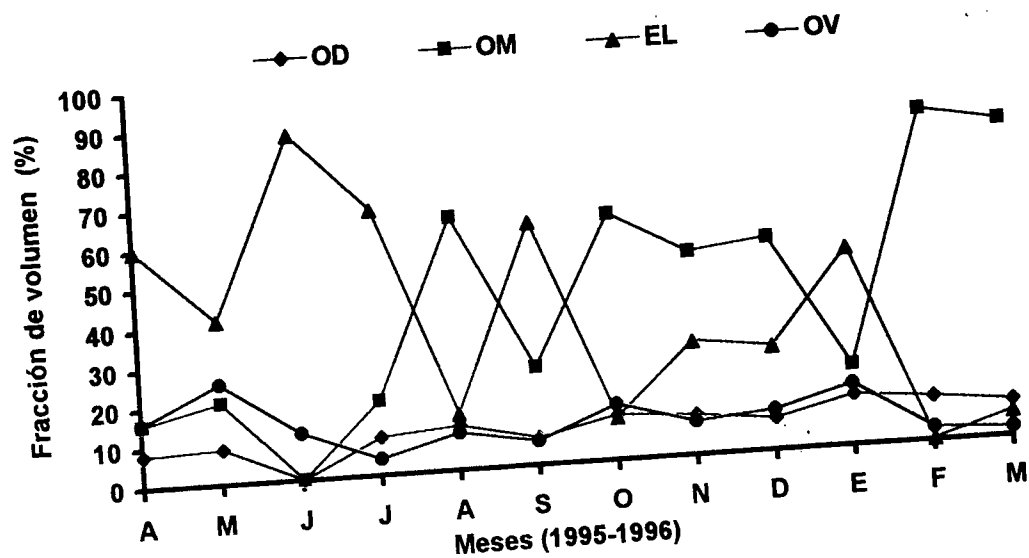


Figura 5. *Argopecten ventricosus*. Variación de la fracción de volumen ocupada por los diferentes componentes de la gónada: Ovocitos en Desarrollo (OD), Ovocitos Maduros (OM), Espacios Libres (EL) y Ovogonias (OV).

### Azul alciano

Esta prueba dio resultados positivos en el epitelio y tejido conectivo (principalmente en gónadas en desarrollo) de la parte masculina y femenina de la gónada y en el manto (Tabla 1 y Figura 6).

**Tabla 1. Azul alciano.**

Tejido	Negativo (-)	Lig. positivo (+)	Med. positivo (++)	Muy positivo (+++)
Gónada			++	
Manto			++	
Músculo	-			

### Acido periódico Schiff-Malt

La prueba del Acido Periódico Schiff- Malt (PAS-Malt) resultó positiva en los ovocitos en desarrollo y maduros y en el músculo (Tabla 2 y Figura 7).

**Tabla 2. PAS-Malt.**

Tejido	Negativo (-)	Lig. positivo (+)	Med. positivo (++)	Muy positivo (+++)
Gónada				+++
Manto	-			
Músculo				+++

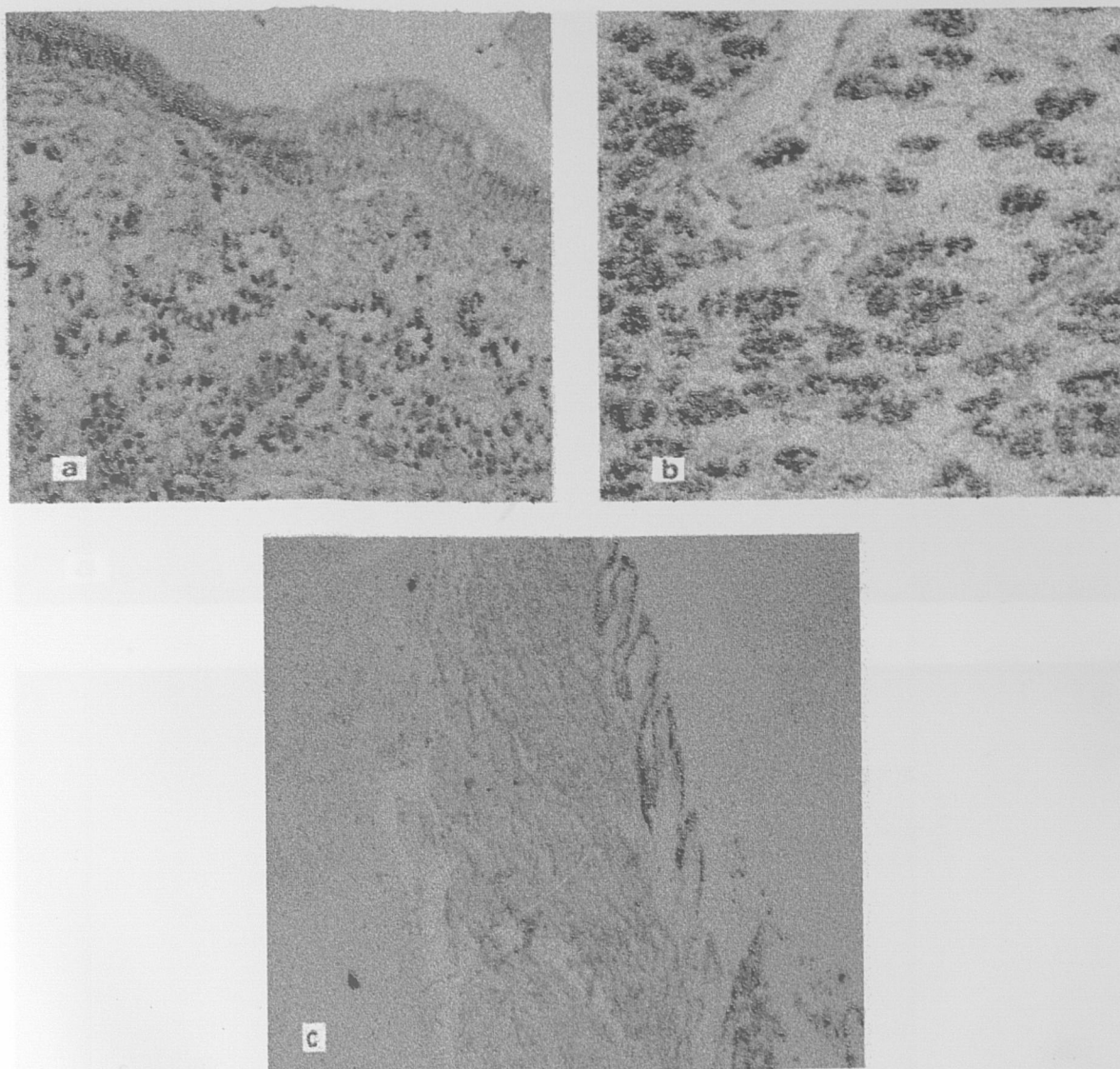
### Rojo oleoso

Esta prueba fue positiva solo en los ovocitos en desarrollo y maduros. Los lípidos insaturados se presentan en forma de gotas (Tabla 3 y Figura 8).

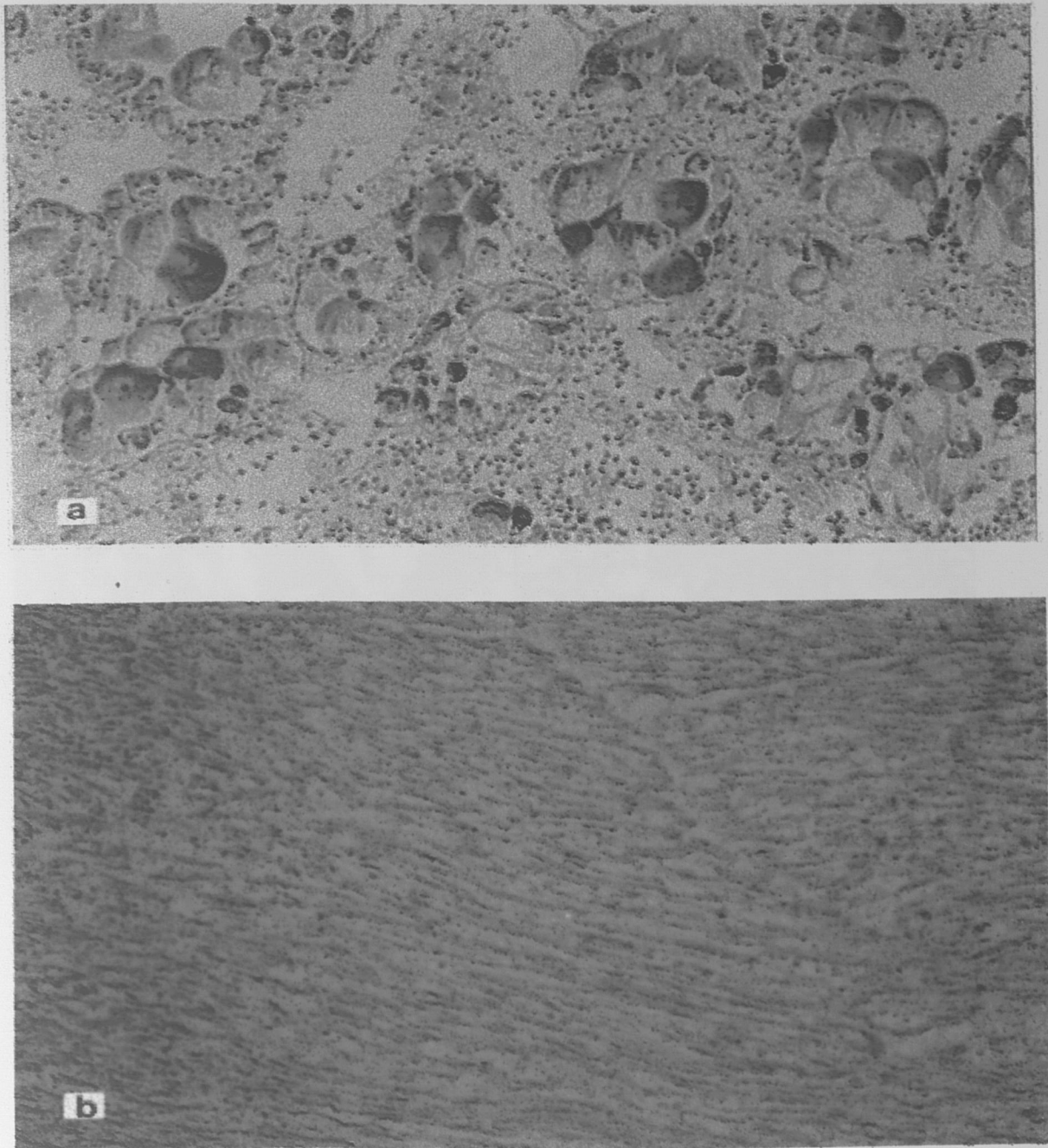
**Tabla 3. Rojo oleoso.**

Tejido	Negativo (-)	Lig. positivo (+)	Med. positivo (++)	Muy positivo (+++)
Gónada				+++
Manto	-			
Músculo	-			

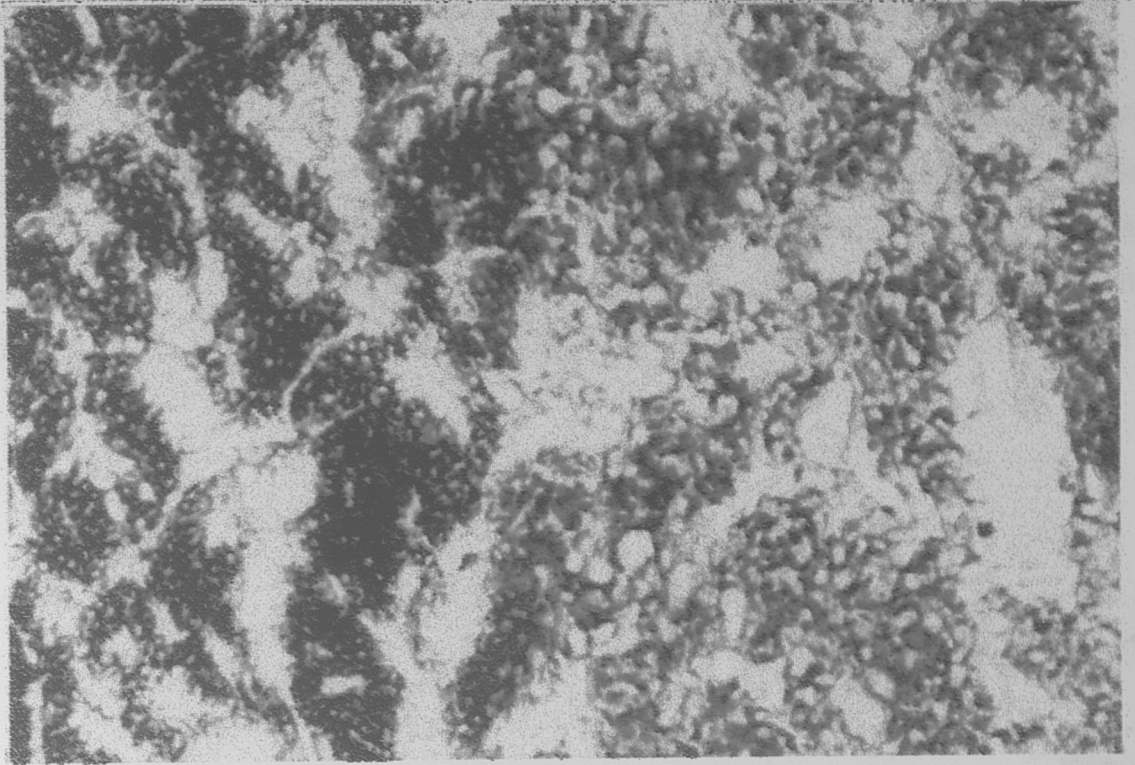




**Figura 6.** *Argopecten ventricosus*. Prueba del azul alciano. (a) Gónada (parte femenina). (b) Gónada (parte masculina). (c) Manto. 14X.



**Figura 7.** *Argopecten ventricosus*. Prueba del ácido periódico Schif-Malt. (a) Gónada. (b) Músculo. 20X.



**Figura 8.** *Argopecten ventricosus*. Prueba del rojo oleoso. Parte femenina y masculina de la gónada. 14X.



### Índice gonadosomático

Este índice nos muestra la variación del peso de la gónada a lo largo del ciclo anual respecto al peso de la carne en porcentaje. El valor más alto se obtuvo en el mes de febrero de 1996 con 11.9%. El valor más bajo se presentó en el mes de julio de 1995 con 2.98%. El porcentaje promedio del índice gonadosomático durante el ciclo anual fue de 5.49% (Figura 9). Este índice mostró correlación con la fracción de volumen mensual de los espacios libres (desove) ( $r = -0.872$ ;  $p < 0.05$ ).

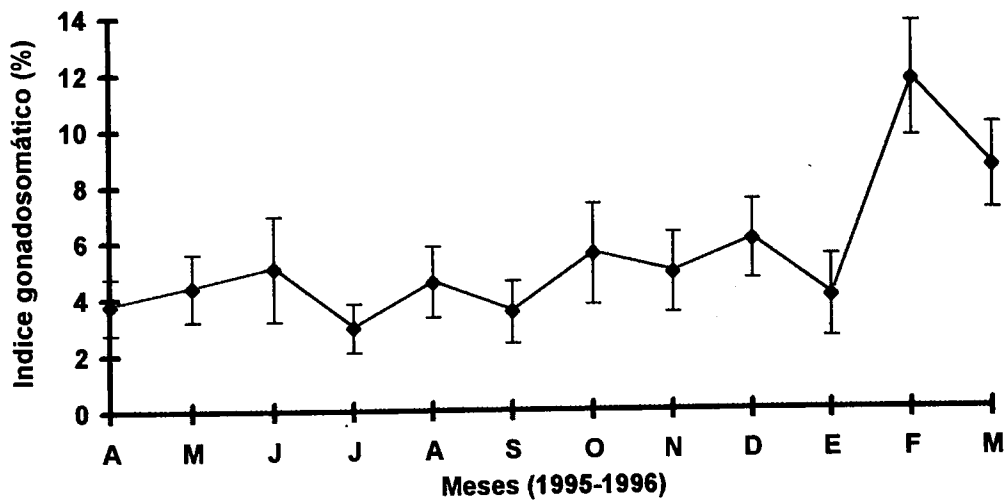


Figura 9. *Argopecten ventricosus*. Variación mensual promedio del índice gonadosomático durante el ciclo anual. Las barras indican la desviación estándar.

### Índice de rendimiento del músculo

Según este índice el valor máximo se presentó en septiembre (47.01%) y el valor mínimo se observó en marzo (33.06 %) (Figura 10). El promedio para el ciclo anual fue de 39.24%. Este índice mostró correlación con las siguientes variables: temperatura ( $r= 0.744$ ;  $p<0.05$ ) y razón SI/SO ( $r= - 0.654$ ;  $p<0.05$ ).

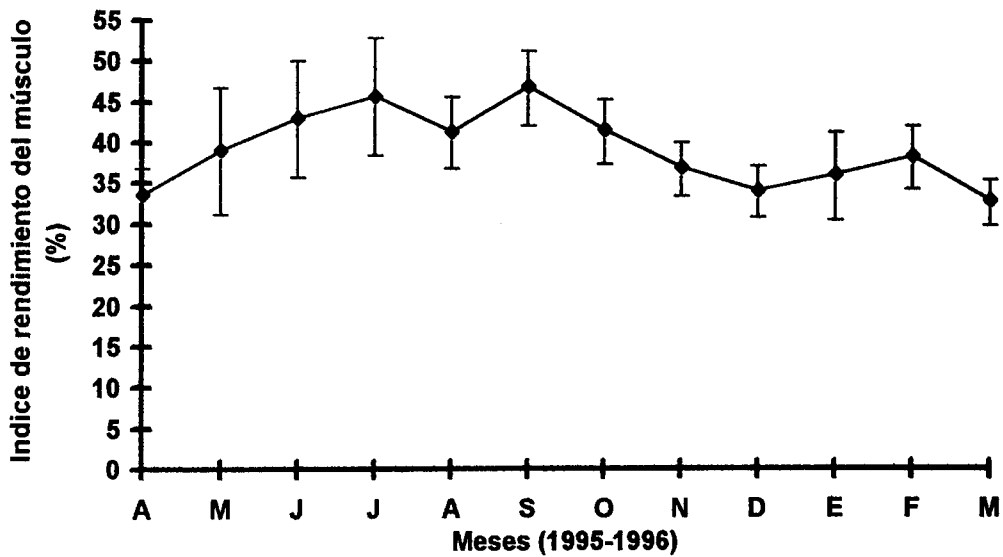


Figura 10. *Argopecten ventricosus*. Variación mensual del índice de rendimiento del músculo a lo largo del ciclo anual. Las barras indican la desviación estándar.

## Temperatura

Este factor alcanzó su valor máximo en el mes de septiembre de 1995 con 29.5°C. La temperatura más baja se observó en el mes de enero con 20.5 °C. El promedio de temperatura durante el ciclo anual fue de 24.6 °C (Figura 11). La temperatura resultó correlacionada significativamente con el índice de rendimiento del músculo ( $r= 0.744$ ;  $p<0.05$ ).

## Salinidad

El valor máximo se presentó en los meses de enero, febrero y marzo de 1996 con 37 ‰, mientras que el valor mínimo se observó en los meses de agosto y septiembre de 1995 con 34 ‰. El valor promedio para todo el ciclo anual fue de 35.8 ‰ (Figura 11).

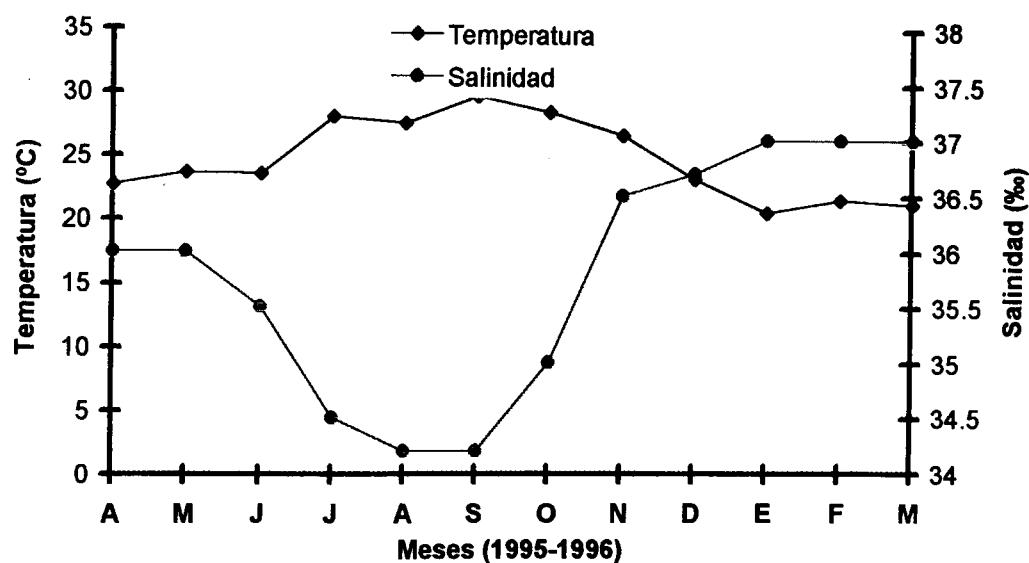


Figura 11. Rada de Pichilingue. Variación estacional de la temperatura y la salinidad a lo largo del ciclo anual.

### Seston total

El valor máximo de seston se presentó en el mes de febrero de 1996 con 19.6 mg/l, mientras que el valor mínimo se presentó en el mes de octubre con 12.10 mg/l. El valor promedio para todo el ciclo anual fue de 14.10 mg/l (Figura 12). El seston total mostró correlación con la fracción de volumen promedio mensual de los espacios libres ( $r = -0.730$ ;  $p < 0.05$ ).

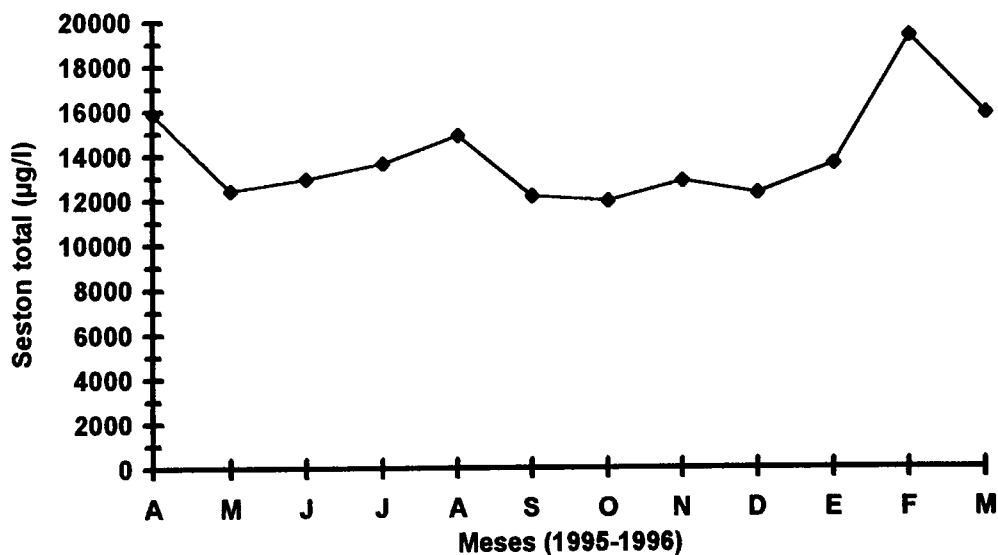


Figura 12. Rada de Pichilingue. Variación mensual del seston durante el ciclo anual.

### Seston orgánico

El análisis de este factor mostró un valor máximo para los meses de julio y agosto de 1995 con 3.4 mg/l, mientras que el valor menor se presentó en el mes de diciembre de 1995 con 2.2 mg/l. El valor promedio obtenido para todo el ciclo anual fue de 2.84 mg/l (Figura 13).

### Seston inorgánico

Este factor ambiental alcanzó su máximo valor en febrero de 1996 con 16.6 mg/l, mientras que valor mínimo alcanzado fue de 9.3 mg/l en el mes de septiembre. El valor promedio para el ciclo anual fue de 11.26 mg/l (Figura 14).

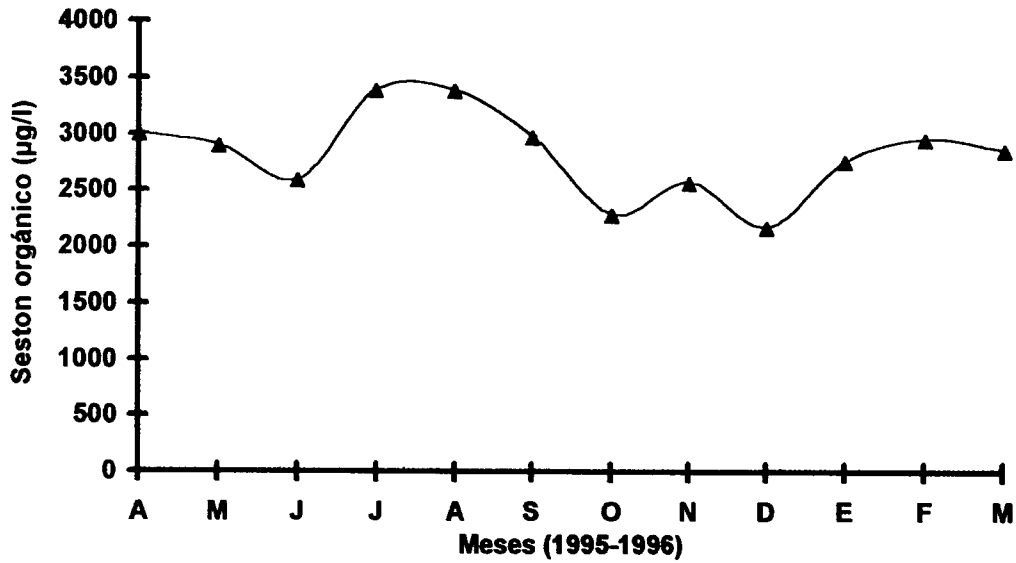


Figura 13. Rada de Pichilingue. Variación mensual del seston orgánico durante el ciclo anual.

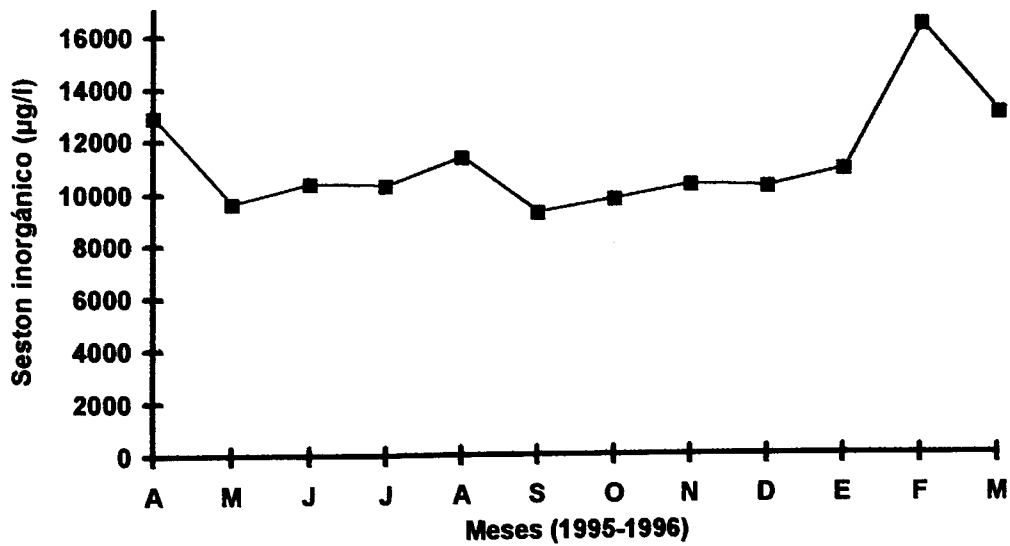


Figura 14. Rada de Pichilingue. Variación del seston inorgánico durante el ciclo anual.



**Porcentaje del seston orgánico respecto al seston total**

El porcentaje mayor se presentó en el mes de julio de 1996 con 24.81%. El porcentaje menor fue de 15.30% y se observó en el mes de febrero de 1995 (**Figura 15**). El porcentaje promedio para todo el ciclo anual fue de 20.36%.

**Porcentaje del seston inorgánico respecto al seston total**

El valor máximo se presentó en el mes de febrero de 1996 con 84.69%, mientras que por el contrario el valor mínimo se observó en el mes de julio con 75.18%. El porcentaje promedio para todo el ciclo anual fue de 79.62% (**Figura 16**).

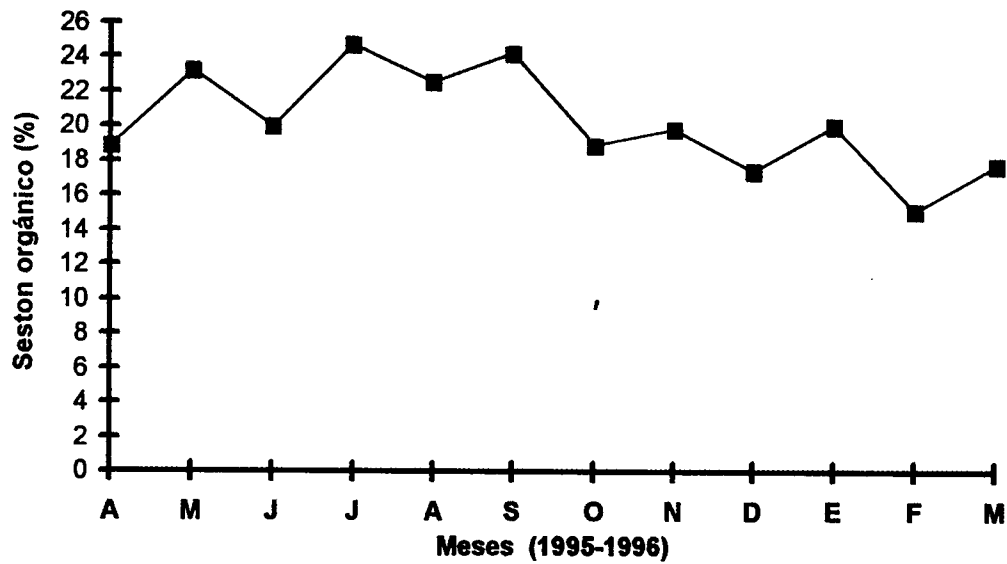


Figura 15. Rada de Pichilingue. Variación del seston orgánico en porcentaje durante el ciclo anual.

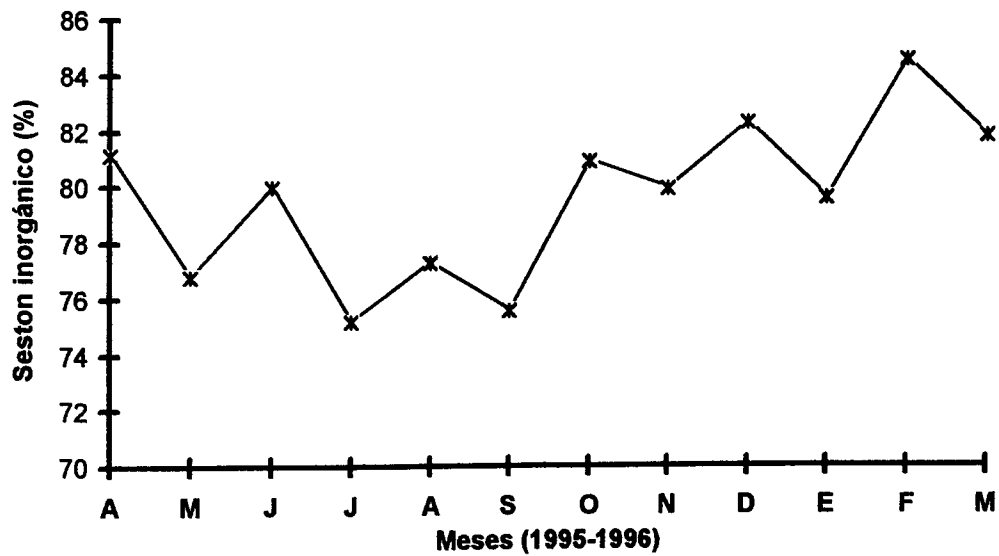


Figura 16. Rada de Pichilingue. Variación mensual del seston inorgánico en porcentaje durante el ciclo anual.

### Razón seston inorgánico/seston orgánico

Esta razón alcanzó su máximo valor en el mes de febrero de 1996 con 5.53. El valor mínimo se presentó en julio de 1995 con 3.0 (Figura 17). Esta variable mostró correlación con el índice de rendimiento del músculo ( $r = -0.654$ ;  $p < 0.05$ ) y con la fracción de volumen promedio mensual de los espacios libres ( $r = -0.683$ ;  $p < 0.05$ ).

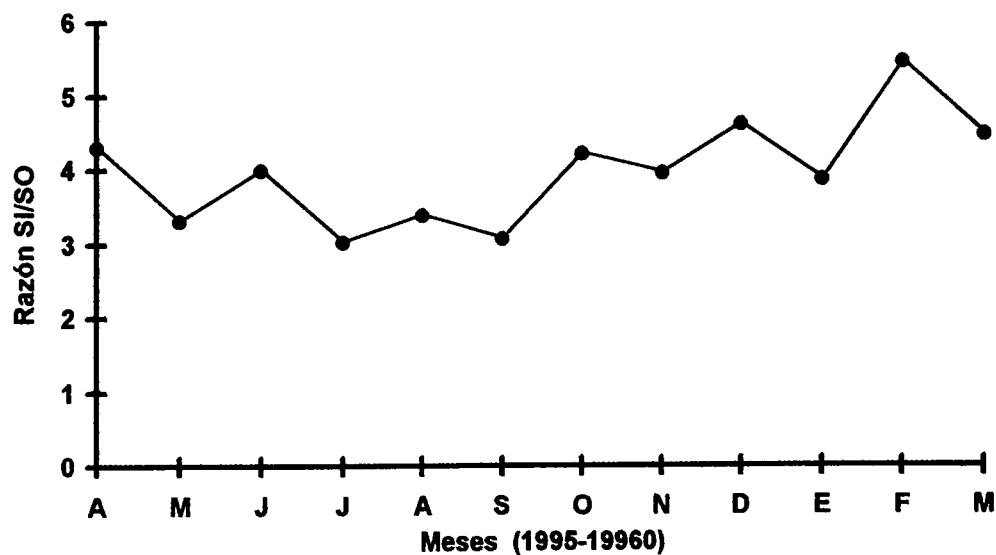


Figura 17. Rada de Pichilingue. Variación mensual de la razón seston inorgánico/seston orgánico.

### Concentración de carbohidratos en el seston

La mayor concentración de carbohidratos se presentó en el mes de marzo de 1996 con 207.07  $\mu\text{g/l}$ , mientras que el valor mínimo fue de 108.95  $\mu\text{g/l}$  para el mes de mayo. El promedio de carbohidratos para todo el ciclo anual fue de 153.62  $\mu\text{g/l}$  (Figura 18).

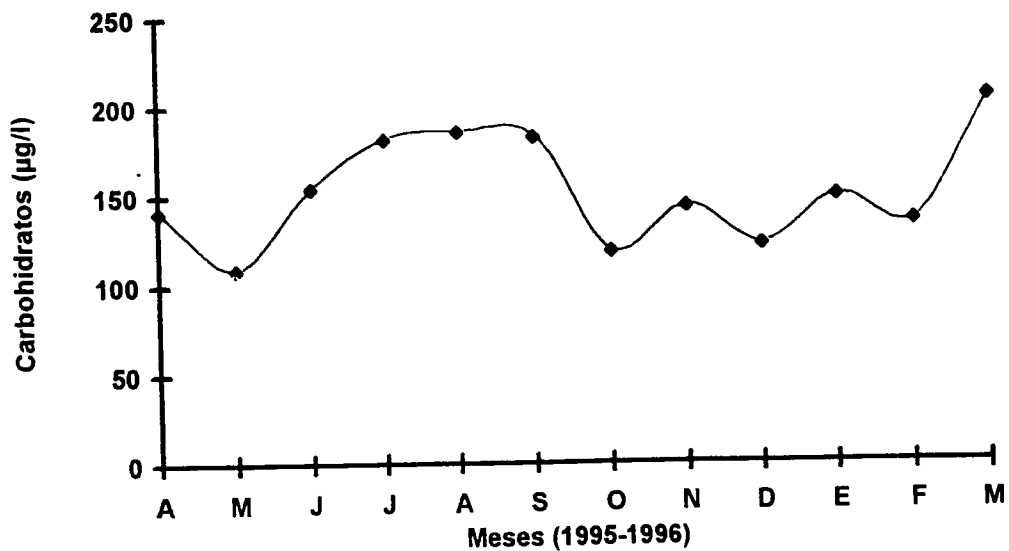


Figura 18. Rada de Pichilingue. Variación de los carbohidratos en el seston durante el ciclo anual.

### Concentración de lípidos en el seston

La concentración de lípidos fue mayor en el mes de julio con 293.75  $\mu\text{g/l}$ . El menor valor se observó en el mes de octubre con 125  $\mu\text{g/l}$ . El promedio de lípidos para todo el ciclo anual fue de 219.26  $\mu\text{g/l}$  (Figura 19).

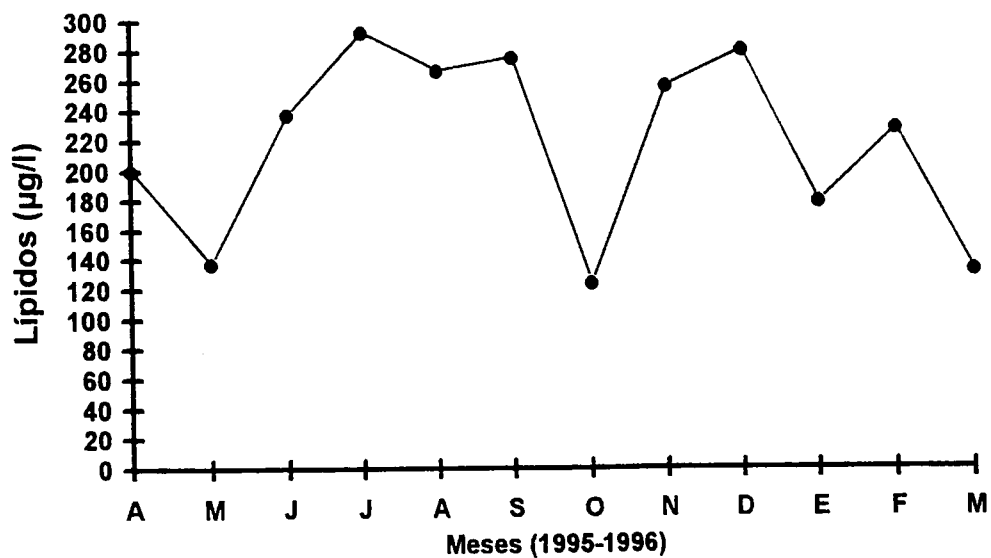


Figura 19. Rada de Pichilingue. Variación mensual de los lípidos en el seston durante el ciclo anual.

### Concentración de proteínas en el seston

El pico más alto de proteínas se observó en marzo con 301.02  $\mu\text{g/l}$ , mientras que el valor mas bajo se presentó en el mes de abril con 102.55  $\mu\text{g/l}$ . El promedio para el ciclo anual fue de 176.61  $\mu\text{g/l}$  (Figura 20).

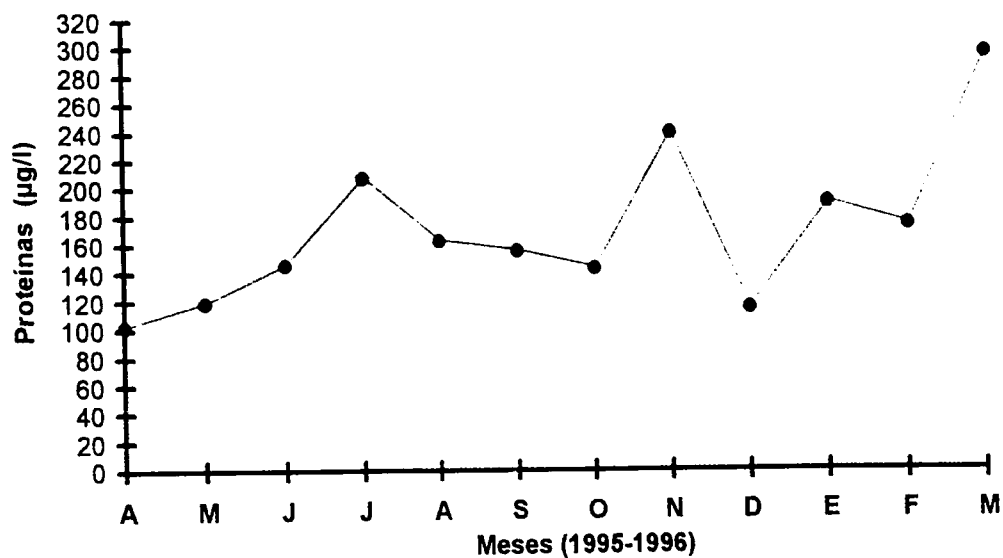


Figura 20. Rada de Pichilingue. Variación mensual de las proteínas en el seston durante el ciclo anual.

### Variación mensual de los carbohidratos, lípidos y proteínas respecto a la materia orgánica

El valor más alto se presentó en el mes de noviembre con 24.5 % y el menor valor se observó en el mes de mayo con 12% (Figura 21).

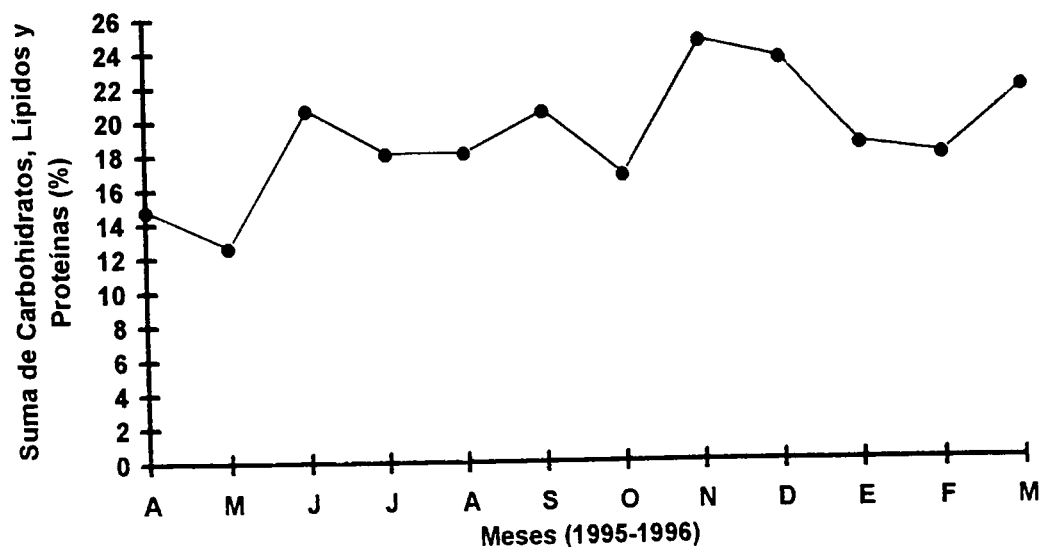


Figura 21. Rada de Pichilingue. Variación mensual de la suma del porcentaje de carbohidratos, lípidos y proteínas respecto al total de materia orgánica presente en el seston cada mes.

#### Material alimenticio

Este factor alcanzó el valor máximo en el mes de julio de 1995 con 684.92  $\mu\text{g/l}$  y el valor mínimo en el mes de mayo con 365.72  $\mu\text{g/l}$ . El valor promedio para el ciclo anual fue de 545.50  $\mu\text{g/l}$  (Figura 22).

#### Contenido energético del alimento disponible

La suma del contenido energético de los carbohidratos, lípidos y proteínas muestra el valor más alto en el mes de julio con 19.80 J/l, mientras que el menor valor se presentó en el mes de mayo con 10.20 J/l. El valor promedio del ciclo anual fue de 15.49 J/l (Figura 23).

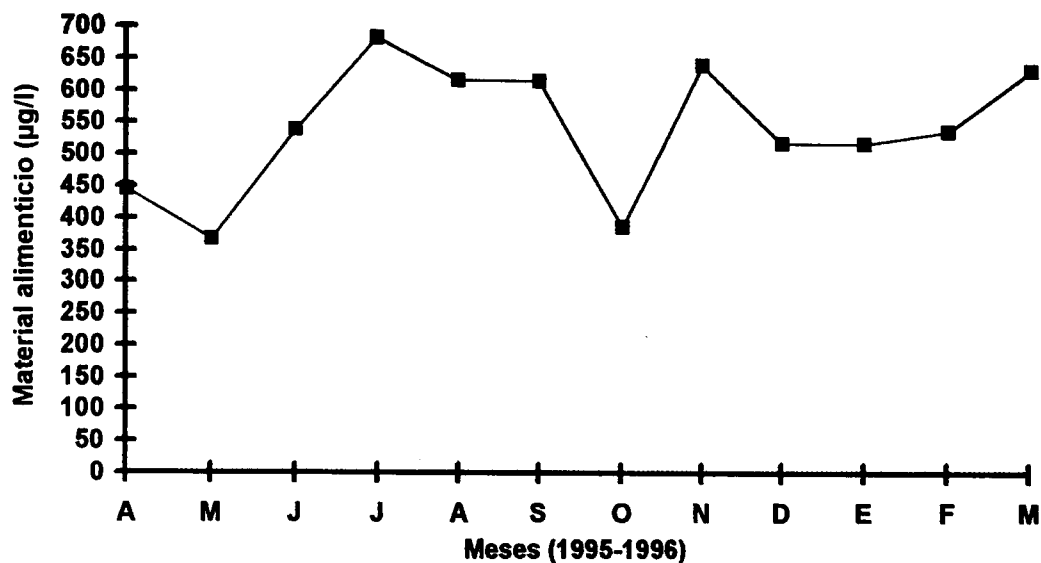


Figura 22. Rada de Pichilingue. Variación mensual del material alimenticio durante el ciclo anual.

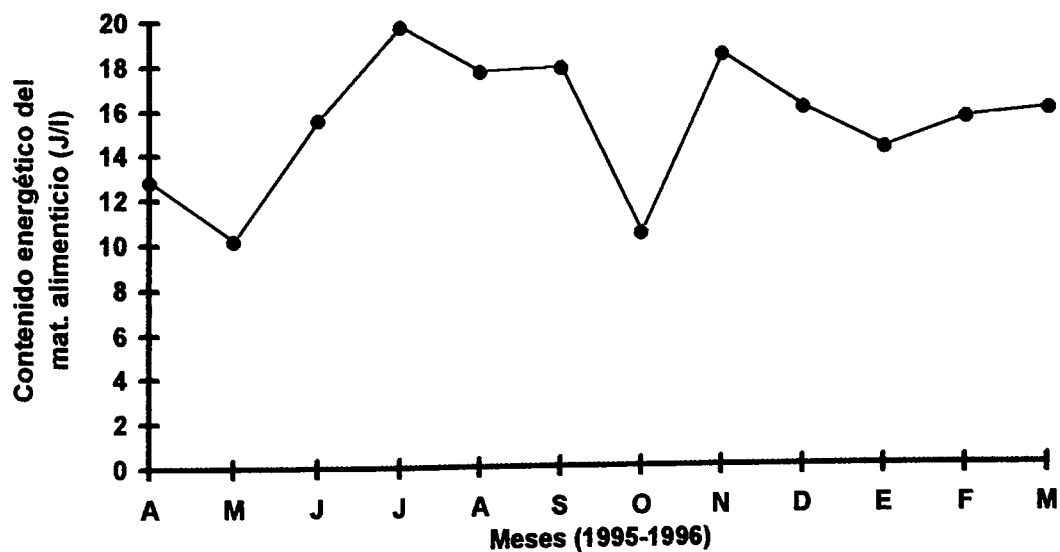


Figura 23. Rada de Pichilingue. Variación mensual del contenido energético del material alimenticio.



## 9.0 DISCUSION

Las características citológicas de la gónada de *Argopecten ventricosus* son similares a las observadas en la misma especie por Villalejo-Fuerte (1992), y en otros pectínidos, como *Patinopecten yessoensis* (Motavkine y Varaksine, 1983, citados por Beninger y Le Pennec, 1991), y *Placopecten magellanicus* (Beninger, 1987). Las diferencias existentes con respecto a algunos autores se refieren únicamente a las apreciaciones personales de los estadios de desarrollo gonádico.

El estadio virginal (estadio 0) no se analizó debido a que se estudiaron solo organismos reclutados a la reproducción. El estadio I abarca las ovogonias cuyo citoplasma empieza a crecer (llamados ahora ovocitos) hasta los ovocitos en vitelogénesis avanzada que están unidos a las paredes de los acini (Le Pennec y Beninger, 1991). Tomando en cuenta estas características y con la aplicación de la estereología, se consideró que no era necesario dividir este estadio en gametogenesis inicial y gametogenesis avanzada, como lo hizo Villalejo-Fuerte (1992), para la misma especie en Bahía Concepción. La descripción de los estadios de madurez y desove fue similar a la realizada por el autor anterior. Por último, el estadio de postdesove se englobó en el de reposo, a diferencia de Villalejo-Fuerte (1992), que hace la división en estadio de postdesove y reposo.

Las gónadas de *Argopecten ventricosus* mostraron diferentes grados de desarrollo en los gametos durante el ciclo anual con excepción de junio, donde todas estaban en reposo, lo que indica que esta especie tiene un ciclo reproductivo prácticamente continuo, como lo demuestra Villalejo-Fuerte (1992) en Bahía Concepción. Sin embargo, aunque una población tenga un ciclo reproductivo continuo, es difícil que los organismos tengan una producción continua de gametos a través del ciclo anual, sino que en cualquier momento del ciclo se encuentran organismos con gametos en distintas fases de desarrollo (Giese y Pearse, 1974). A pesar de que esta zona es de transición entre aguas frías y cálidas, este patrón reproductivo guarda más similitud con los que se presentan en aguas tropicales, donde hay actividad reproductiva todo el año, en comparación con los de aguas frías, donde el periodo reproductivo se da en el verano (Gease, 1959).

Baqueiro *et al.*, (1981) y Cáceres *et al.*, (1990), realizaron estudios en *Argopecten circularis* en la Ensenada de La Paz y en ambos trabajos se encontró que esta especie tiene una producción continua de gametos con desoves a lo largo del año, pero presentando dos desoves importantes en el mismo.

Así mismo, en Bahía Magdalena, Félix-Pico (1993), encontró en la misma especie una producción continua de gametos con desoves a lo largo del estudio, pero con un desove principal en mayo.

En otras especies de bivalvos de aguas semitropicales y tropicales se han encontrado características reproductivas similares a las de *Argopecten ventricosus*. En la Isla Espíritu Santo. *Pinctada mazatlanica* presenta gametos en desarrollo todo el año, lo que indica que puede desovar a lo largo del mismo (García-Domínguez *et al.*, 1996). Para *Ostrea edulis* de la costa Pacífico de Baja California Norte, Gendrop y Andrade (1989), encontraron un desarrollo gonadal continuo. En el caso de *Ostrea iridescens* de la costa Pacífico de Costa Rica, Fournier (1992), menciona que esta especie tiene actividad reproductiva durante todo el año.

El estadio de desarrollo se observó prácticamente durante todo el ciclo anual con excepción de junio. En comparación, Villalejo-Fuerte (1992), encontró (para Bahía Concepción) que la gametogénesis avanzada se da todo el año. El estadio de madurez se presentó en todos los meses, menos en junio e inclusive se observa que en julio la mayoría de los organismos está en desove, lo que indica una rápida recuperación de la gónada (30 días). Los valores máximos de madurez se encontraron en agosto, octubre, noviembre, diciembre, febrero y marzo coincidiendo con Villalejo-Fuerte (1992), que encontró para la misma especie en Bahía Concepción, la máxima madurez en invierno. El desove, en la Rada del Puerto de Pichilingue, ocurrió todo el año menos en junio, con los mayores valores en abril, mayo, julio, septiembre y enero. En Bahía Concepción, los desoves ocurrieron en invierno-primavera, en junio y en septiembre (Villalejo-Fuerte, 1992). Basándose en el índice gonádico, Cáceres *et al.* (1990), encontraron que *Argopecten circularis* de la Ensenada de La Paz, desovó en septiembre, marzo, mayo y octubre. El estadio de reposo se presentó solo en junio, y en este sentido, mostró similitud con las especies de aguas frías donde los periodos de reposo son frecuentes.

Le Penec y Beninger (1991), mencionan que además del glucógeno almacenado en el músculo aductor, existen otras fuentes de nutrición para los gametos en desarrollo, las cuales se agrupan en dos categorías: 1) reciclamiento de los ovocitos atrésicos y 2) transferencia de nutrientes desde el asa intestinal que penetra en la gónada. El asa tiene función digestiva (digestión intracelular y extracelular de su epitelio) y hay una transferencia directa de los metabolitos del epitelio intestinal a la gónada y de ésta a los gametos en desarrollo.

En la gónada de *Argopecten ventricosus* se encontraron bastantes mucopolisacáridos ácidos en el asa intestinal ascendente y descendente, en el manto y también en el tejido perigonadal de las gónadas en desarrollo, tanto en la parte femenina como masculina. Los mucopolisacáridos ácidos de la gónada pueden ser el resultado de la transferencia desde el asa intestinal (Le Penec y Beninger, 1991) o desde el manto, como lo menciona Barber y Blake (1983), en un estudio realizado en *Argopecten irradians*. En las gónadas maduras, estos carbohidratos fueron bastante escasos, lo que sugiere que se utilizaron para la maduración de los gametos. También se observó abundante glucógeno en los ovocitos en desarrollo y maduros que probablemente proviene de la transformación de los mucopolisacáridos ácidos. En el músculo aductor se encontró bastante glucógeno. Al respecto, Gabbott (1975), menciona que el glucógeno del músculo aductor se transforma en triglicéridos (lípidos insaturados) a través de determinadas rutas metabólicas y se almacena como tales en los ovocitos (vitelo) para servir como fuente de energía para las larvas. Por último, para corroborar esta afirmación, se encontraron bastantes lípidos insaturados en el citoplasma de los ovocitos en desarrollo y maduros en forma de gotas.

El índice gonadosomático varió a lo largo del ciclo anual en correspondencia con los estadios de madurez y desove (Figuras 5 y 6); sin embargo, se esperaba que en el estadio de reposo, que se da en junio, su valor fuera el más bajo, pero al contrario, su valor fue alto (5%). Esto se debió a que las gónadas contenían mucha agua y pesaron mucho, lo que nos lleva a pensar que no es un indicador confiable de lo que sucede dentro de la gónada, y apoya la necesidad del análisis microscópico por medio de la histología.

El músculo aductor en los bivalvos sirve como fuente de energía para la maduración de los gametos, la cual proviene del glucógeno almacenado en el mismo (Ansell, 1974; Gabbott, 1975) o de la proteína muscular (Adachi, 1979; Epp *et al.*, 1988; Faveris y Lubet, 1991). En este trabajo, el índice de rendimiento del músculo mostró variaciones relacionadas con el ciclo reproductivo ya que se observaron oscilaciones inversas ( con los estadios de madurez y desove) en casi todos los meses con excepción de abril y mayo de 1995 y marzo de 1996, donde aprovechó la abundancia del alimento y no utilizó las reservas del músculo (Figura 5 y 7). Villalejo-Fuerte y Ceballos-Vázquez (1996), encontraron un resultado similar en *Argopecten circularis* de Bahía Concepción, donde el índice de rendimiento muscular presentó un patrón con ciclos de oscilación inversa debido a que existe transferencia de nutrientes de reserva del músculo aductor hacia la gónada.

Considerando los resultados observados en esta zona, se puede decir que *Argopecten ventricosus* utiliza las reservas del músculo aductor y el alimento disponible para la producción de gametos. A este respecto, Bayne (1976), menciona que los bivalvos pueden ser divididos en dos grupos basándose en su patrón gametogénico: 1) especies "conservativas", cuya gametogénesis ocurre a expensas de las reservas de nutrientes almacenadas en tejidos y 2) "oportunistas", donde la gametogénesis se da cuando hay abundancia de fitoplancton. Según esta clasificación, esta especie se puede clasificar como "oportunista y conservativa".

De acuerdo a los resultados de este trabajo y a los realizados por los diferentes investigadores ya mencionados, la variación que existe en el ciclo reproductivo de las poblaciones de *Argopecten ventricosus* en diferentes bahías del Golfo de California y del Pacífico de B.C.S., son el resultado de variaciones estacionales, principalmente de la temperatura y el alimento, ya que la salinidad no parece tener una influencia clara.

La fracción de volumen ocupado por las ovogonias no se relacionó con la temperatura, ya que el inicio de la proliferación se dio a diferentes valores de este parámetro. Resultados parecidos han sido obtenidos para *Cerastoderma edule* del estuario de Mundaca en Biscaya, España (Navarro *et al.*, 1989). La variación de la fracción de volumen ocupado por los ovocitos en desarrollo no mostró relación con la temperatura (Figuras 5 y 8); sin embargo, es importante mencionar, que al bajar la temperatura se reduce la tasa metabólica (Barber y Blake, 1983) y este ahorro de energía se puede utilizar para el desarrollo de los ovocitos. En este sentido, la ley de Van't Hoff dice que las tasas de las reacciones químicas se pueden duplicar con un incremento de temperatura de 10 °C, y debido a que los procesos de la vida conllevan reacciones químicas, se ha concluido, que un incremento de 10 °C en la temperatura duplicará las reacciones de los procesos vitales. Por consiguiente, la temperatura es a menudo un factor físico importante, en la reproducción, el crecimiento y la longevidad. Los efectos de la temperatura, sin embargo, no son iguales para todos los organismos (Weihaupt, 1984).

Además, existe influencia de la temperatura en la transferencia de nutrientes de reserva del músculo aductor a la gónada (Sastry y Blake, 1971; Barber y Blake, 1981; MacDonald y Bourne, 1987, citados por Villalejo-Fuerte y Ceballos-Vázquez, 1996). De acuerdo a las afirmaciones anteriores, se esperaría que existieran más ovocitos en desarrollo a temperaturas bajas; sin embargo, debido a la presencia de ovocitos en diferente grado de desarrollo en cada uno de los meses (exceptuando junio), este estadio no predomina, ya que los ovocitos en desarrollo se están transformando continuamente en ovocitos maduros. Contrariamente, Villalejo-Fuerte (1992), menciona que *Argopecten circularis* mostró una alta frecuencia de organismos en gametogénesis inicial en verano, sugiriendo que el aumento de la temperatura influyó. En España, Navarro *et al.* (1989), no encontró una influencia clara de la temperatura en el desarrollo de los gametos de *Cerastoderma edule*.

La fracción de volumen ocupado por los ovocitos maduros en la gónada tampoco mostró una influencia de la temperatura, cuando menos no directamente; sin embargo, son válidas las aseveraciones mencionadas en el párrafo anterior, con mayor razón, ya que en este caso la presencia de la mayoría de los valores máximos de madurez ocurren al disminuir la temperatura (Figuras 5 y 8). Tripp (1985), encontró que la maduración de la gónada en *Argopecten circularis* en Bahía Magdalena coincidió con un descenso de la temperatura de 30 a 22°C, mientras que en Bahía Concepción, Villalejo-Fuerte (1992), encontró que esta especie presenta mayor número de organismos en estado de madurez cuando la temperatura desciende en el otoño.

En *Argopecten ventricosus* de la Rada del Puerto de Pichilingue, el desove es el evento que muestra más claramente la influencia de la temperatura, ya que los desoves máximos se encontraron a temperaturas bajas (20.5, 22.5 y 23°C) y a la temperatura más alta (29.5°C). En Bahía Magdalena, Félix-Pico *et al.* (1995), encontraron que *Argopecten circularis* presentaba dos desoves importantes en abril y mayo cuando las temperatura estaban alrededor de 15 °C, y en julio y agosto, cuando la temperatura se incrementó de 21 a 25 °C. En Bahía Concepción, Villalejo-Fuerte (1992), encontró que *Argopecten circularis* tiene una temporada de desove máximo que coincide con la ocurrencia de las menores temperaturas, mientras que Morvan y Ansell (1988), mencionan que *Tapes rhomboides* en Francia presenta dos desoves al aumentar la temperatura.

En la Rada del Puerto de Pichilingue, *Argopecten ventricosus*, está expuesta a una gran abundancia de seston. Dentro del mismo, existe una gran variación de seston inorgánico y orgánico que afecta la eficiencia en la absorción de la materia orgánica particulada, carbón orgánico y nitrógeno, los cuales decrecen exponencialmente con el progresivo incremento de materia inorgánica en la dieta de los bivalvos (Cranford, 1995). Sin embargo, existen mecanismos compensatorios predigestivos y posdigestivos que ayudan a los bivalvos para aprovechar al máximo la calidad de las partículas capturadas y para mantener un balance óptimo entre la energía adquirida y la utilizada (Bayne, 1993; Navarro *et al.*, 1993).

El seston orgánico está compuesto principalmente de fitoplancton y de detritus. El detritus contiene material fibroso indigerible proveniente de plantas vasculares, como la lignina y la celulosa, que además tienen bajo contenido de nitrógeno. Este material tiene poco valor alimenticio para los animales, porque su carbono es muy indigerible y tiene poca proteína. La única manera de aprovecharlo es por medio de microorganismos como bacterias y hongos que la degradan y que a su vez sirven de alimento a los filtradores (Mann, 1988). Se considera que el fitoplancton es superior nutricionalmente a cualquier otra materia orgánica particulada en el medio (Jorgensen, 1975). La variación del seston total está influenciada por los aportes de material terrígeno y por los vientos y mareas que causan resuspensión (Berg y Newell, 1986; Mann, 1988).

Este trabajo muestra que no es suficiente analizar solo el material particulado en suspensión (seston inorgánico y orgánico), ya que los resultados no necesariamente nos expresan su valor nutritivo debido a que se desconoce la cantidad de material refractario (fibras no digeribles) y material digerible (proteínas, lípidos y carbohidratos) que se encuentra en el seston orgánico.

El seston mostró cierta influencia en los estadios de desarrollo y de madurez, dado que la mayoría de los valores máximos se dan en los meses donde el alimento es abundante, en los meses donde la influencia no es muy clara, se considera el papel de la temperatura y las reservas del músculo aductor, porque no se debe considerar estos tres factores individualmente, sino en su actuación conjunta. También se encontró una correlación negativa significativa entre el seston y el estadio de desove ( $r = -0.730$ ;  $p < 0.05$ ), al parecer esto tiene que ver con la cantidad de material suspendido en el agua, principalmente con la cantidad de seston inorgánico. Para explicar mejor esta relación se utilizó la razón seston inorgánico/seston orgánico, y como se esperaba, ésta se correlacionó significativamente ( $r = -0.683$ ;  $p < 0.50$ ) con el desove, ya que *Argopecten ventricosus* desova cuando las tasas son menores lo que implica menos carga de material en suspensión, menos seston inorgánico, y por lo tanto, mayor calidad del alimento (Navarro *et al.*, 1993). Esto lleva al planteamiento de tres hipótesis: La primera se refiere a que esta especie, cuando menos en esta zona, aprovecha la mejor calidad del alimento para beneficio de las larvas; la segunda implicaría que la almeja utiliza la mayor calidad del alimento para recuperar energía después del desove y la tercera hipótesis tiene que ver con la utilización de ambas estrategias.

Vahl (1980), menciona que la dilución de la materia orgánica particulada por la materia inorgánica particulada puede reducir o detener la alimentación y el crecimiento en los pectínidos. Es la cantidad de materia inorgánica particulada en relación con la orgánica lo que determina cuando o cuando no, los pectínidos pueden tener un balance positivo de energía. Se estima que dejan de absorber MOP cuando la MIP alcanza más del 80%, o sea cuando la razón PIM/POM=4.

En este trabajo, existen varios meses que tienen una razón PIM/POM igual o mayor que 4 (abril, junio, noviembre, diciembre, febrero y marzo), de éstos, febrero tuvo la razón mayor con 5.53. *Argopecten ventricosus* no muestra cambios importantes en el desarrollo o maduración de los gametos o en las reservas del músculo cuando la razón pasa de 4, pero se observó que desova a tasas menores de 4. Al respecto, Foster y Smith (1976), citados por Bricelj y Shumway (1991), mencionan que cuando se incrementa la carga de seston los bivalvos son capaces de controlar la cantidad de material ingerido por tres vías: reduciendo el tiempo de bombeo, incrementando la cantidad de material expulsado como pseudoheces y reduciendo la tasa de aclaramiento. Desgraciadamente, en este trabajo no se puede decir cual es el camino que sigue para compensar este fenómeno debido a que no se hicieron estudios al respecto, aunque Bricelj y Shumway (1991), mencionan que en general los pectínidos regulan la ingestión de partículas reduciendo la tasa de aclaramiento.

Para tener un mejor conocimiento del seston como alimento es necesario conocer sus constituyentes bioquímicos (lípidos, proteínas y carbohidratos) (Navarro *et al.*, 1993). Estos componentes forman el material alimenticio que esta disponible para las almejas y sus larvas. Widows *et al.* (1979), Soniat *et al.* (1984) y Paulet *et al.* (1986), mencionan que la suma de los constituyentes bioquímicos no pasa del 10 al 15% del total de la materia orgánica cuando provienen de ambientes caracterizados por un abundante seston que se origina de fuentes terrestres o por la resuspensión del sedimento del fondo, donde una parte significativa de la materia orgánica particulada es refractaria. Apoyandose en esta afirmación se puede concluir que en la rada de Pichilingue, aproximadamente de un 76% a un 88% del material orgánico son fibras indigeribles que duran mucho tiempo en los sedimentos, lo cual se entiende dado que la rada es un lugar con poca circulación y en la zona hay abundantes manglares.



El material alimenticio se presentó en menor cantidad en mayo con 355  $\mu\text{g/l}$  (igual a 10 J.l de energía), coincidiendo con el reposo total en junio, lo que hace suponer que la menor cantidad de alimento y por ende de energía, afectó al ciclo reproductivo, y el escaso alimento (incluidas las reservas del músculo) lo utilizó para el mantenimiento de su metabolismo, inclusive se observa que reabsorbió los ovocitos que quedaron en mayo. El estadio de desarrollo y de madurez coinciden con periodos de abundante alimento (abundante energía) y cuando es escaso, como en octubre, que tiene valores similares a los de mayo, tomó energía del músculo aductor.

La variación en la composición del seston a lo largo del año implica modificaciones estacionales en la cantidad y calidad de la dieta disponible para los organismos que se alimentan filtrando partículas en suspensión. La plasticidad fisiológica de estos animales para adaptarse a los cambios naturales en la calidad y cantidad del seston, y la habilidad de modificar su estrategia de alimentación exitosamente, son las llaves para explicar su abundancia estacional en el ambiente (Navarro *et al.*, 1993).

## 10.0 CONCLUSIONES

- 1.- El ciclo reproductivo de la almeja catarina *Argopecten ventricosus* de la Rada del Puerto de Pichilingue presenta continuidad en todo el año con excepción de junio, donde existe reposo.
- 2.- La recuperación de las gónadas tarda aproximadamente 30 días.
- 3.- El estadio de desarrollo está influenciado por el alimento y las reservas del músculo aductor.
- 4.- El estadio de madurez predomina en los meses de abril, octubre, noviembre, diciembre, febrero y marzo y está influenciado no solo por el alimento y las reservas del músculo, sino que también está influenciado por la temperatura.
- 5.- Los máximos valores del desove se dan en abril-mayo, julio, septiembre y enero.
- 6.- El desove está influenciado por la temperatura y por la razón seston inorgánico/seston orgánico.
- 7.- El índice gonadosomático no es 100% confiable como indicador del estado reproductivo de la almeja catarina debido a que la gónada en reposo tiende a acumular agua.
- 8.- El índice de rendimiento del músculo aductor presenta en algunos meses una variación alternada con la maduración y el desove. En los meses donde la alternancia no existe es debido a la influencia de la cantidad de seston.
- 9.- El músculo aductor contiene glucógeno que sirve de nutriente de reserva para la maduración de los gametos.
- 10.- El manto contiene mucopolisacáridos ácidos que sirven de nutriente de reserva para la maduración de los gametos.
- 11.- Existe una posible transferencia de mucopolisacáridos ácidos desde el asa intestinal hacia la gónada, donde sirven como nutriente de reserva.
- 12.- Los ovocitos en desarrollo y maduros presentan lípidos insaturados y glucógeno en el citoplasma. Estos carbohidratos y lípidos son las reservas de energía que utilizará la larva en sus primeras horas de vida.
- 13.- En esta zona la salinidad no tiene una influencia clara en el ciclo reproductivo de *A. ventricosus*.

14.- El conocer solo la cantidad de seston en peso seco no nos indica su calidad y cantidad como alimento, sino que es necesario un análisis bioquímico para conocer la cantidad de carbohidratos, lípidos y proteínas que están realmente disponibles como alimento.

15.- El conocimiento del material alimenticio y la razón seston inorgánico/seston orgánico es fundamental para entender la gametogénesis.

16.- La razón seston inorgánico/seston orgánico es muy alta en esta zona.

## 11.0 LITERATURA CITADA

- Adachi, K., 1979. Seasonal changes of the protein level in the adductor muscle of the clam, *Tapes philippinarum* (Adams and Reeve) with reference to the reproductive cycle. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 64A: 85-89.
- Anónimo, 1978. *Mapa batimétrico 357, La Paz y proximidades*. Dirección de Hidrografía de la Dirección General de Oceanografía. México.
- Anónimo, 1985. Tabla de predicción de mareas. Universidad Nacional Autónoma de México. 112-127 pp.
- Ansell, A., 1972. Distribution, growth and seasonal changes in biochemical composition for the bivalve *Donax vittatus* (da Costa) from Kames Bay, Millport. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 10: 137-150.
- Ansell, A., 1974. Seasonal changes in biochemical composition of the bivalve *Chlamys septemradiata* from the Clyde Sea area. *Marine Biology*. 25: 85-99.
- Baqueiro, E.; I. Peña; J. A. Massó, 1981. Análisis de una población sobreexplotada de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la Ensenada de La Paz, B. C. S. México. *Ciencia Pesquera. Instituto Nacional de la Pesca, México*. I(2): 57-65.
- Barber, B. J.; N. J. Blake, 1981. Energy storage and utilization in relation to gametogenesis in *Argopecten irradians concentricus* (Say). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 52: 121-134.
- Barber, B. J.; N. L. Blake, 1983. Growth and reproduction of the bay scallop, *Argopecten irradians* (Lamarck) at its southern distributional limit. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 66: 247-256.
- Barber, B. J.; N. L. Blake, 1991. Reproductive physiology. Pp. 377-378. In: Sandra Shumway (Ed.). *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, The Netherlands.
- Bayne, B. L., 1976. Aspects of reproduction in bivalve molluscs. pp. 432-448. In: M. L. Wiley (Ed.). *Estuarine Processes*. Academic Press, New York.

- Bayne, B. L., 1993. Feeding physiology of bivalves: time-dependence and compensation for changes in food availability. In: *bivalve filter feeders and marine ecosystems processes*. R. F. Dame (Ed.), NATO ASI series. Vol. G 33. Springer-Verlag, Berlin. 1-24 pp.
- Beninger, P. G., 1986. Etude biochimique comparee de deux populations de bivalves: *Ruditapes decussatus* (L.) et *Ruditapes philippinarum* (Adams y Reeve). These doctorat. Universite de Bretagne Occidentale. Bretagne Occidentale, France. 193 pp.
- Beninger, P. G., 1987. A qualitative and quantitative study of the reproductive cycle of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, in the Bay of Fundy (New Brunswick, Canada). *Canadian Journal of Zoology*. 65: 495-498.
- Beninger, P. G., Le Penec, M. 1991. Functional anatomy of scallops. pp. 177-190. In: Sandra Shumway (Ed.). *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, The Netherlands.
- Berg, J. A.; R. I. Newell, 1986. Temporal and spatial variations in the composition of seston available to the suspension feeder *Crassostrea virginica*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 23: 375-386.
- Berry, P. F., 1978. Reproduction, growth and production in the mussel, *Perna perna* (L.), on the East Coast of South Africa. *South African Association of Marine Biology Research. Investigational Report No. 48*. 34 pp.
- Besnard, J. Y., 1991. Seasonal variations in the lipid and fatty acids of the female gonad of the scallop *Pecten maximus* (Linnaeus, 1758) in the Bay of Seine (French Channel). pp. 74-83. In: S. Shumway y Paul A. Sandifer (Eds.). *Scallop biology and ecology*. The World Aquaculture Society.
- Bianchi, T. S.; Jeffrey S. Levinton. 1984. The importance of microalgae, bacteria and particulate organic matter in the somatic growth of *Hydrobia totteni*. *Journal of Marine Research*. 42: 431-443.
- Bligh, E. G.; W. J. Dyer, 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*. 37: 911-917.
- Bricelj, V. M.; J. Epp; R. E. Malouf, 1987. Intraspecific variation in reproductive and somatic growth cycles of bay scallops *Argopecten irradians*. *Marine Ecology Progress Series*. 36: 123-137.

- Bricelj, V. M.; S. Shumway, 1991. Physiology: energy acquisition and utilization. pp 305-338. In: Sandra Shumway (Ed.). *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, The Netherlands.
- Cáceres, M. J., 1994. Aspectos de la biología del mejillón *Mytilus galloprovincialis* en la Ría de Vigo: Ciclo reproductivo, vida larvaria y fijación. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. España. 163 pp.
- Cáceres, M., C. J.; C. A. Ruiz V.; Ma. del C. Rodríguez J., 1990. Variaciones estacionales del índice gonádico y muscular de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 5: 1-6.
- Caron, A. D.; P. G. Davis; L. P. Madin, 1986. Enrichment of microbial populations in macro aggregates (marine snow) from surface waters of the North Atlantic. *Journal of Marine Research*. 44: 543-565.
- Castro, L. R.; J. M. Grijalva C. 1991. Variabilidad espacio-temporal de nutrientes y seston en la laguna costera La Cruz, Sonora. *Ciencias Marinas*. 17(2): 83-97.
- Crandford, J. P., 1995. Relationship between food quantity and quality and absorption efficiency in sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 189: 123-142.
- Couturier, C. Y.; G. F. Newkirk, 1991. Biochemical and gametogenic cycles in scallops, *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1791), held in suspension culture. pp. 107-117. In: S. Shumway y Paul A. Sandifer (Eds.). *Scallop biology and ecology*. The World Aquaculture Society.
- Daniels, W. W., 1995. *Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud*. Quinta edición. Editorial Limusa, S.A. de C.V y Grupo Noriega editores. 878 pp.
- Davidson, L. A.; J. Worms, 1989. Stages of gonad development in the sea scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) based on both macroscopic and microscopic observation of the gametogenic cycle. *Canadian Technic Report of Fisheries and Aquatic Sciences*. No. 1686. 20 pp.
- Dredge, M. C. L., 1981. Reproductive biology of the saucer scallop *Amusium japonicus balloti* (Bernardi) in central Queensland waters. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 32: 775-787.

- Dubois, M. K., A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*. 28: 350-356.
- Epp, J., V. M. Bricelj, R. E. Malouf. 1988. Seasonal partitioning and utilization of energy reserves in two age classes of the bay scallop *Argopecten irradians irradians* (Lamarck). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 121: 113-136.
- Faveris, R., P. Lubet. 1991. Energetic requirements of the reproductive cycle in the scallop *Pecten maximus* (Linnaeus, 1758) in Baie de Seine (Channel). pp. 67-73. In: S. Shumway y Paul A. Sandifer (Eds.) *Scallop biology and ecology*. The World Aquaculture Society.
- Félix-Pico, E. F., M. T. Ibarra-Cruz, R. E. Merino-Marquez, V. A. Levy-Pérez, F. A. García-Dominguez, R. Morales. 1995. Reproductive cycle of *Argopecten circularis* in Magdalena Bay. B. C. S. México. 8<sup>th</sup> International pectinid workshop, Cherbourg, France, 22-29 May 1991, IFREMER, Actes de colloques. 17: 151-155.
- 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 pp.
- Ferrán, A. E. 1991. Ciclo gonadal y del tejido de reserva del mejillón de las Rías de Galicia *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.). Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. España. 229 pp.
- Fournier, M. L. 1992. The reproductive biology of the tropical rocky oyster *Ostrea uruguayensis* (Bivalvia: Ostreidae) on the Pacific Coast of Costa Rica. *Aquaculture*. 101: 371-378.
- Gabbot, P. A. 1975. Storage cycles in marine bivalve molluscs: a hypothesis concerning the relationship between glycogen metabolism and gametogenesis pp. 191-211. In: 9<sup>th</sup> European Marine Biology Symposium. Barnes H. (Ed.). Aberdeen University Press, Aberdeen.
- Galtsoff, P. S., 1964. The american oyster. *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service*. 64: 74-110.

- Gendrop, F. V.; R. J. Andrade, 1989. Identificación histológica de las fases gonádicas del ostión europeo (*Ostrea edulis*), introducido experimentalmente en la porción Noroccidental de la costa de Baja California, México. *Ciencias Marinas*. 15: 41-54.
- Giese, A. C., 1959. Comparative physiology: annual reproductive cycles of marine invertebrates. *Annual Review of Physiology*. 21: 547-576.
- Giese, A. C.; J. S. Paerse, 1974. Reproduction of marine invertebrates. Acoelomated and pseudocoelomate metazoans. New York Academic Press. 546 pp.
- Giguère, M.; G. Cliché; S. Brulotte, 1994. Reproductive cycles of the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin), and the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Müller), in Îles-de-la-Madeleine, Canada. *Journal of Shellfish Research*. 13: 31-36.
- García-Gasca, S. A., 1992. Estudio morfológico y análisis citoquímico del manto de la madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856), en relación a la formación de nacar. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S. México. 89 pp.
- García-Domínguez, F.; B. P. Ceballos Vazquez; A. Tripp Quezada, 1996. Spawning cycle of the Pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856), (Pteriidae) at Isla Espiritu Santo, Baja California Sur, Mexico. *Journal of Shellfish Research*. 14(2): 297-303.
- Humason, G. L., 1979. *Animal tissue techniques*. Cuarta edición. W. H. Freeman and Company. San Francisco, California. U.S.A. 111-129 pp.
- Jorgensen, C. B., 1975. Comparative physiology of suspension feeding. *Annual Review of Physiology*. 37: 57-79.
- Keen, A. M., 1971. *Sea Shells of Tropical West América*. Stanford University Press. Second Edition. Stanford, California. U.S.A. 85-87 pp.
- Langdon, C. J.; Roger I. E. Newell, 1990. Utilization of detritus and bacteria as food sources by two bivalve suspension-feeders, the oyster *Crassostrea virginica* and the mussel *Geukensia demissa*. *Marine Ecology Progress Series*. 58: 299-310.
- Lechuga-Deveze, C. H.; J. J. Bustillos G.; D. Cortés L. 1989. Proteínas y carbohidratos de la materia orgánica particulada fotosintética y no fotosintética en la Costa Occidental de Baja California Sur, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México*. 16(2): 353-360.



- Lechuga-Deveze, C. H.; D. J. López C.; J. J. Bustillos G., 1993. Distribution of particulate organic matter in Baja California, West Coast of Mexico. *Indian Journal of Marine Sciences*. 22: 128-131.
- Le Pennec, M.; P. G. Beninger, 1991. Trophic sources and pathways to the developing gametes of *Pecten maximus* (Bivalvia: Pectinidae). *Journal of Marine Biology Association*. 71: 451-463.
- López-Cortez, D. J.; C. H. Lechuga; J. J. Bustillos G., 1991. Influencia hidrográfica en la distribución de la materia orgánica particulada en la zona central del Golfo de California (otoño, 1987). *Revista Latinoamericana de Microbiología*. 33: 305-312.
- Lowe, D. M.; M. N. Moore, 1982. Aspects of gametogenesis in marine mussel *Mytilus edulis*. *Journal of Marine Biology Association*. 62: 133-145.
- Lowry, O. H., N. J. Rosebrough; A. L. Farr; R. J. Randall, 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biology and Chemistry*. 193: 265-275.
- MacDonald, B. A.; R. J. Thompson, 1985. Influence of temperature and food availability on ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. I. Growth rates of shell and somatic tissue. *Marine Ecology Progress Series*. 25: 279-294.
- MacDonald, B. A.; J. Evan W., 1994. Variation in food quality and particle selectivity in the sea scallop *Placopecten magellanicus* (Mollusca: Bivalvia). *Marine Ecology Progress Series*. 108: 251-264.
- Malara, G.; R. Charra, 1972a. Dosage de glucides particuliers du phytoplancton selon la méthode de Dubois. Nota interna de trabajo No. 6. Station Zoologique de Villefranche sur Mer. 7 pp.
- Malara, G.; R. Charra, 1972b. Dosage de protéines particuliers selon la méthode de Lowry. Nota interna de trabajo No. 5. Station Zoologique de Villefranche sur Mer. 7 pp.
- Mann, K. H., 1988. Production and use of detritus in various freshwater, estuarine, and coastal marine ecosystems. *Limnology and Oceanography*. 33: 910-930.
- Martínez, I. A.; I. Gárate L. 1994. Cantidad y calidad de la materia orgánica particulada en Bahía Concepción, en la temporada de reproducción de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835). *Ciencias Marinas*. 20 (3): 301-320.
- Martoja, R.; M. M. Pearson, 1970. *Técnicas de histología animal*. Toray-Masson, S. A. Barcelona, España. 350 pp.

- Mason, J., 1958. The breeding of the scallop *Pecten maximus* (L.) in Manx waters. *Journal of Marine Biology Association, U. K.* 37: 653-671.
- Massó-Rojas, J. A., 1996. Pesquería de almeja catarina. pp. 71-85. En: Casas, V. M y G. Ponce Díaz (Eds.). *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur (Vol. I)*.
- Morvan, C.; D. Ansell, 1988. Stereological methods applied to reproductive cycle of *Tapes rhomboides*. *Marine Biology*. 97: 355-364.
- Muschenheim, D. K., 1987. The dynamics of near-bed seston flux and suspension-feeding benthos. *Journal of Marine Research*. 45: 473-496.
- Naidu, K. S., 1970. Reproduction and breeding cycle of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in Port au Port Bay, Newfoundland. *Canadian Journal of Zoology*. 48: 1003-1012.
- Navarro, J. M.; E. Cleasing; G. Urrutia; G. Asencio; R. Stead; C. Herrera, 1993. Biochemical composition and nutritive value of suspended particulate matter over a tidal flat of Southern Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 37: 59-73.
- Navarro, J. M.; R. J. Thompson, 1995. Seasonal fluctuations in the size spectra, bioquimical composition and nutritive value of the seston available to a suspension-feeding bivalve in a subarctic environment. *Marine Ecology Progress Series* 125: 95-106.
- Navarro, E.; J. I. P. Iglesias; A. Larrañaga, 1989. Interannual variation in the reproductive cycle and biochemical composition of the cockle *Cerastoderma edule* from Mundaca Estuary (Biscay, North Spain). *Marine Biology*. 101: 503-511.
- Pazos, A. J.; G. Román; C. P. Acosta; M. Abad; J. L. Sánchez, 1993. Ciclo gametogénico de la vieira, *Pecten maximus* (L.), en cultivo suspendido en la ría de Arousa. *Actas IV Congreso Nacional de Acuicultura*: 299-304.
- Pazos, A. J.; G. Román; C. P. Acosta; M. Abad; J. L. Sanchez, 1995. Influence of gametogenic cycle on female gonad biochemical composition in the scallop *Pecten maximus* from suspended culture in the Ría de Arousa (Galicia, N. W. Spain). 10<sup>th</sup> International Pectinid Workshop, Cork, Ireland, April 27-May 2 1995, 3 pp.
- Pieters, H.; J. H. Kluytmans; D. I. Zandee; G. C. Cadée, 1980. Tissue composition and reproduction of *Mytilus edulis* in relation to food availability. *Netherlands Journal of Sea Research*. 14(3/4): 349-361.

- Poulet, S. A.; D. Cossa; J. C. Marty, 1986. Combined analysis of the size spectra and biochemical composition of particles in the St. Lawrence estuary. *Marine Ecology Progress Series*. 30: 205-214.
- Reyes, S. A., 1994. Relación entre estructura hidrográfica y la abundancia, distribución y origen de diferentes expresiones de biomasa del seston orgánico en Bahía Concepción, Golfo de California. Tesis de Licenciatura. UNAM. La Paz, B. C. S. México. 53 pp.
- Richardson, M. J.; C. D. Hollister, 1987. Compositional changes in particulate matter on the Iceland Rise, through the water column, and at the seafloor. *Journal of Marine Research*. 45: 175-200.
- Roman, M. R.; C. S. Yentsch; A. L. Gauzens; D. A. Phinney, 1986. Grazer control of the fine-scale distribution of phytoplankton in warm-core gulf stream rings. *Journal of Marine Research*. 44: 795-813.
- Sastry, A. N., 1979. Pelecypoda (excluding Ostreidae). pp. 113-292. In: A.C. Giese and J.S. Pearse (Eds.). *Reproduction of marine invertebrates*. Academic Press, New York. U. S. A.
- Sastry, A. N., 1971. Regulation of gonad development in the bay scallop, *Aequipecten irradians* (Lamarck). *Biology Bulletin* (Woods Hole). 140: 274-283.
- Sheehan, D. C.; B. B. Hrapchak. 1973. *Theory and practice of histotechnology*. The C. V. Mosby Company. 217 pp.
- Soniat, T. M.; S. M. Ray; L. M. Jeffrey, 1984. Components of the seston and possible available food for oysters in Galveston Bay, Texas. *Contribution in Marine Science*. 27: 127-141.
- Thorarinsdóttir, G. G., 1993. The icelan scallop, *Chlamys islandica*, in Breidafjörður, West Iceland II. Gamete development and spawning. *Aquaculture*. 110: 87-96.
- Tripp, Q. A., 1985. Explotación y cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* en B. C. S. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B. C. S. México. 267 pp.
- Vahl, O., 1980. Seasonal variations in seston and in the growth rate of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Muller) from Bassfjord, 70° N. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 48: 195-204.

- Vélez, A., 1976. Crecimiento, edad y madurez sexual del ostión *Crassostrea rhizophorae* de Bahía de Mochima y Laguna Grande. *Boletín del Instituto Nacional Oceanográfico, Universidad de Oriente*. 11: 34-43.
- Vélez, A., 1985. Reproductive biology of the tropical clam *Donax denticulatus* in Eastern Venezuela. *Caribbean Journal of Science*. 21 (3-4): 125-136.
- Vélez, A.; Freddy Sotillo; J. Pérez, 1987. Variación estacional de la composición química de los pectínidos *Pecten ziczac* y *Lyropecten nodosus*. *Boletín del Instituto Nacional Oceanográfico, Universidad de Oriente*. 26(1& 2): 67-72.
- Villalejo-Fuerte, M. T., 1992. 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. La Paz, B.C.S. México. 96 pp.
- Villalejo-Fuerte, M. T.; F. García-Domínguez; 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. T.; B. P. Ceballos-Vázquez, 1996. Variación de los índices de condición general, gonádico y de rendimiento muscular en *Argopecten circularis* (Bivalvia: Pectinidae). *Revista de Biología Tropical*. 44 (2): 571-575.
- Villalejo-Fuerte, M. T.; B. P. Ceballos-Vázquez; F. García-Domínguez, 1996. Reproductive cycle of *Laevicardium elatum* (Sowerby, 1833) (Bivalvia: Cardiidae) in Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Journal of Shellfish Research*. 3 (15): 741-745.
- Villalaz-Guerra, J. R.; J. A. Gómez; J. Ewart; M. Carriker, 1989. Gametogenesis of the tropical scallop of *Argopecten circularis* in Panamá. 7<sup>th</sup> International Pectinid Workshop. Portland, Maine, U. S. A., 20-25 April 1989, 4 pp.
- Wakeham, S. G.; E. A. Canuel, 1988. Organic geochemistry of particulate matter in the eastern tropical North Pacific Ocean: Implications for particle dynamics. *Journal of Marine Research*. 46: 183-213.
- Wallace, C. J.; T. G. Reinsnes, 1985. The significance of various environmental parameters for growth of the Icelan scallop, *Chlamys islandica* (Pectinidae), in hanging culture. *Aquaculture*. 44: 229-242.

- Waller, T. R., 1995. The misidentified holotype of *Argopecten circularis* (Bivalvia: Pectinidae). *The Veliger*. 38: 298-303.
- Weibel, E. R., 1966. Stereological principles for morphometry in electron microscope cytology. *International Review of Cytology*. 26: 235-302.
- Weihaupt, J. G., 1984. *Exploración de los océanos*. Compañía Editorial Continental, S. A. México. 640 pp.
- Widdows, J.; P. Fieth; C. M. Worrall, 1979. Relationship between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology*. 50: 195-207.
- Wilson, B. R.; E. P. Hodgkin, 1967. A comparative account of five species of marine mussels (Bivalvia: Mytilidae) in the vicinity of Fremantle, Western Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 18: 175-203.
- Zandee, D. I.; J. H. Kluytmans; W. Zurburg, 1980. Seasonal variations in biochemical composition of *Mytilus edulis* with reference to energy metabolism and gametogenesis. *Netherlands Journal of Sea Research*. 14(1): 1-29.

## 12.0 GLOSARIO

**Acinis.** Son estructuras en forma de bulbo, formados por una capa de células epiteliales secretoras y un conducto excretor.

**Acido.** Sustancia que libera hidrogeniones en el agua; tiene un PH inferior a 7.

**Alcalino.** Relativo a sustancias que liberan hidroxilones en el agua; con un PH superior a 7.

**Amilasa.** Enzima que provoca la descomposición de los polisacáridos en unidades de hidratos de carbono mas pequeñas.

**Ciclo reproductivo.** Proceso cíclico que comprende la producción de gametos y el desove, la fertilización y el desarrollo embrionario y larvario.

**Carbohidrato.** Compuesto químico orgánico formado principalmente por átomos de carbono e hidrogeno.

Los carbohidratos están ampliamente distribuidos en las plantas y animales, químicamente están definidos como aldehídos o cetonas derivados de alcoholes. Comúnmente se les conoce como azúcares o almidones. Se dividen en monosacáridos (hexosas) los cuales no pueden ser divididos en formas más simples; los disacáridos los cuales están formados por dos monosacáridos ya sea iguales o diferentes; y los polisacáridos que tienen más de dos moléculas de monosacáridos al hidrolisarse. Ejemplos de polisacáridos son el glucógeno (formado por polímeros de glucosa), los mucopolisacáridos (formados por disacáridos de hexosamina y ácido urónico), las mucoproteínas (proteínas unidas a mucopolisacáridos), las glucoproteínas (similares a las mucoproteínas pero el contenido de hexosamina es menos del 4% como la colágena) y los glucolípidos que son compuestos de carbohidratos y lípidos como por ejemplo los cerebrósidos y gangliósidos.

**Citoplasma.** Materia viva de una célula entre la membrana y el núcleo.

**Detritus.** Comprende restos de animales y plantas (muertos).

**Energía.** Capacidad para realizar un trabajo; la proporción de tiempo que se requiere para realizar un trabajo se llama potencia.

**Epitelio.** Capa de tejido que reviste las superficies internas y externas del cuerpo.

**Especie.** Unidad de clasificación taxonómica para vegetales y animales, población de individuos similares, con estructura y función idénticas que en la naturaleza son capaces de reproducirse entre sí, tienen descendencia fértil y un antecesor común.

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

**Espermatozoide**. Gameto masculino, caracterizado por su movilidad, proporcionada por la posesión de uno o más flagelos; en el extremo anterior del espermatozoide se encuentra el núcleo y el acrosoma cuya función parece ser la de perforar la membrana del óvulo para facilitar la fecundación, la pieza intermedia contiene las mitocondrias que proporcionan energía para el movimiento del espermatozoide.

**Folículo**. Pequeña bolsa de tejido conjuntivo que sostiene al tejido germinal en el ovario de los animales.

**Gameto**. Célula reproductora que debe fusionarse con otra antes de que pueda desarrollarse; célula sexual.

**Glucógeno**. Polisacárido compuesto por unidades de glucosa unidas; principal forma de reserva de los hidratos de carbono.

**Glucosa**. Azúcar de 6 carbonos; forma principal de transporte de los hidratos de carbono por las células.

**Gónada**. Órgano reproductor; término colectivo para los testículos y los ovarios.

**Hermafroditismo**. Estado caracterizado por la presencia de órganos sexuales masculinos y femeninos en el mismo individuo.

**Hermafrodita funcional**. Organismos cuyas gónadas consisten de acinis machos y hembras en zonas distintas, separadas de tal manera que una parte de la gónada funciona como un testículo y la otra parte como ovario. Los gametos masculinos y femeninos maduran al mismo tiempo.

**Larva**. Periodo en el desarrollo de los animales entre el embrión y el adulto; el periodo larvario empieza con la eclosión del huevo y termina con la metamorfosis.

**Lípidos.** 1) Grasa, graso, perteneciente o relativo a la grasa; 2) semejante a la grasa.

Los lípidos son un grupo de sustancias estructuralmente heterogéneas con la característica común de ser solubles en solventes orgánicos. Pueden ser clasificados como lípidos simples, lípidos compuestos o lípidos derivados. Los lípidos simples son ésteres de ácidos grasos con alcoholes e incluyen a las grasas, aceites y ceras. Las grasas son ésteres neutrales de glicerol con ácidos grasos saturados o insaturados; los aceites son sustancias similares pero son líquidas en lugar de sólidas a la temperatura ambiente. Las ceras son ésteres con alcoholes y ácidos grasos de cadena larga. Las grasas simples o triglicérido usualmente se encuentran en el cuerpo como reservas de energía en el tejido adiposo. Las ceras son componentes de las plantas y animales y no están envueltas en el metabolismo de las especies superiores. Los lípidos compuestos consisten de ácidos grasos, un alcohol (generalmente un glicerol) y uno o más grupos adicionales que pueden ser fósforo o nitrógeno. Estos pueden ser subdivididos en fosfolípidos (lecitina, cefalinas y esfingomielinas), glucolípidos (cerebrósidos y gangliósidos) y sulfolípidos.

Los lípidos derivados se refieren a varios ácidos grasos que se derivan de lípidos simples o compuestos por hidrólisis como los esteroides y sus ésteres, tales como el colesterol, ácidos de la bilis y hormonas adrenocorticales. Los lípidos se pueden presentar en las células en forma de gotitas o manchas irregulares que pueden estar adheridas a otros componentes celulares.

**Maltosa.** Azúcar de 12 carbonos formado por la unión de dos unidades de glucosa.

**Metabolismo.** Serie de procesos mantenedores de la vida, que comprende principalmente la nutrición, la producción de energía en una forma utilizable (respiración) y la síntesis de más materia viva.

**Metabolito.** Cualquier sustancia química que interviene en el metabolismo; un nutriente.

**Micrómetro.** Milésima de un milímetro, unidad de longitud en el ámbito microscópico.

**Moluscos.** Tipo de animales esquizocelomados no segmentados.

**Monosacáridos.** Azúcar sencillo, como los que contienen 5 ó 6 carbonos.

**Mucosa.** Membrana secretora de moco; por ejemplo, el revestimiento interno del intestino.

**Núcleo.** Corpúsculo presente en todos los tipos de células con excepción de las moneras y que se compone de una membrana nuclear externa, un jugo nuclear interno y cromosomas y nucléolos en suspensión en el jugo.



**Nucléolo.** Corpúsculo que contiene RNA y que ésta situado en el exterior del núcleo. un derivado de los cromosomas.

**Nutriente.** Sustancia utilizable en el metabolismo; un metabolito; comprende materias orgánicas (alimentos) e inorgánicas.

**Orgánico.** Perteneciente o relativo a los seres vivos (organismos) en general; en química, compuestos de carbono de origen no mineral.

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

**Patrón reproductivo.** Es la frecuencia con que se presenta el evento reproductivo en una población, pudiendo ocurrir rítmicamente o esporádicamente durante parte o todo el año.

**Pelecípodos.** Clase del tipo moluscos; comprende las almejas, mejillones, ostras, etc.

**PH.** Símbolo que indica la concentración relativa de hidrogeniones en una solución; el PH varía de 0 a 14, y cuanto más bajo es su valor, más ácida es una solución, es decir, contiene más hidrogeniones.

**Plancton.** Término colectivo para la fauna y la flora de una masa de agua; va a la deriva pasivamente; está formada en gran parte por organismos microscópicos.

**Polisacárido.** Hidrato de carbono formado por la unión de muchas unidades de monosacáridos; por ejemplo, el glucógeno, el almidón y la celulosa, todos formados a partir de unidades de glucosa.

**Proteína.** Compuesto orgánico formado por la unión de muchos aminoácidos.

**Seston.** El seston es un material particulado que abarca tanto al plancton como a las sales inorgánicas y al detritus.