

BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA

Universidad Autónoma  
de Baja California



BIBLIOTECA CENTRAL  
ENSENADA

A la memoria de mi padre  
† Don Emiliano que encausó todo  
su esfuerzo a formar de sus hi-  
jos hombres de provecho.

A mi madre Doña Soledad que  
gracias a su esfuerzo, cariño y  
comprensión hizo posible la rea  
lización de mi carrera.

Y a mis hermanos:  
Raúl, Maty, Zenón, Manuel y Ercelia  
por su estímulo.

A mis padres, Paulino y Estela,  
a mi linda esposa, Luz María,  
por su apoyo, comprensión y paciencia.

A mi hijo Sedrick, como un estímulo.....

## A G R A D E C I M I E N T O S

Agradecemos profundamente a nuestra compañera y amiga, Guillermina Chi Barragán, por su apoyo y colaboración; al Biol. Mario Siri Chiesa, por sus sugerencias y recomendaciones y a nuestra amiga Biol. Olivia Tapia Vázquez, por su apoyo entusiasta y valiosa orientación en la elaboración de este trabajo. También queremos hacer extensivo nuestro agradecimiento al Instituto de Investigaciones Oceanológicas y a todas aquellas personas que de alguna forma colaboraron a la realización del mismo.

## R E S U M E N

Se colectaron mensualmente mejillones Mytilus californianus en el ejido Eréndira, Baja California, México, de mayo de 1979 a mayo de 1980. Se obtuvo el índice de condición y el índice gonadal de estos organismos y posteriormente se analizaron histológicamente. Se encontró que tanto los machos como las hembras, presentaron desoves durante todo el año, con períodos de intensidad máxima en julio y agosto, diciembre y enero y abril y mayo. Se discuten los decrementos significativos del índice de condición e índice gonadal y su relación con los períodos de intensidad máxima en el desove.

## I N D I C E

	págs.
1.- Introducción . . . . .	1
2.- Antecedentes . . . . .	2
2.1 Descripción del área de estudio . . . . .	5
3.- Materiales y métodos . . . . .	8
4.- Resultados . . . . .	14
4.1 Índice gonadal medio de Seed . . . . .	14
4.2 Observaciones histológicas . . . . .	17
4.3 Índice gonadal . . . . .	25
4.4 Variación del índice gonadal promedio . . . . .	25
4.5 Variación del índice de condición. . . . .	30
4.6 Variación del índice de condición promedio. . . . .	31
5.- Discusión . . . . .	34
5.1 Análisis microscópico de la gonada . . . . .	34
5.2 Índice gonadal . . . . .	36
5.3 Índice de condición . . . . .	37
5.4 Temporadas de desove . . . . .	39
6.- Conclusiones . . . . .	42
7.- Recomendaciones . . . . .	43
8.- Referencias . . . . .	44

## INDICE DE FIGURAS

	págs.
1.- Mapa del área de estudio . . . . .	7
2.- Variación del índice gonadal medio de Seed .	15
3.- Variación del porcentaje de organismos en es- tadíos de desove . . . . .	16
4.- Variación del porcentaje de organismos en es- tadíos de desarrollo . . . . .	18
5.- Foto de un organismo hembra en estadio de de- sarrollo 2 . . . . .	19
6.- Foto de un organismo macho en estadio de desa- rrollo 2 . . . . .	19
7.- Foto de un organismo hembra en estadio de de- sarrollo 3 . . . . .	21
8.- Foto de un organismo macho en estadio de desa- rrollo 3 . . . . .	21
9.- Foto de un organismo hembra en estadio de de- sarrollo 4 . . . . .	22
10.-Foto de un organismo macho en estadio de desa- rrollo 4 . . . . .	22
11.-Foto de un organismo hembra en estadio de de- sarrollo 5 . . . . .	23
12.-Foto de un organismo macho en estadio de desa- rrollo 5 . . . . .	23
13.-Foto de un organismo hembra en estadio de de- sove 4 . . . . .	24
14.-Foto de un organismo macho en estadio de deso- ve 4 . . . . .	24
15.- Foto de un organismo hembra en estadio de de- sove 3 . . . . .	26
16.-Foto de un organismo macho en estadio de deso- ve 3 . . . . .	26

	págs.
17.- Foto de un organismo hembra en estadio de desove 2 . . . . .	27
18.- Foto de un organismo hembra en estadio de desove 1 . . . . .	27
19.- Foto de un organismo macho con características de desove parcial . . . . .	28
20.- Gráfica de la variación del índice gonadal .	29
21.- Gráfica de la variación del índice de condición . . . . .	32
22.- Sumario de literatura sobre las épocas de desove de <u>Mytilus californianus</u> . . . . .	40

## 1.- INTRODUCCION

Los mejillones son moluscos bivalvos de alto valor alimenticio (Joiner y Spinelli, 1969) y Mytilus californianus que se encuentra en las costas de Baja California, no constituye una excepción (Bardach, 1972).

Debido a que el arte de pesca utilizado (barreta) en la extracción de este recurso no es selectivo y remueve la capa completa de mejillones, incluyendo juveniles y a la lenta recuperación que presentan estos organismos (Hewatt, 1935), el daño causado a las poblaciones naturales ha sido muy grande, surgiendo consecuentemente, como una forma de proteger a dichas poblaciones, el desarrollo de los cultivos.

Aún cuando este recurso, no tiene una gran demanda en nuestro país, el cultivo de mejillón ofrecería una alternativa de consumo popular y contribuiría a la diversificación de la explotación de los recursos marinos.

En algunos países latinoamericanos y europeos, se han obtenido rendimientos de hasta 100 toneladas anuales de mejillones cultivados en balsas (Iversen, 1972), por tanto, se espera que en la medida de su desarrollo, estos cultivos tengan una gran incidencia en el sector pesquero.

El estudio de la biología de una especie, constituye una de las bases para el desarrollo de los cultivos y en particular, el conocimiento de su ciclo reproductivo, es de vital importancia en el desarrollo de biotecnias en la miticultura.

Por otro lado, la determinación de las épocas de desove de un organismo, es la base para el establecimiento de las normas del manejo del recurso.

## 2.- ANTECEDENTES

Varios autores han sugerido diferentes métodos para la determinación del ciclo reproductivo en los moluscos, tales como el índice de condición, índice gonadal y análisis histológicos (Baird, 1958; Sastry, 1966; Galtsoff, 1961).

El índice de condición se define, como el porcentaje volumétrico de la cavidad de la concha, ocupada por carne. Este método fue desarrollado por Baird (1958) y según este autor, las fluctuaciones estacionales del índice de condición, están relacionadas con el ciclo reproductivo de los mejillones.

Hrs-Brenko (1972), realizó algunos estudios sobre el índice de condición y ciclo reproductivo de Mytilus galloprovincialis y encontró que los decrementos significativos en el índice de condición, revelaron que un gran número de mejillones desovaron y que las pequeñas fluctuaciones en los valores de este índice, fueron causadas por el incremento en el plancton disponible y la liberación de gametos de algunos folículos solamente.

El índice gonadal se define como la relación existente entre el peso de la gonada y el peso total del organismo, expresada en porcentaje. Un aumento en el índice gonadal generalmente denota un desarrollo de la gonada, mientras que un decremento supone un desove en progreso.

Algunos estudios sobre el índice gonadal y ciclo reproductivo de Aequipecten irradians Lamarck, fueron realizados por Sastry (1966), el cual reportó que la población alcanzó un máximo en los valores de índice gonadal, cuando ésta se encontraba lista para comenzar el desove.

Hines (1979), realizó estudios en Mytilus edulis y Mytilus californianus y encontró, que para M. edulis un aumento en los valores del índice gonadal, representó un incremento

en la actividad reproductiva, mientras que para M. californianus, debido al gran número de fluctuaciones en el índice gonadal, son necesarios estudios histológicos para precisar el comportamiento reproductivo de esta especie.

A la fecha se cuenta con poca información acerca del desarrollo gonádico de Mytilus californianus y las épocas de desove descritas por los diferentes autores para esta especie, difieren de una localidad a otra.

La primera descripción de su ciclo reproductivo fue descrito por Stholer (1930, citado en Elvin, 1974), en San Mateo, California U.S.A. . . El método empleado por este autor, fue por observación del estado de la gonada, como llena o vacía, según ocupara el manto. De esta manera, se obtuvo evidencias de un desove bianual, con un máximo en julio y otro desde el mes de noviembre hasta enero.

Whedon (1936), Coe y Fox (1942), coinciden en que los desoves de esta especie ocurren a lo largo de todo el año. El primer autor estableció máximos en los meses de mayo y junio, octubre, enero y febrero y los segundos en los meses de noviembre y marzo. Estos investigadores basaron sus trabajos en observaciones macroscópicas de la gonada de lo que opinó Young (1942, 1945) que no es un método confiable para llegar a esas conclusiones. Este autor concluyó que los mejillones desovaron prácticamente todo el año, sin embargo, en un período de tres años de estudio, presentaron un ciclo anual, con un máximo de desoves de octubre a marzo y otro periodo más largo de desoves frecuentes de marzo a septiembre. La técnica utilizada por este autor fue la inducción al desove por medio de choques mecánicos o estimulación sexual.

Los estudios de Young (1942, 1945, 1946) demostraron que pueden ocurrir diferencias significativas en el desove en las colonias de mejillones de diferentes localidades, así como variaciones en la misma colonia de un año a otro.

Los trabajos más recientes realizados por Elvin (1974), en la costa central de Oregon, U.S.A., quién utilizó técnicas histológicas, sugirieron que los mejillones desovaron durante todo el año, con periodos de intensidad máxima en los meses de febrero a abril y de septiembre a noviembre.

Suchanek (1978) indicó, que los mejillones de la Isla Tatoosh, Washington, U.S.A., desovaron durante todo el año y no reportó periodos de mayor intensidad en el desove.

Algunos estudios sobre el desarrollo de la gonada de Mytilus californianus fueron realizados por algunos autores.

Coe y Fox (1942), en el área de La Jolla, California, U.S.A., encontraron que la primera madurez sexual se presentó en organismos de un largo de concha de 25 mm aproximadamente y que no existió una evidencia satisfactoria de desove (en ambos sexos) hasta que el organismo alcanzó una longitud de 70 mm .

Young (1945) en la Jolla, California, U.S.A., encontró que los mejillones con una longitud de 55 mm presentaron desoves a lo largo del año y que esta longitud se alcanzó al término del primer año de vida.

Las investigaciones en Baja California en torno a esta especie, se iniciaron en 1976, auspiciadas por el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O.) de la Universidad Autónoma de Baja California, con la finalidad de cuantificar el recurso.

Como resultado de estas investigaciones, en 1977 se propuso a la Secretaría de Educación Pública, un proyecto,

que presentó como objetivo final, el desarrollo de un cultivo de Mytilus californianus como una alternativa de proteger las poblaciones naturales, el cual se aprobó el mismo año por la mencionada Institución.

Con el fin de obtener información de los diferentes aspectos bióticos de esta especie en la localidad, fué necesario el estudio del ciclo reproductivo del mejillón en las costas de Baja California, lo que permitió llevar a cabo una investigación de apoyo al programa Bivalvos de Baja California sección mejillón, que daría la oportunidad de realizar en el futuro el cultivo de esta especie.

Se plantearon como objetivos de este trabajo: determinar las temporadas de desove de Mytilus californianus, obtener su índice de condición e índice gonadal y verificar la probable relación de los decrementos presentados por estos índices, con las épocas de desove de esta especie.

## 2.1.- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

El presente estudio fué realizado en un área que se caracteriza por tener una costa rocosa expuesta, localizada entre los 31° 19' latitud norte y 116° 27' longitud oeste, a 60 Km al sur de Ensenada en la costa del océano pacífico en el lugar conocido como ejido Eréndira (fig. 1).

Aldeco y Fernández (1981), realizaron estudios en esta zona y al igual que Hemingway (1979) y Chávez (1975), los cuales trabajaron en zonas adyacentes, concuerdan que ésta presenta surgencias intensas en los meses de primavera y verano, lo que provoca grandes variaciones en la temperatura y la salinidad.

Las temperaturas más altas registradas durante el período de estudio fueron en el mes de septiembre de 1979, con valo-

res que fluctuaron entre  $16.8^{\circ}$  C. y  $18.4^{\circ}$  C., mientras que las temperaturas más bajas se registraron durante los meses de abril, mayo y junio de 1980 y oscilaron entre  $11.7^{\circ}$  C. y  $12.4^{\circ}$  C., . La temperatura promedio fue de  $14.8^{\circ}$  C. Los máximos de salinidad se registraron en junio de 1980 con 34.536 o/oo y mínimos en agosto de 1979 con 33.021 o/oo. La salinidad promedio fue de 33.605 o/oo (Aldeco y Fernández, 1981) .

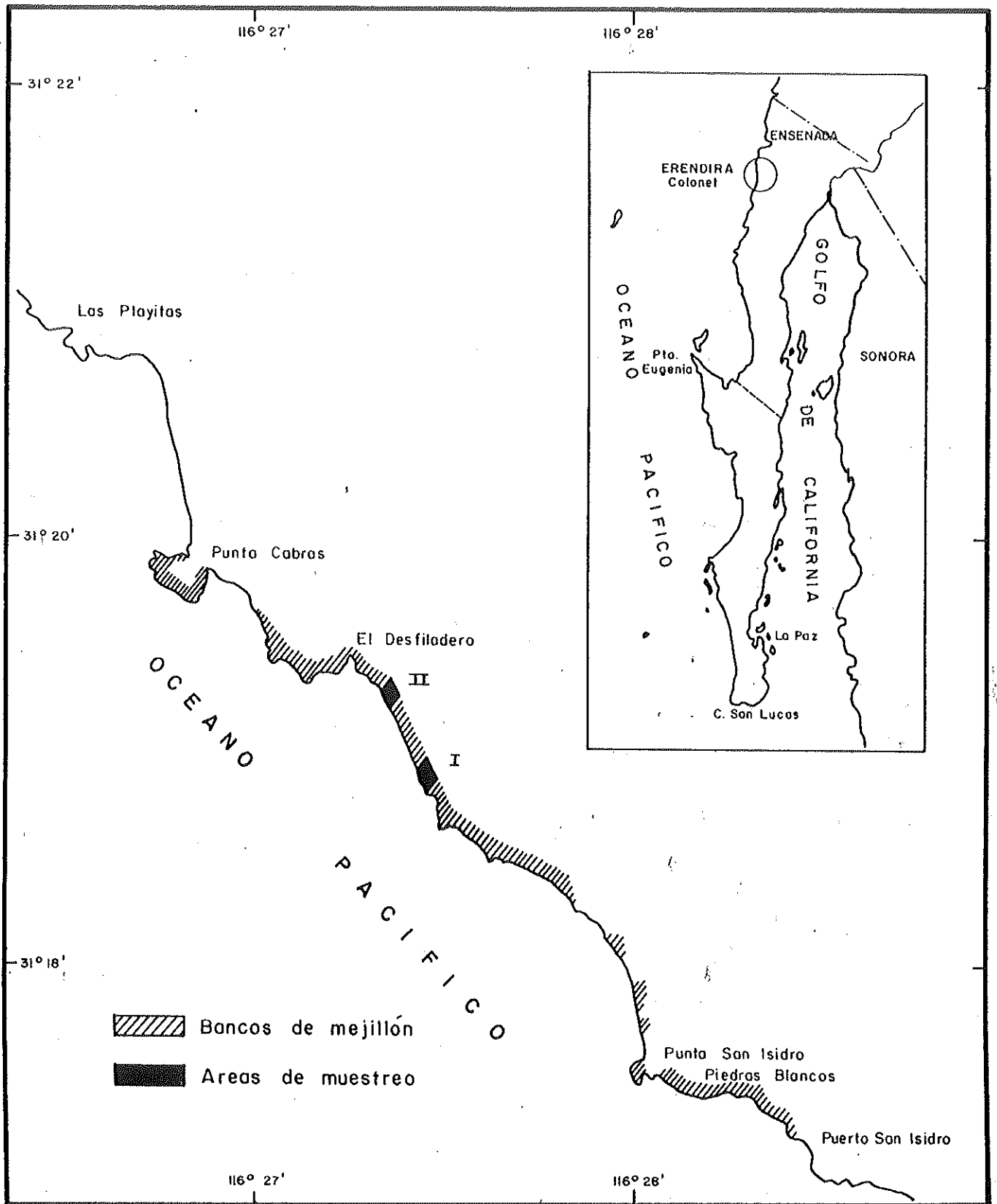


Fig. 1 - LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO Y DE LAS ZONAS DE MUESTREO DE Mytilus californianus.

### 3.- MATERIALES Y METODOS.

Los muestreos se realizaon mensualmente, en un período comprendido desde mayo de 1979 hasta mayo de 1980.

La colecta se llevó a cabo en la zona del infralitoral durante las mareas más bajas de cada mes.

Por razones de estrategia y accesibilidad y con el objeto de lograr una mejor representatibilidad del área, se seleccionaron para realizar el muestreo dos zonas adyacentes separadas por 800 m aproximadamente (fig.1). Se colectaron para la determinación del índice de condición 25 individuos de 9.0 - 9.9 cm de longitud en cada zona.

Para la determinación del índice gonadal y los estadios reproductivos se colectaron 10 organismos de cada zona de 9.0 - 10.9 cm de longitud. El rango de las longitudes de los organismos colectados, fue fijado en base a la literatura consultada, relacionada con la longitud en la que estos organismos alcanzan su madurez sexual.

Para la determinación del índice de condición los mejillones fueron refrigerados y transportados en bolsas de polietileno para asegurar su sobrevivencia hasta su llegada al laboratorio. Los volúmenes total, de la carne y de la concha fueron determinados por el método de desplazamiento de Baird (1958) y el índice de condición se calculó como sigue:

$$\text{Índice de Condición} = \frac{\text{Volúmen de la carne}}{\text{Volúmen de la cavidad}} \times 100$$

El volúmen de la cavidad es igual a la diferencia entre el volúmen total y el volúmen de la concha.

Para la obtención del índice gonadal, los mejillones colectados fueron fijados "in situ", para lo que se utilizó

el fijador Bouin inyectado ventralmente donde nace el biso a cada organismo, con una jeringa hipodérmica de 10 ml . Se transportaron al laboratorio en cubetas de plástico de 20 l de capacidad, sumergidos en el mismo fijador.

En el laboratorio se midieron los pesos húmedos totales de la carne y de las gonadas extraídas de cada mejillón para lo que se utilizó una balanza Sartorius 1250 MP-BCD, de una precisión de  $\pm 0.001$  gr .

El índice gonadal se calculó como sigue:

$$\text{Índice gonadal} = \frac{\text{Peso de la gonada}}{\text{Peso total de la carne}} \times 100$$

Para el análisis histológico se seleccionó una porción central de la gonada de aproximadamente 2 cm de longitud y se colocó en una cápsula de acero inoxidable de 38 mm de diámetro y 8 mm de altura, con su identificación correspondiente.

Estas cápsulas se colocaron en un procesador automático de tejidos (Histo-Kinet II) se deshidrataron con alcohol etílico durante una hora en cada dilución al 50%, 60%, 70%, 80%, 95%, 100%, se aclararon con xileno durante 15 minutos y se les proporcionó dos baños de parafina de media hora cada uno.

Para la inclusión definitiva en parafina se utilizó un aparato: "embedding center Tissue-Tek" y unas barras de Leuckart como moldes.

Las gonadas fueron seccionadas a 7 micras con un microtomo de rotación (American Optical modelo 820) y se obtuvieron dos cortes transversales y dos longitudinales, se montaron en portaobjetos con la ayuda de un baño de flotación de temperatura constante.

Los cortes se tiñieron con hematoxilina de Harris y eosina alcohólica y se montaron en forma definitiva con resina

sintética (Histoclad).

Para la observación de los cortes se utilizó un microscopio compuesto (modelo Galen Bausch & Lomb, con objetivos 4X, 10X, 40X, 100X) y se determinó el estadio reproductivo de cada organismo en base a la escala de madurez sexual propuesta por Seed (1975), para Mytilus edulis que se describe a continuación:

	Estadio	O b s e r v a c i o n e s
Reposo	0	Sistema reproductivo rudimentario, no se observan trazas de sexualidad.
	1	Se inicia la gametogenesis; aparecen íslas de tejido germinal.
	2	Folículos ocupados principalmente por gonias. Aparecen los primeros gametos maduros.
Desarrollo	3	La mitad de cada folículo está ocupado por gametos maduros y la otra mitad por gonias.
	4	Existe una preponderancia de gametos maduros dentro de los folículos.
	5	Gonada completamente madura. Llena de óvulos o espermatozoides.
Desove	4	Se reduce la cantidad de gametos maduros dentro de la gonada al iniciarse el desove.
	3	Similar al estadio de desarrollo 3, aunque aquí existe un número menor de gonias.
	2	Los folículos contienen considerablemente menos de la mitad de gametos maduros.
	1	Se observan óvulos y espermatozoides residuales. Hay citólisis por fagocitos ameboides.

Se presenta ahora la descripción en detalle de los estadios reproductivos:

i). - Estadio de reposo ó gonada vacía:

Estadio 0) No se observan trazas de sexualidad. Incluye animales vírgenes, donde el sistema reproductivo es rudimentario y a aquellos animales que han desovado completamen

te. Los mejillones vacíos pueden estar delgados y transparentes o gruesos y opacos de acuerdo a las condiciones locales de alimentación. Durante este período, se acumulan lípidos y glucógeno en el tejido conectivo.

ii).- Estadíos de desarrollo:

Estadio 1) Se caracteriza por el inicio de la gametogénesis; aparecen islas de tejido germinal en la matriz del tejido conectivo denso. No hay óvulos ó espermatozoides presentes.

Estadio 2) Empiezan a aparecer gametos maduros en los folículos, aunque aún están ocupados principalmente por gonias.

Estadio 3) Ocurre un incremento marcado en la masa de la gonada. Este es un estadio de gametogénesis rápida y aproximadamente la mitad de cada folículo está ocupado por gametos maduros y la otra mitad por gonias.

Estadio 4) Se obtiene prácticamente la máxima proliferación de la gonada. Ahora se presenta una preponderancia de gametos maduros dentro de los folículos.

Estadio 5) Este representa la gonada completamente madura. Las gonias están ahora restringidas a una estrecha banda en la periferia de los folículos. Los óvulos están compactos con una configuración poligonal, en tanto que las gonadas de los machos están llenas de espermatozoides.

iii).- Estadíos de desove.

Estadio 4) Aunque casi lleno de gametos maduros, el desove activo está ahora en progreso. Esto se refleja en la reducción general en la densidad de los espermatozoides y el redondeo de los óvulos cuando la presión en los folículos se reduce.

Estadio 3) Es similar al estadio de desarrollo 3, ya que los folículos tienen aproximadamente la mitad de los

gametos maduros, aunque aquí existe un número menor de gonias. Los óvulos son redondos en lugar de poligonales y existe una reducción general en el área del manto ocupada por tejido germinal.

Estadio 2) Este refleja una reducción mayor en el área ocupada por tejido germinal.. Los folículos contienen considerablemente menos de la mitad de gametos maduros.

Estadio 1) Ovulos y espermatozoides residuales están aún presentes, pero puede verse que hay citólisis por fagocitos ameboideos. El centro de los folículos esta también lleno con un material de color café amarillento, resultado de la citólisis.

La escala precedente, debido a que presenta un valor numérico para cada estadio reproductivo, permitió calcular el índice gonadal medio de Seed (I.G.M.S.), multiplicando el número de organismos en cada estadio por el rango numérico del estadio y dividiendo la suma de estos productos entre en número total de la muestra.

$$\text{I.G.M.S.} = \frac{\text{Sumatoria } (x) (y)}{N}$$

donde:

X = Número de organismos en el mismo estadio.

Y = Rango numérico del estadio.

N = Número total de la muestra.

Los valores resultantes varían de 0 cuando todos los organismos estan vacíos, a 5 cuando la población se encuentra completamente madura. Un incremento de este índice denota un período de desarrollo, mientras que un decremento indica un desove en progreso.

Para detectar las diferencias significativas en los valores del índice de condición e índice gonadal entre las dos

zonas de estudio, entre los rangos de longitudes y entre los sexos, se utilizó el estadígrafo no paramétrico U de Mann-Whitney, descrito en Siegel (1979).

Para la correlación entre los valores promedio del índice de condición e índice gonadal con el índice gonadal promedio de Seed, se aplicó el estadígrafo no paramétrico coeficiente de correlación de rango de Kendall:  $\tau$ , descrito en Siegel (1979).

#### 4.- RESULTADOS.

En el estudio de 229 mejillones de 9.0 - 10.9 cm de longitud, estos presentaron sexos separados y se encontraron organismos desovando durante todo el año.

4.1 INDICE GONADAL MEDIO DE SEED.- Se estimó el índice gonadal medio de Seed y su variación mensual se presenta en la figura 2.

Este índice mostró tres decrementos tanto para hembras como para machos.

El primero en los meses de julio y agosto, en el que el porcentaje de individuos hembras en desove, se incrementó de un 90% a un 100%, mientras que en los machos se incrementó de un 60% a un 85% (fig.3). Esta época se caracterizó por tener individuos en estadíos 4 y 3 de desove en ambos sexos.

El segundo decremento tuvo lugar desde diciembre de 1979 a enero de 1980. Durante este período del 100% de organismos hembras y machos en desove, disminuyó a un 27% en las hembras y a un 37% en los machos. Las hembras en este tiempo presentaron estadíos 4,3,2 y 1 de desove, mientras en los machos se observaron solo estadíos 4 y 3.

El tercer decremento tuvo lugar de marzo a mayo en el que el porcentaje de organismos hembras en desove disminuyó de un 100% a un 44% mientras en los machos el decremento fue de un 75% a un 17%. Durante este tiempo las hembras exhibieron estadíos 4, 3 y 2 de desove y los machos solo estadíos 4 y 3.

El índice gonadal medio de Seed presentó un incremento posterior a cada decremento y en ellos se observaron los principales procesos de maduración sexual.

El primero de estos incrementos se inició a partir del mes de mayo y finalizó en el mes de julio, tanto en machos

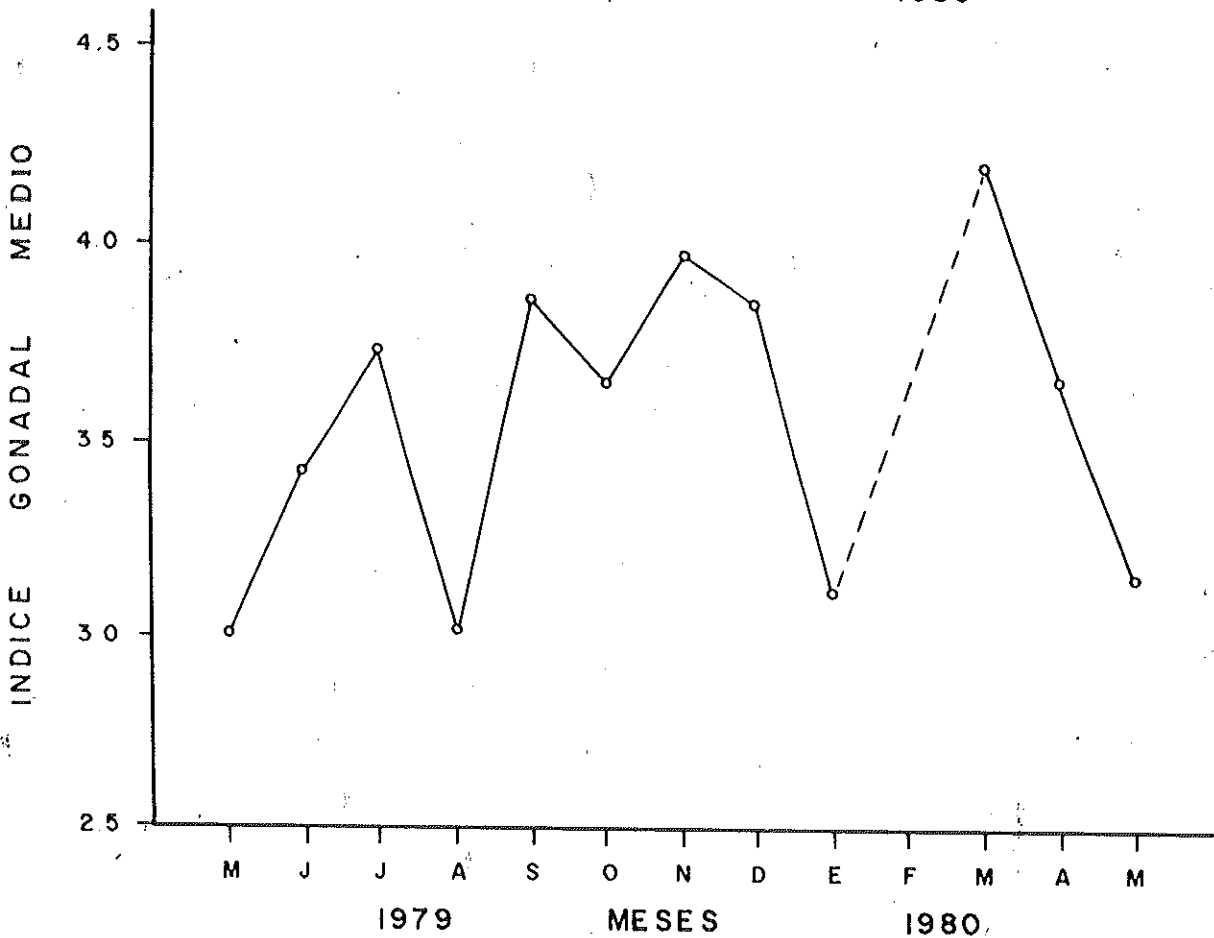
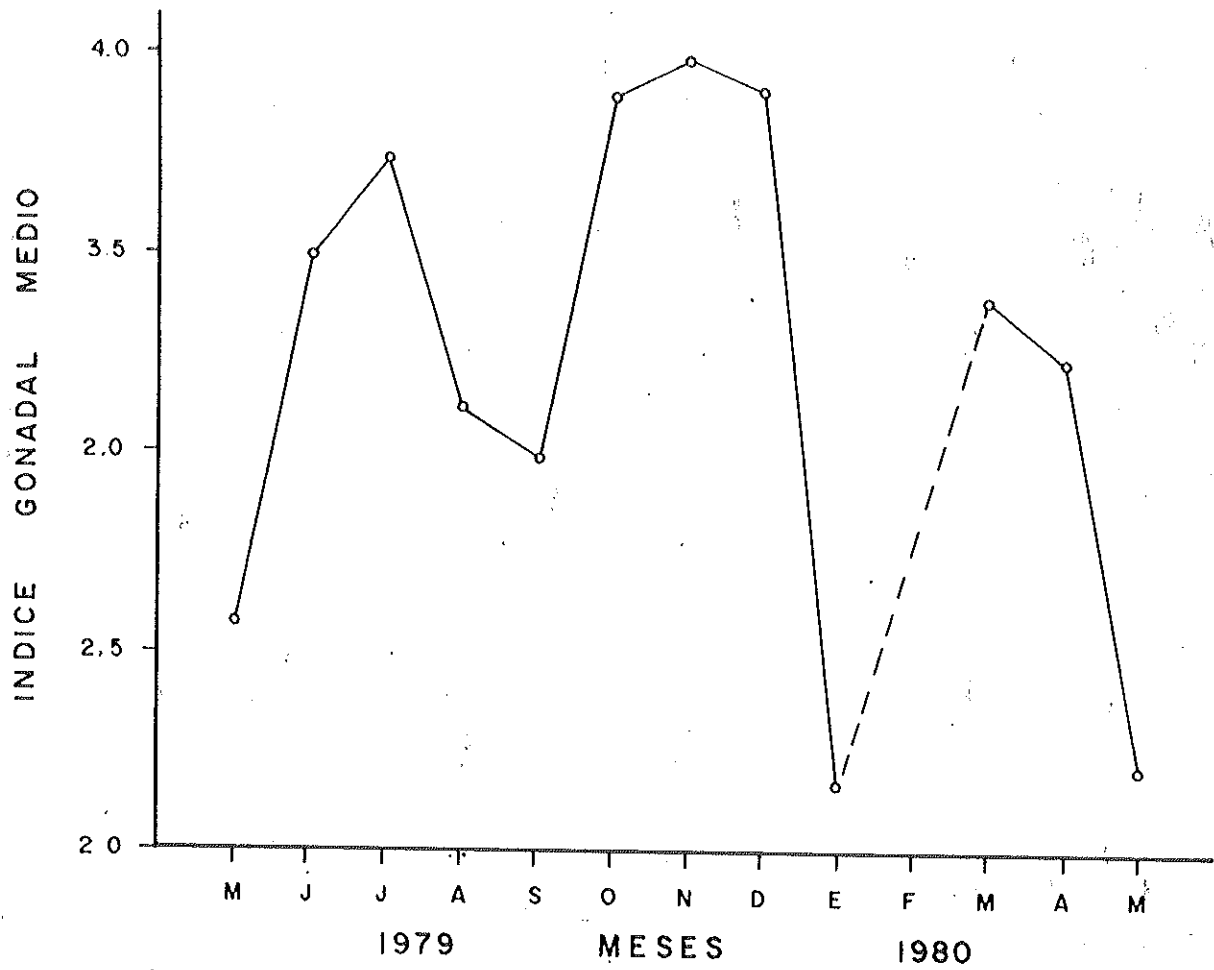
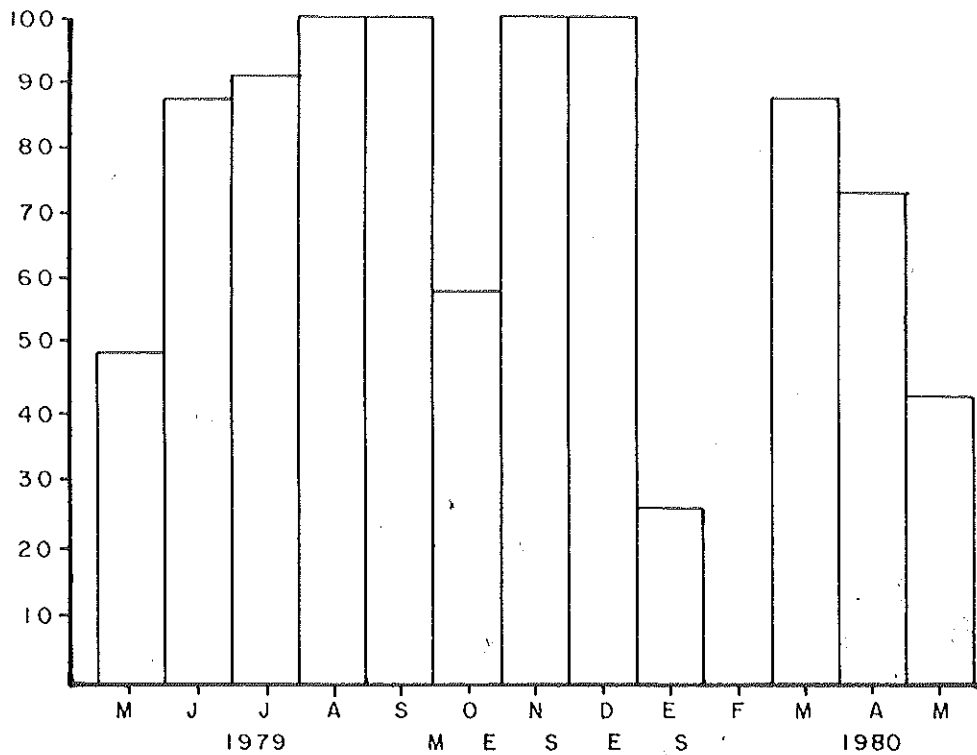


Fig. 2.- VARIACION MENSUAL DEL INDICE GONADAL MEDIO DE SEED

% DE ORGANISMOS ♀ EN ESTADIOS DE DESOVE



% DE ORGANISMOS ♂ EN ESTADIOS DE DESOVE

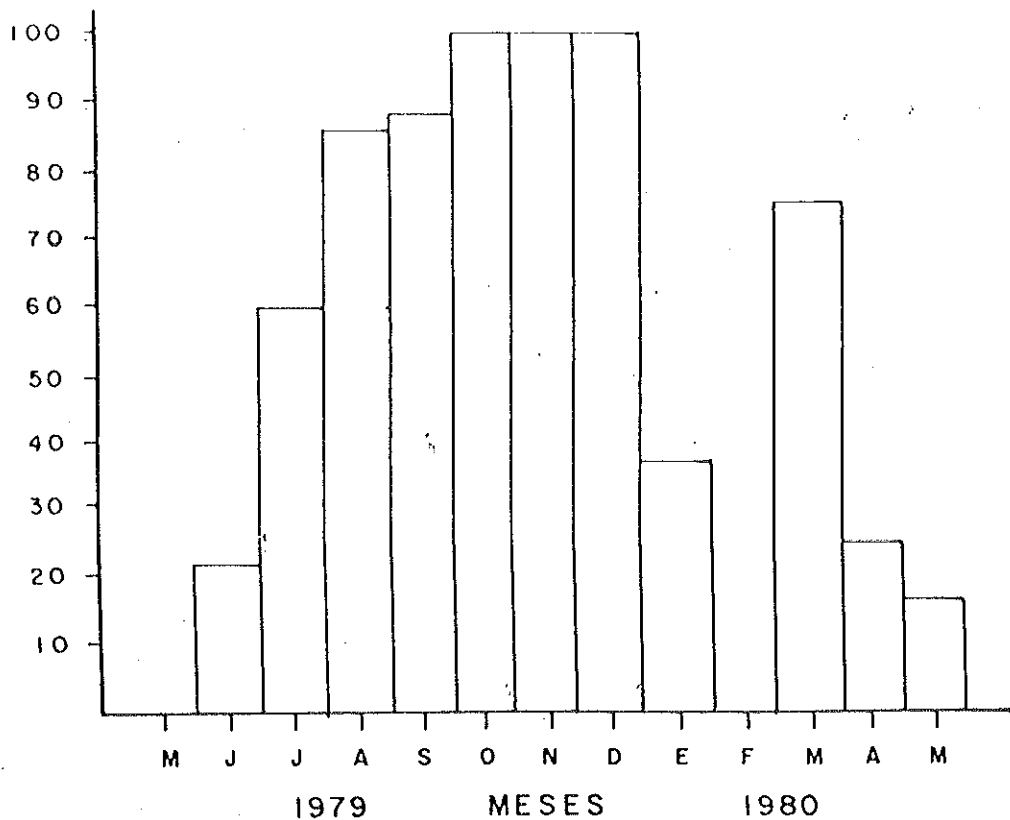


Fig. 3 - VARIACION MENSUAL DEL PORCENTAJE DE ORGANISMOS EN ESTADIOS DE DESOVE.

como en hembras. El porcentaje de individuos hembras en desarrollo, disminuyó de un 50% a un 10% y el de los machos de un 100% a un 40% (fig. 4) . En este período los organismos presentaron estadios de desarrollo 2, 3 y 4.

El segundo incremento ocurrió de septiembre a octubre en las hembras y de agosto a septiembre en los machos. Durante este período el porcentaje de hembras en desarrollo se incrementó de 0% a un 40%, mientras que el porcentaje de machos en proceso de maduración permaneció aproximadamente en un 10%. Tanto machos como hembras presentaron estadios 4 y 3 de desarrollo.

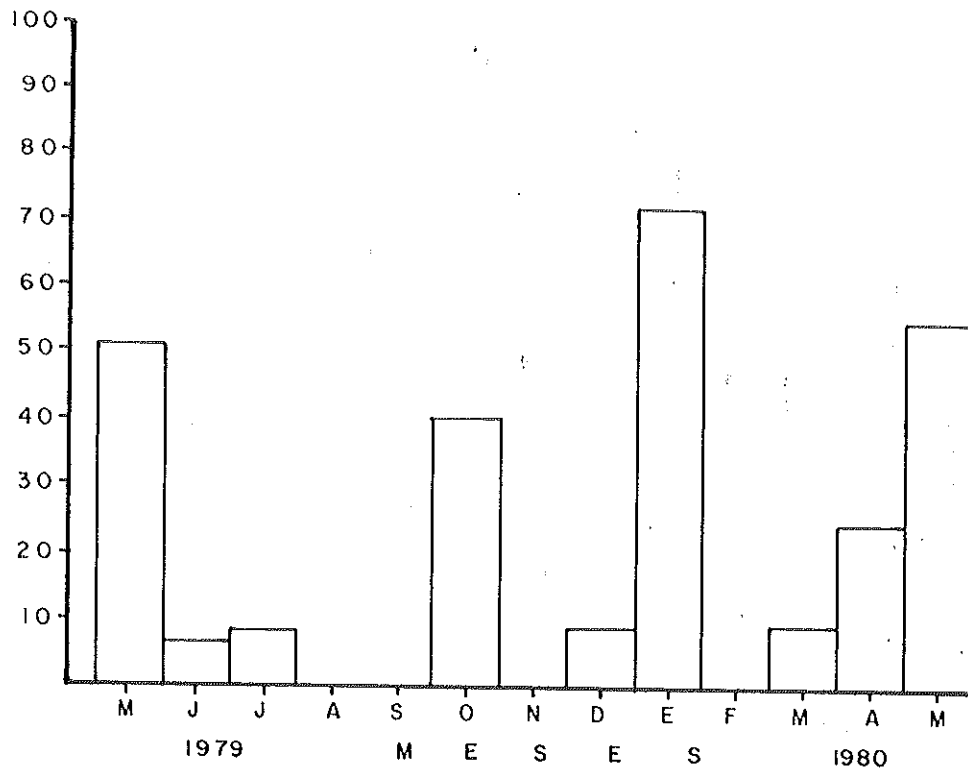
El tercer incremento se registró durante los meses de enero, febrero y marzo. Durante este período el porcentaje de hembras en desarrollo disminuyó desde un 70% a un 0% y el de los machos, desde un 60% a un 0%. Durante estos meses los organismos tanto machos como hembras presentaron estadios de desarrollo progresivo 2, 3, 4 y 5.

El cuarto incremento ocurrió en los meses de abril y mayo en ambos sexos. En este período el porcentaje de organismos hembras en desarrollo se incrementó desde un 20% a un 55%, mientras que los machos el incremento fue de un 80% a un 90%. Los estadios que se presentaron en esta temporada fueron de desarrollo 2 y 3.

4.2.- OBSERVACIONES HISTOLOGICAS.- Los estadios de reposo (estadio 0) y de desarrollo 1, no fueron observados en los organismos analizados.

En el estadio 2 de desarrollo, las hembras presentaron folículos ocupados principalmente por células inmaduras adheridas a las paredes de los folículos y escasos óvulos maduros hacia el centro (fig. 5). Los machos en este estadio, presentaron gruesas bandas de espermatozoides en el centro

% DE ORGANISMOS ♀ EN ESTADIOS DE DESARROLLO



% DE ORGANISMOS ♂ EN ESTADIOS DE DESARROLLO

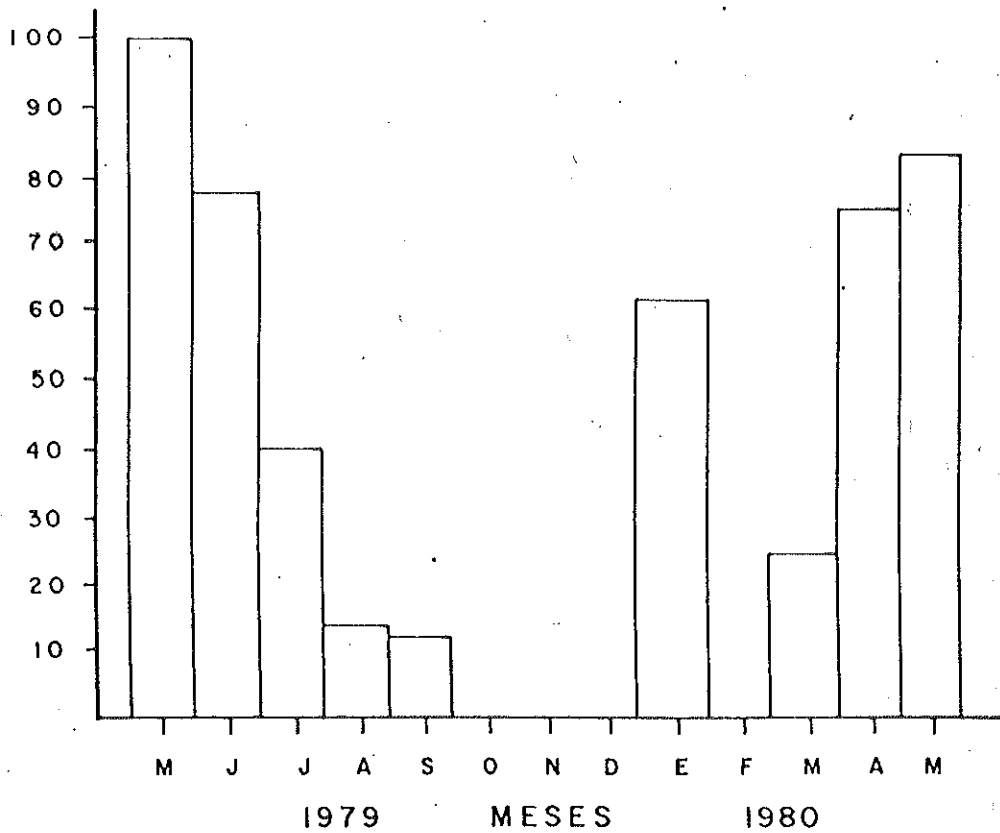


Fig. 4 - VARIACION MENSUAL DEL PORCENTAJE DE ORGANISMOS EN ESTADIOS DE DESARROLLO.



Fig. 5.- Gonada femenina en estadio de desarrollo 2 con folículos ocupados principalmente por células inmaduras previtelogénicas y escasos óvulos maduros. O-óvulos; Ci-cel. inmaduras previtelogénicas; g-granulocitos. 8.10X.



Fig. 6.- Gonada masculina en estadio de desarrollo 2. Folículos ocupados por gruesas bandas de espermatogonias en la periferia y escasos espermatozoides en el centro. be-banda de espermatogonias; e-espermatozoides; g-granulocitos. 8.10X.

(fig. 6).

En el estadio 3 de desarrollo, aumentó la cantidad de óvulos (fig. 7) y de espermatozoides (fig. 8) dentro de los folículos; aunque existió preponderancia de células inmaduras. En las hembras, se reconocieron las células previtelogénicas citadas por Elvin (1974).

En el estadio 4 de desarrollo los folículos de las hembras estuvieron ocupados principalmente por óvulos (fig. 9) y en los machos por espermatozoides (fig. 10), en los cuales la banda de espermatogonias en la periferia se redujo notablemente.

El estadio 5 en las hembras se caracterizó por la gran cantidad de óvulos maduros de forma poligonal, debida a la compactación dentro de los folículos (fig. 11); y en los machos (fig. 12) porque los folículos estuvieron ocupados principalmente por espermatozoides y la banda de espermatogonias se redujo aún mas que en el estadio anterior.

El estadio de desarrollo máximo (estadio 5) sólo fue observado en 1.7% de los organismos observados.

El estadio 4 de desove en las hembras, se caracterizó por tener folículos casi llenos de óvulos maduros de forma redondeada, la cual es debida a la reducción en la presión interna del folículo una vez iniciado el desove (fig. 13). En los machos, los espermatozoides presentaron una distribución radial en los folículos, con pequeños espacios entre ellos y una estrecha banda de espermatogonias en la periferia del folículo (fig. 14).

En el estadio de desove 3, las hembras se caracterizaron por la disminución del número de sus óvulos dentro de los folículos y en general del tejido germinal, lo que aumentó la cantidad y el tamaño de los espacios dentro de la gonada

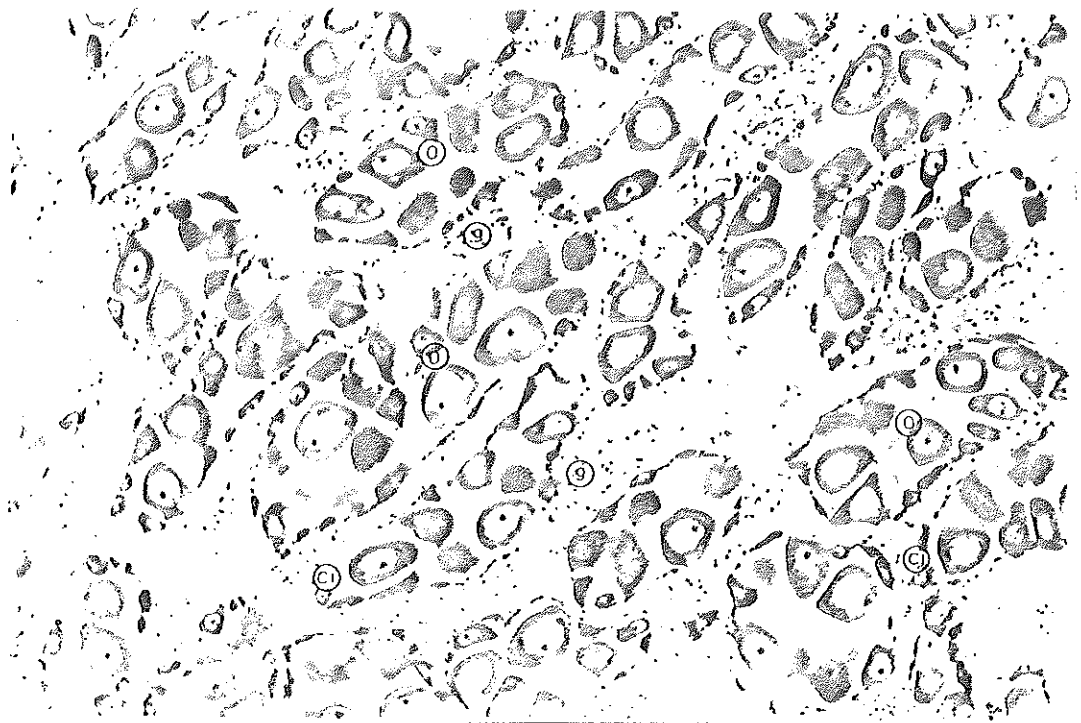


Fig. 7.- Gonada femenina en estadio de desarrollo 3. Folículos ocupados aproximadamente la mitad por óvulos y la otra mitad por cel. inmaduras. O-ovulos; Ci-cel. inmaduras previtelogénicas; g-granulocitos. 8.10X.

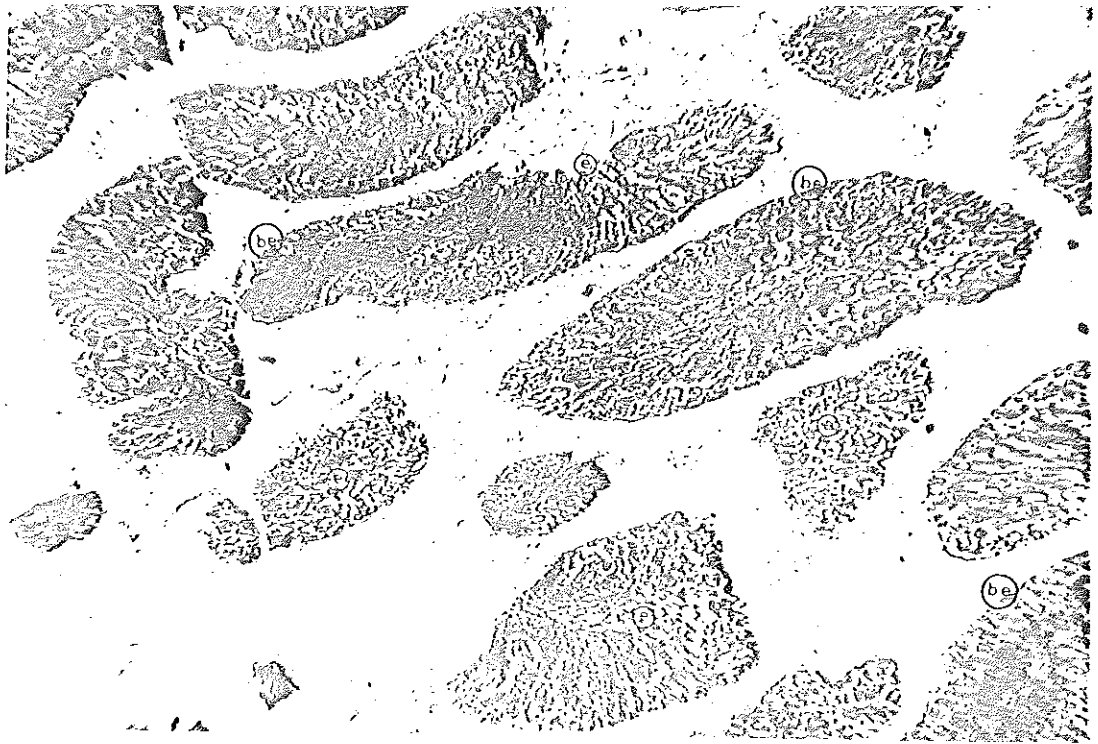


Fig. 8.- Gonada masculina en estadio de desarrollo 3. Folículos ocupados aproximadamente la mitad por espermatogonias y la otra mitad por espermatozoides. e-espermatozoides; be-banda de espermatogonias . 10.10X.

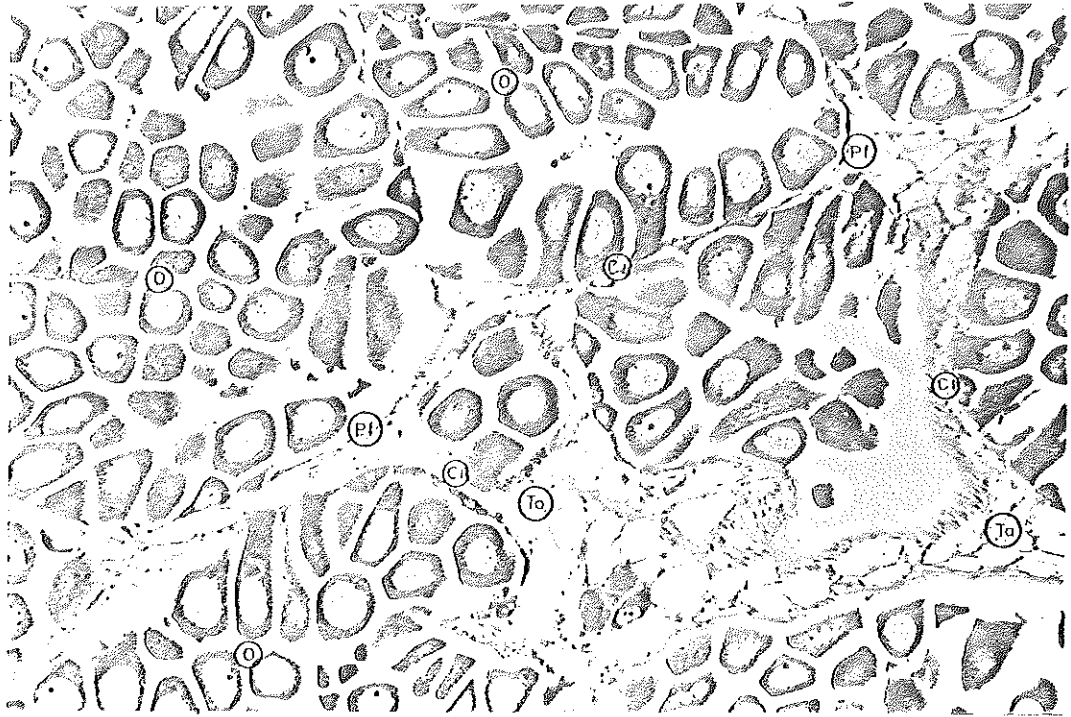


Fig. 9.- Gonada femenina en estadio de desarrollo 4; folículos ocupados principalmente por óvulos, aunque todavía se observan células inmaduras adheridas a las paredes del folículo. O-óvulos; Ci-cel inmaduras; Pf-paredes del folículo; Ta-tejido adiposo. 8.10X.

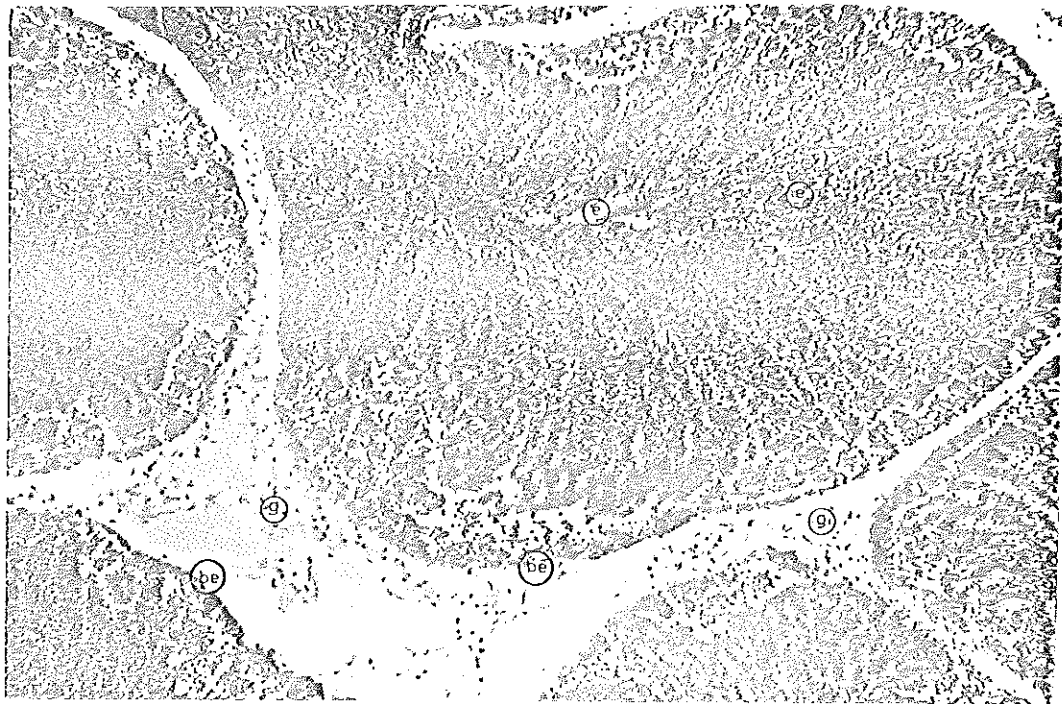


Fig. 10.- Gonada masculina en estadio de desarrollo 4. Existe una preponderancia de espermatozoides y la banda de espermatozonias se ha reducido. e-espermatozoides; be-banda de espermatozonias; g-granulocitos. 8.10X.

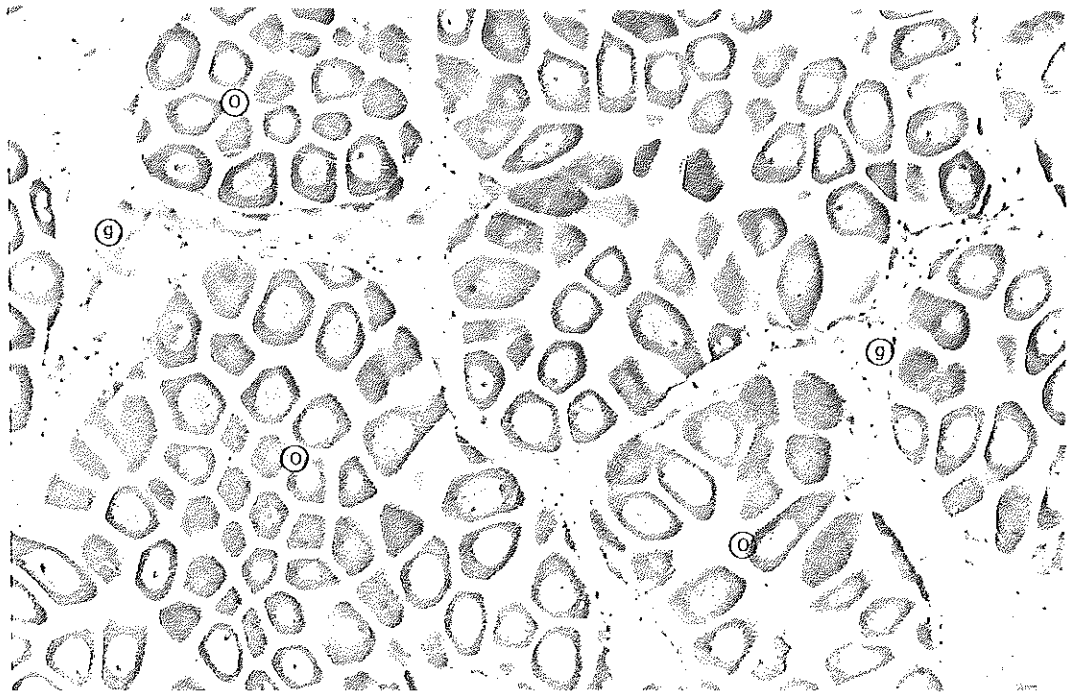


Fig. 11.- Gonada femenina en estadio de desarrollo 5. Folículos ocupados por óvulos de forma poligonal debida a la compactación dentro del folículo. o-óvulos; g-granulocitos. 8.10X.

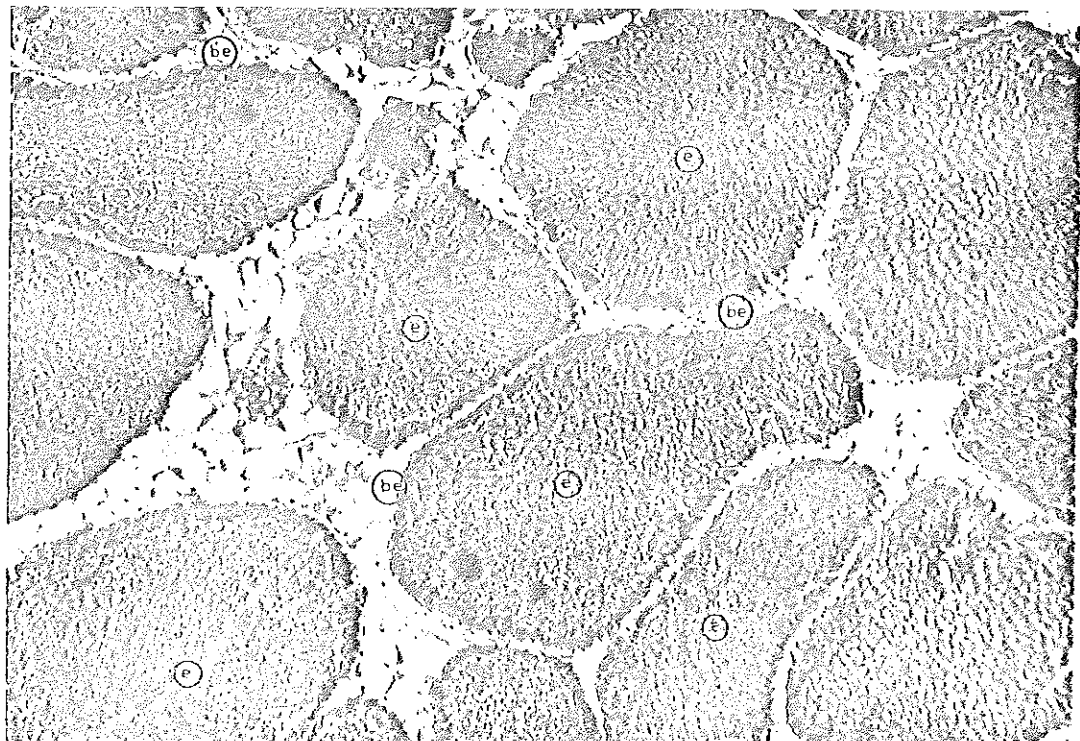


Fig. 12.- Gonada masculina en estadio de desarrollo 5. Folículos ocupados casi en su totalidad por espermatozoides y la banda de espermatogonias es poco visible. e-espermatozoides; be-banda de espermatogonias. 8.10X.

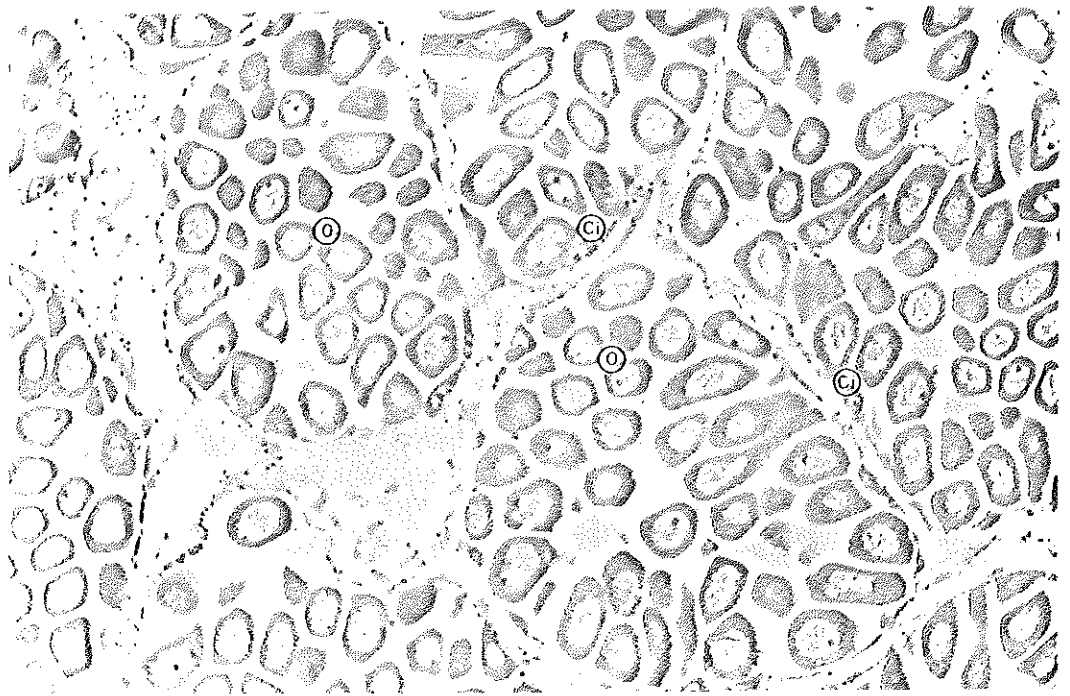


Fig. 13.- Gonada femenina en estadio de desove 4. Folículos casi llenos de óvulos maduros de forma redondeada. O-óvulos; Ci-cel. inmaduras . 8.10X

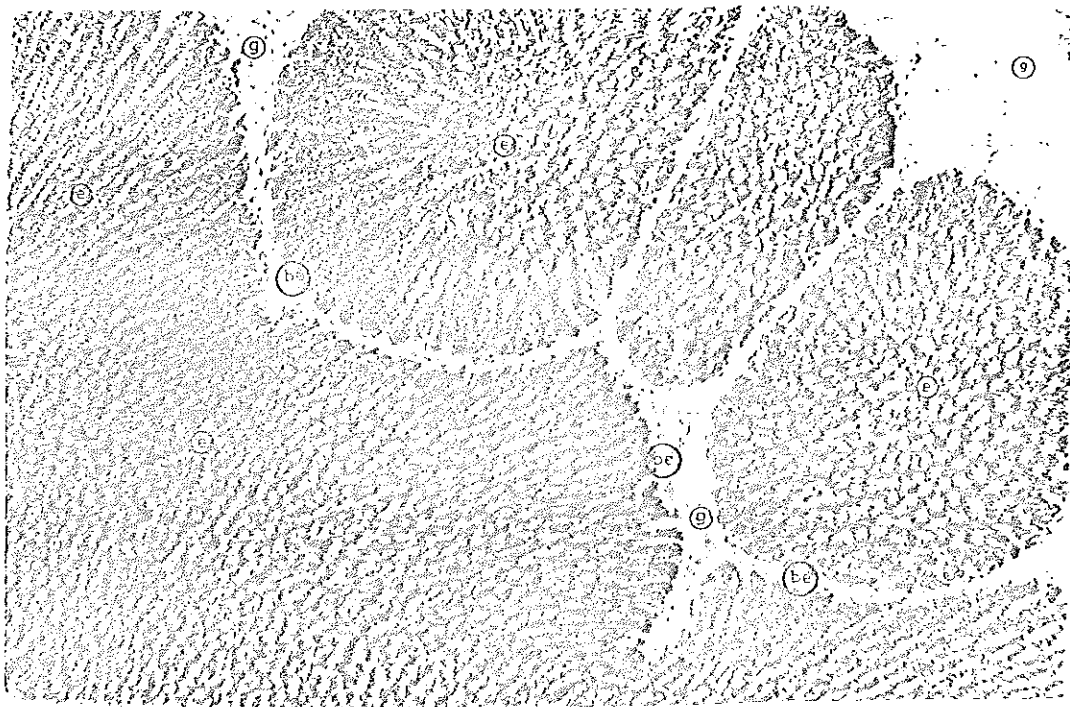


Fig 14.- Gonada masculina en estadio de desove 4 con folículos ocupados por espermatozoides alineados radialmente y pequeños espacios entre ellos. e-espermatozoides; be-banda de espermatozonias; g-granulocitos. 8.10X

(fig. 15). En los machos, se redujo la cantidad de espermatozoides hasta aproximadamente la mitad dentro de los folículos (fig. 16).

En el estadio 2 de desove, las hembras se caracterizaron por la notable reducción en la cantidad de óvulos maduros dentro de los folículos y los amplios espacios entre ellos (fig. 17). Mientras en el estadio 1 de desove (fig. 18), los folículos se presentaron colapsados y con escasos óvulos residuales dentro de ellos.

Los estadios 1 y 2 de desove, no fueron observados en los organismos machos.;

Se encontraron características de desoves parciales en algunos organismos machos (fig. 19):

4.3.- INDICE GONADAL.- Los valores del índice gonadal de organismos de 9.0 - 9.9 cm y de 10.0 - 10.9 cm de longitud y de las dos zonas de estudio obtenidos mensualmente no mostraron diferencias significativas al 95% de confianza (Prueba U de Mann-Whitney). El análisis entre sexo mostró diferencias significativas al 95% de confianza en los valores del índice gonadal únicamente en los meses de mayo, agosto y septiembre de 1979 y en mayo de 1980. Los valores promedios mensuales del índice gonadal de machos y hembras se presentan por separado (fig. 20).

El valor promedio mensual del índice gonadal se obtuvo con 10 organismos aproximadamente para cada sexo.

4.4.- VARIACION DEL INDICE GONADAL PROMEDIO.- En los organismos hembras este índice mostró dos decrementos significativos al 95% de confianza (fig. 20); uno en los meses de diciembre de 1979 a enero de 1980, en el cual disminuyó de un

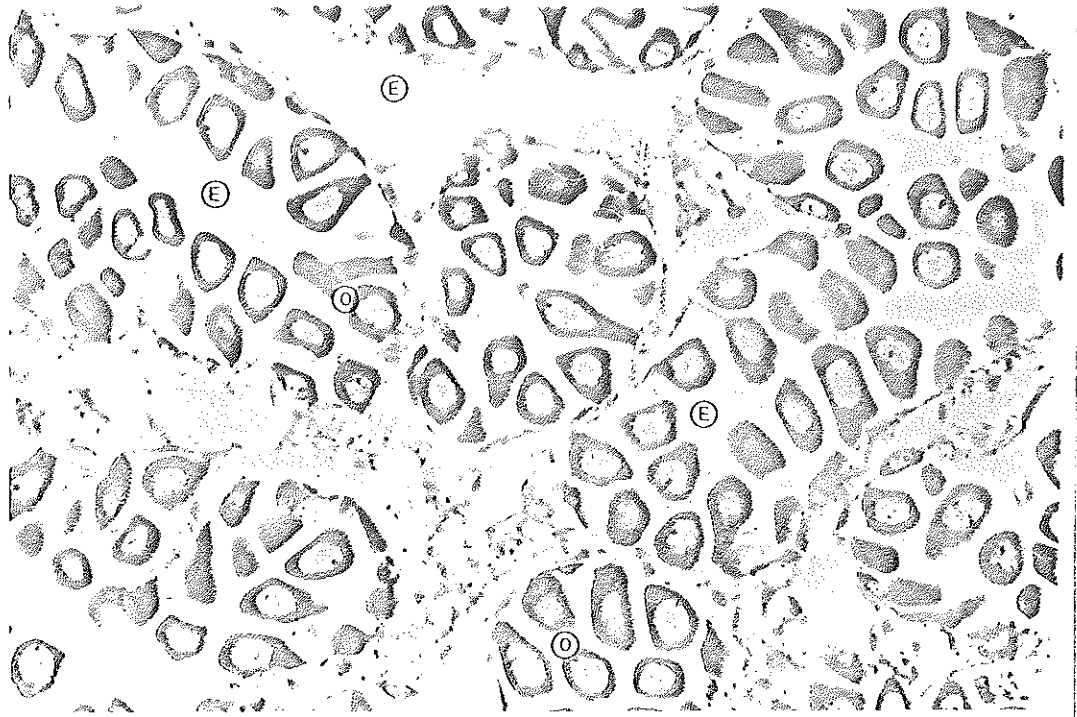


Fig. 15.- Gonada femenina en estadio de desove 3. Obsérvese los espacios dejados por los óvulos expulsados. E-espacios. O-óvulos . 8.10X.

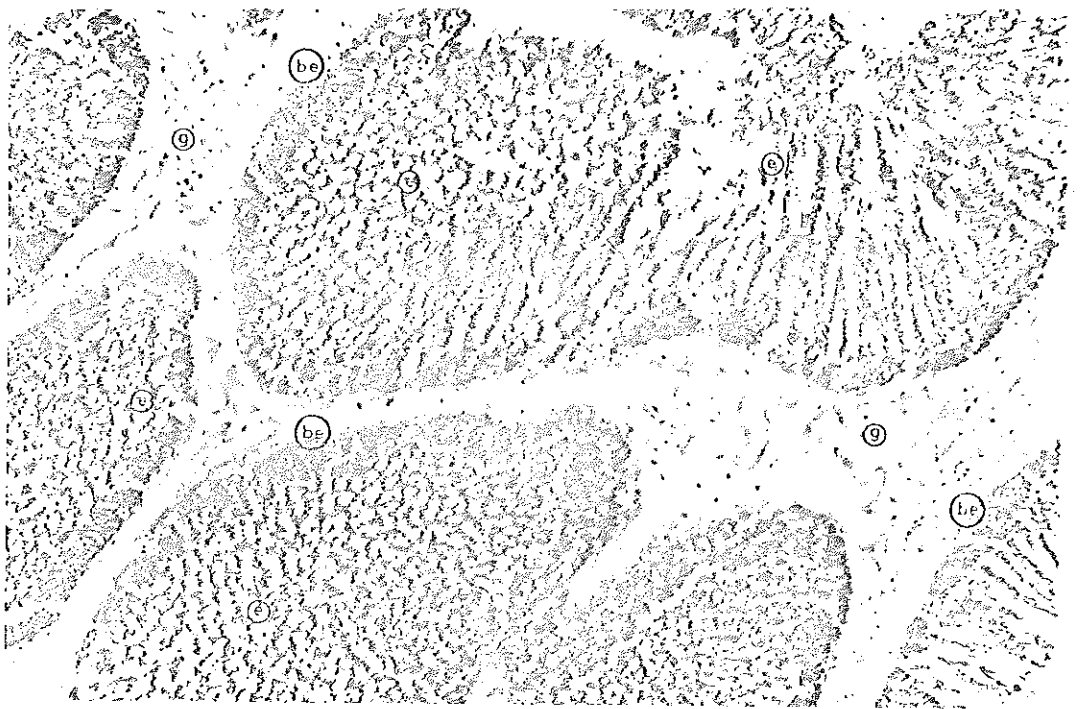


Fig. 16.- Gonada masculina en estadio de desove 3 con folículos ocupados aproximadamente la mitad por espermatozoides y la otra mitad por espermatogonias. e-espermatozoides; be-banda de espermatogonias; g-granulocitos. 8.10X.



Fig. 17.- Gonada femenina en estadio de desove 2. Pocos óvulos maduros e inmaduros ocupan los folículos; existen grandes espacios dentro y fuera de los folículos. O-óvulos; Ci-cel. inmaduras previtelogénicas; g-granulocitos. 8.10X



Fig. 18.- Gonada femenina en estadio de desove 1 con folículos colapsados y óvulos maduros ocasionales. O-óvulos; Ci-cel. inmaduras; Pf-paredes del folículo; g-granulocitos. 8.10X.

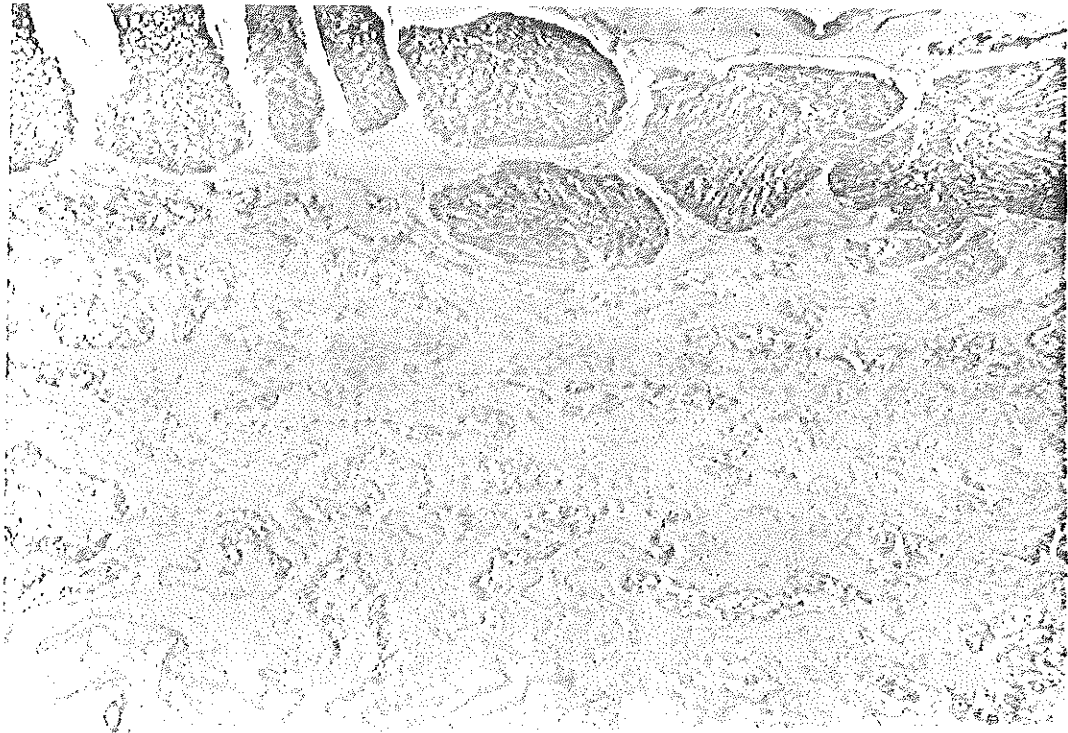


Fig. 19.- Gonada de un organismo macho en desove parcial, con folículos colapsados y liberación casi total de espermatozoides y folículos en desove incipiente. 8.10X.

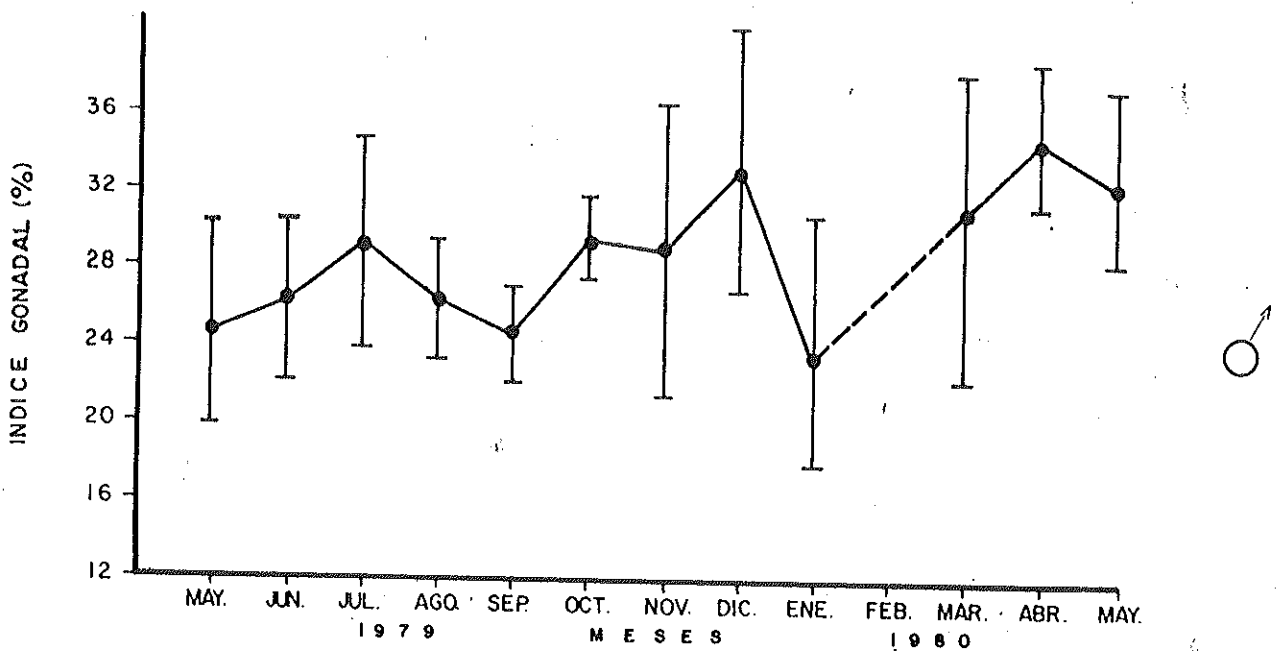
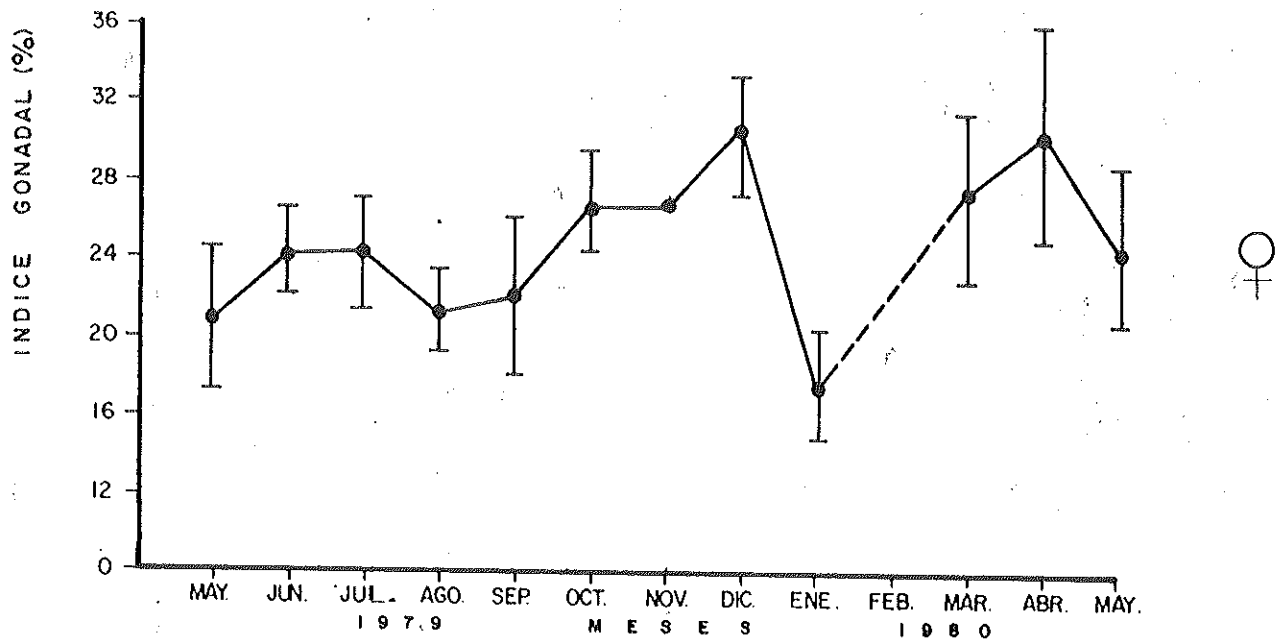


Fig. 20 = VARIACION MENSUAL DE LOS VALORES PROMEDIO DE INDICE GONADAL DE ORGANISMOS DE 9.0-10.9 cm. DE LONGITUD. LAS LINEAS VERTICALES INDICAN LOS LIMITES DE CONFIANZA DE LA MEDIA AL 95 %. EL VALOR PROMEDIO EN EL MES DE NOVIEMBRE DE LOS ORGANISMOS HEMBRAS SE OBTUVO CON DOS DATOS.

30% a un 17% y otro, en los meses de abril a mayo de 1980 en el cual la disminución fue de un 30.4% a un 24.4%.

Los incrementos mostrados en este índice se representaron, el primero a partir del mes de mayo de 1979 con un 20.8% y continuó hasta el mes de diciembre en el que alcanzó un 30.6% y mostró fluctuaciones menores en los meses de julio y agosto; un segundo incremento se observó durante los meses de enero a abril en donde se incrementó de 17.5% a un 30.4%.

En los organismos machos este índice mostró dos decrementos significativos al 95% de confianza. El primero, en los meses de julio a septiembre que disminuyó desde un 29.2% a un 24.4% y el segundo, en los meses de diciembre a enero, con una disminución desde 33.5% a un 23.9%.

Los incrementos mostrados por este índice ocurrieron el primero en los meses de septiembre a diciembre de 1979 el que se incrementó desde un 24.4% a un 33.5% y el segundo, en los meses de enero a abril que aumentó de 23.9% a 34.8%.

Se encontró una correlación significativa a 95% de confianza (coeficiente de correlación de rango Kendall:  $\tau$ ) en las fluctuaciones de los valores promedio mensual del índice gonadal para los organismos machos y hembras.

4.5.- INDICE DE CONDICION.- Los valores del índice de condición de los organismos de 9.0 - 9.9 cm de longitud de las dos zonas de estudio, no mostraron diferencias significativas al 95% de confianza (Prueba U de Mann-Whitney).

El análisis entre sexos mostró diferencias significativas al 95% de confianza en los valores del índice de condición en los meses de mayo de 1979 y marzo y mayo de 1980, por lo tanto, los valores promedio mensual del índice de condición de machos y hembras se graficaron por separado

(fig.21). El valor promedio mensual del índice de condición fue calculado en 25 mejillones aproximadamente para cada sexo.

4.6.- VARIACION DEL INDICE DE CONDICION PROMEDIO.- En los organismos hembras, este índice mostró tres decrementos significativos al 95% de confianza (fig.21). El primero en los meses de octubre a noviembre de 1979, en el que el valor promedio disminuyó desde un 47.8% hasta un 40.2%. El segundo de diciembre a enero, en donde el índice de condición decreció desde 46.8% hasta 38.4% y el tercero en los meses de abril a mayo en un rango desde 47.6% a un 39.8%.

En los organismos machos este índice mostró dos decrementos significativos al 95% de confianza. El primero en los meses de octubre a noviembre de 1979, en el que el índice disminuyó desde un 51.6% hasta 43.8% y el segundo de diciembre a enero en el que el índice de condición promedio pasó desde un 47.2% hasta 38.8%.

Las fluctuaciones registradas en los índices de condición promedio de los organismos hembras y machos mostraron una correlación significativa al 95% de confianza (coeficiente de correlación de rango de Kendall:  $\tau$ ).

También se encontró una correlación significativa al 95% de confianza entre los decrementos del índice gonadal medio de Seed y los decrementos significativos del índice gonadal en los organismos hembras. En cambio no se observó una correlación significativa al 95% de confianza entre los decrementos significativos del índice gonadal de los organismos machos.

Se encontró una correlación significativa al 95% de confianza entre los decrementos del índice gonadal medio de

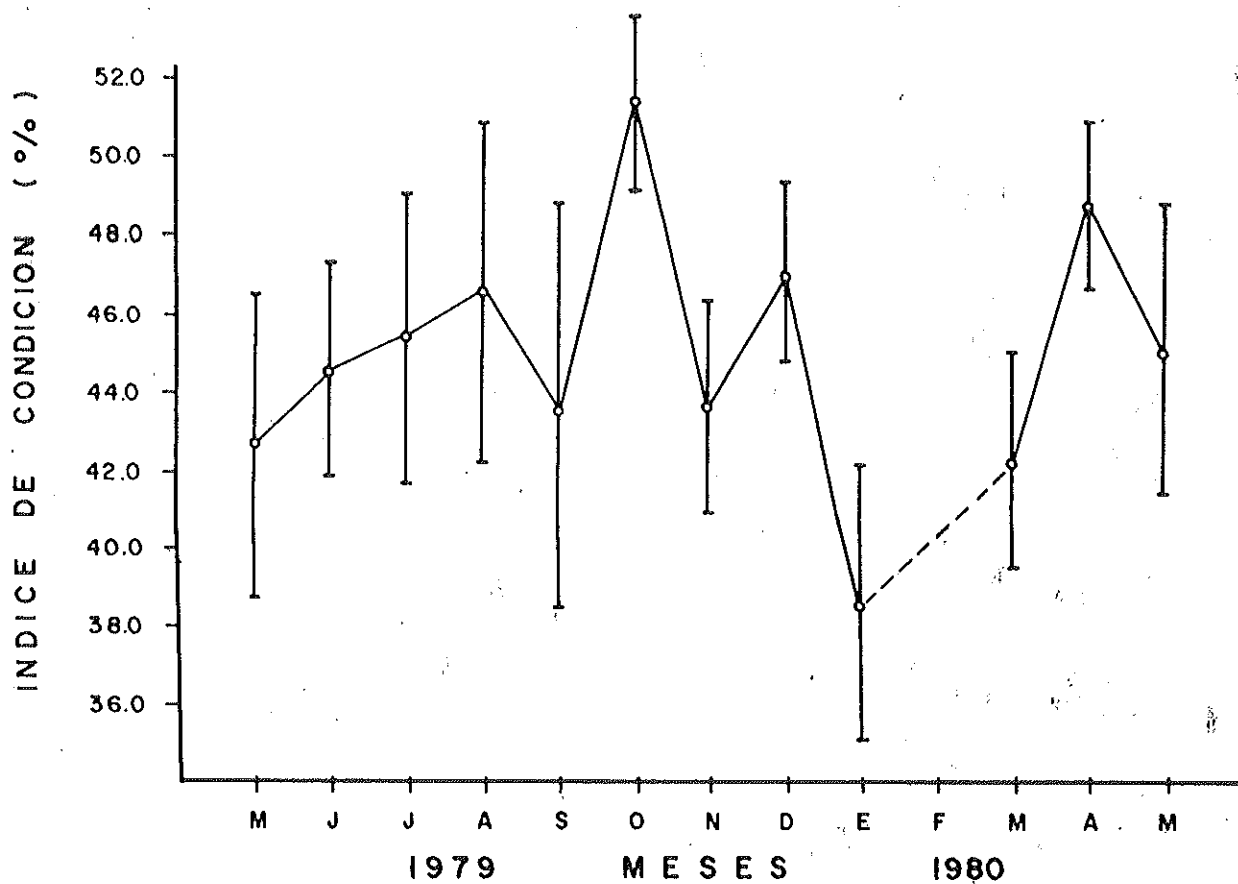
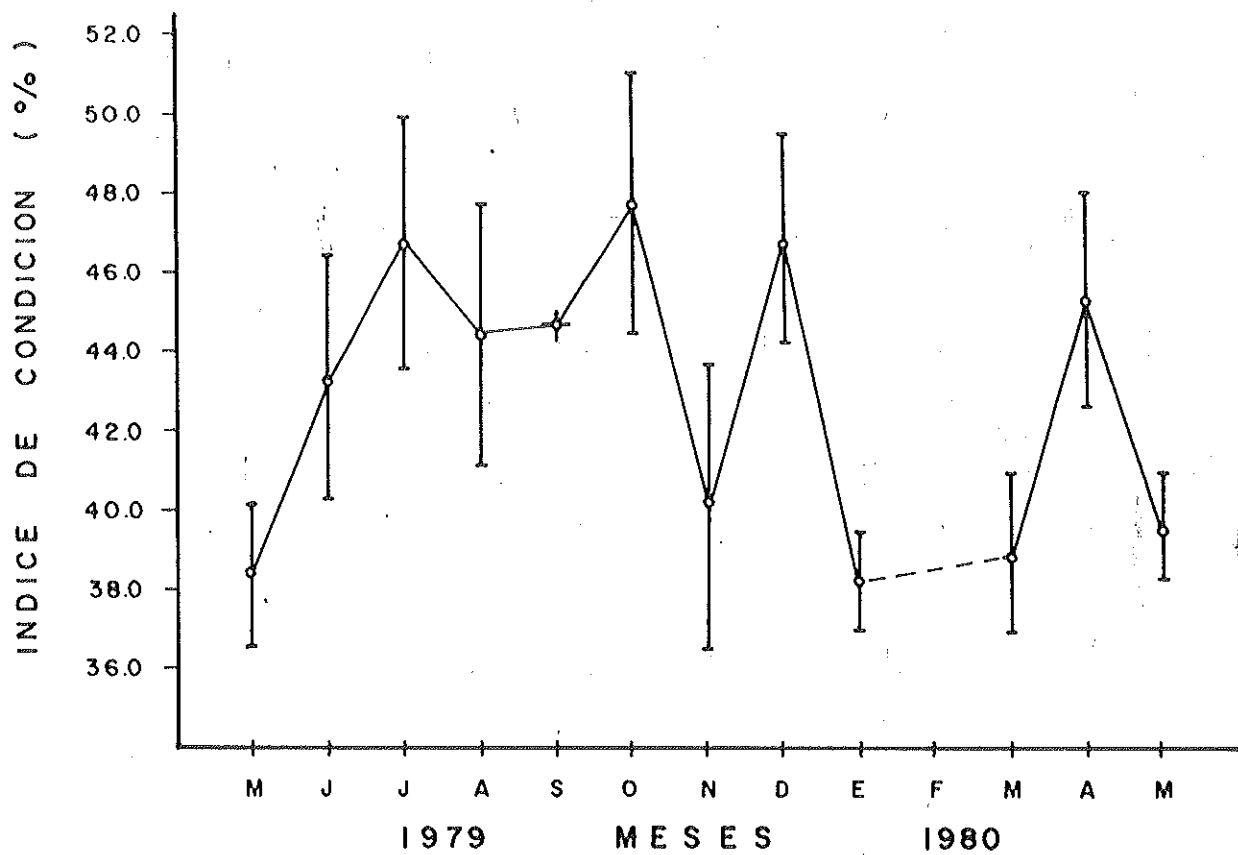


Fig. 21 - VARIACION MENSUAL DE LOS VALORES PROMEDIO DE INDICE DE CONDICION DE ORGANISMOS DE 9.0 - 9.9 cm. DE LONGITUD. LAS LINEAS VERTICALES INDICAN LOS LIMITES DE CONFIANZA DE LA MEDIA AL 95 %. EL EN EL MES DE SEPTIEMBRE DE LOS ORGANISMOS HEMBRAS REPRESENTA LA MEDIA OBTENIDA CON 5 VALORES.

Seed y los decrementos significativos del índice de condición de los organismos hembras.

No se encontró una correlación significativa al 95% de confianza entre los decrementos del índice de gonadal medio de Seed y los decrementos significativos del índice de condición de los organismos machos.

## 5.- DISCUSION

5.1.- ANALISIS MICROSCOPICO DE LAS GONADAS.- El análisis microscópico de las gonadas de los mejillones proporcionó información precisa del estado de madurez sexual, la que se utilizó para la ubicación de las temporadas de desove y la observación en Mytilus californianus de algunas características particulares en este evento.

Se encontró que aún cuando ocurren desoves durante todo el año, existen períodos en que estos se presentan con mayor intensidad y es llevada a cabo por un número mayor de organismos.

Los decrementos presentados en el índice gonadal medio de Seed señalan tres períodos de máxima intensidad en el desove, de julio a agosto de 1979, de diciembre de 1979 a enero de 1980 y de abril a mayo de 1980. El período de diciembre a enero en los organismos hembras se considera de mayor importancia ya que los individuos presentaron los estadios más avanzados de desove (estadios 2, 1) y los estadios de desarrollo incipiente (estadio 2). Los períodos de desove, pueden prolongarse por dos y hasta tres meses como ocurre en el desove de julio a septiembre en los organismos hembras.

Aún cuando los períodos de desove para machos y hembras ocurrieron en los mismos meses (correlación significativa al 95% de confianza) pudieron observarse características diferentes en los estadios reproductivos en estos meses para cada sexo.

Algunos organismos machos presentaron características de desoves parciales y los estadios de desove avanzado (estadio 2 y 1) no fueron observados en estos individuos. Estas características sugieren que los machos no liberan a un mismo tiempo todos sus gametos, lo que indica un desove par-

cial y que los nuevos espermatozoides se producen varias veces al año por medio de una gametogenesis rápida. Moore y Reish (1964) encontraron un comportamiento similar en los machos de Mytilus edulis en la bahía de Alamitos California U.S.A. Seed (1969) señaló al respecto que los desoves parciales son fenómenos bien conocidos en los pelecípodos.

En los organismos hembras se observaron estadios de desove avanzado (estadio 2,1), principalmente en invierno, lo que sugiere que las hembras pueden liberar casi en su totalidad sus óvulos. Moore y Reish, (1964) encontraron un comportamiento similar en las hembras de Mytilus edulis.

El estadio de reposo en los organismos hembras y machos, no fue observado, lo que puede ser debido a :

- i).- que la gametogenesis es iniciada inmediatamente después de un desove y no existe un período de reposo, ó
- ii).- que el período de reposo sea muy breve y un muestreo mensual no lo haya permitido observar. Elvin (1974) señaló que las poblaciones examinadas de Mytilus californianus hembras en las costas de Oregon, no mostraron períodos claros de reposo.

La baja frecuencia con que se presentó el estadio 5 en el que se considera a la gonada completamente madura y la ausencia del estadio de desarrollo 1 en las muestras analizadas parece indicar que estos son estadios muy rápidos y que un muestreo mensual difícilmente los permite observar.

El porcentaje de organismos en desove tanto para machos como para hembras, presentó durante el período de julio y agosto un incremento, lo que sugiere un desove en progreso - mientras que para los períodos de desove de diciembre a enero y de abril a mayo, el porcentaje de organismos disminuyó, lo que podría indicar que el período está por terminar.

5.2.- INDICE GONADAL .- Este índice obtenido como una proporción gonada-carne, sirve como un indicador de desoves, al asociar éstos con los decrementos ocurridos en dicho índice, en una serie de mediciones continuas. Utilizando este criterio, el índice gonadal de los mejillones estudiados, presentó claramente dos períodos de desove, uno ocurrido de diciembre de 1979 a enero de 1980 y de abril a mayo de 1980 para los organismos hembras y de julio a septiembre y de diciembre de 1979 a enero de 1980 para los organismos machos. Como se nota las temporadas de desove para machos y hembras - obtenidas a través de este método, coinciden solamente en el desove de invierno. Pero si se observan las gráficas de la figura 20, se encuentra que existieron fluctuaciones menores en julio y agosto de 1979, para los organismos hembras y en abril y mayo de 1980 en los organismos machos, lo que puede indicar que los desoves ocurridos en estos períodos no fueron significativos y por lo tanto no se reflejaron en el peso de la gonada, lo que produjo solamente decrementos menores en el índice gonadal.

Se debe hacer notar que los cambios en dicho índice, aún si la gonada consistiera solo de gametos, representaría tan solo cambios en el número y en el tamaño, sin tomar en cuenta otros tipos celulares (Webber y Giese, 1969) lo que no permite la determinación precisa del estado de madurez ó de desove que presenta el organismo.

Sin embargo, los decrementos presentados en el índice gonadal en los organismos hembras están asociados con las épocas de desove determinados por el índice gonadal medio de Seed (correlación significativa al 95% de confianza) que muestran que al menos los períodos de desove de máxima intensidad sí pueden ser reflejados por el índice gonadal, como

una proporción gonada-carne.

En cambio, en los organismos machos la correlación entre los decrementos de ambos índices resultó negativa, probablemente debido a que los organismos machos no presentaron esta días avanzados de desove y por tanto la pérdida de material gamético fue pequeño. Así, cuando se estimó el índice gonadal los decrementos presentados en los desoves no llegaron a ser significativos.

Se puede decir finalmente, que el índice gonadal proporcionó una idea bastante aproximada de los períodos de desove, en los organismos hembras, ya que los ubicó en los mismos me ses que los registrados por el análisis histológicos.

5.3.- INDICE DE CONDICION.-De acuerdo a Baird (1958), las va riaciones estacionales del índice de condición están relacionadas con el ciclo reproductivo de los bivalvos. La condición de las partes vivas del organismo en calidad y peso durante la etapa de reposo y de gametogenesis, es mayor que a aquellas que se presentan después de un desove.

Los organismos hembras mostraron dos decrementos signifi cativos en los valores promedio del índice de condición, en los meses de diciembre a enero y de abril a mayo de 1980, los cuales están relacionados con los períodos de desoves más intensos. En cambio en el desove de julio y agosto no se re gistro un decremento significativo en los valores del índice de condición, debido probablemente a que en estos meses la disponibilidad de alimento alcanzó un máximo (Rosas M. S., comunicación personal) y por tanto, la condición de los orga nismos no se vió muy afectada por los desoves en estos meses.

El índice de condición de los organismos hembras mostró una correlación significativa con el índice gonadal medio de

Seed, y al igual que el índice gonadal, proporciona una información aproximada de las temporadas de desove de mayor intensidad.

El índice de condición de los organismos machos presentó un decremento significativo en los meses de diciembre y enero el cual está relacionado con el período de desove detectado a través de los análisis histológicos, mientras que los períodos de desove de julio y agosto de 1979 y abril y mayo de 1980 no parecieron afectar significativamente la condición de estos organismos. Esto puede deberse a que los individuos machos no liberaron completamente sus gametos durante los desoves y la condición de estos no se ve tan seriamente afectada y por tanto, no se registraron decrementos significativos en el índice de condición.

El índice de condición de los machos y de las hembras presenta fluctuaciones en los meses de septiembre a noviembre (fig. 21 a, b), las cuales pueden explicarse en base a lo señalado por Hickman e Illingworth (1980), que los cambios en la condición de los mejillones resultan de las complejas interacciones de una variedad de factores como alimentación, temperatura y salinidad y que esta complejidad puede ser la causa de los resultados tan variables en el estudio de la condición de los bivalvos.

Debido a que existen fluctuaciones en el índice de condición de los organismos machos las cuales no están relacionadas con las temporadas de desove y a que no existe una correlación entre los decrementos significativos del índice de condición y los decrementos del índice gonadal medio de Seed, se considera que el índice de condición no proporciona una información clara de las temporadas de desove de estos organismos.

5.4.- TEMPORADAS DE DESOVE.- Se encontró que los períodos de desove de mayor intensidad de los mejillones analizados en el presente estudio coinciden con lo descrito por algunos otros autores que han trabajado con la misma especie. Lo ilustra la fig.22 tomada de Suchanek(1978) a la que se le ha anexado la información de otros autores y los resultados del presente estudio.

Como se observa en dicho cuadro, existen variaciones en la ubicación y definición de las temporadas de mayor intensidad en el desove en las diferentes localidades. Sin embargo varias de estas investigaciones coinciden en que presentan desoves durante todo el año, con intensidades máximas en ciertos períodos.

La variabilidad encontrada entre los períodos de desoves, puede ser debida a que éstos son inducidos por una combinación de factores genéticos y ambientales, cuya interacción puede variar de una localidad a otra y dentro de una misma localidad estacionalmente, lo que produce variaciones anuales en la iniciación e intensidad de los desoves para una misma localidad y para localidades diferentes (Young, 1942, 1945, 1946; Elvin, 1974; Griffiths, 1977).

Los desoves máximos ocurridos en julio-agosto de 1979, diciembre de 1979 -enero de 1980 y abril y mayo de 1980 en el ejido Eréndira, pueden ser el resultado de las condiciones prevalecientes en la zona, dado que esta área presenta surgencias durante todo el año, con intensidades máximas entre marzo y agosto (Hemingway, 1979; Chávez, 1975) lo que produce el enriquecimiento de las aguas superficiales de la zona, con posteriores explosiones de fitoplancton y zooplancton, además de cambios bruscos en la temperatura superficial. Rosas, M.N. (comunicación personal), reportó para esta zona,

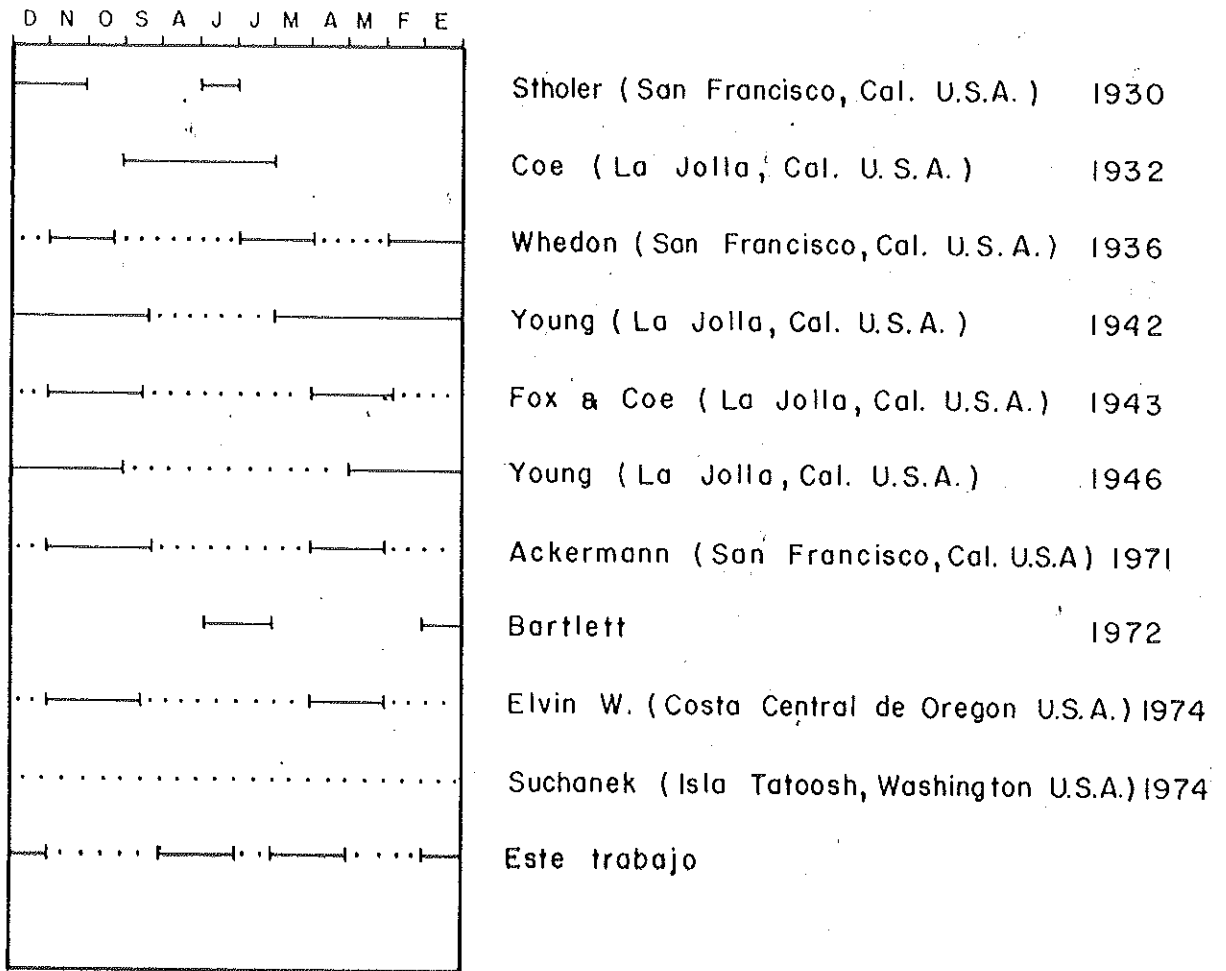


Fig. 22 - SUMARIO DE LITERATURA CON DATOS DE EPOCAS DE DESOVE DE Mytilus californianus. LAS LINEAS CONTINUAS INDICAN DESOVES DE MAYOR INTENSIDAD. LOS PUNTOS, LOS DESOVES DE MENOR INTENSIDAD.

durante los mismos meses de estudio, condiciones favorables de alimentación, con máximos de dinoflagelados en julio y agosto de 1979. Aldeco y Fernández (1981), encontraron máximos de fitoplancton en marzo de 1980 y rangos de temperatura muy amplios durante el verano y el otoño, con máximos en septiembre de 1979 y mínimos en abril de 1980.

Con respecto a la alimentación se ha demostrado que una inmediata disponibilidad de alimento, puede ser de suma importancia en la maduración de los mejillones, ya que éstos no almacenan grandes reservas en el manto y presentan una regeneración intermitente de la gonada (Griffiths, 1977).

Una vez que el organismo ha alcanzado su madurez gonadal, diversos estímulos pueden desencadenar el desove. Se ha encontrado en el laboratorio, que los choques mecánicos, cambios bruscos en la temperatura, temperaturas elevadas, la fricción de un mejillón sobre otro, la presencia de gametos maduros en el medio, pueden ser algunos de ellos (Young, 1945; Walne, 1964).

Sin embargo, la determinación exacta de los factores que inducen los desoves en las poblaciones naturales de los bivalvos, no se ha concluido (Chipperfield, 1953; Seed, 1975).

6.- CONCLUSIONES.

i) Los mejillones de la especie Mytilus californianus de 9.0 - 10.9 cm de longitud que habitan la zona infralitoral del ejido Eréndira, presentaron desoves durante todo el año, con períodos de intensidad máxima en julio y agosto, diciembre y enero y abril y mayo, tanto machos como hembras.

ii) Los decrementos significativos que presentaron el índice de condición y el índice gonadal en los individuos hembras, señalaron los desoves de mayor intensidad de estos organismos.

iii) El índice de condición e índice gonadal de los organismos machos, no proporcionó una información clara de las temporadas de desove.

## 7.- RECOMENDACIONES.

Dado que este trabajo proporciona, a partir de análisis histológicos, información sobre las temporadas de desove de Mytilus californianus en las costas de Baja California, se recomienda:

- i) estudios continuos y con duración de dos a cuatro años, dadas las variaciones anuales y estacionales en las temporadas de desove en una misma localidad y en localidades diferentes.
- ii) que los intervalos de muestreo sean de una a dos semanas, al menos en las épocas de mayor intensidad en el desove debido a que algunos estadios reproductivos no fueron observados en el presente estudio, lo que permitirá conocer con mayor detalle, algunos procesos en la maduración y en el desove de estos organismos.
- iii) la realización de estudios que se avoquen a determinar otros aspectos, tales como: edad de primera madurez, longitud mínima de desove, fecundidad, hermafroditismo.
- iv) el análisis histológico de las gonadas de organismos de longitudes superiores e inferiores a las del presente trabajo, para conocer si el comportamiento reproductivo es similar en toda la población.

En caso de no contarse con el equipo necesario para el análisis histológico, se aconseja la determinación del índice gonadal, para establecer las temporadas de desove de mayor intensidad en los organismos hembras de 9.0 - 10.9 cm de longitud.

No se recomienda la utilización del índice de condición como un indicador de los períodos de mayor intensidad en el desove, de los mejillones de 9.0 - 9.9 cm de longitud.

## 8.- REFERENCIAS

- ALDECO, J. y E. Fernández. 1981. Estudio de algunos parámetros hidrológicos en una zona costera del ejido Eréndira, B.C. Tesis U.A.B.C. Escuela Superior de Ciencias Marinas. Ensenada, B.C.
- BAIRD, R.H. 1958. Measurements of condition in mussels and oysters. J. Cons. Comm. Int. Explr. Mar., 23(2): 249 - 257.
- BARDACH, J.E., Ryther J.H., & W.O. McLarney. 1972. "Aquaculture; the Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organism". Wiley - Interscience, 868 pp.
- CHAVEZ, M.C. 1975. Algunas condiciones de surgencias durante la primavera de 1974, para el área adyacente a Punta Banda, B.C. Tesis U.A.B.C. Escuela Superior de Ciencias Marinas. Ensenada, B.C.
- CHIPPERFIELD, P.N.J. 1953. Observations on the breeding and settlement of Mytilus edulis L., in British waters. J. mar. biol. Ass. U. K. 32, 449 - 476.
- COE, W.R. y D.L. Fox. 1942. Biology of the california sea-mussel (Mytilus californianus) I. Influence of temperature, food supply, sex and age on the rate of growth, Jour. Exp. Zool. 90(1): 1 - 30.
- ELVIN, W.D. 1974. Oogenesis in Mytilus californianus. Ph. D. Dissertation. Oregon St. University 1975, 182 pp. Diss. Abs. 35(7): 3477-B, 1975. Order No. 74-29, 713.
- GALTSOFF, P.S. 1961. Physiology of Reproduction in Molluscs. Am. Zoologist. 1: 273 - 289.
- GRIFFITHS, J.R. 1977. Reproductive cycles in littoral population of Choromytilus meridionalis (Kr.) and Aulacomya ater (Molina) with a quantitative assesment of gamete production in the former. J. Explr. mar. Biol. Ecol. 30: 53 - 71.

- HEMINGWAY, G.T. 1979. A description of California Current Ecosystem by factor analysis. CALCOFI Rep., Vol XX 164-183.
- HEWATT, W.G. 1935. Ecological succession in the Mytilus californianus habitat, as observed in Monterey Bay, California. Ecology, 16: 244-251.
- HICKMAN, W.R. y J. Illingworth. 1980. Condition cycle of Green-Lipped mussel Perna canaliculus in New Zealand. Marine Biology 60: 27 - 38.
- HINES, A.H. 1979. Effects of a thermal discharge on Reproductive cycles in Mytilus edulis and Mytilus californianus (Mollusca: Bivalvia). Fish. Bull. 77(2): 498 - 503.
- HRS-BRENKO, M. 1972. Relationship between reproductive cycle and Index of Condition of mussel, Mytilus galloprovincialis in the Northern Adriatic Sea, Stud. Rev. GFCM. 52: 47 - 52.
- IVERSEN, E.S. 1972. Cultivos marinos: Peces, Moluscos y Crustáceos. Ed. Acribia. pág. 132-139.
- JOINER, T. y J. Spinelli. 1969. Mussels: A potential source of high quality protein. Comm. Fish. Rev. 32: 8-9.
- MOORE, R.D. y D.J. Reish. 1964. Studies on the Mytilus edulis community in Alamitos Bay, California. IV. Seasonal variation in gametes from different regions in the Bay. The Veliger. 11(3): 250-255.
- SASTRY, A.N. 1966. Temperature effects in reproduction of the Bay scallop Aequipecten irradians Lamarck. Biol. Bull. 130: 118-134.
- SEED, R. 1969. The ecology of Mytilus edulis L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. I. Breeding and settlement. Oecolog. 3(3/4): 277-316.
- SEED, R. 1975. Reproduction in Mytilus (Mollusca: Bivalvia) in European waters. Pubbl. Stazz. Zool. Nap. 39 Sup. 317-334.

- SIEGEL, S. 1979. Estadística no paramétrica. Ed. Trillas. 5ª reimpresión pp. 143-154, 245-255.
- STOHLER, R. 1930. Beitrag zur kenntniss des gesehtszyklus von Mytilus californianus Conrad. Zool. Anz. 90: 263-268. (Citado en Elvin, 1974).
- SUCHANEK, T.H. 1978. The Mytilus californianus community: Studies on the composition of a mussel bed. Ph. Dissertation Washington State University, Seattle.
- WALNE, P.R. 1964. The culture of marine bivalve larvae. In Physiology of Mollusca. Vol. I, Edited by K.M. Wilbur & C.M. Yonge, Academic Press. London, pp. 197-210.
- WEBBER, H.H. y A.C. Giese. 1969. Reproductive cycle and gametogenesis in the black abalone Haliotis cracheroidii (Gastropoda: Prosobranchiata) Marine Biology 4: 152-159.
- WHEDON, W.F. 1936. Spawning habits of the mussel Mytilus californianus, Conrad. Univ. Calif. Publs. Zool. 41: 35-44.
- YOUNG, R.T. 1942. Spawning season of the california mussel Mytilus californianus. Ecology 23: 490-492.
- YOUNG, R.T. 1945. Stimulation of spawning in the mussel Mytilus californianus. Ecology 26(1): 58-69.
- YOUNG, R.T. 1946. Spawning and setting season of the mussel Mytilus californianus. Ecology 27(4): 354:363.

BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA

