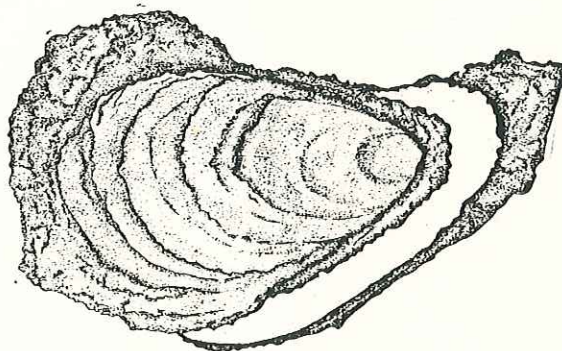


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS.

"DESCRIPCION DE EL DESARROLLO GONADICO EN Crassostrea gigas
(OSTION JAPONES) DE CAMPO Y LABORATORIO"



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
O C E A N O L O G O
PRESENTA
MARINA EVA HERNANDEZ GONZALEZ

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.

JULIO DE 1989.

RESUMEN

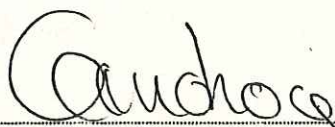
En el presente trabajo, se llevó a cabo una descripción del desarrollo gonádico de dos muestras de Crassostrea gigas. Una proveniente de la Bahía San Quintín Baja California y la otra de ostiones mantenidos en el laboratorio a temperatura ambiente y con un suplemento alimenticio según método de Ewart (1982) y de aleidón de maíz de acuerdo a Haven (1965). El estudio fué realizado para el periodo de marzo 1984 - enero 1985. Se empleó el método histológico para determinar el desarrollo gonádico. Los resultados mostraron una similitud en el desarrollo de la gónada entre ambas muestras, presentándose la actividad gamética en marzo. En mayo la gametogénesis se presentó muy avanzada. A finales de junio el mayor porcentaje de organismos se encontraban maduros. El desove se registró a partir de junio, continuando hasta octubre. La reabsorción de la gónada se observó a partir de agosto prosiguiendo hasta enero. La indiferenciación en la gónada se dió principalmente en noviembre transcurriendo en los siguientes meses. En ambos grupos se presentó un caso de hermafroditismo. La proporción de hembras-machos para el campo fué aproximadamente 1:1 y para el laboratorio 2:1.

"DESCRIPCION DE EL DESARROLLO GONADICO EN Crassostrea edulis
(OSTION JAPONES) DE CAMPO Y LABORATORIO"

T E S I S
QUE PRESENTA

MARINA EVA HERNANDEZ GONZALEZ

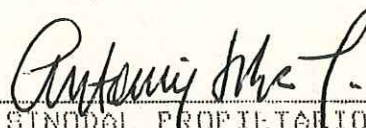
APROBADO POR:



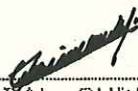
~~PRESIDENTE DEL JURADO~~
OCEAN, VICTOR GENDROP FUNES



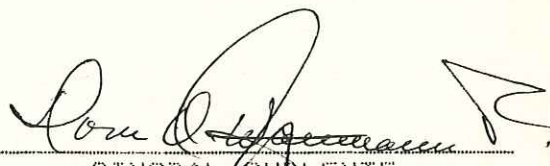
SINODAL PROPIETARIO
M.C. FRANCISCO LEY LOU



SINODAL PROPIETARIO
M.C. ANTONIO SILVA LOERA



SINODAL SUPLENTE
M.C. GUILLERMO TORRES MOYE



SINODAL SUPLENTE
BIOL. DORA WAUMANN ROJAS

AGRADECIMIENTOS

Al Ocean. Victor Gendrop Funes por la dirección de esta tesis y por haber creído siempre en mí.

Al M.C. Francisco Ley Lau, M.C. Antonio Silva Loera, M.C. Guillermo Torres Moya y a la Biol. Dora Waumann Rojas, por la revisión del manuscrito como por sus importantes críticas.

A la Biol. Olivia Tapia Vázquez quien al brindarme sus valiosas asesorías y dedicación de su tiempo, facilitó la realización de este trabajo.

Al Centro Regional de Investigaciones Pesqueras, del Instituto Nacional de Pesca, en especial a los integrantes del laboratorio de Histología, por haberme facilitado realizar parte del trabajo.

Al departamento de Informática por la importante ayuda en la elaboración del escrito, en especial a Hugo Hernández López, Martín Rosas Morales y al Ing. David Urzua Beltran, por su paciencia.

A Ramón Moreno Castillo, al Ocean. Sergio Pou Alberó y a Antonio Ramírez Campos por la colaboración en las ilustraciones.

Al Instituto de Investigaciones Oceanológicas, por su apoyo en la realización de esta tesis.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

A todos mis amigos y compañeros.

A MI MADRE
MARINA

A LA MEMORIA DE MI PADRE
SALVADOR

A MI HERMANO Y AMIGO
MARTIN

Y

A MI AMIGA
NORA

"La única manera de descubrir los límites de lo posible es
aventurarse un poco más allá de ellos, hacia lo imposible."

A. Clarke

CONTENIDO

1.--INTRODUCCION.....	1
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Objetivo.....	7
2.--MATERIALES Y METODOS.....	9
2.1 Proceso Histológico.....	11
3.--RESULTADOS.....	13
4.--DISCUSION.....	30
5.--CONCLUSIONES.....	38

6. --RECOMENDACIONES	39
----------------------	----

7. --LITERATURA CITADA	41
------------------------	----

LISTA DE TABLAS

- TABLA I.- Número de ejemplares, fecha y frecuencia de sexos de Crassostrea gigas muestreados del campo. _____ 14
- TABLA II.- Fases gonádicas de Crassostrea gigas del campo, expresadas en porcentajes en el período de estudio de marzo 1984 - enero 1985. _____ 15
- TABLA III.- Número de ejemplares, fecha y frecuencia de sexos de Crassostrea gigas del laboratorio. _____ 17
- TABLA IV.- Fases gonádicas de Crassostrea gigas del laboratorio, expresadas en porcentajes en el período de estudio de marzo 1984 - enero 1985. _____ 18

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.- Localización de la Bahía San Quintín y área de cultivo (▲). _____ 10
- FIGURA 2.- Distribución de las fases gonádicas de Crassostrea gigas del campo (Marzo 1984-Enero 1985). _____ 16
- FIGURA 3.- Distribución de las fases gonádicas de Crassostrea gigas del laboratorio (Marzo 1984-Enero 1985). _____ 19
- FIGURA 4.- A) Representación de la fase indiferenciada de la gónada donde se observa abundante tejido conectivo. B) Ejemplar hermafrodita, predominantemente macho. Los gametos femeninos se encuentran en gametogénesis con ovogonias y ovocitos en crecimiento adheridos a la pared folicular. Los gametos masculinos se encuentran en la fase de madurez con los espermatozoides dirigidos hacia la parte

central del folículo, apreciándose aún
abundante tejido conectivo. _____ 20

FIGURA 5.-A) Representación de la gametogénesis de la
gónada en un ejemplar hembra en las
primeras etapas del desarrollo de los gametos.
Se muestran ovogonias en desarrollo adheridas
a la pared folicular. B) Ejemplar macho en
proceso de gametogénesis. Se observa gran
actividad gamética en las paredes de los
folículos donde proliferan los
espermatogonios. _____ 22

FIGURA 6.- A) Ejemplar hembra en maduración con ovogonias
adheridas a la pared del folículo. Se
aprecian ovocitos en crecimiento y ovocitos
libres. B) Ejemplar macho en maduración. Se
observa actividad gamética del epitelio
germinal y espermatozoides orientados hacia el
centro del folículo. _____ 23

FIGURA 7.- A) Ejemplar hembra madura. Se aprecian gran cantidad de ovocitos libres dirigidos hacia la luz del folículo. B) Ejemplar macho maduro. Los espermatozoides se encuentran distribuidos hacia la luz del folículo listos para la liberación. _____ 25

FIGURA 8.- A) Ejemplar hembra en desove parcial. Se aprecian ovocitos libres hacia la luz del folículo presentándose los folículos colapsados. B) Ejemplar macho con liberación parcial. Se observan los espermatozoides orientados hacia la luz del folículo. _____ 27

FIGURA 9.- A) Ejemplar hembra en postdesove de la gónada. Se aprecian los folículos colapsados con restos de ovocitos en proceso degenerativo. B) Ejemplar macho con reabsorción de la gónada. Se observan espermatozoides residuales en citólisis. _____ 29

1.- INTRODUCCION

Desde tiempos antiguos el mar ha sido proveedor de una gran variedad de organismos, que han formado y siguen formando una importante fuente de alimento para el hombre. De entre la gran variedad de los recursos marinos importantes se encuentra el ostión, que atrajo la atención de pueblos de Asia y Europa que lo colectaban de los bancos naturales, pero dada la demanda por este recurso hubo la necesidad de implementar el cultivo del ostión desde la época de los romanos (Yonge, 1960). Sin embargo la explotación excesiva, aunada a la contaminación han traído como consecuencia la reducción ó agotamiento de los bancos ostrícolas en varios lugares del mundo (Bardach, 1972).

En nuestro país encontramos que muchas poblaciones de ostiones han disminuido notablemente, reflejándose en la predominancia de ostras juveniles en la captura comercial, o bien, la desaparición de los bancos en su medio natural (Lizárraga, 1970).

El potencial ostrícola en México es enorme, pues existen alrededor de un millón y medio de hectáreas de ambientes estuarinos favorables para su desarrollo y en

donde crecen toda clase de ostras, desde las del género Ostrea hasta el Crassostrea (Ramírez y Sevilla, 1965).

Crassostrea gigas u ostión japonés, es de las especies de ostión de importancia comercial, introducidas primeramente a las costas del Pacífico Norteamericano en 1902 (Korringa, 1976). Posteriormente, a las costas de Baja California en 1973 en la Bahía de San Quintín (Islas, 1976).

Inicialmente se tenían que importar de Estados Unidos la totalidad de las larvas fijadas en conchas madre, pero actualmente en Baja California se es autosuficiente en aproximadamente un 70% de la producción (Cabrera, 1987).

Observando el grán interés que existe por conservar la especie e incrementar la producción en diferentes regiones del mundo y en el país, se tratan de implementar métodos de cultivo. Así, el desarrollo del ostricultivo ha implicado una serie de investigaciones sobre la biología del organismo para conocer mejor el comportamiento del organismo como respuesta al medio ambiente en que viven, teniendo como propósito fundamental un mejor control y aprovechamiento del recurso.

1.1. ANTECEDENTES

El efecto de los factores ambientales en los ostiones de diferentes especies, ha sido un punto importante para conocer la biología del ostión. Los factores ambientales junto con la geografía influyen en el desarrollo gonadal. Los más significativos son: la temperatura, las altas salinidades, la alimentación, la profundidad y la contaminación (Loosanoff y Engle, 1942; Loosanoff, 1949; Perusko, 1970; Joseph y Madhyasta, 1984).

En México Rogers y García (1981), en Laguna de Términos, Campeche, determinaron en Crassostrea virginica las condiciones más favorables para la época de reproducción en esa área, basándose en el efecto de los factores ambientales. Consideraron que éstos estudios resultan de primordial importancia en ostricultivos, pues permiten establecer tablas anuales acerca de las épocas por las que atraviesan las diferentes fases hasta su maduración.

Berg (1949), hizo un estudio comparativo del desarrollo gonadal de Crassostrea virginica y Crassostrea gigas de diferentes áreas geográficas, encontrando la relación que existe con la variación de las condiciones del medio ambiente y las características específicas de

cada especie, confirmando lo que sugiere Giese (1959), que dependiendo de la latitud existen variaciones en la frecuencia y duración del ciclo reproductivo.

Cuevas y Martínez (1979) en San Blas, Nayarit, compararon el desarrollo gonádico de Crassostrea corteziensis, Crassostrea palmula y Crassostrea iridescens, encontrando en las dos primeras especies un marcado paralelismo en el desarrollo, éstas provienen de una misma área, la tercera especie sigue un comportamiento notablemente diferente y es oriunda de una área distinta.

Sobre el efecto de la temperatura en el desarrollo gonadal Loosanoff y Nomejko (1951), observaron a Crassostrea virginica de diferentes áreas geográficas. Se encontró que la temperatura está directamente relacionada con la actividad gamética y el desove. En estudios hechos por Loosanoff y Davis (1952) para Crassostrea virginica mantenidos en el laboratorio, este hecho se confirmó. Indujeron a la proliferación y anastomosis de los folículos gonadales con el incremento de la temperatura, siendo posible obtener desoves fuera de la estación de crianza. Wilson et al (1985), encontraron que el índice de gametogénesis es proporcional a la temperatura.

Sobre el efecto de la salinidad del agua de mar, Berg (1969) encontró que puede influir en el desarrollo gonadal

de los ostiones. Las bajas salinidades se ha visto que inhiben a la gametogénesis, atribuyendo ese efecto a la disminución del alimento disponible debido a la baja concentración de salinidad (Butler, 1949, citado por Rogers y García, 1981).

Haven (1965), en el aspecto nutricional, observó la importancia del empleo de un suplemento alimenticio de almidón, suministrado a una cierta concentración con un flujo de agua de mar sin filtrar. Observó que esto puede tener efectos en el peso del organismo. El flujo de agua de mar sin filtrar puede proporcionar nutrientes y sustancias necesarias para el desarrollo de la concha y la carne. A un menor flujo puede afectar al organismo por la limitación de la cantidad de nutrientes disponibles en el volumen del agua fluyendo sobre los ostiones.

Se ha visto, que la disponibilidad de alimento así como la calidad de éste, tiene efectos importantes en el metabolismo del organismo logrando que tenga un estado fisiológico favorable para el posterior desarrollo gonadal e incrementar el crecimiento y sobrevivencia larval (Helm et al, 1973).

Lannan et al (1980) y Lannan (1980b), observaron en Crassostrea gigas que la alta temperatura ambiental combinada con un suplemento alimenticio durante el período

de acondicionamiento, puede influir positivamente en la producción de gametos.

Posteriormente Muranaka y Lannan (1984), estudiando a Crassostrea gigas bajo condiciones controladas de temperatura, salinidad y alimentación, determinaron que son factores que influyen en el desarrollo gonadal.

En cuanto a estudios sobre la sexualidad del ostión Anemiy (1929), encontró que los ostiones adultos de Crassostrea gigas pueden cambiar de sexo durante el intervalo de tiempo entre las dos estaciones de crianza. Coe (1943) menciona que el sexo del organismo puede cambiar durante el invierno, cuando se encuentra en su etapa indiferenciada y posteriormente inicia el proceso de gametogénesis. El tipo de gametos que se producen va a depender del estado fisiológico del ostión, indicando que las hembras requieren mejores condiciones nutricionales para desarrollar sus células sexuales.

Sobre el hermafroditismo se menciona que es una condición rara en el género Crassostrea. En poblaciones de ostiones adultos solo se ha encontrado que el 1% presenta hermafroditismo. Se piensa que corresponden probablemente a un hermafrodita funcional (Coe, 1934; Berg, 1969).

Entre los estudios más recientes en México para Crassostrea gigas en cuanto a su desarrollo gonadal se encuentra el realizado por Acosta-Ruiz (1985) en Bahía San Quintín, Baja California. En su estudio analizó el factor de condición de una población, reportando que el factor de condición más alto se presentaba en el estadio de madurez y el factor más bajo en otros estadios gonadales. Otro estudio para la misma especie fué hecho por Paniagua (1988), en Bahía San Quintín, Baja California, quién observó en dos poblaciones de Crassostrea gigas de dos áreas distintas los siguientes aspectos: el ciclo reproductivo, el período de desove y la proporción de sexos. En cuanto al ciclo reproductivo encontró que era anual con desoves de julio a octubre, postdesoves de noviembre a diciembre y para una de las poblaciones la gametogénesis y maduración ocurrió durante el período de abril a julio. En la otra población se extendió de enero a septiembre.

1.2. OBJETIVO

Ampliar la información en el aspecto biológico sobre Crassostrea gigas de la región de Baja California.

Análisis descriptivo de la evolución gonádica anual en Crassostrea gigas (ostión japonés) proveniente de una

área de cultivo de Bahía San Quintín y mantenido en el laboratorio.

2.- MATERIALES Y METODOS

Los ejemplares del campo provienen de una área de cultivo en la Bahía San Quintín (fig. 1), correspondiendo las muestras de ostiones adultos a la especie Crassostrea gigas con un rango de longitud de 85 a 95 mm.

Otro grupo de ostiones adultos de la misma especie, provenientes de la misma zona, fué mantenido en el laboratorio del Instituto de Investigaciones Oceanológicas en el período de marzo de 1984 a enero de 1985. Los ostiones se colocaron en dos tanques de fibra de vidrio de 2.30m (largo) x 0.90m (ancho) x 0.15m (altura), cada tanque con 100 ostiones. En el laboratorio se les mantuvo con un sistema de flujo abierto. A cada tanque se le suministró un flujo de agua de mar sin filtrar a una razón de 140 ± 1 ml/min/seg según lo propuesto por Walne (1974) y a temperatura ambiente. El agua de mar fué enriquecida con Thalassiosira pseudonana, Isochrysis galbana combinadas en igual cantidad a una concentración de 200,000 a 300,000 células/ml, de acuerdo a Ewart (1982) y un suplemento de almidón de maíz a 13 ppm (partes por millón),

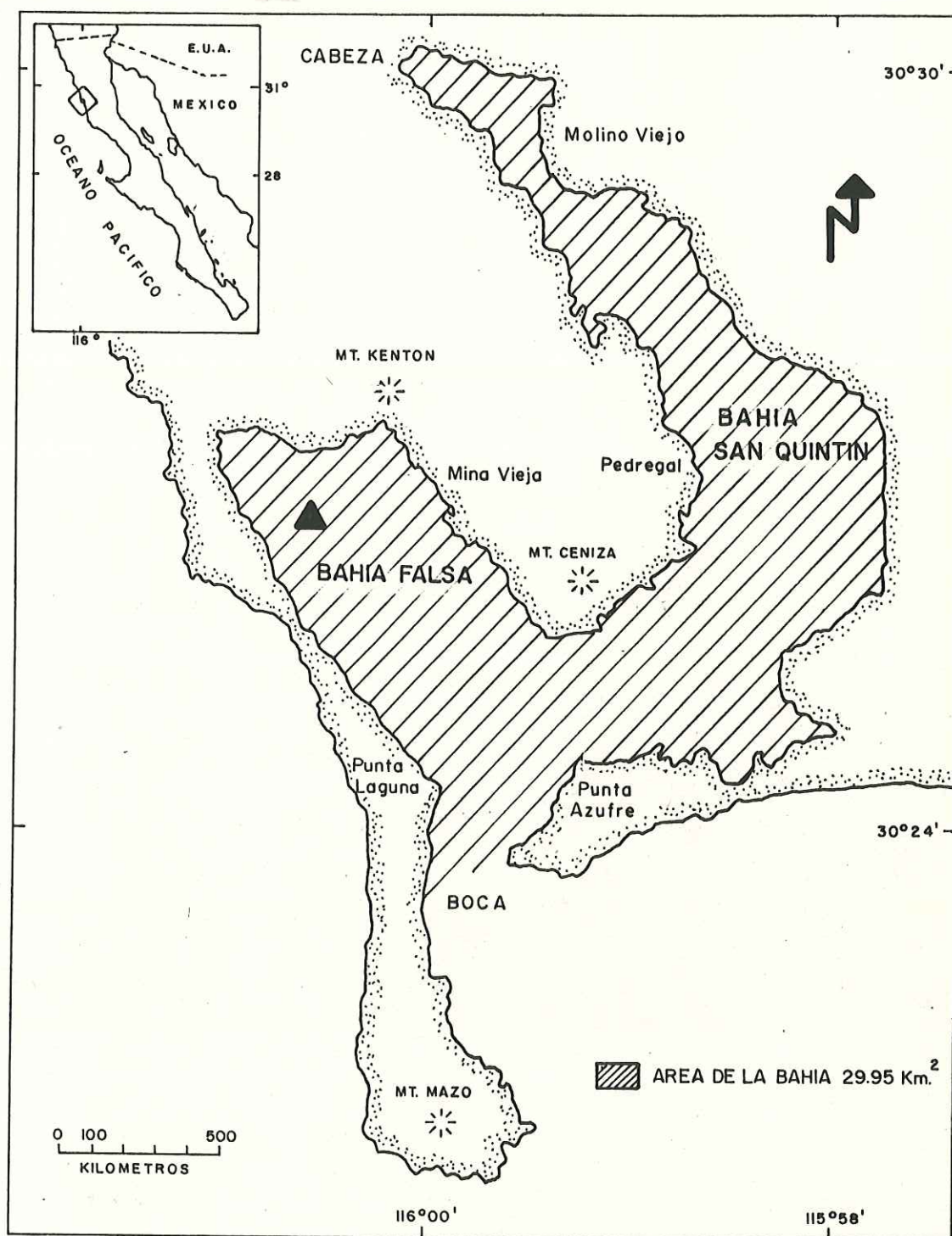


FIGURA 1 - LOCALIZACION DE LA BAHIA SAN QUINTIN Y AREA DE CULTIVO (▲).

concentración que estuvo dentro del rango usado por Haven (1965).

Las muestras de campo y laboratorio se obtuvieron mensualmente durante el periodo de tiempo de marzo de 1984 a enero de 1985, no siendo posible para el mes de diciembre. Cada muestreo consistió de 5 a 10 ejemplares.

2.1. PROCESO HISTOLOGICO

Los ostiones ya desconchados fueron fijados inmediatamente en solución Bouin. De la masa visceral se seleccionó una porción de la parte central. Posteriormente empleando un procesador automático de tejidos (Histo-Kinet II), las muestras fueron deshidratadas e incluidas en parafina siguiendo el método convencional de Humanson (1967) y Tapia (1984), con algunas modificaciones, quedando el método como sigue:

- i).-Deshidratación en alcohol de 70%, 80%, 90% y 100% durante 60 min. para cada concentración.
- ii).-Aclaración con dos baños de Xileno, cada uno por 15 min.
- iii).-Inclusión en parafina, dos baños de una hora cada uno.
- iv).-Inclusión definitiva en parafina con el aparato "Embedding Center Tissue-Tek II".

Para la obtención de los cortes de las muestras gonádicas a 7 micras de espesor, se empleó un microtomo de rotación marca

American Optical modelo 820. Los cortes antes de pasar al proceso de coloración fueron desparafinados. En la tinción se empleó el método Hematoxilina-Eosina y se montaron los cortes en resina sintética. Las observaciones se llevaron a cabo en un microscopio compuesto modelo Bausch y Lomb de contraste de fase. La determinación de las fases en el ciclo gonádico, se hizo basándose en las descripciones de Loosanoff (1942) y Leonard (1969), citados por Berg (1969) para Crassostrea virginica y Crassostrea gigas; Quayle (1969) para Crassostrea gigas; Stuardo y Martínez (1975) para Crassostrea corteziensis; Cuevas y Martínez (1979) para Crassostrea corteziensis, Crassostrea palmula y Crassostrea iridescens, reconociéndose en este trabajo cinco estadios.

3. RESULTADOS

El número de ejemplares por mes con la frecuencia de sexos, los valores porcentuales de las fases gonádicas y la distribución de las fases, se presentan en las tablas I, II y figura 2 para los del campo y en la tabla III, IV y figura 3, para los de laboratorio. La proporción de hembras-machos para los de campo fué aproximadamente 1:1 y para el laboratorio aproximadamente de 2:1.

A continuación se describen las características observadas que determinan a las cinco fases gonádicas y su aparición en el período de estudio en el campo y laboratorio.

Fase I, indiferenciada. Se caracterizó por la ausencia de células sexuales y una gran abundancia de tejido conectivo que separa a pequeños folículos con una delgada banda de epitelio germinal sin diferenciación de células gaméticas, por lo que no se pudo diferenciar el sexo (Fig. 4).

TABLA I - NUMERO DE EJEMPLARES, FECHA Y FRECUENCIA
DE SEXOS DE Crassostrea gigas DEL CAMPO.

FECHA	EJEMPLARES	HEMBRAS	MACHOS	HERMAFRODITAS	INDIFERENCIADOS
1984					
14 MAR	10	3	4	—	3
5 ABR	10	6	3	1	—
17 MAY	6	2	4	—	—
26 JUN	6	2	4	—	—
19 JUL	6	3	3	—	—
29 AGO	7	3	4	—	—
5 SEP	5	2	2	—	1
12 OCT	6	3	2	—	1
23 NOV	5	—	1	—	4
1985					
25 ENE	10	3	4	—	3
TOTALES	71	27	31	1	12
		38.02 %	43.66 %	1.43 %	17.14 %

TABLA II - FASES GONADICAS DE Crassostrea gigas DEL CAMPO EXPRESADAS EN PORCENTAJES EN EL PERIODO DE ESTUDIO DE MARZO 1984 - ENERO 1985.

FASES	1984										1985
	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	ENE.	
I	30 %						20 %	16.6 %	80 %	30 %	
II	70 %	100 %	83.3 %				20 %			30 %	
III			16.6 %	66.6 %	50 %						
IV				33.3 %	50 %	85.7 %	40 %	33.3 %			
V						14.2 %	20 %	50 %	20 %	40 %	

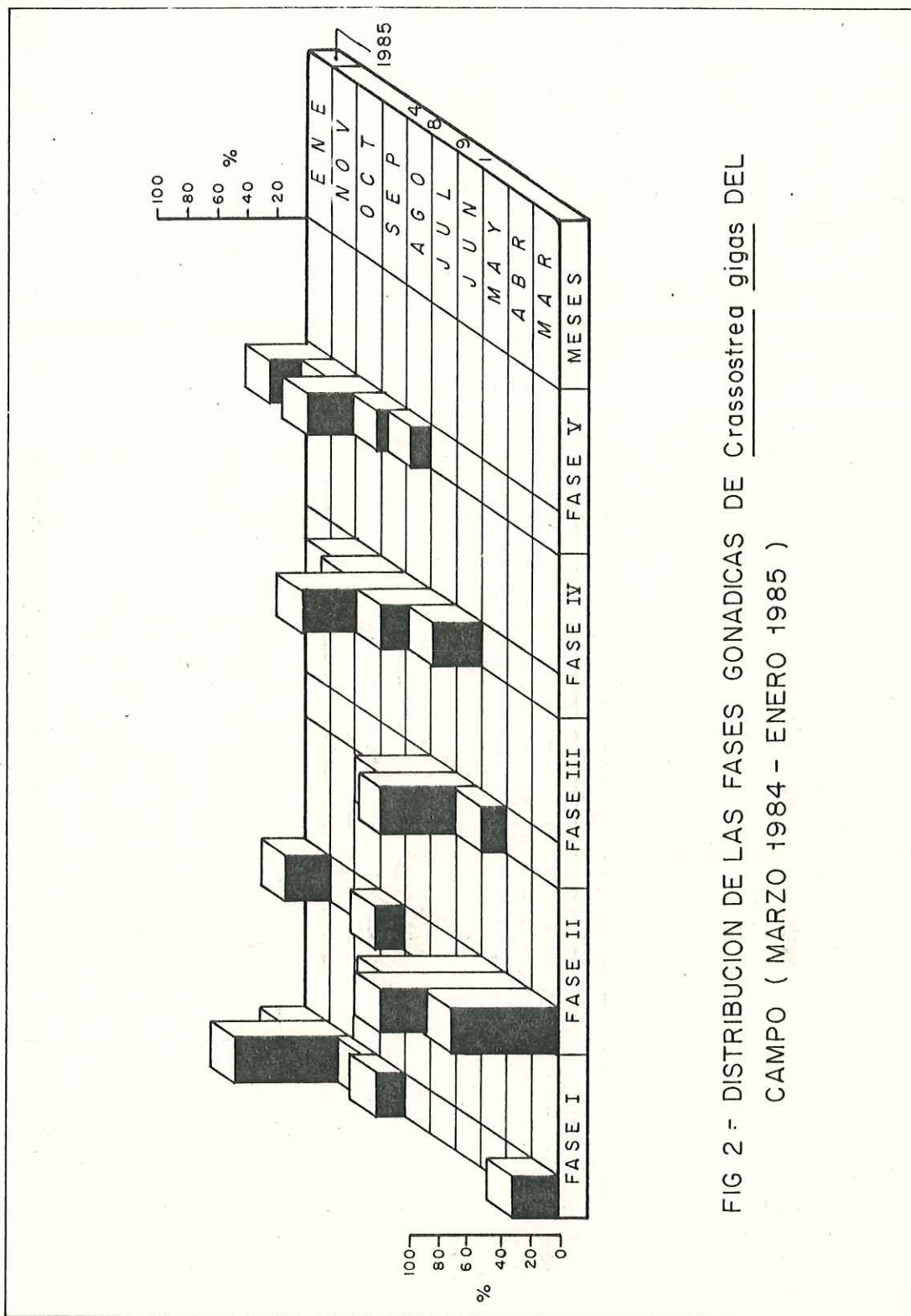


FIG 2 - DISTRIBUCION DE LAS FASES GONADICAS DE *Crassostrea gigas* DEL CAMPO (MARZO 1984 - ENERO 1985)

TABLA III- NUMERO DE EJEMPLARES, FECHA Y FRECUENCIA
DE SEXOS DE Crassostrea gigas DEL LABORATORIO.

FECHA	EJEMPLARES	HEMBRAS	MACHOS	HERMAFRODITAS	INDIFERENCIADOS
1984					
14 MAR	10	3	4	—	3
26 ABR	5	3	2	—	—
25 MAY	8	5	3	—	—
26 JUN	6	3	3	—	—
19 JUL	6	3	2	1	—
29 AGO	6	4	2	—	—
26 SEP	6	4	2	—	—
12 OCT	8	5	1	—	2
23 NOV	5	1	1	—	3
1985					
25 ENE	10	5	3	—	2
TOTALES	70	36	23	1	10
		51.42 %	32.85 %	1.42 %	14.28 %

TABLA IV- FASES GONADICAS DE Crassostrea gigas DEL
LABORATORIO, EXPRESADAS EN PORCENTAJES
EN EL PERIODO DE ESTUDIO DE MARZO 1984-
ENERO 1985 .

FASES	1984										1985
	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	ENE.	
I	30 %							25 %	60 %	20 %	
II	70 %	60 %	50 %	16.6 %	16.6 %					20 %	
III		40 %	50 %	66.6 %	33.3 %						
IV				16.6 %	50 %	83.3 %	50 %	25 %			
V						16.6 %	50 %	50 %	40 %	60 %	

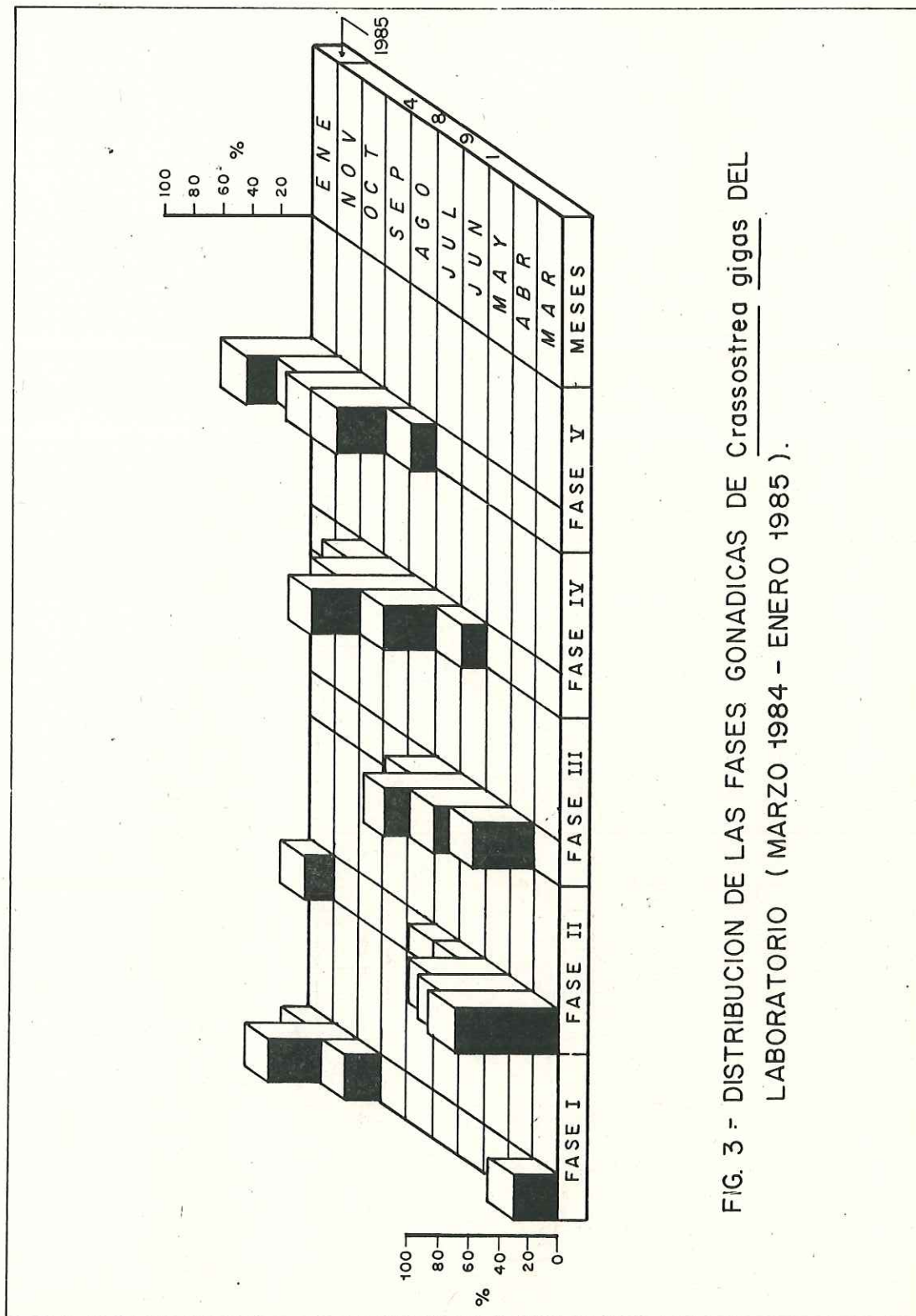


FIG. 3 - DISTRIBUCION DE LAS FASES GONADICAS DE *Crassostrea gigas* DEL LABORATORIO (MARZO 1984 - ENERO 1985).

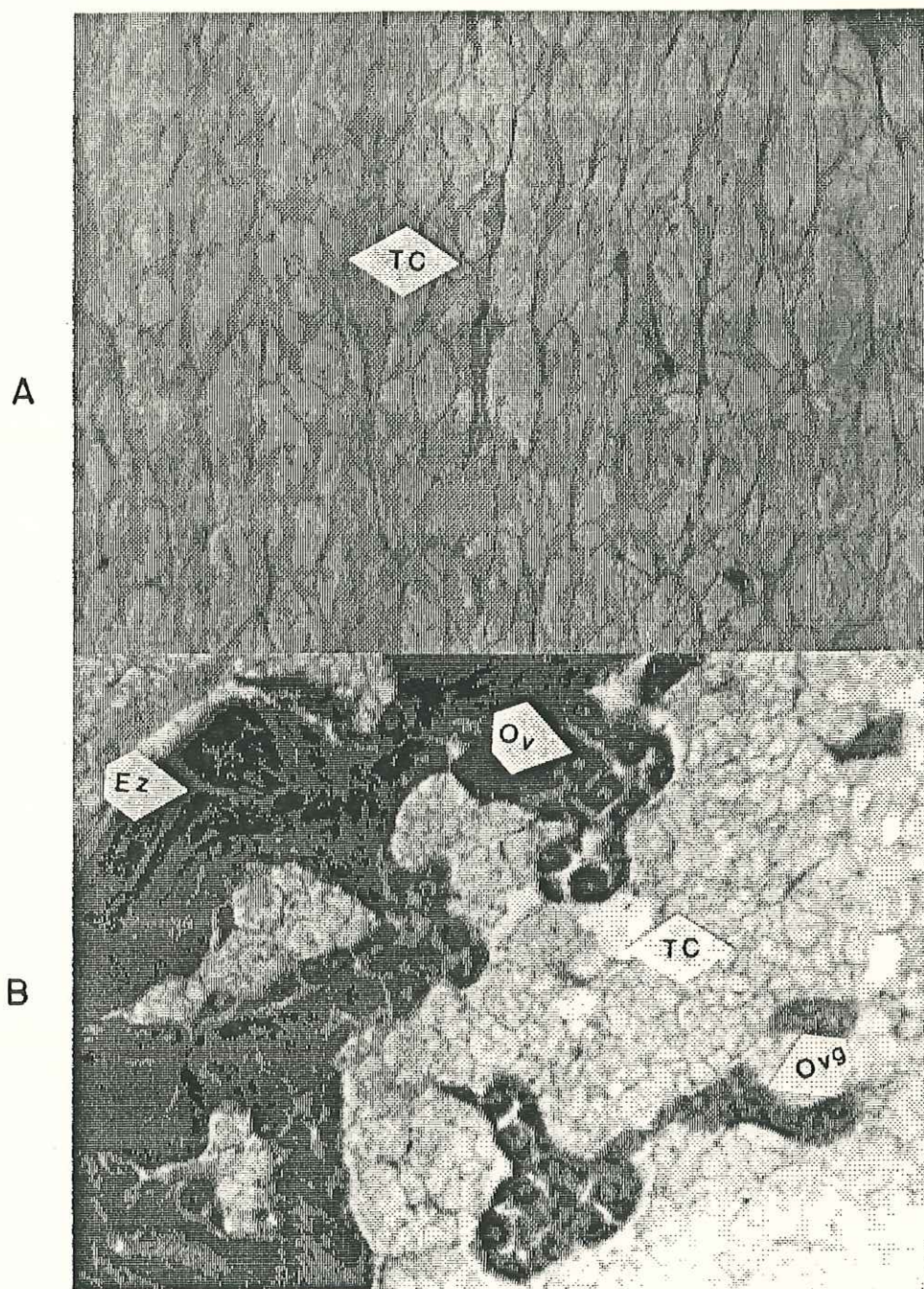


FIGURA 4.- A) Representación de la fase indiferenciada de la gónada donde se observa abundante tejido conectivo. B) Ejemplar hermafrodita, predominantemente macho. Los gametos femeninos se encuentran en gametogénesis con ovogonias y ovocitos en crecimiento adheridos a la pared folicular. Los gametos masculinos se encuentran en la fase de madurez con los espermatozoides dirigidos hacia la parte central del folículo, apreciándose aun abundante tejido conectivo. (TC) Tejido Conectivo; (Ov) Ovocitos; (Ez) Espermatozoides; (Ovg) Ovogonias. (X 10)

En los organismos del campo esta fase apareció principalmente desde septiembre de 1984 a enero de 1985, presentándose el mayor porcentaje (80%) en noviembre de 1984 (ver tabla II y fig. 2). Para los ostiones del laboratorio se observó la fase indiferenciada de octubre de 1984 a enero de 1985, teniendo el mas alto valor en noviembre con un 60% (ver tabla IV y fig. 3).

Fase II, gametogénesis. Se observó el incremento y ramificación de los folículos por la grán actividad gametogénica, acelerándose la maduración y proliferación de las células sexuales dentro de los folículos. También se encontraron células en diferentes estadios de desarrollo cerca de las paredes foliculares. Los ovocitos se encontraban pegados a las paredes foliculares dando la apariencia de pera, teniendo la parte mas angosta hacia la pared. Los espermatozoides se observaban orientados hacia la luz del folículo. El tejido conectivo entre los folículos empezaba a ser menos abundante, siendo reemplazado por el tejido gonádico. (Fig. 5 y 6)

En las muestras de campo esta fase se presentó en el período marzo-mayo de 1984 principalmente, con el índice porcentual más alto en abril (100%), volviendo a registrarse en el mes de septiembre de 1984 con un valor de 20% y en enero de 1985 con un 30% (ver tabla II y fig.

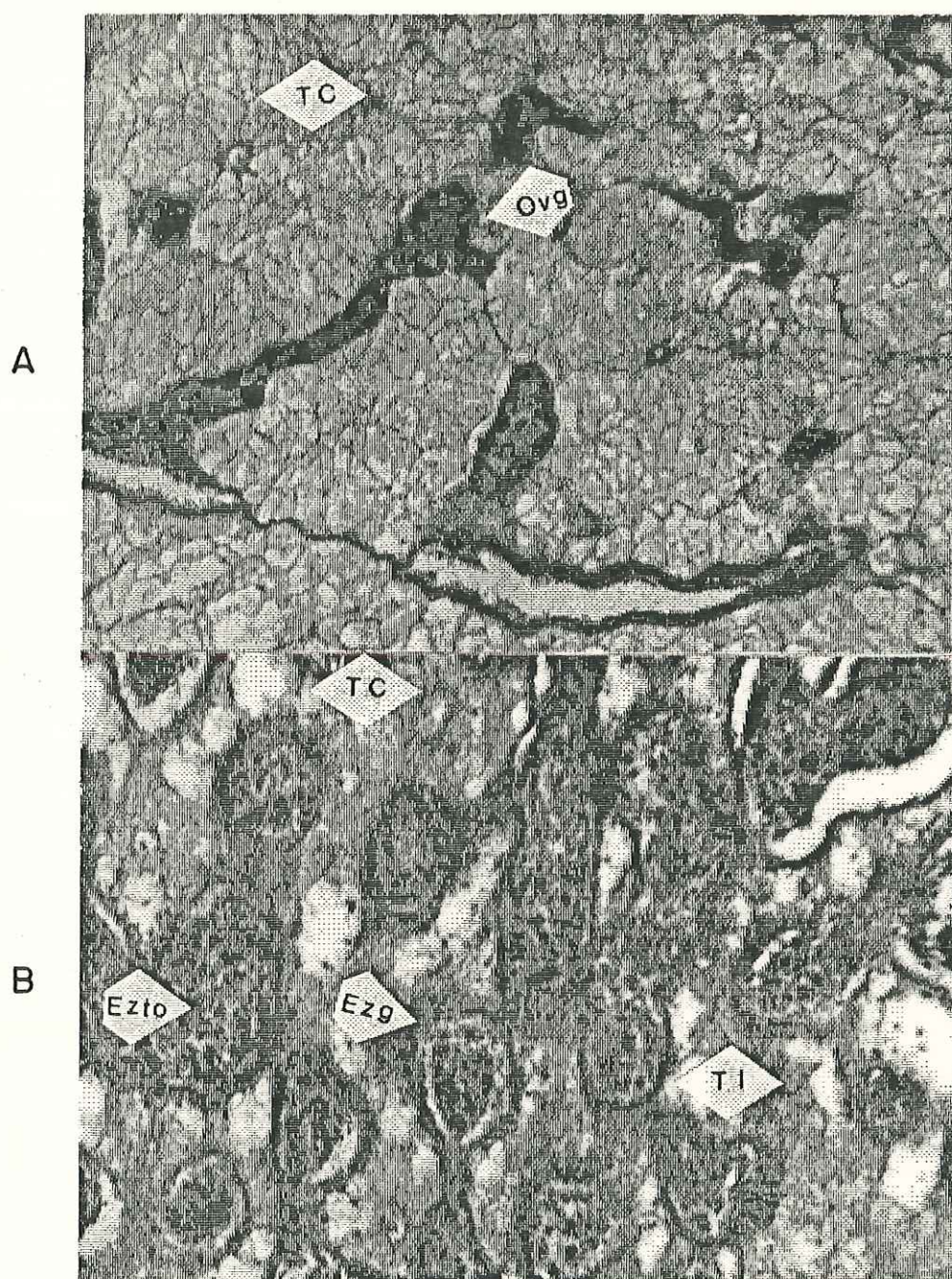


FIGURA 5.- A) Representación de la gametogénesis de la gónada en un ejemplar hembra en las primeras etapas del desarrollo de los gametos. Se muestran ovogonias en desarrollo adheridas a la pared folicular. B) Ejemplar macho en proceso de gametogénesis. Se observa gran actividad gamética en las paredes de los folículos donde proliferan los espermatogonios. (TC) Tejido Conectivo; (TI) Tejido Interfolicular; (Ezg) Espermatogonios; (Ezto) Espermatocitos. (X 10)

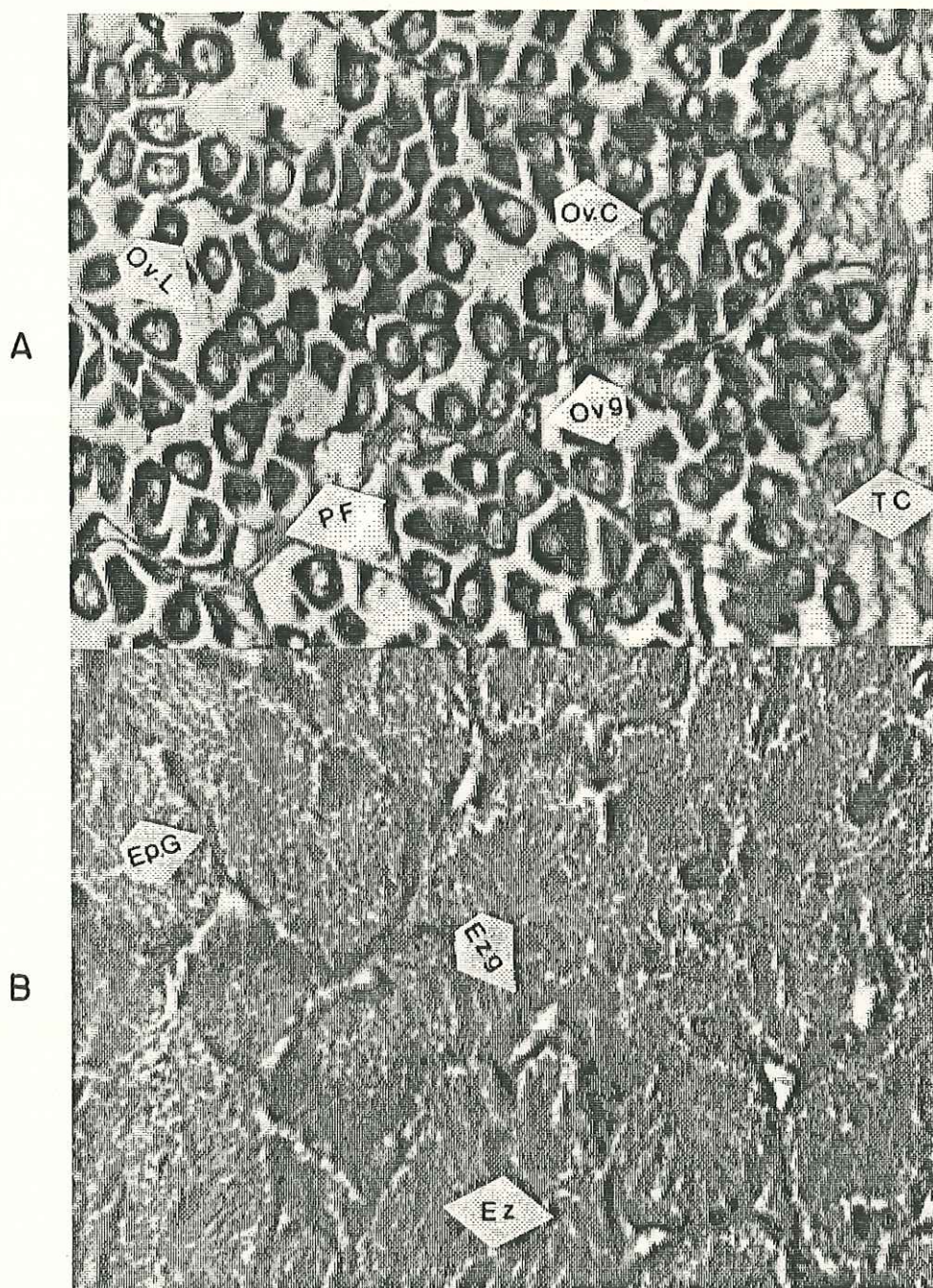


FIGURA 6.- A) Ejemplar hembra en maduración con ovogonias adheridas a la pared del folículo. Se aprecian ovocitos en crecimiento y ovocitos libres. B) Ejemplar macho en maduración. Se observa actividad gamética del epitelio germinal y espermatozoides orientados hacia el centro del folículo.

(TC) Tejido Conectivo; (PF) Pared Folicular; (OvC) Ovocitos en Crecimiento; (Ovg) Ovogonias; (OvL) Ovocitos Libres; (EpG) Epitelio Germinativo; (Ezg) Espermatogonios; (Ez) Espermatozoides. (X 10)

2). En los ostiones del laboratorio la gametogénesis se manifestó desde marzo de 1984 prolongándose hasta julio de 1984, con el mayor valor en marzo (70%) y los valores mas bajos en junio y julio de 1984 (16.6%) (ver tabla IV y fig. 3).

Fase III, madurez. La gónada se presentó empaquetada con gametos maduros observándose los folículos en estrecho contacto entre sí siendo desplazado el tejido conectivo completamente. En las hembras los folículos se encontraron llenos de óvulos, en su mayoría separados de la pared del folículo que indica su total madurez y que por la aglomeración presentaron formas irregulares. Los folículos de los machos se confundían entre sí, pero se pudo apreciar a los espermatozoides orientado sus caudas hacia la luz del folículo. Es en esta fase cuando la gónada alcanza su máximo desarrollo. (Fig. 7)

La fase de madurez se presentó en los ostiones del campo durante los meses de mayo a julio de 1984, se registró el valor mas alto en junio con 66.6% y el mas bajo en mayo con 16.6% (ver tabla II y fig. 2). En los ostiones del laboratorio esta fase se manifestó a partir de abril hasta julio de 1984, teniendo junio el mas alto valor (66.6%) (ver tabla IV y fig. 3).

Fase IV, desove. Se observó un desove progresivo,

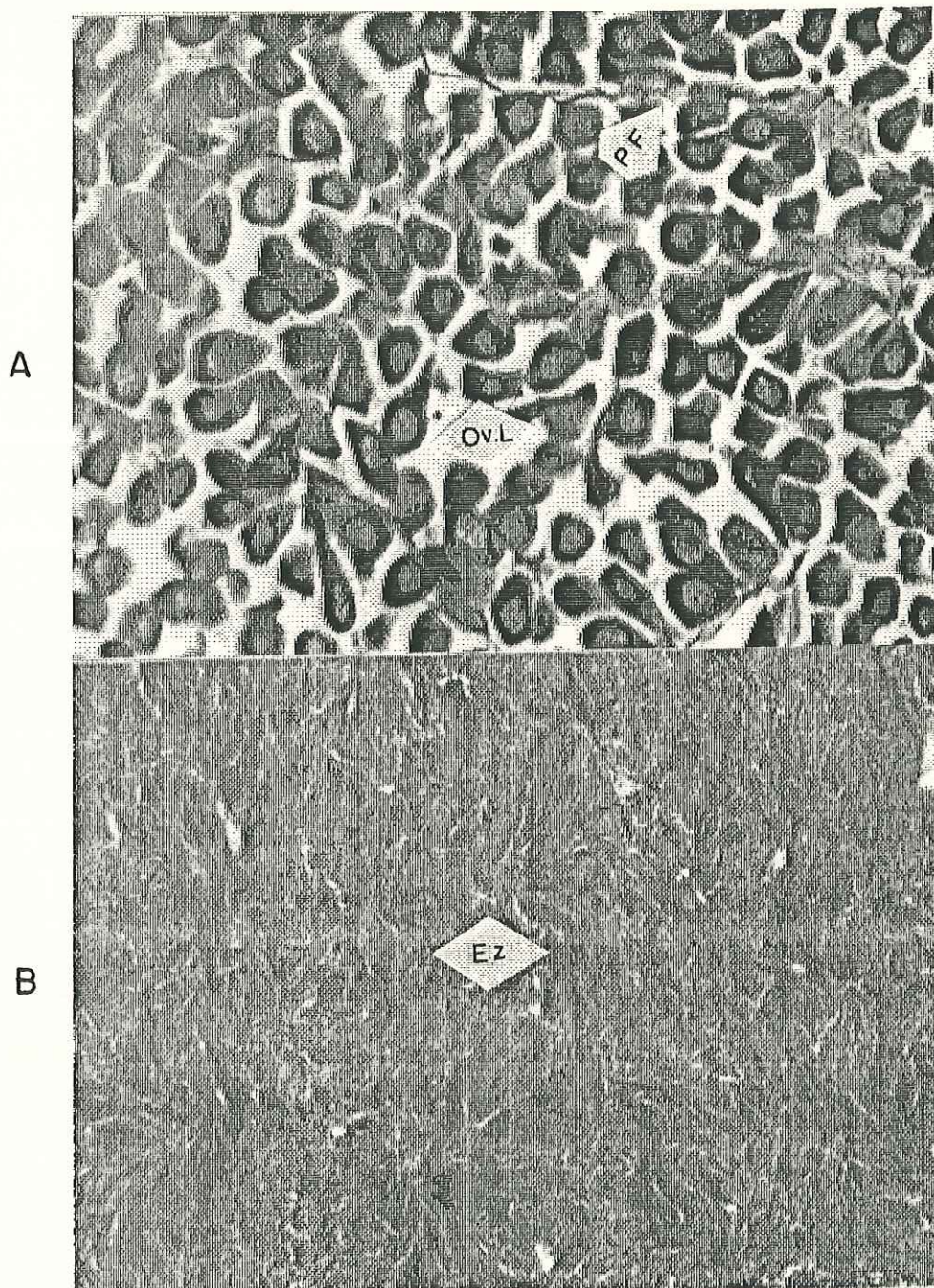


FIGURA 7.- A) Ejemplar hembra madura. Se aprecian gran cantidad de ovocitos libres dirigidos hacia la luz del folículo. B) Ejemplar macho maduro. Los espermatozoides se encuentran distribuidos hacia la luz del folículo listos para la liberación.
(PF) Pared Folicular; (OvL) Ovocitos Libres; (Ez) Espermatozoides.
(X 10)

iniciándose con la expulsión parcial de los gametos maduros, disminuyendo la cantidad de gametos en los folículos y apareciendo éstos como espacios vacíos, siguiendo este proceso continuamente hasta alcanzar un grado mas avanzado en donde hay aun presencia de gametos maduros que se considera no fueron expulsados pero si fagocitados. Simultáneamente al desove, reaparece tejido conjuntivo que sustituye los espacios que van quedando conforme continúa la expulsión de gametos (Fig. 8).

Los desoves en el campo mostraron su inicio a partir de junio de 1984, observándose hasta octubre de 1984, con el valor más alto en agosto (85.7%) (ver tabla II y fig. 2). Los ejemplares del laboratorio presentaron el desove de junio de 1984 hasta octubre de 1984, también teniendo para agosto el valor mas alto (83.3%) (ver tabla IV y fig. 3).

Fase V, postdesove. Se caracterizó por la aparición de folículos con restos de gametos ó totalmente vacíos y rotos, invadidos por gran número de células fagocíticas que destruyen los gametos y las paredes de los folículos. También se observaron las paredes de los folículos elongados y contraídos obstruyendo los conductos foliculares. La gónada en su grado mas avanzado de reabsorción presentó muchos espacios vacíos dejados por

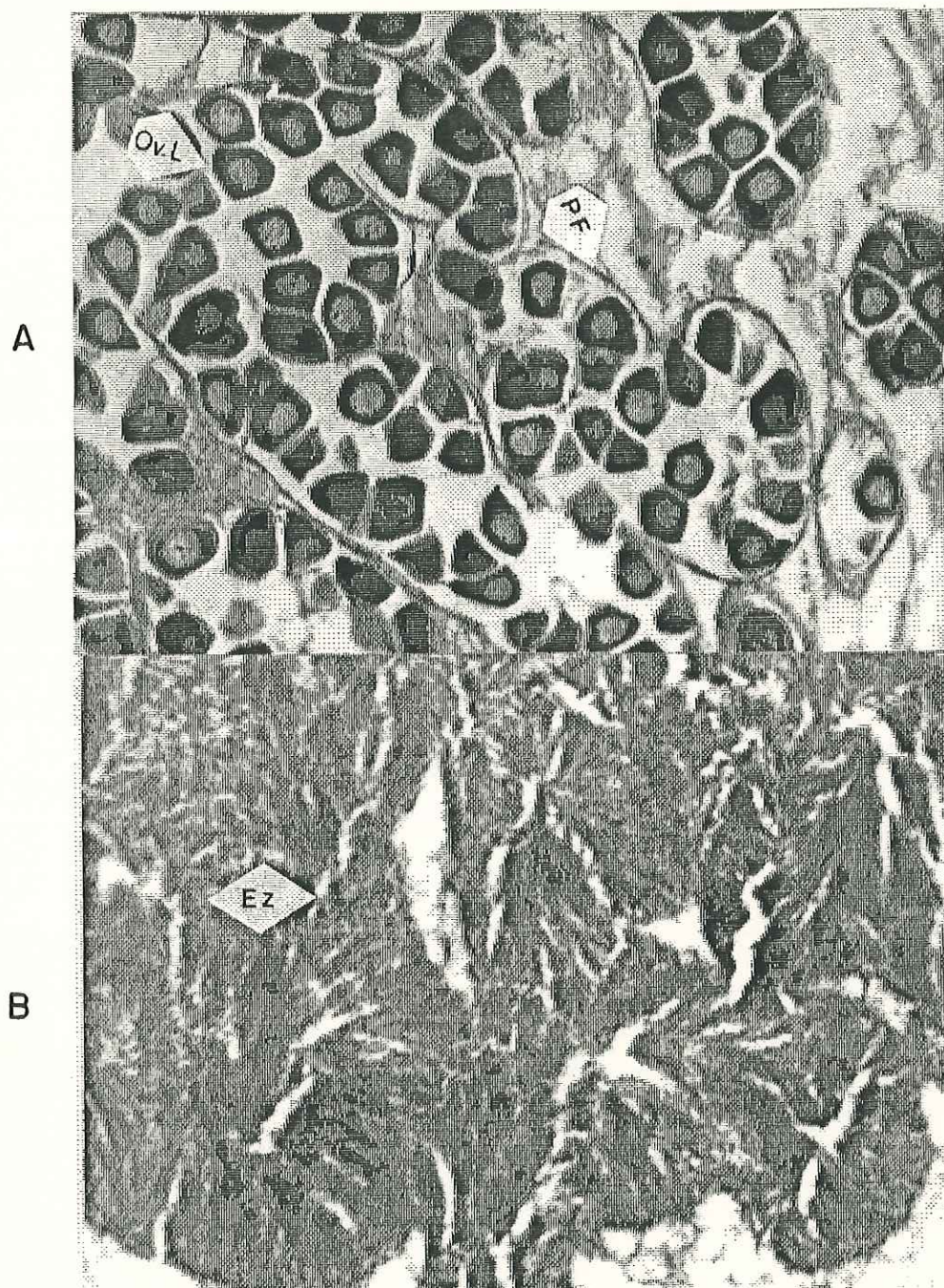


FIGURA 8.- A) Ejemplar hembra en desove parcial. Se aprecian ovocitos libres dirigidos hacia la luz del folículo presentándose los folículos colapsados. B) Ejemplar macho con liberación parcial. Se observan los espermatozoides orientados hacia la luz del folículo.

(PF) Pared Folicular; (OvL) Ovocitos Libres; (Ez) Espermatozoides. (X 10)

los folículos destruidos, siendo ocupados por el tejido conectivo (Fig. 9).

Para el campo en el período de agosto a noviembre de 1984 se registró la fase de postdesove con el mayor índice en octubre de 1984 (50%) y el mínimo valor cuando se manifestó inicialmente en agosto (14.2%) (ver tabla II y fig. 2). Finalmente en el laboratorio, la fase V se registró a partir de agosto a noviembre de 1984 y en enero de 1985, teniendo en el mes de enero el mayor porcentaje (60%) (ver tabla IV y fig.3).

HERMAFRODITISMO.

El hermafroditismo se caracterizó principalmente por la presencia de ambas células gaméticas en el mismo individuo (Fig. 4).

Se observaron dos casos de hermafroditismo, uno en la muestra de campo en el mes de abril de 1984, representando el 1.43% del total de la muestra (ver tabla I). En la muestra de laboratorio se encontró un hermafrodita en el mes de julio, representando el 1.42% del total de la muestra (ver tabla III).

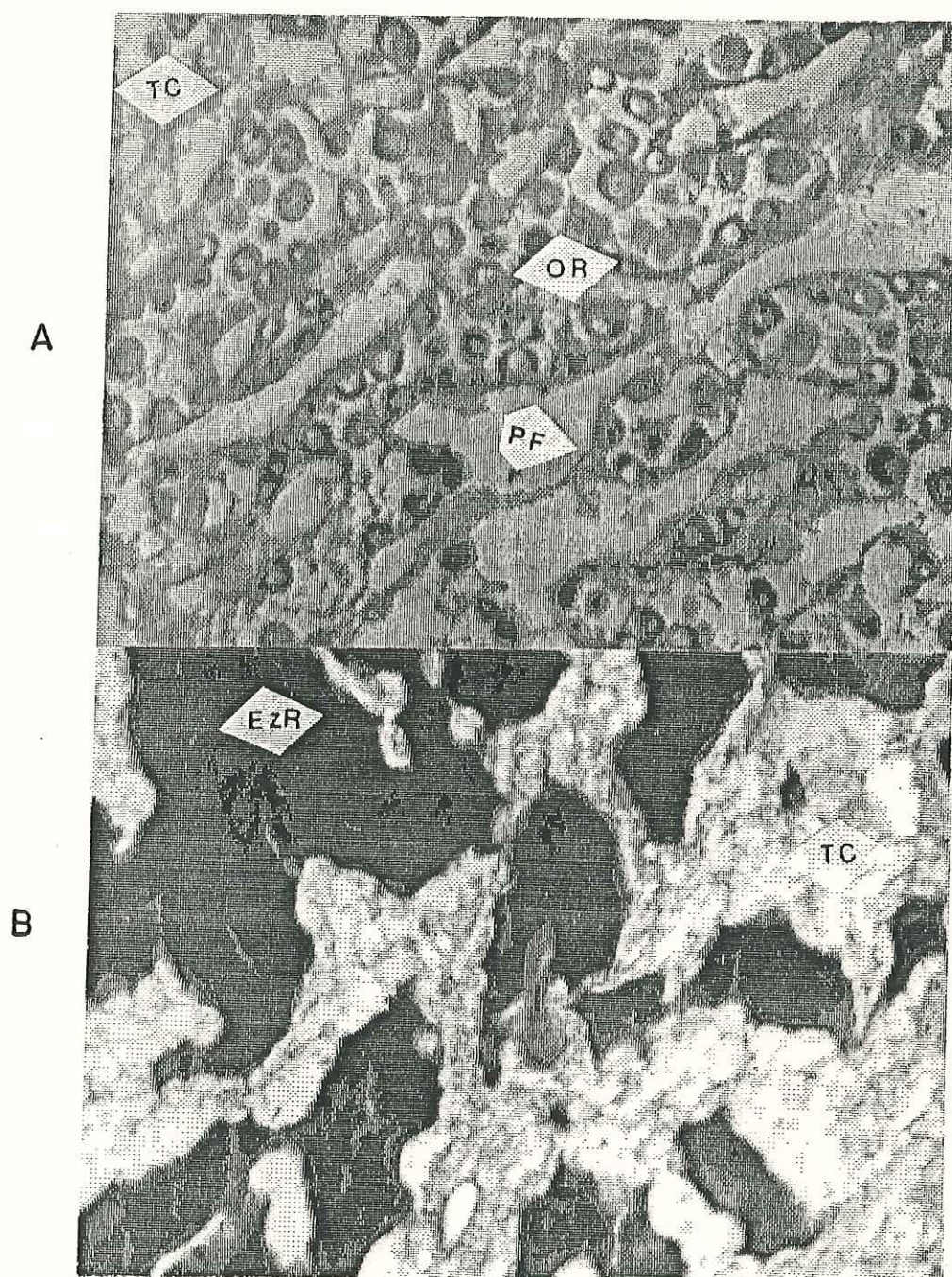


FIGURA 9.- A) Ejemplar hembra en postdesove de la gónada. Se aprecian los folículos colapsados con restos de ovocitos en proceso degenerativo. B) Ejemplar macho con reabsorción de la gónada. Se observan espermatozoides residuales en citólisis.
 (TC) Tejido Conectivo; (OR) Ovocitos Residuales; (PF) Pared Folicular (EzR) Espermatozoides Residuales. (X 10)

4.- DISCUSION

El ciclo reproductivo del ostión japonés de las muestras del campo y del laboratorio, presentaron similitudes con respecto a los reportes de algunos autores para esta misma especie en otras áreas geográficas. Para los ostiones de este estudio, se observó la etapa de indiferenciación en noviembre principalmente, la gametogénesis y maduración de marzo a junio y el desove de julio a octubre. Berg (1969), observó en Tomales Bay, California, un estado de indiferenciación en noviembre, diciembre y enero, la gametogénesis y maduración en el período primaveral y los desoves en julio, prolongándose hasta agosto. En el mismo estudio comparó a Crassostrea gigas del estado de Washington, encontrando la etapa indiferenciada de octubre a abril, la gametogénesis en mayo y junio principalmente asimismo como los desoves en julio y agosto. Lannan et al (1980), en Crassostrea gigas de Yaquina Bay, Oregon, diferenciaron en cuatro años de observaciones del desarrollo gonadal del ostión, las cuatro etapas típicas en cada ciclo anual. Primeramente la gametogénesis durante la primavera continuando la etapa

de madurez principalmente de julio a agosto, siguiendo a esta el desove progresivo de la gónada y posteriormente la reabsorción desde septiembre pasando por los meses invernales. Perdue y Erickson (1984), observaron en Washington, el inicio de la gametogénesis en abril, la maduración en junio y los desoves a partir de julio a agosto.

Lo anterior obedece a la relación que existe con las fluctuaciones estacionales de los factores ambientales, como temperatura, salinidad y alimento principalmente. También se ha visto que en muchos de los invertebrados estuarinos los ciclos son anuales, encontrándose también que el ciclo reproductivo de una misma especie que habita diferentes regiones geográficas puede presentar variaciones en su aparición y duración (Loosanoff y Davis, 1952; Giese, 1959; Berg, 1969; Cuevas y Martínez, 1979; Lannan, 1980a; Rogers y García, 1981; Perdue y Erickson, 1984).

En las muestras provenientes de Bahía San Quintín tanto del campo como del laboratorio, la gametogénesis coincidió con la temporada primaveral. La maduración y desoves fueron característicos del verano continuando a esta etapa una reabsorción que prosiguió hasta el

invierno, apareciendo también en esta temporada la etapa indiferenciada a partir de septiembre. Los ostiones de este estudio siguieron el ciclo reproductivo característico de la especie que habita en latitudes semejantes. Por otro lado las fases gonadales para Crassostrea gigas de esta región no quedaron estrictamente confinadas a un período estacional sino que en ambos grupos se presentaron interposiciones en las fases. Esto puede atribuirse a que se mantuvo un nivel de temperatura favorable para que se prolongaran por más tiempo las fases gonadales. Siempre existen variaciones en el medio ambiente que rodea al organismo por lo que la respuesta de cada uno de ellos en particular puede ser diferente. Algunos organismos pueden presentar fases en estados más avanzados que otros dándose una superposición entre una fase y otra. En este caso algunos ostiones alcanzaron su madurez más tempranamente que otros y cuando se presentaron los requerimientos térmicos y químicos para el ostión, este procedió a desovar. Lannan et al (1980) dice que puede haber variaciones en el ritmo del desarrollo de la gónada en los ostiones de diferentes localidades y aún entre aquellos que ocupan la misma área, ocasionado por factores genéticos y ambientales, pues una misma especie de diferente variedad puede tener diferente adaptabilidad y respuesta al medio ambiente.

En los cambios gonadales de los dos grupos analizados, se vió que básicamente coincidieron con las fluctuaciones estacionales del medio ambiente. Considerando primeramente a la temperatura del medio natural, se vió que fluctuó en el rango de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, siendo la misma que se mantuvo en el laboratorio. Se registraron las temperaturas mas bajas en los meses invernales y las mas altas en verano. Por lo que se asume que la gametogénesis y desove del ostión está directamente correlacionado con la temperatura del agua.

Sin embargo no se puede considerar a la temperatura como el principal precursor del desarrollo gonadal. Se presenta de manera combinada con otros factores importantes como es el alimento y la disponibilidad de este en el tiempo que lo requiere. Esto es importante pues el organismo acumula el alimento como glicógeno (Loosanoff, 1962; Haven, 1965), el cuál es un importante componente bioquímico en la gametogénesis debido a que es el mayor sustrato respiratorio durante este período. Además los carbohidratos son utilizados directamente como un precursor para la producción de los gametos (Hochachka y Somero, 1973, Gabbot, 1975, Mann, 1978 citados por Perdue y Erickson 1984).

Los organismos en Bahía San Quintín pueden obtener

los requerimientos nutricionales durante el período que mas lo necesitan para llevar a cabo el desarrollo de la gónada, teniendo los niveles mas elevados de nutrientes en primavera y verano gracias a que las condiciones ambientales son más favorables en ese tiempo (Lara-Lara y Alvarez-Borrego, 1975; Alvarez-Borrego et al, 1975). Esto confirma lo que sugiere Galtsoff (1964) citado por Lannan et al(1980), que los ostiones del género Crassostrea presentan adaptaciones en su medio ambiente y lleva a cabo sus desoves cuando las condiciones son más favorables para el desarrollo y sobrevivencia de las larvas.

Por otro lado los resultados obtenidos en los ostiones del laboratorio no revelaron diferencias notables con respecto a los ostiones del campo en su ciclo reproductivo, atribuyéndolo a que las condiciones en las que se mantuvieron fueron similares a las condiciones estacionales en el campo. La variante fué un suministro de alimento a base de microalgas de acuerdo al método usado por Ewart (1982) y un suplemento de almidón de maíz de acuerdo a Haven (1965). El efecto de la dieta no fué estudiado en este caso, pero se ha visto que el tipo de dieta puede influir en el vigor larval ya que hay microalgas que por su composición son mejor aprovechadas por el ostión siendo entonces más importante la calidad del alimento que la cantidad (Helm, et al 1973).

Volviendo a la importancia que tienen los carbohidratos para el organismo, se seleccionó el almidón teniendo como antecedente que los ostiones secretan amilasa una enzima capaz de hidrolizar carbohidratos. El almidón de maíz parece ser muy parecido en su composición a los carbohidratos de las microalgas (Strickland, 1960; Van Veel, 1961 citados por Haven, 1965). Entonces la importancia del suplemento alimenticio se debe ver en función de la fecundidad y el vigor larval, pues Lannan (1980b) ha demostrado que la máxima sobrevivencia y desarrollo larval son posibles cuando se les mantiene un óptimo desarrollo gonadal. Loosanoff y Davis (1952) observaron que la cantidad de glicógeno en la gónada al inicio del desarrollo de la gónada puede controlar la cantidad de desoves. De ahí la importancia de la forma en que se lleve a cabo el acondicionamiento desde el inicio, para llevar a los organismos a ese óptimo de desarrollo gonadal.

Lo que se observó en el laboratorio fué la presencia de algunos ostiones que extendieron la fase de gametogénesis dos meses mas con respecto a los del campo y la madurez se presentó un mes antes. Aparentemente es posible que el alimento suministrado adicionalmente, estimulara a seguir por más tiempo la actividad gamética y se obtuviera una madurez más temprana, reteniendo los

gametos hasta que se alcanzara el requerimiento térmico para iniciar el desove, el cual lo consiguieron en junio en ambas muestras, puesto que los dos grupos se encontraban a temperatura ambiente.

En general se pudo ver que los ostiones no mostraron diferencias en su ciclo gonadal entre ellos y se supone por su homogeneidad que se trataba de una sola variedad y de un mismo criadero, por lo que los cambios gonadales son atribuidos, de acuerdo a Berg (1969), a la respuesta de cada individuo por la variación de el medio ambiente. La continuidad que mostraron en su ciclo se atribuyó a que las condiciones ambientales fueron favorables para estimular a la gametogénesis, además de que se apreció la fase indiferenciada en la que no se puede determinar los sexos, siendo esto característica de los meses más fríos.

En cuanto a la proporción de sexos, en las muestras de campo y laboratorio fué aproximadamente igual, con tendencia a un mayor número de hembras en las muestras de laboratorio. Esta proporción encontrada en el laboratorio parece ser la normal para la especie, pues se ha reportado para varias especies del género Crassostrea que puede haber predominancia por un sexo. Puede depender de la influencia de las condiciones ambientales y dada la característica de poseer una gónada potencialmente

ambisexual, puede cambiar su sexo durante el intervalo de tiempo entre las dos estaciones de crianza (Anemiyá, 1929). La predominancia de hembras parece estar relacionado con las condiciones más favorables, principalmente en el aspecto nutricional (Coe, 1934). Aunque según Joseph y Madhyastha (1984), hay una tendencia a la predominancia de hembras en especies que presentan sus sexos separados.

Los hermafroditas encontrados estuvieron dentro de el porcentaje normal para esta especie ya que fué de 1%. Esta es una condición rara en especies de ostiones del género Crassostrea (Berg, 1969). Se cree que el hermafroditismo es probablemente el resultado de tensión ecológica (Joseph y Madhyastha, 1984) que influye en el metabolismo del ostión, alterando el funcionamiento normal en la producción de gametos femeninos ó masculinos el cual es regulado por una hormona específica, ocasionando que haya liberación de ambas hormonas, resultando entonces un hermafrodita funcional (Orton, 1927 citado por Paniagua, 1986; Coe, 1934).

Coe (1943), menciona que los factores que determinan la diferenciación de los sexos, son tan lábiles que aún ligeros cambios en alimentación ó temperatura, pueden ocasionar cambios drásticos.

5.- CONCLUSIONES

- 1.- El grupo de ostiones del campo y los mantenidos en el laboratorio, básicamente mostraron un comportamiento semejante en su ciclo gonadal durante el año.
- 2.- El suplemento alimenticio proporcionado en el laboratorio a los ostiones, no causó un efecto diferente en el ciclo gonadal.
- 3.- Las condiciones ambientales en el campo y laboratorio, fueron adecuadas para que los organismos hayan tenido un desarrollo normal de la gónada.
- 4.- El ritmo de desarrollo en la gónada de los ostiones, tanto del grupo de campo como de laboratorio, indicó que los organismos correspondieron a una sola variedad.

6.- RECOMENDACIONES

- 1.- Seguir el ciclo reproductivo del organismo por medio de este tipo de análisis histológico através de un período de tiempo de por lo menos tres años, de tal forma que se obtenga una información mas completa del comportamiento del organismo.
- 2.- Durante el mantenimiento de los organismos en el laboratorio sería conveniente hacer una serie de experimentos controlando diferentes factores ambientales (temperatura, salinidad, alimento) por separado y simultáneamente, en varios grupos de ostiones de esta u otras especies, comparándolos con un testigo en el laboratorio y con ostiones del medio natural, para ver diferencias en el ciclo gonadal.
- 3.- En el análisis histológico hacer un estudio mas detallado como el de reconocer o separar en mas fases o etapas el desarrollo gonádico, hacer conteos de células sexuales, para determinar la madurez y la

fecundidad, medición de ovocitos y otros estudios que aporten mas datos acerca de la biología del organismo, que es importante para el mejor manejo de la especie.

4.- Los muestreos llevarlos a cabo en el mismo periodo de tiempo.

5.- Obtener un mayor número de organismos por cada muestreo.

6.- Hacer un estudio de el efecto que puede tener un tipo de dieta determinado, en la gónada del organismo.

7.- LITERATURA CITADA

- ACOSTA-RUIZ, M.J., 1985. Eficiencia nutricional del ostión Japonés Crassostrea gigas en Bahía San Quintín, Baja California. Ensenada B.C. CICESE. Tesis de maestría., 96 pp
- ANEMIYA, I., 1929. On the sex change in the japanese common oyster Ostrea gigas. Proc. Imp. Acad. Japan. 5:284-287
- ALVAREZ-BORRERO, S., G. Ballesteros-Grijalva y A. Chee-Barragán, 1975. Estudio de algunas variables fisicoquímicas superficiales en Bahía San Quintín en verano, otoño e invierno. Ciencias Marinas. 2(1):1-9
- BARDACH, J.E., 1972. Aquaculture. The farming and hatchery of freshwater and marine organisms. Edit. Wiley Interscience. 1 ED.:1112 pp

- BERG, C.J., 1969. Seasonal gonadal changes of adult oviparous oyster in Tomales Bay California. *The Veliger*, 12(1):27-36
- CABRERA, M. A., 1987. El cultivo del ostión en México. *Acuavisión*, 2 (7):17-22
- COE, W.R., 1934. Alternation of sexuality in oysters. *Am. Nat.*, 68: 235-251
- COE, W.R., 1943. Sexual differentiation in mollusc. I. *Pelecypods*. *Q. Rev. Biol.* 18: 154-164
- CUEVAS, G.A. y G.A. Martinez, 1979. Estudio gonádico de Crassostrea corteziensis, Crassostrea palmyra y Crassostrea iridescentes de San Blas Nayarit México. *Anales Centro Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM*, 6(2):81-98
- EWART, J.W., 1982. Intensive marine bivalve cultivation in a controlled recirculating seawater prototype system. *Hatchery*. University of Delaware:87-94
- GIESE, A.C., 1959. Comparative physiology. Annual reproductive cycles of marine

invertebrates, Ann.

Rev.

Physiol, 21:547-576

HAVEN, D.G., 1965. Supplemental feeding of oyster with starch. Virginia Institut of Marine Science Gloucester Point, Virginia:43-51

HELM, M.M., D.L. Holland y R.R. Stephenson, 1973. The effect of supplementary algal feeding of a hatchery breeding stock of Ostrea edulis on larval vigour. Biol. Ass. U.K., 53:673-684

HUMANSON, G. L., 1967. Animal Tissue Techniques. 4th ed. W. H. Freeman and Co.: 1-569

ISLAS, R., 1976. El ostión Japonés (Crassostrea gigas) en Baja California. Ciencias Marinas. 2(1): 58-59

JOSEPH, M.N. y M.N. Madhyastha, 1984. Annual reproductive cycle and sexuality of the oyster Crassostrea madresensis. Aquaculture, 40:223-231

KORRINGA, P., 1976. Farming the cupped oyster of the genus Crassostrea. Development in Aquaculture and Fisheries Science 2. Ed. Elsevier: 224 p

LANNAN, J.E., 1980a. Broodstock management of Crassostrea gigas. I. Genetic variation in survival in the larval rearing system. *Aquaculture*, 21: 323-336

LANNAN, J.E., A. Robinson y M.P. Breese, 1980. Broodstock management of Crassostrea gigas. II. Broodstock conditioning to maximize larval survival. *Aquaculture*, 21: 337-345

LANNAN, J.E., 1980b. Broodstock management of Crassostrea gigas. III. Selective breeding for improved larval survival. *Aquaculture*, 21: 347-351

LARA-LARA, J.R. y S. Alvarez-Barrego, 1975. Ciclo anual de clorofila y producción orgánica primaria en Bahía San Quintín, Baja California. *Ciencias Marinas*, 2(1): 77-97

LIZARRAGA, M., 1970. Vuelve el ostión de Guaymas. *Técnica Pesquera*, 36: 24-27

LOOSANOFF, V.L. y J. B. Engle, 1942. Accumulation and discharge of spawn by oyster living at different depths. *Biol. Bull.*

82(3):413-422

LOOSANOFF, V.L., 1969. Maturation of gonads of oyster Crassostrea virginica of different geographical areas subjected to relatively low temperatures. The Veliger, 3(11): 153-162

LOOSANOFF, V.L. y C.A. Nomejko, 1951. Existence of physiologically different races of oyster Crassostrea virginica. Biol. Bull. 82(101): 413-422

LOOSANOFF, V.L., 1962. Gametogenesis and spawning of the European oyster, Ostrea edulis, in water of Maine. Biol. Bull. 122(1): 84-95

LOOSANOFF, V.L. y H.C. Davis, 1952. Repeated semiannual spawning of northern oysters. Science, 115: 675-672

MURANAKA, M. S. y J.E. Lannan, 1984. Broodstock management of Crassostrea gigas. Environmental influences on broodstock conditioning. Aquaculture, 39: 217-228

PANIAGUA, C.C., 1988. Desarrollo gonadal de la especie

Crassostrea gigas en Bahía San Quintín
Baja California México. Ensenada B.C.
U.A.B.C. Tesis profesional, 1- 85

PERUSKO, G.H., 1970. Laboratory experiments of water temperature, water salinity and light intensity on the spawning and sexual development of mature oysters (Ostrea edulis) in Limski Kanal, Thalassia Jugosl, 6: 91-99

PERDUE, J.A. y G. Erickson, 1984. A comparison of the gametogenic cycle between the Pacific oyster Crassostrea gigas and the Suminoe oyster Crassostrea rivularis in Washington State. Aquaculture, 37: 231-237

QUAYLE, B.C., 1969. Pacific oyster culture in British Columbia fisheries research board of Canada, Ottawa. 169: 1-192

RAMIREZ, G.R. y M.L. Sevilla, 1965. Las ostras de México. Datos biológicos y planeación de su cultivo. INIRP. Secretaría de Industria y Comercio. Direc. Gral. de Pesca. 7: 1-100

- ROGERS, P. y A. García, 1981. Evolución gonádica a nivel histológico del ostión Crassostrea virginica (Gmelin, 1791), del sistema fluvio lagunar Atasta-Pom, Laguna de Términos, Campeche, México. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología. 8(1): 21-42
- STUARDO, J. y A. Martínez, 1975. Relación entre algunos factores ecológicos y la biología de poblaciones de Crassostrea corteziensis de San Blas, Nayarit, México. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología. 2(1): 89-130
- TAPIA-VAZQUEZ, O., 1984. Manual de técnicas histológicas. Secretaría de Pesca: 1-32
- WALNE, P.R., 1974. Cultivo de moluscos bivalvos. Acribia Zaragoza (ed.): 206 pp
- WILSON, J.H. and J. Simons, 1985. Gametogenesis and breeding of Ostrea edulis on the west coast of Ireland. Aquaculture, 46: 307-321.
- YONGE, C.M., 1960. Oysters. Willmer Bros and Hiram Ltd. Birkenhead. 228 pp