



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE CIENCIAS

LAS ESPECIES DE LA FAMILIA OSTREIDAE EN MÉXICO (MOLLUSCA: BIVALVIA).

T E S I S QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: B I O L O G O P R E S E N T A: ESPERANZA GÓMEZ RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. ZOILA GRACIELA CASTILLO RODRÍGUEZ



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR

264335



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

LAS ESPECIES DE LA FAMILIA OSTREIDAE EN MÉXICO (MOLLUSCA: BIVALVIA).

realizado por Esperanza Gómez Ramírez

con número de cuenta 6604605-9 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario M. en C. Zoila Graciela Castillo Rodríguez

Propietario Dr. Felipe Amezcua Linares

Propietario Dr. Ramiro Román Contreras

Suplente M. en C. Narciso José R. **FACULTAD DE CIENCIAS**

Suplente M. en C. Francisco Javier Trejo Benítez

Consejo Departamental de Biología

COORDINACIÓN GENERAL  
DE BIOLOGÍA

A LA MEMORIA DE MI PADRE  
DR. REYES GOMEZ CHAVEZ

A MI MADRE  
SRA. PAULA RAMIREZ PAZ

QUIENES CON AMOR Y CARIÑO ME  
IMPULSARON A VER SIEMPRE HA-  
CIA ADELANTE Y NO CLAUDICAR.

A MI ESPOSO  
I.A. RAFAEL PEÑALOZA GARCIA

A MIS HIJOS CON AMOR  
RAFAEL Y MARCOS THOMAS

A MIS HERMANOS  
MA. YOLANDA  
EZEQUIEL  
REYES  
RANULFO  
CONSUELO  
LETICIA

A TODOS MIS AMIGOS

#### AGRADECIMIENTOS.

A la M. en C. Zoila Graciela Castillo Rodríguez con agradecimiento y admiración, por la dirección y revisión del presente trabajo.

Un agradecimiento especial a el Dr. Felipe Amezcua Linares y a el Dr. Ramiro Román Contreras por sus valiosas orientaciones y sugerencias en la revisión de éste trabajo.

A los profesores M. en C. Francisco Javier Trejo Benítez y M.en C. Narciso José Ruíz Cárdenas por sus atinadas sugerencias en la revisión del presente trabajo.

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	5
I INTRODUCCION Y OBJETIVOS.....	6
II ANTECEDENTES.....	8
III MATERIAL Y METODOS.....	11
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	12
IV.1. Ambiente.....	12
IV.2. Taxonomia.....	13
IV.2.1. Conquiliologia.....	14
IV.2.2. Anatomia.....	15
Manto.....	15
Branquias.....	16
Músculo aductor.....	16
Aparato circulatorio.....	17
Aparato excretor u órgano de Bojanus.....	18
Aparato digestivo.....	19
Aparato reproductor.....	20
IV.3. Fecundación, desarrollo y crecimiento.....	23
IV.4. Aspectos genéticos.....	29
IV.5. Concentración de metales pesados.....	31
IV.6. Potencialidad, tecnología y efectos de factores abióticos y bióticos para el desarrollo del cultivo ostricola en México.....	32
IV.6.1. Potencialidad por estados.....	33
IV.6.2. Factores abióticos importantes para el desarrollo del ostión.....	35
Temperatura.....	35
Salinidad.....	36
Corrientes.....	36
Luz.....	37
Oxigeno disuelto y pH.....	37
Turbidez.....	37
Contaminación.....	38
IV.6.3. Factores bióticos.....	40
Depredadores.....	41
Competencia.....	43
Parasitismo y enfermedades.....	44
IV.7. Cultivo.....	49
IV.7.1. Sistema de cultivo por litoral.....	52
IV.7.2. Explotación ostricola en las costas del Golfo de México.....	53
IV.7.3. Explotación ostricola en el litoral del Pacifico Mexicano.....	53
IV.7.4. Colecta, producción y distribución de semilla de ostión.....	54
IV.7.5. Artes de extracción.....	58
IV.8. Pesquerias.....	59
V CONCLUSIONES.....	61
VI BIBLIOGRAFIA.....	63
Tablas.....	71
Figuras.....	74

**RESUMEN**

Como apoyo a la sistemática y taxonomía de las ostras que habitan en las costas mexicanas, se estudiaron en principio, los caracteres conchiliológicos destacando principalmente la talla, la forma, la ornamentación externa, la forma y coloración de la huella del músculo aductor, los pliegues comisurales y los comata; posteriormente se describen los caracteres fisio-anatómicos como son el tracto digestivo y los aparatos excretor, circulatorio y reproductor dando a éste último una amplia visión sobre efectos en la fecundación, desarrollo y crecimiento.

Se describe la importancia de los estudios bioquímicos y citogenéticos, así como los factores bióticos y abióticos que afectan el desarrollo de las comunidades de estos bivalvos.

Los aspectos de contaminación por hidrocarburos, pesticidas y los desechos de la urbanización se describen, así como el deterioro de las comunidades de ostras en 20 años.

Se describen las asociaciones biológicas más importantes que se presentan en las ostras, haciendo referencia en algunos casos, a las especies que habitan en otros países. Por la importancia ecológica de éste grupo de moluscos, se identificaron sus asociaciones biológicas como la depredación por diferentes phyla, entre los que destacan los peces y los crustáceos.

Se identifican las principales especies susceptibles de cultivo en México, incluidas en los géneros *Saccostrea*, *Striostrea* y *Crassostrea*.

Las técnicas más adecuadas de adaptación y crecimiento de las ostras son las de "fondo" en el Golfo de México y de "suspensión" para la costa del Pacífico mexicano.

Se detallan las lagunas costeras y la facie rocosa de diferentes estados de la República Mexicana susceptibles de cultivo y explotación del ostión.

## I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS.

A mediados del presente siglo, se puede decir, que dentro del marco de la investigación pesquera, en México se avanzó en las actividades ostrícolas, pudiéndose contar en la actualidad con documentos, que conducen al conocimiento de la distribución y explotación en los litorales de este recurso.

No cabe duda que la ostricultura, se ha venido estudiando con especial interés desde los orígenes de varias instituciones de investigación en México y los volúmenes de explotación determinan que sea una de las principales actividades pesqueras.

De acuerdo a los trabajos sobre sistemática y taxonomía de los ostreidos que habitan las costas de México, se consideran a poco más de 15 especies ubicadas en los géneros *Crassostrea*, *Lopha*, *Ostrea*, *Saccostrea* y *Striostrea*.

Varios autores han revelado detalles conculiológicos para las ostras, quedando de manifiesto la dificultad de separar géneros y especies, dado el polimorfismo propio de éste grupo.

En lo relativo al conocimiento biológico de las ostras, éste ha sido apoyado en gran medida por colaboraciones extranjeras, de ahí se desprende la necesidad actual de identificar las características biológicas particulares, por especie y por regiones a nivel nacional.

En relación a los estudios genéticos, son varios los autores en el extranjero, que han colaborado al conocimiento de diferentes especies, y aunque este tipo de estudios no ha llegado a consolidarse, se espera que las nuevas generaciones lleguen a fortalecer éste campo en beneficio de las actividades acuaculturales, así como las de mejora genética en un plazo relativamente corto.

En cuanto a la producción pesquera, México llegó en los 70's a ocupar el quinto lugar de explotación mundial ostrícola. Esta explotación nacional ha estado constituida por el 94% en bancos naturales, y en la ostricultura un 6% aproximadamente. Así pues, el ostión se ha mantenido entre los primeros productos importantes, por el volumen capturado, dentro de la producción pesquera nacional.

Además de la porción comestible, la concha de las ostras también ha sido considerada de gran utilidad como materia prima de construcción. También ha sido un elemento importante en las costumbres y ritos de varias culturas, entre otras, las culturas mesoamericanas del periodo Clásico. En la época precolombina las valvas de las ostras se presentan con frecuencia en ofrendas y en la fabricación de diferentes objetos de bisutería. Las perlas del ostión también han tenido usos comerciales en la joyería internacional.

Por último, se estima, que el conocimiento detallado de las ostras que habitan las costas nacionales, ha sido lento por la falta del desarrollo de proyectos comprometidos con este recurso. Se inician muchos programas, pero pocos logran consolidar para lo que fueron

creados, como es el estudio en detalle de cada una de las especies de ostras, factibles de aprovechamiento, incluidas, las fases de adaptación en el espacio y en el tiempo del ciclo biológico, sus típicas asociaciones biológicas que caracterizan a las comunidades en las costas nacionales y perjuicios de contaminación y/o el deterioro de las poblaciones por la sobreexplotación.

Existe un gran número de trabajos científicos y de difusión en México sobre las ostras, desafortunadamente muchos de ellos no han tenido la difusión necesaria, quedando archivados a manera de informes en diferentes instituciones pesqueras y de investigación. Es por ello la necesidad de un documento integral sobre los aspectos taxonómicos, biológicos y pesqueros del recurso ostrícola en las costas mexicanas, en beneficio de estudiosos que realicen trabajos específicos de investigación, así como del sector pesquero.

El objetivo general de este trabajo es el de integrar en un documento información regional, básica y actual sobre los estudios taxonómicos, biológicos y pesqueros de las ostras que habitan las costas mexicanas.

#### Objetivos particulares

1. Abordar aspectos conchiliológicos, anatómicos y biológicos de trece especies de ostras salobres y marinas que habitan la zona costera en México.
2. Destacar los factores abióticos y asociaciones bióticas inherentes en las poblaciones de ostras.
3. Señalar los principales ambientes geográficos, a nivel nacional que soportan el desarrollo poblacional y pesquero ostrícola .

## II. ANTECEDENTES

Muchos son los trabajos e instituciones que proporcionan una visión sobre los estudios científicos, técnicos y de divulgación, así como de apoyo en la infraestructura para el conocimiento y desarrollo de las ostras en México, entre los cuales han destacado aquellos que comprenden aspectos principalmente pesqueros y de cultivo, quedando en menor número aquellos que aportan datos sobre sistemática, biología, ecología, genética y enfermedades.

A nivel nacional sobresalen algunos investigadores, como: Contreras (1932), que realiza una descripción conchiliológica de las especies de ostión existentes en la costa del Golfo y Pacífico mexicanos; Ranson, (1948), otorga a la prodisoconcha caracteres a nivel genérico y en algunos casos hasta específicos.

Menzel (1956) y Galtsoff (1964) aportan datos de tipo anatómico realmente importantes marcando por varias décadas el estatus taxonómico, para varios géneros y especies. Stenzel (1971) con atención a la paleontología y Harry (1985) a la anatomía han realizado cambios sustanciales y hasta ahora vigentes en los diferentes taxa de la familia ostreidae.

De Buen (1957), realiza un análisis de la problemática ostrícola en el litoral de Golfo de México; Ramírez Granados y Sevilla (1965), profundizan y abarcan estudios de densidad, competencia, depredación y experimentación en los litorales del Pacífico.

García (1969 y 1981), desarrolla intensos trabajos de repoblación en las lagunas litorales del Golfo, principalmente en las lagunas de Tamiahua y Pueblo Viejo, Veracruz; Lizarraga (1969), desarrolla técnicas de cultivo para *Crassostrea corteziensis* en las bahías de Sonora y Sinaloa ensayando el método francés para la captación de semilla, con tejas encaladas; además, aplica métodos para acabar con la invasión de voraces depredadores entre ellos las especies del caracol del género *Thais*.

Villalobos, et al. (1968), emprende un estudio de la problemática ostrícola de la laguna de Tamiahua, Ver., la cual acusaba bajos rendimientos de explotación como resultado de la perforación de pozos petroleros; Iracheta (1977), es responsable de la construcción de la primera granja ostrícola en nuestro país, ubicada en los sistemas lagunares del estado de Tabasco en 1974, logrando por hectárea un rendimiento de 6,000 Kgs de carne.

Biólogos de la Dirección de Acuicultura SRH y de la Escuela de Oceanografía UABC, sugieren la introducción del ostión japonés *Crassostrea gigas* en la Bahía San Quintín, B.C., y posteriormente en las bahías de la península de B.C., Nayarit, Sonora y Sinaloa; autoridades de la Secretaría de Pesca construyeron en los 70's tres laboratorios para la producción de ostrillas de ostión, ubicados en Eréndira, B.C., Bahía Tortugas B.C.S. y en San Blas, Nayarit, lo que representó un gran avance en la ostricultura nacional.

De acuerdo a literatura inédita, la iniciación de la extracción del recurso ostrícola a gran escala comercial fue en los años 50'; en 1963 se estabiliza la extracción y en 1969 la explotación alcanza cifras por arriba de las 40,000 toneladas, después existe una crisis, la cual es superada lentamente hasta 1980 en que el nivel de este molusco obtiene 41,000 toneladas anuales. De 1980 a 1990 la extracción se incrementó alcanzando la cifra de 56 600 toneladas anuales en 1989, (Tabla 1).

Durante 1989 el 90.15% de la producción nacional procede del Golfo de México siendo el estado de Veracruz el de mayor importancia, mientras que de los litorales del Pacífico mexicano se extrae apenas el 9.22% de la producción ostrícola nacional (Tabla 2). Es importante recalcar el hecho de que algunos datos pueden deberse a deficiencias en los registros, sobre todo, porque en estos litorales se consumen ampliamente las ostras en fresco, posiblemente cerca de los bancos de donde se extraen.

La extracción del recurso ostrícola ha venido decayendo, en las últimas décadas afectado por serios problemas de mortalidad, por enfermedades, parásitos, contaminación, presencia masiva de depredadores, debilidad génica u homocigocidad, entre las principales causas a mencionar. La afectación más severa se ha venido detectando en los reservorios ostrícolas más importantes del país, localizados en el norte del estado de Veracruz, los cuales recientemente, se estima proporcionan el 60% de la producción nacional.

Un aspecto socio-económico de la explotación del ostión fue favorecido a partir de 1947, cuando en el artículo 31 de la Ley de Pesca se señaló al recurso ostrícola como explotación exclusiva para las Sociedades Cooperativas Pesqueras, entre otros recursos. Para 1950, pasó al artículo 35 de la Ley de Pesca como especie reservada y según la reforma de 1972 pasa a la Ley Federal para el Fomento de la Pesca quedando incluida en el Capítulo VII "De las Sociedades Cooperativas de Producción Pesqueras".

El análisis de un promedio de 100 fichas de trabajos de amplia difusión realizados en torno a las ostras en el periodo 1930-1995, se encontró que aproximadamente el 70% de los títulos inciden en una entidad federativa.

Cabe anotar que la especie *Crassostrea virginica* cubre el mayor número de publicaciones alcanzando un 60%; a diferencia de *C. rizophorae*, *Lopha frons* y *Ostrea equestris*, que ocupan el 10% entre todas ellas.

En lo referente a las ostras del Pacífico mexicano, *C. corteziensis* se ubica con el mayor número de referencias, alcanzando el 25%, y *Striostrea iridescens*, *Saccostrea palmula*, *Ostrea angelica* y *Lopha megodon* representan el 5%.

En relación con el campo de investigación tratados con mayor frecuencia se encuentran los de la taxonomía descriptiva de la concha y los de reproducción y cultivo. En el transcurso de los últimos años se observan escasas aportaciones relacionadas con genética, estos

estudios se realizan para aclarar algunos aspectos taxonómicos sin dejar de considerar que la genética poblacional podría ser la base para seleccionar mejores variedades y fortalecer programas orientados a la producción de semilla de ostión bajo condiciones controladas para una mayor y mejor calidad de producción.

Como se ha venido señalando, a la fecha son escasos los trabajos sobre sistemática y taxonomía de los ostras con base en otros caracteres diferentes a la concha. Sin embargo, varias especies que habitan en otros países han sido sometidas a estudios más profundos como la serología y la taxonomía molecular, lo cual marca una pauta a seguir en el desarrollo de las investigaciones de las ostras en México.

En el panorama ostrícola nacional de la presente década, se espera que con la ayuda de técnicos especializados e investigadores involucrados en proyectos ostrícolas (a fin de obtener el incremento de productores de ostión en la zona del Pacífico norte, así como en el sureste del Golfo de México), se dé el inicio de una nueva era en el cultivo del ostión. Esta nueva era considera la producción de ostras sobre bases de investigación mucho más controladas, en las cuales cada paso o etapa esté diseñada para mejorar rendimientos y mejor uso de áreas completas y nuevas para la producción ostrícola en México.

### III. MATERIAL Y METODOS.

Se realizaron investigaciones bibliográficas de libros, revistas y manuales proveniente de varias bibliotecas e instituciones de investigación y pesquera, entre ellas, las del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y el Instituto de Biología, ambos de la UNAM y la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).

Se efectuó una recopilación, selección y síntesis de los trabajos de investigación de diferentes autores, relacionados con cada uno de los contenidos establecidos en este trabajo, los cuales se citan en el texto correspondiente.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### IV.1. Ambiente

Los litorales de México cuentan con extensas áreas en las que existen bancos naturales de ostras, de donde han sido extraídas a escala comercial desde hace ya largo tiempo. La situación latitudinal de México es favorable para la existencia de estos bivalvos en las lagunas costeras y esteros que presentan características térmicas, de salinidad y de fondos adecuados, tanto para la fijación de larvas como para su desarrollo en adultos. Es indudable que la magnitud de los recursos ostrícolas que pueblan las lagunas litorales dependen, en primer término, de la provincia biogeográfica y de las condiciones bioecológicas dominantes.

De acuerdo a Yáñez y Sánchez (1986), en las lagunas costeras y estuarios la principal presión ambiental es la fluctuación de la salinidad y la temperatura; otras presiones ambientales son provocadas por la alta sedimentación en la zonas oligohalinas, las condiciones reductoras en muchos ambientes sedimentarios, y el resecaimiento en la zona intermareal. Estos parámetros ambientales repercuten directamente en las comunidades bentónicas-intermareales como sucede con la de las ostras, y aunque las lagunas y esteros presentan características particulares en diferentes regiones, todas presentan algo en común que permiten el desarrollo de altas tasas de biomasa de producción, salvo aquellos cuerpos de agua con aportes importantes de agua marina en su interior como ha sucedido en la laguna de Agua Brava, Nayarit, o en las lagunas de Guerrero, cuya influencia fluvial evita el desarrollo de especies salobres.

En el Pacífico mexicano, son varias las lagunas y esteros que tienen importancia ostrícola, como las de los estados de Sinaloa, Nayarit y Guerrero. En la costa mexicana del Golfo de México destacan principalmente las lagunas de Veracruz, Tabasco y Campeche, con temperaturas promedio entre 25 y 29 °C y entre 20 y 26 ppm. de salinidad.

Lo anterior, refleja que ambas costas de México cuentan con ambientes propios para el desarrollo de un recurso ostrícola, tanto en ambientes salobres como marinos. Desafortunadamente un aspecto que ha venido en detrimento de este grupo de organismos es la contaminación, que día a día incide directamente en la calidad de las ostras, aspecto importante para su comercialización como se señala más adelante.

#### IV.2. Taxonomía.

La familia Ostreidae está constituida por especies de ostras comestibles y no comestibles. De acuerdo a especialistas taxónomos, esta familia comprende a varios grupos de ostión que, observados en detalle, justifican ser separadas en varias subfamilias, géneros y subgéneros. Los caracteres que han servido como base para su diferenciación son: la forma y estructura de la concha, la anatomía, el sexo, el tipo de desove, el hábitat y la prodisoconcha (estructura de la concha larval).

Ha sido difícil hasta la fecha contar con una lista completa, detallada y uniforme de los tipos de caracteres morfológicos, fisiológicos, químicos, etológicos, ecológicos, geográficos y genéticos, que se utilizan para una adecuada ubicación taxonómica genérica de la familia Ostreidae. Menzel, 1955 señaló los caracteres de dos géneros. (Tabla 3)

**TABLA 3. Características diferenciales de los géneros *Ostrea* y *Crassostrea*.**

<i>OSTREA</i>	<i>CRASSOSTREA</i>
Prodisconcha con un pequeño umbo redondeado.	Prodisconcha con un umbo protuberante.
Talla promedio de pequeña a mediana.	Talla promedio grande.
Larvíparas.	Ovíparas.
Huevos grandes en número aproximado de 1,000,000.	Huevos pequeños en número aproximado de 50,000,000.
Ostia de la branquia grande.	Ostia de la branquia pequeña.
Ausencia de cámara promial.	Cámara promial presente.
Habitantes de agua marina, de alta salinidad, limpias y claras.	Habitantes de estuarios y zonas de rompientes, de alta turbidez.
Músculo aductor localizado centralmente y marca no pigmentada.	Músculo aductor localizado posteriormente y marca pigmentada.
Valva izquierda plana.	Valva izquierda en forma de copa.
Mecanismos de limpieza no bien desarrollados.	Mecanismos de limpieza bien desarrollados.
De forma subcircular es la más constante.	De forma alargada muy variable.
Habitantes predominantemente de aguas frías, los adultos son incapaces de soportar aguas heladas.	Habitantes predominantemente de aguas cálidas, los adultos pueden soportar aguas heladas.

#### IV.2.1. Conquiliología

Se considera que las partes duras de una ostra son el ligamento y la concha. Una descripción detallada de las características de estas estructuras ha sido realizada por Stenzel (1971) para los distintos géneros de la familia Ostreidae. Las diferencias entre las especies, se refieren esencialmente a la forma, tamaño y a los caracteres de la superficie externa de la concha; es decir, del periostraco, incluyendo espinas y costillas, entre otros (Fig.1), en su interior, es posible distinguir también características de las cuales se refieren a la huella del músculo aductor y a los comata.

Los caracteres de la cara interna de la concha que se observan (Fig. 2), y que coinciden con lo propuesto por Stenzel (1971), son los siguientes:

- 1.-La impresión o huella del músculo aductor en cada valva.
- 2.-La impresión en cada valva del músculo de Quensted.
- 3.-La impresión de la inserción de los músculos paleales.
- 4.-La impresión de la masa de las branquias.
- 5.-El reborde comisural.
- 6.-Las comata.
- 7.-La proyección que aloja el resilífero en la valva derecha.
- 8.-Una cavidad umbonal debajo del área del ligamento de la valva izquierda.
- 9.-Las modificaciones inducidas por parasitismo.

A continuación se presenta la ubicación taxonómica de las especies de ostras de mayor importancia en las costas de México según Castillo y García (1986):

Familia Ostreidae

Género *Lopha*.

Especies: *Lopha cristagalli*, *L. frons* y *L. megodon*

La concha de estas especies que constituyen al género *Lopha*, se caracterizan por presentar una forma alargada y a veces arqueada, con una comisura en zigzag, espinas tubulares, huellas del músculo aductor anteriores y comata a lo largo de la comisura interna de la concha (Figs.3, 4 y 5).

Géneros: *Crassostrea*, *Saccostrea*, *Striostrea* y *Ostrea*.

Especies: *Crassostrea corteziensis*, *C. gigas*, *C. columbiensis*, *C. rizophorae* y *C. virginica*, *Saccostrea palmula*, *Striostrea iridescens*, *Ostrea angelica* y *O.lurida*.

Estas especies se caracterizaron por presentar una forma de semiredonda a subtriangular, comisura lisa, ornamentación sin espinas y hojaldrada, huellas del músculo aductor en la parte media e inferior dorsal, y con comata a los lados de la charnela y a lo largo de la comisura interna de la concha (Figs. 6 a 13).

#### IV.2.2. Anatomía

La masa visceral de las ostras se extiende desde la charnela hasta el músculo aductor. El manto cubre a todos los órganos y aparatos de la ostra, entre los que se pueden mencionar a las branquias, a los aparatos digestivo, excretor, reproductor y circulatorio así como al sistema nervioso (Fig.14).

##### El Manto.

Según Galtsoff (1964) "al levantar la valva izquierda, cuidando de seccionar el músculo aductor en la base, se observa la masa visceral cubierta por los lóbulos derecho e izquierdo del manto, que al distenderse, alcanzan y en ocasiones sobresalen de los márgenes de la concha". Los bordes de los lóbulos del manto son libres en casi toda su extensión salvo en la charnela y donde se fusionan las branquias (Fig.15).

El manto es una estructura sumamente sensible y contráctil; aparenta ser simple pero es relativamente compleja, consta de tejido conjuntivo, fibras musculares, nerviosos, vasos y senos sanguíneos; además, presenta una cubierta de epitelio cilíndrico ciliado.

En el manto se acumulan sustancias de reserva, razón por la cual en una época del año se observa de consistencia gruesa; posterior a la producción de gametos y a la reproducción re-utilizan tales reservas y hacen que el manto nuevamente se adelgace. Una amplia arteria circumpaleal recorre la periferia del manto, en ejemplares vivos ésta y otras estructuras se aprecian fácilmente y permiten la observación de las pulsaciones que parten desde el saco pericárdico, dando salida a la hemolinfa que circula hacia las branquias y el manto (Galtsoff, 1964). En el extremo dorsal posterior al cuerpo del ostión las branquias se unen a los lóbulos del manto formando la pared externa de la cloaca.

Las principales funciones del manto son la formación y mantenimiento de la concha, la secreción del ligamento, recepción de los estímulos que determinan el ritmo de secreción, control en la abertura de la concha, ritmo de bombeo, intercambio gaseoso, alimentación y acumulación de sustancias de reserva, eliminación de metales pesados y dispersión de productos sexuales.

El análisis de la estructura del manto revela que las fibras musculares corren acompañadas de fibras nerviosas que, desde la zona tentacular, conduce estímulos hasta el ganglio visceral o cerebral, lo que se traduce en respuestas eficaces y rápidas.

En la mayoría de las ostras el borde del manto está compuesto por tres lóbulos que han sido descritos en la literatura como pliegues, reduplicaciones o borde lamelar (Castillo, 1977; Castillo y García, 1986).

El lóbulo externo o superior es liso, sin tentáculos, y está en contacto con la cara interna de la valva. Los lóbulos medio e interno

presentan una serie de tentáculos sensibles a estímulos táctiles y luminosos.

Existe en la concha de las especies del género *Lopha* una forma comisural de zigzag, adoptando el manto esta forma también; se asume que es un carácter de gran significación para los depredadores y en la función hidrodinámica.

#### Las Branquias.

Las branquias se extienden en forma de arco semilunar, antero-ventral y terminan donde se fusionan con los lóbulos del manto (Fig.16). En las ostras estas estructuras se presentan pareadas a cada lado del cuerpo. Cada par está compuesto de cuatro bordes lamelares que al unirse adoptan la forma de W. En la línea media las branquias están unidas por sus bordes, y separan la cámara inhalante de la exhalante, dejando la boca y los palpos libres y rodeados por el capuchón cefálico del manto (Galtsoff, 1964).

Las branquias están cubiertas por epitelio cilíndrico ciliado, las cuales producen una corriente de agua que va desde la cámara inhalante a la exhalante pasando a través de las hostias u hostilas; la cámara inhalante tiene una configuración muy simple, a diferencia de la cámara exhalante, que presenta la porción suprabranquial en contacto con la masa visceral, y puede conducir el agua filtrada hacia la zona de la cloaca pasando por debajo del músculo aductor. A la cloaca llegan productos de excreción del riñón y gametos a través de los orificios urinarios y genitales que se encuentran al término de la masa visceral bajo el músculo aductor.

En ostras cuyo desarrollo larvario es planctónico, es decir que no se observa incubación interna, como sucede en las especies de los géneros *Crassostrea*, *Striostrea* y *Saccostrea*, se aprecia del lado derecho una cámara promial, ubicada a un costado de la bolsa visceral, cuya función es relacionada con la regulación del sedimento presente en el ambiente.

#### El músculo aductor.

En las ostras se presenta como un órgano masivo, de forma variable, observando comúnmente las formas semicircular, reniforme, oval o lenticular, según Galtsoff (1964). Su posición también varía; en especies del género *Ostrea* es casi central; en las de *Crassostrea*, *Striostrea* y *Saccostrea* es más próximo a la porción dorsal y posterior; mientras que en *Lopha* esta impresión está más próxima de la charnela que del margen ventral (Castillo y García Cubas, 1986).

En las valvas de las ostras la impresión del músculo aductor presentan color variable; éste carácter se considera de valor taxonómico a nivel específico (Harry, 1983). El músculo aductor se encuentra en sus márgenes rodeado por la masa visceral, el saco pericárdico, la cámara epibranchial y la cloaca; el recto se presenta adherido al margen dorsal (Fig.17).

El músculo aductor controla en gran parte la abertura y cierre de las valvas, como en todos los moluscos bivalvos, entre ellos los monomarios; su función es fundamental antes y después de la fijación de las larvas al sustrato, así como para su protección para regular la abertura. Cabe hacer notar que como resultado de un proceso evolutivo en los pelecipodos, el músculo aductor anterior se redujo y el músculo aductor posterior permanece comparativamente, de mayor tamaño.

Estructuralmente, establece Galtsoff (1964) que el músculo aductor en las ostras muestra una importante división: una parte se encuentra constituida por fibras tónicas que se contraen lentamente y pueden mantener la tensión durante largo tiempo, la segunda parte (dos terceras partes de su masa) corresponde a una área con aspecto translúcido, de forma oval, ligeramente cóncavo en su porción dorsal y próximo al saco pericárdico; se suele denominar parte vitrea u oscura, constituida por fibras que reaccionan más rápidamente, pero permanecen contraídas por periodos de tiempo cortos. Cada extremo del músculo aductor está insertado a una especie de pequeño cojín que contiene aragonita.

Conforme las ostras crecen, el músculo incrementa el número de fibras tanto en su porción dorsal como en la ventral; y por consiguiente, la impresión muscular también crece. Las fibras del músculo aductor forman conjuntos de paquetes rodeados de tejido conjuntivo. La observación microscópica del arreglo en paquetes de fibras musculares rodeadas por tejido conjuntivo, permiten señalar que éstas están mejor desarrolladas en la porción blanca u opaca del músculo aductor.

De acuerdo a las observaciones microscópicas el cuerpo de una fibra muscular de la porción blanca consta de muchas fibrillas de diferente tamaño y diámetro, que se orientan paralelamente a lo largo del eje de la célula; las más próximas a la superficie presentan color más oscuro. Las fibras de la porción translúcida del músculo aductor miden entre 1 y 2 mm de longitud y aproximadamente 5 micras de diámetro cuando están relajadas. Por las características del tejido conjuntivo, en esta parte del músculo aductor sus fibras pueden separarse más fácilmente.

#### *El aparato circulatorio.*

En las ostras está representado por: corazón, arterias, venas y senos abiertos (Galtsoff, 1964). Los diferentes caminos que recorre la sangre son complejos, ya que gran parte de la circulación se realiza por intercomunicación de senos venosos a manera de lagunas llenas de sangre localizados entre órganos y tejidos (Fig.17).

El corazón está localizado en el pericardio en una cámara de pared delgada entre la masa visceral y el músculo aductor; esta cavidad es suficientemente grande para dar alojamiento al corazón y retener un fluido en el que está siempre inmerso. El corazón consta de un par de aurículas contráctiles que conducen a un sólo ventrículo que presenta una importante trama muscular. En la mayoría de los bivalvos el recto pasa a través del corazón, pero en las ostras ésta característica se presenta solo en las especies de ostras de la familia Pycnodontidae y

está ausente en las especies de la familia Ostreidae (Harry, 1983). Dos conductos reno-pericárdicos comunican por el lado derecho e izquierdo, al pericardio con el aparato excretor. Cabe hacer notar que la pared del saco pericárdico está constituida por tejido conjuntivo, similar al manto.

El corazón está dotado de fibras musculares adecuadamente innervadas, lo que explica parcialmente su funcionamiento. Las fibras musculares del corazón se desplazan en diferentes direcciones y frecuentemente están envueltas en tejido conjuntivo, se ramifican y anastomosan, lo que les dá un aspecto esponjoso.

El movimiento de la sangre de las aurículas al ventrículo está controlado por las válvulas aurículo-ventriculares, las paredes de éstas constan de varias capas de fibras musculares soportadas por tejido conjuntivo. Cuando las aurículas se contraen, la sangre es propulsada hacia el ventrículo, el cual se contrae, comprimiendo las paredes de las válvulas y forzando a la sangre a pasar a través de las aortas.

Las arterias y las venas carecen de continuidad, se presentan en una serie de senos o lagunas que caracterizan al aparato circulatorio de los moluscos constituyendo un sistema abierto, (Galtsoff, 1964); pero existen vasos pulsátiles y un corazón accesorio que impulsan la circulación sanguínea a través del manto.

Los vasos sanguíneos de las ostras presentan delgadísimas paredes que fácilmente se rompen si se incrementa la presión. Macroscópicamente o con ligero aumento, se aprecian dos grandes arterias que salen de la porción postero-dorsal del ventrículo. El sistema de vasos eferentes comprende las venas que abren a las aurículas y corren paralelamente a las venas aferentes sobre los otros bordes de unión de las branquias.

La localización del corazón accesorio confirma la opinión de que el manto y la pared de la cloaca desempeñan un papel importante en la respiración de las ostras. La pulsación del corazón accesorio permite, por un lado, que la sangre del seno paleal entre a la vena eferente de las branquias y por otra, sea conducida a las branquias a través de las venas aferentes. La sangre de las ostra no contiene pigmentos respiratorios.

*El aparato excretor u órgano de Bojanus.*

Está representado por dos riñones con nefridios bien desarrollados y ocupa un área semitriangular a ambos lados de la masa visceral, como lo describe Galtsoff, (1964) (Fig.18).

Los nefridios, localizados a cada lado del cuerpo, se inician en la pared del saco pericárdico en los orificios renopericárdicos que a través de un canal ciliado comunican el nefrostoma con el cuerpo del riñón. Ambas ramas del riñón constan de numerosos tubillos sumamente ramificados y sinuosos que presentan células excretoras.

Gran parte de la rama posterior del riñón esta ocupada por una cavidad relativamente amplia o reservorio para almacenamiento de la orina. Un corto conducto renal comunica el reservorio con el exterior y abre hacia el vestibulo uro-gonadal en una estrecha sinuosidad en la superficie del ciego pilórico por la parte posterior del poro genital. Numerosos tubillos anastomasados de los nefridios forman un tejido esponjoso que se extiende hacia la masa visceral. La sangre al atravesar el órgano de Bojanus elimina los productos de desecho que son expulsados a la cloaca.

#### *El aparato digestivo.*

Es uno de los aparatos que tiene mayor importancia en la clasificación de los bivalvos. Este consta básicamente de los palpos labiales, boca, esófago, estómago, estilo cristalino, divertículos digestivos o hepatopáncreas, intestino medio, recto y ano (Fig. 16).

En un contexto general de acuerdo a Galtsoff (1964), Castillo (1977) y Harry (1985) el aparato se inicia con la boca, que es una abertura alargada aplanada dorso-ventralmente, le sigue un esófago corto que desemboca en el estómago. De la parte posterior de éste emergen el saco del estilo y el intestino unidos total o parcialmente. El curso del intestino, desde su salida en la parte terminal media o anterior del saco del estilo a el ano, es variable. La parte terminal del intestino denominado recto se apoya en la parte dorsal del músculo aductor-posterior terminando en el ano que presenta papilas variables.

La mayor parte del aparato digestivo se encuentra dentro de la bolsa visceral, solo los palpos labiales, parte del intestino, el recto y el ano se encuentran expuestos.

El estómago está constituido primordialmente por cámaras (anterior y posterior), ciegos y un saco del estilo cristalino. Generalmente el ciego anterior es el mayor y en él se encuentra el inicio del tiflosol dirigido hacia la derecha y región ventral del estómago.

La pared del estómago, localizada frente a la abertura del intestino medio y del estilo cristalino, está cubierta por una delgada cutícula resistente y translúcida; esta estructura, denominada escudo gástrico, es en realidad una placa ligeramente elevada con superficie irregular que se encuentra descansando sobre un prominente borde epitelial de células columnarias, que se caracterizan por tener un núcleo rico en cromatina; no es una estructura permanente, y bajo condiciones normales, es producida constantemente.

El material del estilo cristalino se mezcla con los jugos gástricos. La cabeza del estilo se proyecta desde el saco del estilo donde se produce y se extiende a través del estómago hacia la pared opuesta, lugar donde se encuentra el escudo gástrico y contra el cual gira, presiona y termina por disolverse el material del mismo. En virtud de que esta estructura está formado de amilasas y glucogénicos, ayuda enormemente a formar una mezcla con la fragmentación del material ingerido, primordial en la digestión.

### El aparato reproductor.

Consta de una glándula que descansa sobre los pliegues de los divertículos digestivos en general. En ejemplares adultos, el aparato reproductor es una estructura tubular formada por un conducto principal a cada lado de la bolsa visceral que se extiende desde la región ventral a la dorsal, llegando a delimitar superficialmente al saco pericárdico; estos conductos se ramifican profusamente terminando en capilares microscópicos (Fig.19).

Durante la mayor parte del proceso de reproducción, la gónada se identifica como una glándula par, pero al alcanzar la madurez los dos lóbulos se anastomosan en la región dorsal, constituyendo temporalmente una glándula con aspecto masivo, que continúa mostrando su dualidad por la presencia de dos orificios genitales, derecho e izquierdo (Galtsoff, 1964).

Al iniciar las funciones gonádicas el aparato reproductor presenta una estructura folicular; al intensificarse la producción de gametos los folículos se amplían y ramifican llegando a anastomosarse las paredes de los tubulos, adquiriendo una estructura tubulo-ramificada, característica de la etapa gametogénica avanzada. Cuando los ejemplares alcanzan la madurez sexual, el tejido conjuntivo se encuentra reducido al mínimo; posteriormente, cuando se realiza la expulsión de gametos, los productos residuales tienden a concentrarse en los folículos y pueden permanecer en el interior de los túbulos más o menos funcionales hasta la siguiente temporada; en ocasiones, antes de que esto suceda, se presenta invasión fagocitaria o reabsorción de gametos.

En lo relativo a la etapa de inactividad sexual o indiferenciación, no todas las ostras adultas pasan por esta etapa, ya que éste proceso está íntimamente relacionado con las características ambientales así como con la condición de los organismos. Tanto en el campo como en el laboratorio, los individuos en esta etapa tienden a acumular substancias de reserva y el grosor de sus partes externas y amarillentas es fácilmente distinguible.

Al iniciarse la etapa gametogénica el tejido conjuntivo se encuentra en su máximo grado de desarrollo; el tejido gonádico aparece en forma de islotes por estar dentro de los túbulos, con células germinales de diferente tamaño que pueden evolucionar en óvulos o espermatozoides. Las células que van a producir ovocitos a partir de células germinales crecen hasta producir las ovogonias, las cuales dan origen a células que pasan por tres etapas antes de convertirse en ovocitos maduros.

Los ejemplares adultos en etapa gametogénica presentan y se caracterizan por la gran actividad del epitelio germinal, al desarrollarse la gónada, los tubulos crecen y se ramifican juntándose y anastomosándose. En la misma proporción disminuye el tejido conjuntivo que queda reducido a una delgada capa que separa al tejido gonádico de los divertículos digestivos y el tegumento externo. Macroscópicamente se aprecia el desarrollo de la gónada a través del tegumento externo que envuelve a la masa visceral observándose

crecimiento gradual de los túbulos hasta constituirse en una masa blanquecina que recubre al ostión.

Cuando los organismos han alcanzado la madurez sexual, según Galtsoff (1964) el aparato reproductor se presenta como una glándula masiva, más o menos uniforme, en la que difícilmente se aprecia la separación entre los túbulos; sin embargo, la gametogénesis puede continuar. En algunos ejemplares el tejido conjuntivo es desplazado totalmente, ya que aún los intersticios entre los túbulos se reducen y toda la zona aparece ocupada por gametos.

La etapa reproductiva se inicia cuando los ejemplares han alcanzado la madurez sexual e inician la expulsión de gametos, lo que de acuerdo con diversos autores, entre ellos Loosanoff (1945, 1952 y 1969), esta determinado por ascensos térmicos y descensos en la salinidad. Las hembras, además, requieren la presencia de espermatozoides en el agua.

La reproducción puede manifestarse mediante expulsión pulsativa, iniciarse mediante una débil expulsión de gametos con densidad progresiva, o bien en una expulsión masiva al finalizar la temporada. Esta etapa se distingue por la marcada reducción en la cantidad de gametos y por los huecos que éstos dejan en la zona ocupada por la gónada. Durante esta etapa es posible que continúe la gametogénesis y que algunos organismos realicen más de una expulsión de gametos. La intensidad y frecuencia de la expulsión de gametos está íntimamente relacionado con la condición de los individuos, así como por las características ambientales de temperatura y salinidad que prevalezcan.

La etapa postreproductiva de los ejemplares que han realizado la expulsión de gametos muestran grandes huecos en la zona que normalmente esta ocupada por la gónada, por lo que se aprecia una marcada reducción en la concentración de gametos.

En virtud de que la mayoría de las ostras en nuestras costas suele iniciar la expulsión de gametos desde el mes de mayo, es posible que desde este mes se aprecie ligera reducción en la cantidad de gametos en la gónada. No se considera que las ostras han entrado en la etapa postreproductiva, hasta que ha cesado la expulsión y la producción de gametos, ya que algunos ejemplares pueden tener expulsiones pulsativas, y por la actividad gametogénica, tener una recuperación de productos sexuales. Al avanzar el año, al término de la temporada de reproducción pulsativa o masiva, con un exceso de tejido roto en la gónada, se empieza a presentar más intensamente los procesos de concentración de productos sexuales residuales; también se aprecia incremento de gametos no funcionales. Cuando se observa este cuadro, puede afirmarse que los organismos han dejado de reproducirse. Como se ha mencionado, en esta etapa no hay producción de gametos y los que han quedado, denominados residuales, pueden concentrarse en los túbulos reestructurados, donde suelen permanecer activos hasta la siguiente temporada, o iniciar el proceso de reabsorción.

La etapa de reposo se caracteriza por la concentración de los productos residuales en los conductos regenerados durante la etapa

postreproductiva, los cuales, como se mencionó con anterioridad, pueden permanecer funcionales o iniciar un proceso de degeneración terminando por ser reabsorbidos.

El tejido conjuntivo inicia su desarrollo y al término de esta etapa suele constituir una gruesa capa que recubre los pliegues del aparato digestivo y llega hasta el tegumento externo.

Las ostras del Pacifico mexicano, en esta etapa engordan notablemente en virtud de que acumulan gran cantidad de material de reserva.

### IV.3. Fecundación, Desarrollo y Crecimiento.

En lo relativo al comportamiento reproductivo se ha observado, bajo condiciones experimentales, que el macho realiza primero la expulsión de espermatozoides, lo que hace a través de la cloaca; su tamaño y movilidad determinan que se distribuyan homogéneamente en la masa de agua, en cambio, los productos sexuales femeninos en las ostras de la subfamilia Crassostreinae, pasan a través de las branquias y son expulsados por la cámara inhalante. El hecho de que la hembra responda a la presencia de esperma en el agua garantiza hasta cierto punto la fecundación.

Como se ha mencionado anteriormente, en las especies de la subfamilia Ostreinae los ovocitos permanecen en la cámara incubadora y son fecundados por el esperma transportado por el agua que penetra a través de la cámara inhalante hacia las branquias, la mayor abertura de las hostias en estas especies garantiza una adecuada oxigenación a los huevos, embriones y larvas (Manual Técnico, Secretaria de Pesca, 1988).

Una vez que los espermatozoides rodean al ovocito, algunos sufren reacción acrosomal, que consiste en el deterioro de la región mencionada y protección del filamento axial del cuerpo. En estas condiciones, el espermatozoide penetra al ovocito y casi inmediatamente se presenta una reacción cortical que consiste en la formación de una "membrana de fertilización" con lo que en realidad se presentan dos cubiertas, la membrana vitelina y una membrana externa de fecundación.

La penetración del pronúcleo masculino estimula al ovocito para que complete su desarrollo, se realizan procesos meióticos y la expulsión de los cuerpos polares de los que no se separa sino hasta que se alcanza la etapa de larva trocófora. En esta forma, al unirse los pronúcleos femenino y masculino el huevo tiene el número normal de cromosomas que caracteriza a la especie y que en *C. virginica* es de 20.

En condiciones normales los ovocitos maduros son fértiles del 90 a 100% durante las primeras cuatro horas después de la expulsión, el porcentaje disminuye a 60% después de seis horas; a 20% a las diez horas y es casi nula a las doce horas. Los espermatozoides, en cambio, pierden su capacidad de fertilización a las cuatro horas y media en condiciones normales, aunque bajo condiciones controladas a 10 grados centígrados pueden conservar su viabilidad durante 24 horas (Loosanoff, 1969).

Se observa que después de la emisión de los cuerpos polares y la fusión de los pronúcleos, ocurre la primera división mitótica en sentido meridional, presentando el embrión aspecto trilobulado.

La segunda división también es meridional y en ángulo recto respecto a la primera división, la tercera se realiza en el polo animal y en el polo vegetativo se comienzan a formar los macrómeros. En las divisiones cuarta y quinta, los micrómeros empiezan a dividirse más

aceleradamente que los macrómeros, de tal forma que al proliferar no se replieguen sobre la periferia de la mórula; al llegar al estado de blástula los micrómeros cubren a los macrómeros en el polo animal sin dejar ninguna cavidad. Este tipo de blástula se denomina esteroblástula.

La formación de este tipo de esteroblástula se produce por el tipo de segmentación que presentan los moluscos que es en espiral, con el eje de división de los micrómeros oblicuo con respecto al eje del huevo, los micrómeros en esta forma van quedando dispuestos a la izquierda de la célula madre (segmentación levotrópica), la segunda generación de micrómeros es de células más pequeñas que la anterior, la tercera segmentación de macrómeros da lugar a la aparición del endodermo.

La gastrulación se realiza en el crecimiento de los micrómeros hacia el polo vegetativo formándose así una cavidad, esta etapa se alcanza aproximadamente de 4 a 6 horas después de la fecundación y se caracteriza por la aparición de cilios grandes en el polo vegetativo, así como cilios finos cubriendo la gástrula que adquiere forma ovalada. En esta etapa todavía no se desprenden los cuerpos polares y la larva no es natatoria, aproximadamente veinte minutos después se forma un cinturón de cilios grandes, se desprenden los cuerpos polares y la larva empieza a nadar libremente (Fig. 20 a). La pequeña larva nadadora formada al final de la gastrulación es casi del mismo tamaño que el ovocito maduro y recibe el nombre de larva trocófora (Fig. 21 a).

En el polo animal de esta larva se empieza a producir una invaginación que marca el lugar en que se desarrolla la concha, llamada prodisconcha y que en realidad es la concha embrionaria. La invaginación del blastoporo se acentúa, se forma el mesodermo y la concha aumenta de tamaño, se cierra el orificio denominado blastoporo y se forma la boca en este lugar.

La larva empieza a alimentarse del nanoplancton. Las células ectodérmicas desarrollan cilios y se les denomina en esta etapa trocoblastos, forman un anillo ciliado denominado prototroca que funciona como órgano nadador; en virtud de que la concha larval continúa creciendo, llega el momento en que ésta cubre gran parte del cuerpo y se identifica ya una valva derecha y otra izquierda; el estadio de larva trocófora bajo condiciones controladas se alcanza aproximadamente en 24 a 48 horas, cuando la prototroca de la larva trocófora ha desarrollado gran cantidad de cilios sobre un amplio velum, la larva recibe el nombre de larva veliger, como lo establece Galtsoff (1964). (Fig. 21 b).

Los cilios del velum no son uniformes, en términos generales se presentan grandes cilios con función locomotriz; y en torno al círculo aboral se presentan finos cilios que producen corrientes más o menos constantes, las cuales transportan alimento que es ingerido por la larva. En esta etapa ya presentan la boca, aparato digestivo y reproductor.

El pie, que era rudimentario, empieza a desarrollarse y también presenta cilios; aquí la larva tiene dos músculos aductores, anterior y posterior, el primero desaparece después de la fijación de la misma por las razones expuestas.

Al encontrar el substrato adecuado la glándula cementante, que se encuentra en la base del pie de la larva, realiza la secreción correspondiente, queda fija al mismo e inicia la metamorfosis, que la conducirá a la etapa juvenil (Fig.20.b).

En este periodo algunos órganos y estructuras como el músculo aductor anterior, la glándula cementante, el estatocisto, el pie, el ganglio pedal, así como el velum desaparecen, ya que los palpos labiales evolucionan en su forma a partir de solo una porción específica del velum mencionado.

Aparecen, fibras radiales y marginales en el manto, el aparato digestivo se modifica; la boca, que tenía posición ventral, toma una posición dorso-anterior y el ano, que era dorso-posterior, pasa a ser posteroventral en el adulto y las branquias se desarrollan hasta ocupar gran parte de la cavidad paleal.

La reabsorción de órganos y estructuras larvarias se realiza por acción fagocitaria y dura aproximadamente tres días, alargándose el proceso cuando éste se realiza a bajas temperaturas. Cabe mencionar que en *Crassostrea virginica* se ha observado que dentro de ciertos límites al pasar el tiempo, la capacidad de cementación de la mencionada glándula va disminuyendo gradualmente, lo que puede determinar que a partir de cierto tiempo la posibilidad de fijación de las larvas llegue a ser nulo incluso, aún cuando tenga el substrato adecuado.

Existen del desarrollo antes mencionado, considerables diferencias interespecíficas entre las especies *Crassostrea virginica*, *C. gigas*, *C. corteziensis*, *Ostrea lurida* y *O. edulis*.

En años subsiguientes se emprendieron estudios tendientes a aclarar el comportamiento de la larva, en particular el proceso de fijación y alimentación de las mismas bajo condiciones controladas, destacan los trabajos de Burkenroad (1931) y Galtsoff (1937), así como los de Loosanoff y Engle (1940) sobre reproducción y fijación larvaria y los de Loosanoff (1945 y 1969) sobre desarrollo gonádico e inducción de desove. También son importantes los trabajos de Ingle (1951) sobre reproducción y fijación larvaria en condiciones naturales y los de Serval et al. (1954) sobre desarrollo gonádico.

Loosanoff y Davis (1952 y 1963) manejaron parametros ambientales para inducir la reproducción masiva de ostión fuera de temporada, mientras que Calabrese y Davis (1966) estudiaron concretamente el efecto del pH en la reproducción de *C. virginica*. Entre los trabajos realizados para determinar los diferentes factores que afectan la sobrevivencia de las larvas de la mencionada especie, destacan los realizados por Davis (1953) y los de Calabrese y Davis (1967). Para entender el proceso de fijación larvaria de *C. virginica* son importantes los trabajos de Menzel (1954 y 1955). En lo referente a alimentación cabe mencionar

los trabajos realizados por Coe (1948), Nelson (1925 y 1938) y Yonge (1926).

Es evidente que estos trabajos no hubieran podido incidir en la producción intensiva de larvas de ostión bajo condiciones controladas sin avanzar en el conocimiento de los hábitos de la especie en esa etapa, dominando técnicas de producción intensiva de microalgas, en que destacan los trabajos realizados por Loosanoff y Engle (1947), Davis (1953), así como los de Davis y Guillard (1958) como también los de Thompson y Harrison (1992).

Los trabajos de Loosanoff y Davis (1952 y 1963) tuvieron como objetivo principal lograr la reproducción de *C. virginica* bajo condiciones controladas fuera de la temporada normal de reproducción de la especie, teniendo como resultados el acondicionamiento de las ostras y el desove de las mismas mediante estímulos térmicos y químicos; por esta razón, se les considera antecesores directos de los trabajos relacionados con la producción intensiva de semilla de ostión.

Otros investigadores trabajaron con ejemplares de la misma especie procedentes de otras localidades. Ellos se enfrentaron a serias dificultades; así Andrews (1964 y 1967) reporta haber encontrado dificultades para lograr el desove de la especie. Hidu et al. (1969), reportaron haber tenido éxito en el desove de ejemplares de *C. virginica* solo cuando los ejemplares habían madurado en condiciones normales, es decir, en plena temporada de reproducción de esta especie en la zona en que se trabajó.

Maurer y Price (1968) también lograron el desove, la fecundación y el desarrollo larvario durante los meses de septiembre, octubre y enero retrasando el desove de ejemplares maduros, manteniéndolos a temperaturas de 15 grados centígrados; sin embargo, señalan la necesidad de pasar por largos periodos de estímulos térmicos y químicos antes de lograr el desove.

Por último, el crecimiento en la mayoría de las especies de ostras estacionalmente varía claramente de acuerdo con variaciones registradas en parámetros físicos y químicos, así como en los factores biológicos relacionados con la composición de la comunidad y densidad poblacional en el banco.

Para entender las diferencias en crecimiento se puede partir del hecho de que existe variación estacional en la disponibilidad de alimento, que puede ser tanto de origen planctónico como detritico. La producción de plancton y macrofitos, así como la caída de hojas de mangle presenta una variación marcadamente estacional, ya que está correlacionado con el ciclo de nutrientes, temperatura y radiación solar, así como con la transparencia y el movimiento del agua.

En términos generales, en la zona templada se presentan dos máximos en la productividad, el más importante ocurre en primavera y se presenta otro menor en verano, en la zona tropical y subtropical. La productividad puede ser más continua, pero se presentan variaciones

estacionales en relación a nortes y ciclones, así como a variaciones en la salinidad.

En la Laguna de Tamiahua, Veracruz, *Crassostrea virginica* crece durante el primer año aproximadamente de 5 a 6 cm; a los 2 años alcanza tallas comprendidas entre 8 y 10 cm; y a los 3 años superan los 12 cm. En los referente a *C. corteziensis* procedentes de Guaymas, Sonora, se ha encontrado que al año crecen entre 6 a 8 cm, mientras que en el segundo año se registran tallas comprendidas entre 12 y 13 cm y al tercer año se encontraban ejemplares de aproximadamente 15 cm.

Finalmente en lo que se refiere a *Striostrea iridescens* procedentes de Todos los Santos, Baja California Sur, se tienen datos que indican que a los tres años alcanzan longitudes comprendidas entre 10 a 12 cm y a los 4 años presentan tallas promedio de 13 a 15 cm.

Por otro lado, de acuerdo con diversos autores, *Ostrea lurida* alcanza en no menos de dos años, tallas comprendidas entre 6 y 8 cm. En cambio, se tienen reportes que indican que *Crassostrea gigas* posiblemente sea una de las especies con mayor tasa de crecimiento; en ejemplares de esta especie introducidas en lagunas costeras de Oaxaca, se registro en el primer año un crecimiento ligeramente superior a 1 cm al mes.

Pese a lo mencionado con anterioridad, es conveniente recalcar el hecho de que mas importante que el incremento en longitud de los ejemplares mencionados, es la variación en la capacidad visceral, la que marca el limite para el desarrollo de la parte blanda y que en los moluscos es la porción importante para la alimentación del hombre.

#### IV.4. Aspectos genéticos

Los estudios de variabilidad genética en poblaciones naturales de ostras han aportado valiosa información acerca de los procesos evolutivos que intervienen en la adaptación de las especies al ambiente que habitan. El reservorio genético de una población está definido por el tipo de alelos que contiene y la frecuencia con que están presentes.

Las poblaciones que presentan distribuciones geográficas amplias pueden experimentar diferencias ambientales que han de reflejarse en sus estructuras genéticas, de ahí la consideración de razas y hasta ecotipos, que caracterizan los cambios ambientales y geográficos, tema de primordial interés en el campo de la biología evolutiva de las especies de la familia Ostreidae.

Las técnicas electroforéticas han probado ser adecuadas en estudios de genética-bioquímica, y son un apoyo en la sistemática porque permiten examinar las diferencias y similitudes genéticas en y entre taxa, además de proveer información filogenética del grupo en estudio. El método ha sido aplicado, por diferentes investigadores a la familia Ostreidae, a fin de tratar de establecer las relaciones filogenéticas en esta familia, aún en controversia.

Según De la Rosa (1986), los adelantos en el estudio en divergencia evolutiva han permitido reclasificar algunas especies del género *Triostrea*, proponer el establecimiento de superespecies en *Crassostrea*, y apoyar la existencia del género *Saccostrea*, aplicado para una especie de ostra que habita la costa pacífica de México.

Con referencia a trabajos genéticos y de cromosomas tenemos entre otros a Ahmed y Sparks (1967), que efectuaron un estudio preliminar de los cromosomas de *Ostrea lurida* y *Crassostrea gigas* obteniendo un número diploide de cromosomas igual a 20 en ambas especies, pero detectando anomalías en cantidad y estructura en núcleos metafásicos en las células de *C. gigas*. Ahmed (1973), en su trabajo de citogenética de ostras, realizó un estudio comparativo de seis especies de *Crassostrea* y tres de *Ostrea* (seis de Karachi, oeste de Pakistán y tres de la costa del Pacífico de U.S.A.), estableciendo un número diploide de  $2n=20$  en todas las ostras; los cariotipos contenían cromosomas metacéntricos y submetacéntricos, pero varían en las frecuencias de ambos tipos en las diferentes especies, siendo esto atribuido a inversiones pericéntricas o céntricas.

Singh y Zouros (1978), estudiaron la variación genética asociada con el rango de crecimiento de la ostra americana *Crassostrea virginica*, estableciendo como conclusión que la heterocigocidad y el rango de crecimiento están correlacionados positivamente, pero que esta correlación no es necesariamente la única causa.

Rodríguez et al. (1977), llevaron a cabo un estudio comparativo del cariotipo de *Crassostrea virginica* y *C. corteziensis* estableciendo diferencias en dos aspectos que son: el par de cromosomas número 9 es submetacéntrico en *C. virginica*, y en *C. corteziensis* no están

presentes; por lo que éstas dos poblaciones pueden ser consideradas como razas cariotípicas.

Rodríguez et al. (1979), estudiaron la distribución de bandas "G" en el cariotipo de *Crassostrea virginica* y determinaron que el estudio del cariotipo de esta especie por medio de las bandas "G" representan una importancia citotaxonomica porque el patrón de bandas de varias poblaciones a lo largo de la costa atlántica, puede ser estudiada y comparada para conocer si ellas reflejan alguna mutación adaptativa que permita establecer e identificar la posibilidad de razas cromosómicas.

Groue (1982) realizó un análisis morfológico y genético de la variación geográfica de ostras en el Golfo de México (*Crassostrea virginica*) y demostró que la variación morfológica y genética no están relacionadas, las cuatro poblaciones estudiadas fueron morfológicamente diferentes, pero no genéticamente; señaló además que la variación morfológica es probablemente una respuesta a diferencias en los factores ambientales como la salinidad, mientras que la variación genética no parece estar relacionada con esas variaciones ambientales.

Buroker (1983) examinó, por medio de electroforesis de gel-proteína, 19 diferentes poblaciones de *Crassostrea virginica* establecidas a lo largo de la costa del Atlántico y del Golfo de México. Las estimaciones fueron hechas de niveles de variación genética y similitudes poblacionales basadas en 32 loci estructurales. El estudio reveló que la migración planctónica larval de las ostras es predominantemente en dirección oeste a lo largo del Golfo de México y que el flujo genético parece estar interrumpido en la región de la Laguna Madre, México. Las evidencias presentadas establecen una selección genética simple en la forma de frecuencias alélicas de clines macrogeográficos con condiciones ambientales cambiantes.

Thiriot-Quievreux (1984) reveló un cariotipo para *Ostrea edulis* de  $2n=20$ , con clases de cromosomas de tipo metacéntricos, submetacéntricos y subtelocéntricos, y para *Crassostrea gigas* el cariotipo corresponde a  $2n=20$  con las clases de cromosomas metacéntricos y submetacéntricos.

Hedgecock y Berthelemy (1984) realizaron el estudio de la diversidad genética en y entre poblaciones de la ostra americana, ellos propusieron que *Crassostrea virginica* de la bahía de Campeche, es electroforéticamente distinta de las poblaciones de la costa del golfo en Estados Unidos de Norteamérica, constituyendo la cuarta raza de esta especie analizada por dicha técnica electroforética. Poblaciones de *C. rhizophorae* en y a lo largo del Caribe, muestran una dispersión de frecuencias alélicas que quizás indican una reducción en el flujo genético. Las distancias genéticas de las especies *C. virginica*, *C. rhizophorae* y *C. corteziensis* indican que estos tres taxa son especies bien separadas. Evidencias fósiles y moleculares establecen la divergencia de *C. corteziensis* en el Plioceno después de la separación de *C. virginica* y de *C. rhizophorae*. La gran similitud cariotípica y

morfológica de estas especies sugiere la conservación evolutiva de un programa básico de desarrollo.

#### IV.5. Concentración de metales pesados

Nuevas técnicas sobre el contenido de metales pesados en organismos que habitan diferentes cuerpos costeros se están desarrollando.

Las ostras, entre otros grupos de organismos bentónicos son idóneos para el estudio de concentración de Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Hg y Cr. Varias especies de ostras están siendo estudiadas en diferentes cuerpos costeros y se ha destacado que la distribución de metales en el cuerpo o partes blandas, se presentan y acumulan en forma estacional. Existe también un peligro inminente para el consumo humano, con la bioacumulación y toxicidad de uranio y plutonio, en organismos como las ostras y los mejillones.

Numerosos intentos de hibridación en el Género *Crassostrea* han sido reportados sin grandes avances, entre otros por la falta de control en la calidad de los gametos y cigotos, su crecimiento y supervivencia. Sin embargo, los estudios de metales, han conducido a obtener de manera general la composición bioquímica de especies del género *Crassostrea* en la costa del Pacífico. De acuerdo a estudios recientes como los de Páez-Osuna (1993), tiene *Crassostrea iridescens* la siguiente composición: 37.9% de proteínas; 38.6% de carbohidratos y 11.2% de lípidos.

De lo anterior se desprende la importancia de realizar investigaciones sobre este tema en México.

#### IV.6. Potencialidad, Tecnología y efectos de factores abióticos y bióticos para el desarrollo del cultivo ostrícola en México

El uso de las ostras en la alimentación humana data de épocas remotas, cuando el consumo del alimento dependía fundamentalmente de su abundancia, accesibilidad y sabor en crudo. Los chinos, que contribuyeron a las primeras prácticas ostrícolas; y los romanos, que aplicaban estudios básicos consumían a las ostras como verdaderas delicadezas gastronómicas. Y así como en esos países aprovecharon la práctica de sus métodos, los pobladores de nuestro continente las incluían también en su alimentación.

El cultivo de las ostras que se practicaba desde la época romana tuvo su inicio desde el momento en que su ciclo de vida, ecología y necesidades de conservación fueron entendidas. En el siglo XX la tendencia para el cultivo del ostión se aceleró como una reacción al impacto del hombre sobre la ecología lagunar-estuarina.

En México los primeros avances importantes en la actividad pesquera se logran a través del Departamento de Caza y Pesca, en donde se impulsaron las exploraciones e investigaciones en esta área, y se consolidaron y ampliaron los derechos de las Cooperativas pesqueras.

En cuanto a la potencialidad ostrícola se refiere, los litorales de México, cuentan con extensas áreas en las que existen bancos naturales de ostras, de donde han sido extraídas a escala comercial, hasta la actualidad. En muchas zonas del país se presentan condiciones adecuadas para el desarrollo de programas de cultivo en forma inmediata como en San Blas, Nayarit, y existen otras áreas que requieren una intervención de cultivo semintensivo o extensivo como en las lagunas de los estados de Veracruz y Tabasco.

La situación latitudinal de México, como se ha señalado, es favorable para la existencia de ostras en diversas lagunas costeras y esteros que presentan características térmicas, de salinidad y de fondo adecuados, tanto para la fijación de larvas, como para su crecimiento; sin embargo, estos parámetros no son los únicos a considerar en el desarrollo de una población ostrícola, como se mostrará más adelante.

En México las lagunas se encuentran bien definidas por caracteres fisiográficos evidentes dados por la homogeneidad climática derivada de su ubicación tropical, el medio acuático y las comunidades instaladas varían estacionalmente y cíclicamente dentro de los límites de un conjunto de factores ambientales relativamente elásticos.

Las especies de ostras con grandes posibilidades de cultivo son: *Crassostrea corteziensis*, *C. gigas*, *C. rizophorae*, *C. virginica* y *Striostrea iridescens*. El ostión de placer *C. corteziensis* es la especie menos estudiada y restringida a 4 o 5 estados litorales del Océano Pacífico.

Las actividades ostrícolas se desarrollan primordialmente en nueve estados de la República: Baja California Norte y Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Veracruz, Tabasco y Campeche (Fig.22).

México tiene a su favor la bondad y calidad del ostión y ha tratado de tecnificar la metodología de cultivo adecuada a cada localidad como ha sucedido en el estado de Nayarit.

Actualmente, por la demanda comercial, los bancos ostrícolas, se encuentran sobreexplotados originándose así un gran problema no solo por la conservación de la especie sino el de sostener e incrementar la producción de bancos dañados.

#### IV.6.1 La potencialidad por estados:

En el Golfo de México existen aproximadamente 328,000 Has. de lagunas litorales con características adecuadas para el desarrollo de bancos ostrícolas; de estas, 101,000 Has. corresponden al estado de Veracruz, en tanto que al norte de esta entidad existen 96,000 Has. de lagunas litorales que han constituido el principal reservorio ostrícola del país: las lagunas de Tamiahua, Pueblo Viejo y Tampamachoco. Aunque el potencial de lagunas aprovechables es considerable, por el momento solo se puede usar para cultivo una extensión de 15,000 Has. que actualmente se encuentran en explotación.

En el estado de Tamaulipas se encuentran cuatro áreas ostrícolas: La Laguna de San Andrés, el Estero del Tordo, la Laguna Morales y la Laguna Madre.

El estado de Tabasco ofrece para el desarrollo de proyectos ostrícolas a los sistemas lagunarios de Mecocacán, Machona y Carmen; éste último se encuentra en la porción norte del estado, en los límites con el estado de Veracruz. La estructura pesquera de la costa del estado de Tabasco ha trabajado por mucho tiempo por sociedades cooperativas que explotan a la ostra americana *Crassostrea virginica*, que se desarrolla en todo el sistema lagunar costero del estado, integrado por las lagunas Mecocacán, Tupilco, Redonda, Machona y Carmen.

En el estado de Veracruz se tiene noticia de que a partir de los años cuarenta se iniciaron en la laguna de Tamiahua las primeras prácticas del acondicionamiento de fondo y trasplantes de semilla (De Buen, 1957). Posteriormente, el mismo autor recomendaba el cultivo y la explotación parcelaria de bancos con el fin de recuperar la producción ostrícola de la laguna de Pueblo Viejo. La zona de trabajo ostrícola en el estado comprende las lagunas litorales de Tamiahua, Pueblo Viejo y Tampamachoco, ubicadas a lo largo de la planicie costera de Veracruz, denominada también costa de la Huasteca veracruzana.

En el estado de Campeche, en la laguna de Términos, el número de cooperativas es muy bajo y se continúa con la explotación irracional en el sentido de no respetar las tallas reglamentarias y no devolver las tallas menores, además de otras fallas técnicas que repercuten en un ostión poco atractivo al mercado, que se refleja en un precio muy bajo e inestabilidad en el volumen y periodicidad de la compra. La

explotación del ostión desde los años cuarenta ha sido realizada en la forma más elemental, careciendo de un arte de pesca para la extracción, que es realizada tradicionalmente a mano directamente sobre los bancos.

Para la costa del Pacífico mexicano existen ejemplos como el estado de Nayarit, que cuenta con 92,400 Has. de esteros y lagunas costeras. El ostión llegó a ser en este estado la segunda especie en importancia después del camarón y fue explotado hasta que los valores de producción bajaron al mínimo. En la década de los setenta, el Instituto de Biología, el Centro de Ciencias del Mar y Limnología, ahora Instituto, ambos de la UNAM y la Dirección de Acuicultura del Departamento de Pesca, ahora SEMARNAP, apoyaron decididamente las actividades ostrícolas sentando las bases primordiales para el alza en la calidad y en la producción de este producto hasta fines de esa década. La especie que ha tenido una fuerte actividad ostrícola es el ostión de estero o de placer *Crassostrea corteziensis*; también son importantes el ostión de roca *Striostrea iridescens* y *Saccostrea palmula*.

Los estados de Sonora y Sinaloa no cuentan con una inversión sostenida de operaciones ostrícolas. Su infraestructura y producción no los incluye como estados de primordial importancia para la explotación de este recurso. Las especies que se han instalado son: una especie introducida, *Crassostrea gigas* y una de importancia regional *C. corteziensis*. Quizás más adelante gracias a la subsecuente importación de semilla mejorada de *C. gigas*, el estado de Sonora ofrezca una producción relevante y sostenida.

En la tabla 4 se presenta la producción de ostión, observándose que el estado de Veracruz es el de mayor producción ostrícola en promedio.

TABLA 4. Producción de ostión en peso vivo (miles de toneladas métricas), por principales entidades federativas en el periodo 1982-1994.

AÑO	CAMP.	GUERR.	TAB.	VER.	TAMPS.	OTROS	TOTAL
1982	1384	2126	8492	17301	3221	2382	39906
1983	1364	1018	10149	19123	2870	2020	36544
1984	1572	671	13945	23112	2381	1126	42807
1985	3161	575	14765	17164	4291	2711	42667
1986	3470	981	10551	21303	3128	2942	42375
1987	1712	1169	8256	32328	4029	3221	50715
1988	1794	1162	6392	40505	3336	2929	56118
1989	1323	1371	14786	33292	2730	3097	56599
1990	1197	721	13708	30234	3206	3516	52582
1991	1334	693	16370	14622	2388	3314	38721
1992	2872	1107	11399	9019	5576	2178	32151
1993	1391	432	6464	10628	4335	2594	25847
1994	----	----	-----	17613	4079	2535	24227

Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca de 1982 a 1994

#### IV.6.2 Factores abióticos importantes para el desarrollo del ostión

Aunque se considera que las ostras se originaron en aguas eurihalinas (Stenzel, 1971), en la actualidad existen especies adaptadas a zonas hipersalinas o a las áreas oceánicas. Varios grupos de ostréidos son habitantes típicos de los esteros, desembocaduras de ríos, lagunas costeras y zonas litorales en que se mezclan las aguas oceánicas con las de los ríos produciendo salinidades y sustratos adecuados para que se fijen las larvas y prosperen los adultos.

##### Temperatura

En el caso de las ostras es importante conocer las variaciones de las temperaturas óptimas para la reproducción, crecimiento y desarrollo, asimismo observar su relación con la presencia y distribución de las larvas.

El efecto de la temperatura sobre el estadio larval es uno de los factores más críticos en la supervivencia de las ostras; Korringa (1940), demostró que la duración de natación libre de las larvas y del periodo embrionario depende, en primer lugar, de la temperatura. El mismo autor estableció para *Ostrea edulis* un rango de temperatura de supervivencia de 17.5 a 30.0 grados centígrados y un rango de temperatura óptimo de 12.5 a 27.5 grados centígrados. Esta aseveración es importante ya que tiene que tomarse en cuenta para el desarrollo y reproducción de las ostras.

Otro efecto de la temperatura es establecida por Nelson (1909), sobre la distribución vertical de las larvas, quien observó que las temperaturas elevadas provocan que tiendan a emerger, a diferencia de las temperaturas frías, que las induce a sumergirse.

El crecimiento de las ostras está influido directamente por la eficiencia del proceso alimenticio que depende a su vez de los factores ambientales. Hemos observado que hay dos aspectos del crecimiento de la ostra, uno el concerniente a la concha y otro al del cuerpo propiamente. El crecimiento de la concha parece ser dependiente de la temperatura, al mismo tiempo, el cuerpo puede tener suficiente energía derivada del alimento. El crecimiento del cuerpo también es dependiente de la temperatura, pero se han hecho observaciones que en los meses de escaso alimento el cuerpo se adelgaza y la concha sigue creciendo.

Han sido muy intensos los trabajos realizados sobre la influencia que ejerce la temperatura sobre el desarrollo gonádico. Loosanof (1969) cita que la proliferación y anastomosis de los folículos gonadales aumentan con el incremento de temperatura; y Rogers (1970), en un estudio gonádico anual del ostión de roca *Striostrea iridescens* concluye que la temperatura influye de manera determinante en la evolución anual que sufre la gónada. En el presente trabajo se establece de acuerdo a la colecta de especímenes de ostras, que las temperaturas óptimas en México son para:

*Crassostrea virginica* 17 a 20 grados C., *Crassostrea gigas* 22 a 25 grados C. y *Ostrea lurida* 14 a 16 grados C.

### Salinidad

Grandes inundaciones de agua dulce afectan los campos ostrícolas en grado variable, pero depende para su declinación el periodo que permanezcan sujetas a esta influencia. Se han registrado mortalidades hasta de 97% durante las grandes descargas de los ríos que hacen descender la salinidad a menos de 5 ppm. durante varios meses. Davis y Guillard (1958), estudiaron el rango óptimo de la salinidad para el desarrollo, de la larva de *Crassostrea virginica* y después de varias interpretaciones generacionales, estimaron que el rango óptimo de salinidad para el desarrollo, parece estar gobernado por las salinidades a las que sus progenitores desarrollaron las gónadas.

Butler (1955) observó en *C. virginica*, que la gametogénesis era inhibida por una salinidad más baja de 6 ppm y que se incrementaba la actividad a medida que había un ascenso. Los supervivientes presentaban tejidos edematosos transparentes y las valvas se abrían fácilmente, lo que hace suponer que la salinidad es un factor constante que favorece al desarrollo y crecimiento de las ostras.

Galtsoff (1964) establece también, que la baja salinidad provoca contracciones parciales del músculo aductor y que la circulación del agua a través de las branquias no sea normal; la movilidad de los cilios disminuye, y al someterse durante varias semanas a condiciones extremas, la respiración cesa.

Las especies del género *Crassostrea* parecen resistir a un amplio rango de salinidad. Por ejemplo, *C. rizophorae* se desarrolla en Cuba en condiciones de salinidad elevada.

Se opina en el sector pesquero que las ostras de mejor calidad son producidas en áreas de salinidad relativamente altas; según Ramírez y Sevilla (1965), pueden apreciarse en localidades del Golfo de México como en Morón, Tamaulipas, Tampamachoco y La Mancha, Veracruz, en que se producen ostras afamadas por su calidad, no así otros lugares de menor salinidad en que se producen ostras grandes aunque turgentes, e insípidas.

### Corrientes

La dinámica de las aguas es también de primordial importancia en la biología de las ostras. Las corrientes que se establecen en los cuerpos de agua habitados por estos moluscos afectan sus estados larvarios y los adultos ya que, por un lado incrementan la distribución de las larvas y por otro, ayuda al transporte de alimento presentando en este caso, un efecto indirecto sobre la reproducción y crecimiento. Por tal motivo, los vientos y corrientes dominantes determinan los lugares de fijaciones más densas.

Korringa (1940) presentó la hipótesis de que las larvas de los ostréidos pueden controlar en cierta medida su distribución, por

elevaciones y hundimiento en las corrientes de marea, demostró además que las larvas de ostión tienden a elevarse durante el flujo de la marea, y a hundirse durante el reflujó, de esta manera las larvas pueden migrar. Prácticamente la distribución la constituyen las larvas más jóvenes porque las más viejas se asientan en el fondo.

#### Luz

Desde principios de este siglo Nelson (1938) observó que las larvas con presencia de pigmento ocular son fotocinéticas. Otros investigadores han observado respuestas fototrópicas en larvas pelágicas pero finalmente concluyen lo difícil que es conocer la magnitud de estos efectos.

#### Oxígeno disuelto y PH

Otra de las características determinantes de la eficiencia con que las ostras realizan los diversos procesos fisiológicos, es la cantidad de oxígeno disuelto relacionada casi siempre con la presencia de sustancias contaminantes que agotan de las aguas tan indispensable elemento, o bien, introducen sustancias directamente perjudicial a los organismos.

Los desperdicios de madera y papel, los pesticidas y la industria petrolera causan notables daños en los bancos ostrícolas y demás recursos. La alteración del pH producida por los desperdicios industriales afecta en cierta medida la fijación de las larvas.

Las oscilaciones normales del pH no son un gran peligro para las ostras, pero grandes descargas de sustancias contaminantes las afectan adversamente cuando modifican drásticamente el pH. Butler (1954) hizo descender éste parámetro drásticamente y cuando éste llegó a niveles muy bajos se crearon condiciones letales para las etapas iniciales de la especie *Crassostrea virginica*, lo que además coincidió con el descenso de la salinidad.

Galtsoff (1964) encontró experimentalmente que un pH de 5.2 mata instantáneamente a las larvas de las ostras y un valor de 5.8 mata el 64 % en 11 horas. Sin embargo, estos niveles de acidez normalmente son contrarrestados por efecto de la acción estabilizadora del agua de mar.

#### Turbidez

Este factor, dado por las partículas orgánicas en suspensión, es muy importante en la distribución de las ostras por lo que en el área ostrícola debe existir una moderada velocidad de sedimentación, pues una alta destruye a corto y largo plazo a la población ostrícola. Una probable causa de mortalidad observada en los bancos de ostras existentes en las lagunas de Balchacah y Panlau, Campeche, se puede deber, al fenómeno geológico de progradación que se observa en estas áreas como efecto del gran aporte de sedimentos que acarrear los ríos Palizada, Balchacah y Candelaria. En esa misma área, en la Boca de Atasta es necesario realizar un estudio de material en suspensión

estacional para tener una idea de como se comporta este parámetro, ya que es un factor a considerar dentro de la metodología conveniente en el cultivo de *Crassostrea virginica*.

Varios especialistas han realizado estudios de la problemática ostrícola de la laguna de Tamiahua, Veracruz, la cual ha sido afectada por la perforación de pozos petroleros, comprobándose, que la causa de la crisis se debe en parte al manejo inadecuado del recurso y a que las poblaciones estuvieron en constante contacto con los lodos de perforación.

### Contaminación

Antes de cualquier impulso encaminado al mejor aprovechamiento de las ostras, es esencial encontrar una solución al problema del alto grado de contaminación que estos organismos pueden presentar.

El crecimiento urbano y los efectos de la tecnología moderna han afectado gradualmente los recursos del mar por las sustancias descargadas directamente en los ríos que desembocan en él. Los contaminantes son generalmente biológicos y químicos, entre estos últimos merecen especial atención los metales pesados y los derivados del petróleo, que es uno de los principales contaminantes en nuestro país. Los problemas de la contaminación marina se han observado en países altamente industrializados y México empieza también a presentarlos, siendo más acentuados en el litoral del Golfo que en el Pacífico mexicano.

La acumulación de contaminantes químicos y biológicos en organismos acuáticos, que son utilizados para la alimentación humana como el caso del ostión, puede llegar a puntos críticos y afectar la salud del consumidor; los daños pueden ser, entre otros, el envenenamiento causado por dinoflagelados (marea roja), desórdenes intestinales, fiebre tifoidea, y absorción y acumulación de mercurio.

En México la mayor parte de los ostiones que se consumen crudos provienen de zonas estuarinas o costeras, en donde diversos complejos industriales descargan sus desechos contaminando las aguas, y como consecuencia, a los organismos que viven en ellas causándoles problemas por infecciones bacterianas.

La Laguna de Tamiahua es uno de los principales centros ostrícolas de México, y se encuentra ubicada en una de las áreas petrolíferas más importantes de nuestro país; a lo largo de la laguna existe un oleoducto con varias estaciones de bombeo en las que suelen ocurrir derrames accidentales de petróleo crudo, que contaminan severamente el agua.

En 1965 la perforación de pozos petroleros exploratorios en el interior de la laguna originó la destrucción de los bancos ostrícolas al verterse sobre ellos productos de deshecho y materiales de perforación. El volumen de los lodos de perforación ascendió aproximadamente a 860 metros cúbicos. Los daños ocasionados se vieron

claramente reflejados en la producción ostrícola que descendió de 18,365 a 8,304 Tons.

No se debe olvidar que las áreas estuarinas localizadas desde Tampico hasta Tabasco se encuentran también contaminadas en mayor o menor grado por causas de las actividades petroleras. Los residuos de estas actividades han afectado la laguna de Machona en Tabasco provocando problemas de mortalidad, debido a la densidad con que los desechos petroleros se acumulan en las poblaciones ostrícolas.

#### IV.6.3. Factores bióticos

Los bancos de ostiones albergan comunidades muy diversificadas, entre sus componentes destacan microorganismos como bacterias, las algas incrustantes, los anélidos, algunos espongiarios, varias especies de equinodermos, y gran número de moluscos y crustáceos.

El ostión que vive en aguas salobres, en los que comunmente se descarga agua residual de origen doméstico acompañado de una gran cantidad de organismos en los desechos fecales, está expuesto a estar en contacto con efluentes que pueden contener 29700 *E coli*/ml presentando además bacterias y virus patógenos. El ostión capaz de filtrar indiscriminadamente partículas suspendidas, puede acumular bacterias y virus. En general cuando hay aumento en la temperatura la concentración bacteriana aumentará, por lo que en los meses de verano tendrán un mayor contenido que en los meses de invierno.

En México ha sido difícil establecer una reglamentación en la calidad del agua para el desarrollo de organismos acuáticos. Pero al analizar la vigente en los Estados Unidos de Norteamérica se asegura que la calidad de agua en ese país es más rigurosa en lo que se refiere al contenido de biotóxicas, metales pesados, hidrocarburos y microorganismos patógenos, ya que durante su respiración y alimentación pueden acumular a estos 10 veces más de los que se registra en el agua. Ejemplos de registros de densidades de microorganismos fuera de límites permisibles se encuentran en El Conchal, Veracruz con 16000/100g y 230/100g, la laguna de Mecoaacán, Tabasco también sobrepasa los límites permisibles, relacionandolos con los grandes núcleos poblacionales.

El ostión que es transportado a diferentes lugares de consumo ha sido hayado con *Salmonella typhi* y *S paratyphi*.

Uno de los principales mercados distribuidores de productos pesqueros en el D.F. es el mercado de la Viga, en el que se procesa el ostión en condiciones deplorables, ello se ha reflejado en el contenido de bacterias coliformes del orden de 10 - 10 por cada 100g y de coliformes fecales de 10-10 por cada 100g en ostiones desconchados. Otro tipo de bacterias entéricas que intervienen tanto en la descomposición como en la producción de enfermedades gastrointestinales son: las *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Proteus*, *Sarcina*, *Streptococcus* y *Clostridium* (Frazier, 1967).

En el caso de los parásitos de las ostras, se ha observado un alto nivel de especiación (debido a las rápidas generaciones en tiempo y alta fecundidad), ya que pueden, normalmente adaptarse más rápidamente que su hospedero. Los ciclos de vida de los parásitos en las ostras son complejos y difíciles de seguir, por lo que se requiere conocer la ecología del parásito y la dinámica de la población ostrícola.

A continuación se señalan varias de las observaciones sobre depredación y competencia realizadas por Sevilla (1993), haciendo una comparación con otros autores.

### Depredadores

Las ostras son consumidas en estado larval por especies filtradoras y en estado adulto por muchos organismos carnívoros. Diversos estudios revisados, concuerdan que entre los principales depredadores de las ostras adultas se encuentran los equinodermos y los gasterópodos. Existen especies de otros grupos que pertenecen a los Crustáceos, Quetognatos, peces, gusanos planos y esponjas, cuya influencia de asociación también es importante, los más frecuentemente mencionados en la literatura son:

#### Equinodermos:

*Asteria forbesi*, Mackensie (1969) establece que éste equinodermo se alimenta específicamente de *Crassostrea virginica*.

*Asteria amurensis*, *Astropecten scoporius* y *Asterina pectinifera*, se reportan como depredadores de *Crassostrea gigas* y otras ostras japonesas; no se cuenta con datos sobre la biología de estas especies y debe tenerse cuidado de no introducir las junto con la mencionada especie de ostra.

#### Platelmintos:

*Stylochus ellipticus* y *S. inimicus*, reportados por Galtsoff (1964) como agentes causales de grandes pérdidas en los bancos de ostión de *Crassostrea virginica* en la Bahía de Appalachicola Florida. Landers y Rhodes (1970) mencionan que esta especie se alimenta mejor en ambiente con salinidad mayor a 5 ppm., y disminuye marcadamente su ritmo de alimentación a salinidades menores, sobre todo si esto coincide con temperaturas menores a 10 grados centígrados.

*Pseudostylochus ostreophagus* es reportado por Galtsoff (1964) como depredador de *Crassostrea virginica*; sin embargo, Woelke (1957) señala que la introducción de esta especie en la costa del Pacífico de Norteamérica ha determinado que se convierta también en voraz depredador de *Ostrea lurida* y de la primera especie mencionada, aunque originalmente solo depredaba sobre *Crassostrea gigas*.

#### Crustáceos:

Es típico el ejemplo, del comensalismo del cangrejo *Pinnotheres ostreum* y especies del género *Crassostrea*.

*Callinectes sapidus* y *Menippe mercenaria* que son reportados por Hopkins (1955) como crustáceos que causan serias bajas en los bancos de *Crassostrea virginica*, un efecto semejante puede ocasionar *Callinectes bellicosus* en los bancos de *Crassostrea corteziensis* en el Pacífico Mexicano.

### Moluscos:

*Busycon carica* y *B. canaliculatum* son reportados por Galtsoff (1964) como depredadores de *Crassostrea virginica*.

*Urosalpinx cinerea* y *Eupleura caudata* son gasterópodos que se encuentran distribuidos en la costa del Atlántico americano, desde Canadá hasta la porción norte del Golfo de México. El primero es uno de los depredadores más voraces de *Crassostrea virginica*, de acuerdo con Galtsoff (1964); cuando esta especie se introdujo al litoral del Pacífico Americano de los USA, también se introdujo este voraz depredador. Galtsoff (1964), Butler (1954), Glancy (1954), Glude (1956), Chesnut (1955), Carriker (1954) y Manzi (1970), figuran entre los autores que han estudiado a *Eupleura caudata*, como depredador de *Crassostrea virginica*.

*Melongena melongena* y *M. corona* se reportan como voraces depredadores de ostión en la laguna de Tamiahua, Veracruz. Similarmente *M. patula* es reportado como un activo depredador de *Crassostrea corteziensis* en Guaymas, Sonora (Sevilla, 1958).

*Thais haemastoma floridana* es otro Gasterópodo depredador de *Crassostrea virginica* en la porción sur del Golfo de México. Su comportamiento ha sido estudiado por diversos autores, entre los que cabe mencionar a Burkenroad (1931) y Chapman (1955), quienes dicen que este gasterópodo es sensible a descensos en la salinidad por debajo de 10 ppm. y que no puede sobrevivir durante más de dos semanas a salinidades de 7 ppm., Cooley (1962) recomienda usar el Trematodo digeneo *Parorchis acanthus* como forma de control biológico.

Según Galtsoff (1964), *Thais lamellosa* y *Ocenebra japonica* fueron introducidos a la costa del Pacífico Americano junto con ejemplares de *Crassostrea gigas*, cuando ésta se introdujo a México procedente de Japón, encontrándose, su capacidad de depredación sobre la especie de *Ostrea lurida*.

*Thais kiosquiformis* se encuentra en los bancos ostrícolas de Guaymas, Sonora, depredando activamente sobre *Crassostrea corteziensis*. *Thais kiosquiformis* y *T. speciosa*, se encuentran en Acapulco, Guerrero, sobre los bancos de *Striostrea iridescens*.

*Muricanthus nigrinus*, también se observa comunmente como depredador de *C. corteziensis* en Guaymas, Sonora.

En la tabla 5 se enlistan los depredadores de dos especies de ostras en México.

**TABLA 5. Principales depredadores de *Crassostrea virginica* (\*) y de *Crassostrea corteziensis* (\*\*), en México.**

ESPECIE	GRUPO
<i>Urosalpinx cinerea</i> (*)	Gasteropodo
<i>Batillaria</i> sp. (**)	Gasteropodo
<i>Eupleura caudata</i> (*)	Gasteropodo
<i>Thais haemastoma</i> (*)	Gasteropodo
<i>Thais kiosquiformis</i> (**)	Gasteropodo
<i>Busycon carica</i> (*)	Gasteropodo
<i>Muricanthus nigritus</i> (**)	Gasteropodo
<i>Asteria forbesi</i> (**)	Equinodermo
<i>Cancer magister</i> (**)	Crustáceo
<i>Cancer irroratus</i> (*)	Crustáceo
<i>Menippe mercenaria</i> (*)	Crustáceo
<i>Callinectes sapidus</i> (*)	Crustáceo
<i>Callinectes rathibunae</i> (*)	Crustáceo
<i>Archosargus probatocephalus</i> (*)	Peces
<i>Pogonias cromis</i> (*)	Peces
<i>Dasyatis dipterura</i> (**)	Peces

Fuente: Manual Técnico para la Operación de Centros Acuicolas Productores de Ostión (1988).

En el caso de los depredadores sobre los cultivos de ostión, se han realizado estudios sobre diferentes aspectos de biología, entre ellos están los estudios sobre gasterópodos, como es el de Manzi (1970), que examinó el efecto combinado de temperatura y salinidad sobre el ritmo de alimentación, tasa de fecundidad y sobrevivencia de *Urosalpinx cinerea* y *Eupleura caudata*.

Mackenzie (1970) aplicó diez tratamientos comerciales y cinco experimentales en bancos de ostión empleando Polistren, encontrando que cuando la velocidad de la corriente es menor a 2.7 Km/hora, el Polistren mato 85% de *Eupleura caudata* y 66% de *Urosalpinx cinerea*.

Con la información relacionada con calendarios de presencia y abundancia de los grupos que mas daño ocasionan en la ostras, se podrán elaborar programas adecuados de distribución de colectores, tendiente a aminorar su efecto negativo y lograr el crecimiento óptimo de las ostras.

#### Competencia

Entre los principales organismos competidores para la fijación por substrato se encuentran las ascidias, esponjas, algas, mejillones y otro tipo de Lamelibranquios, así como Gasterópodos como las lapas (crepídulas) y crustáceos como los balanidos.

El efecto de los organismos competidores de *Crassostrea virginica* ha sido estudiado por Engle et al. (1953), quienes establecen que

*Brachidontes recurvus*, al fijarse en número excesivo en los bancos de ostión, ocasiona descenso en la captura y deterioro en la calidad de la pulpa del mismo.

En el caso de *Crassostrea rizophorae* se reportan competidores importantes además de las especies mencionadas se señalan algunos Tunicados como *Ascidia nigra*, *Esteinascidia turbinata* y *Botryllus sp.*; Sanchez y De la Moza (1954) reportan, además a *Melina alata* y *Mytilus hematus*.

En Acapulco, Guerrero, junto a *Striostrea iridescens* se encontraron ejemplares de *Pseudochama inermis*, *Crucibulum umbrella*, *Crepidula sp.* y ascidias.

Diversos autores señalan a *Isoognomun alatus* e *I. radiatus* como importantes competidores del ostión. Al respecto, es conveniente mencionar que sobre todo en el Pacífico Mexicano se encontraron crías de *Isoognomun chemnitzianus*, sobre colectores distribuidos para incrementar la fijación de semillas de *Crassostrea corteziensis*. Sin embargo en trabajos realizados en Tuxpan, Veracruz, se encontraron numerosas crías de *Crassostrea virginica* sobre conchas de *I. alatus*, razón por la cual puede pensarse que estos bivalvos son formadores de sustrato, aunque ocasionalmente se fijen algunas crías sobre conchas de ostión.

#### Parasitismo y enfermedades.

Los parásitos más frecuentes en los bivalvos, incluyendo las ostras, son *Bonamia*, *Haplosporium*, *Marteilia* y *Perkinsus*; éstos son endoparásitos por lo cual se cree que el hospedero puede tener un sitio vulnerable generalmente a lo largo de las branquias, el manto, la boca o el sistema digestivo y el parásito puede tener una posibilidad para penetrar por medio de un desgaste químico, el tejido epitelial.

Algunos tremátodos y céstodos tienen glándulas de penetración (según Lauckner, 1983 en Figueras y Fisher, 1988); y *Perkinsus marinus* tiene un complejo apical que permite al parásito fijarse y perforar a través del tejido epitelial.

Según Elston (1990), algunas de las enfermedades más comunes en las ostras son las siguientes:

1.-"Dermo" (Perkinsiosis) de la ostra americana *Crassostrea virginica*, esta enfermedad es producida por un microorganismo llamado *Perkinsus marinus*, antes conocido como *Dermocystidium marinus* o *Labyrinthomixa marina*: Andrews et al. (1954), Hewatt et al. (1955), Mackin (1951, 1953, 1961), Mackin (1951), Menzel et al. (1954) y muchos más lo reportan como un hongo con posición taxonómica incierta que invade manto, palpos, branquias, fluidos del cuerpo, y tejido conjuntivo en general.

Es transmitido por contacto directo en el agua pero está limitado por su inhabilidad para tolerar bajas salinidades y temperaturas. La

enfermedad ocurre durante los meses más cálidos de año y ha tenido un impacto serio en el cultivo de ostras en el Golfo y la costa del Atlántico en los últimos 45 años.

2.-MSX, Enfermedad de la ostra americana *Crassostrea virginica*; esta enfermedad es causada por un parásito conocido como *Haplosporidium nelsoni* (anteriormente nombrado como *Minchinia nelsoni*) y originalmente referida como una esfera multinucleada desconocida (MSX).

Galtsoff (1964) mencionó la enfermedad conocida como MSX, Kern (1976) cita que esta enfermedad es ocasionada por esporozoarios causando alta mortalidad en bancos de *C. virginica* en las localidades de Delaware, Maryland y Virginia, USA; Farley (1976) señala que esta infección se caracteriza por infiltración al tejido conjuntivo de células sanguíneas semejantes a los linfocitos presentes en reacciones inflamatorias de mamíferos.

La enfermedad también es conocida como haplosporidiosis de las ostras americanas y también como enfermedad de la Bahía Delaware, ya que la primera infección reconocida en 1957 fue en dicha localidad, donde rápidamente destruyó la industria en ella con un rango de mortalidad de las ostras entre el 90-95 % para 1960. El parásito invade virtualmente todos los tejidos de la ostra pero aparentemente requiere otra especie hospedera (desconocida), para completar su ciclo de vida.

La salinidad y la temperatura son factores que regulan la severidad de la enfermedad MSX; en general se adquiere raramente en salinidades por debajo de 10 ppm. y se requiere de más de 15 ppm para que se presente en número elevado en los tejidos del hospedero; el parásito parece ser sensible a altas temperaturas. En ostras con cierta resistencia a esta enfermedad, se reporta que a temperaturas por arriba de 20 grados centígrados puede disminuir o desaparecer este parásito.

3.-Haplosporidiosis de la ostra americana (*Crassostrea virginica*), es una enfermedad causada por un esporozoario conocido como *Haplosporidium costale* anteriormente *Minchinia costalis*. Fue establecida en 1959 y descrita como un enfermedad orgánica (SSO) debido a su frecuencia en aguas salobres, en las costas de Virginia y Maryland.

El parásito infecta todos los tejidos de la ostra excepto el tejido epitelial y es capaz de causar una mortalidad sincrónica cuando los parásitos forman esporas.

Solo se ha reportado que infecta a la ostra americana. Esta enfermedad ha sido establecida en algunas zonas de Virginia en la costa norteamericana, y causa alta mortalidad en aguas de elevada salinidad.

4.-Enfermedad del virus Velar (OVVD) en la ostra del Pacífico, esta enfermedad es conocida solamente en criaderos; el virus causante de esta enfermedad pertenece al grupo conocido como los iridovirus. Infectan el epitelio del velum de la larva y puede causar alta mortalidad en el criadero. El virus puede permanecer en la ostra adulta y causar la enfermedad, pero esto no ha sido bien estudiado.

Las larvas de la ostra del Pacífico, *Crassostrea gigas*, es en la única especie y estado de vida conocido, que puede ser infectado por esta enfermedad. Virus similares han sido observados en ostras adultas del Pacífico, Portugal y Francia, pero su relación con el OVVD no ha sido establecida.

5.-Enfermedad de la isla Dinnan, de la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*), esta enfermedad no está bien entendida, pero es muy importante; es aparentemente causada por un protozoario que vive dentro de las células almacenadoras del glucógeno y ahora conocido como *Mikrocystos mackini*. Se conoce poco de la biología de este parásito; algunas veces es llamado "microcell", y puede ser confundido con la bonomiasis, que es causada por *Bonamia ostreae*.

6.-Neocardosis de la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*), esta es una enfermedad bacteriana de la ostra del Pacífico *Crassostrea gigas*, este nombre es reciente como resultado de un aislamiento de esta bacteria, que pertenece al género *Neocardia*; esta enfermedad fue primero conocida como "inflamación bacteriana fatal", "necrosis focal" y "absesos múltiples". La neocardosis es un componente importante en el fenómeno conocido en el noreste del Pacífico como "muerte en verano". Causa lesiones amarillas pequeñas y redondas en la superficie del cuerpo de la ostra, después se observan hendiduras individuales. Las lesiones son absesos causados por la bacteria, la cual es distribuida a todo el cuerpo de la ostra por el sistema circulatorio.

7.-Bonomiasis de la ostra europea *Ostrea edulis*, esta enfermedad es causada por un protozoario llamado *Bonamia ostreae* que infecta las células sanguíneas de la ostra destruyendo el sistema inmunológico e interfiriendo con otros procesos fisiológicos. Es transmitida por contacto del agua en lugares donde existen ostras infectadas. En Europa se ha establecido en la costa atlántica de Francia y España, en Noruega, Inglaterra e Irlanda. Recientemente ha sido descubierta en el Mediterráneo pero no ha causado alta mortalidad. En Norteamérica se ha detectado en California y Washington. *Ostrea edulis* es la especie comercial que primero fue afectada, trabajos recientes han mostrado que la ostra chilena *Ostrea chilensis* y la ostra de Nueva Zelandia *Trioptera lutoria* pueden ser infectadas por este parásito.

Experimentos sugieren que la ostra olímpica *Ostrea lurida* puede contraer esta enfermedad pero esto no ha sido demostrado.

8.-Marteliniasis de la ostra europea *Ostrea edulis*, esta enfermedad también es llamada enfermedad de Aber, es causada por *Marteilia refringens* que infecta el tejido conectivo y digestivo de la ostra. Las esporas que son el estado maduro del parásito, son formadas en el epitelio del tubo digestivo, esta enfermedad ha sido responsable de alta mortalidad desde 1967 a lo largo de ciertas regiones del Atlántico en Francia y España. *Marteilia refringens* ha sido recientemente establecida en los órdenes de protozoarios Occlusosporidea o Paramyxea.

9.-Hexamitiosis de *Ostrea* y *Crassostrea*, es causada por un protozoario conocido como *Hexamita nelsoni*, es también conocida como "enfermedad

de hoyos", el parásito es considerado como cosmopolita. Se localiza en la corriente sanguínea en ostras moribundas, pero hay cierta controversia sobre la causa de la enfermedad.

10.-Enfermedad de la concha de las ostras, esta enfermedad fue primeramente descrita en 1894, es causada por un hongo conocido como *Ostracoblabe implexa* conocido técnicamente como "ostracoblabilosis de ostra", comúnmente llamada "maladie du pied" (enfermedad del pie), y "maladie du la charniere" (enfermedad del ligamento de la charnela). Los filamentos del hongo crecen a través de la concha arrugándola y desgastando la superficie interior de la concha. En casos avanzados puede ocurrir que el arrugamiento sea en la charnela y cause un desarrollo excesivo y anormal de ella. El resultado puede ser un aparente rompimiento del área de la charnela y la malformación de las valvas lo cual no permite cerrar la concha. Solo se conoce que afecta a *Ostrea edulis*. Hay reportes de que una enfermedad similar ocurre en *Crassostrea virginica*.

11.-Neoplasia hémica, esta enfermedad conocida como neoplasia hémica, hematopoiética o hemocítica (HCN), es también referida como una enfermedad hemática proliferativa, sarcoma diseminado y condición hemática atípica. Como una neoplasia, es considerada por ser una forma de cáncer de marisco similar a la leucemia en animales superiores y el hombre. Algunos trabajos han sugerido que la enfermedad es causada por un virus pero no hay una confirmación general. Sin embargo ha sido conocido que en algunos casos es altamente contagiosa de un marisco a otro.

La enfermedad ocurre a través del mundo y en gran variedad de moluscos Bivalvos. Entre las especies afectadas se encuentran *Saccostrea commercialis*, *Crassostrea gigas*, *C. rizopora*, *C. virginica*, *Ostrea lurida* y *O. edulis*.

12.-Vibriosis de los estados larvales y juveniles de moluscos, es provocada por una bacteria miembro del grupo *Vibrio* y se encuentra en todas las aguas marinas donde se practica el cultivo de cría de bivalvos. Esta enfermedad es más conocida como una enfermedad de manejo y puede ser controlada por procedimientos propios de higiene de las crías. La vibriosis puede ocurrir en muchas situaciones de crianza, probablemente, todas las especies están sujetas a esta enfermedad; sin embargo, algunas pueden ser más susceptibles que otras, por ejemplo, la enfermedad ha sido observada más frecuentemente en *C. virginica* y *C. gigas* que en otras especies.

13.-Enfermedad del ligamento de la charnela de estados juveniles de moluscos bivalvos, esta enfermedad descompone o destruye completamente el ligamento de la charnela que une a las dos valvas. Conocida como "bacteria loca" por su movimiento distintivo. Esta bacteria es conocida por ser la que descompone muchas estructuras altamente organizadas y biológicamente complejas, hechas de proteínas como el ligamento de la charnela de moluscos bivalvos. Vasto número de esta bacteria se establece entre el ligamento en estados juveniles de almejas, ostras y escalopas, que enferman y mueren en las áreas de criadero. Una vez destruido el ligamento los moluscos son incapaces de abrir sus valvas para comer y respirar. Ha sido establecida en las

siguientes especies de ostras: *Crassostrea gigas*, *C. virginica* y *Ostrea edulis*.

14.-Rickettsias y Chlamidias de moluscos, son microorganismos intracelulares, las chlamidias han sido reportadas en los organismos de la ostra *Crassostrea angulata* y las rickettsias en *C. gigas* y *C. virginica*.

15.-La infección de *Ostrea lurida* y *Mytilus edulis*, según Bradley y Siebert Jr.(1978), por *Mytilicola orientalis*, es un copépodo endoparásito que infecta el intestino y recto de diversas especies de bivalvos. Inicialmente fue establecida en *Mytilus crassistreta* y *Crassostrea gigas* en ejemplares colectados en Japón y posteriormente se detectó su introducción a la costa del Pacífico de Canadá y USA, probablemente debido a la importación de la ostra japonesa *C. gigas*. Galtsoff (1964) señala que este Copépodo suele ocasionar cambios metaplásticos en el estómago de *C. gigas*, ya que atraviesa el tejido conjuntivo y destruye el epitelio cilíndrico ciliado; sin embargo este autor cita a Sparks, quien al mismo tiempo que describe las lesiones que el mencionado Copépodo ocasiona en *C. gigas*, afirma que aunque encontró este Copépodo en *O. lurida* no se pudo demostrar que ocasionara daño alguno.

En la tabla 6 se presentan las especies principales que parasitan a *Crassostrea virginica*.

TABLA 6. Principales parásitos de *Crassostrea virginica* en México.

ESPECIE	GRUPO
<i>Polydora websteri</i>	Anélido
<i>Polydora ligni</i>	Anélido
<i>Staphylococcus aureus</i>	Bacteria
<i>Tylocephalum</i> sp.	Cestodo
<i>Mytilicola intestinalis</i>	Copepodo
<i>Haplosporidium nelsoni</i>	Esporozoario
<i>Haplosporidium costale</i>	Esporozoario
<i>Nematopsis ostrearum</i>	Esporozoario
<i>Nematopsis prytherchii</i>	Esporozoario
<i>Perkinsus marinus</i>	Hongo
<i>Labyrinthomyxa marina</i>	Hongo
<i>Acanthoparabthium spinulosum</i>	Tremátodo
<i>Bucephalus haimeanus</i>	Tremátodo
<i>Himasthla quissetensis</i>	Tremátodo
<i>Stylochus ellipticus</i>	Turbelario

Fuente: Manual Técnico para la Operación de Centros Acuícolas Productores de Ostión (1988).

#### IV.7.Cultivo

En México los primeros intentos de realizar actividades ostrícolas fueron los del japonés S. Inuo en 1936, quien propuso realizar este tipo de actividades en Boca del Río, Veracruz; y el del señor Lelevier quien también propuso un programa ostrícola para la zona de Guaymas, Sonora, pero ninguna de los programas se puso en práctica.

Durante el gobierno del general Lázaro Cárdenas se pide asesoría técnica al gobierno japonés para establecer el cuadro de especies sobre las que debería descansar un programa de desarrollo pesquero en nuestro país, las ostras son mencionadas en el reporte técnico entregado, dándose tallas mínimas para la captura legal de este molusco, y se sugirieron temporadas de veda; así mismo se recomienda la devolución de la concha limpia de ostión, en la temporada de veda de este molusco.

Prácticamente la primer actividad de los técnicos mexicanos consistió en verificar si la talla mínima establecida era la adecuada, si la temporada de veda coincidía con la temporada de reproducción masiva del ostión, y en supervisar que la devolución de la concha de ostión se realizara en la temporada y lugares adecuados.

Durante mucho tiempo los trabajos ostrícolas se limitaron a la devolución sistemática de la concha de ostión a los bancos de los que se realizó la extracción.

Como se ha mencionado con anterioridad, se reportan una serie de prácticas rutinarias relacionadas con la devolución de la concha de ostión en las zonas en que se realiza la extracción del mencionado molusco.

Los primeros estudios ostrícolas se realizaron en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, localidad que hasta la fecha mantiene importante lugar en la producción ostrícola nacional; posteriormente se realizaron trabajos en Guaymas, Sonora, donde a fines del siglo pasado se desarrolló intensamente la explotación de este tipo de organismos que eran introducidos a los mercados de Mazatlán y Guadalajara.

Entre los primeros trabajos realizados en torno a las mencionadas especies, pueden mencionarse los trabajos por Contreras (1932), De Buen (1957), así como los de Ramírez y Sevilla (1965).

En la década de los cincuenta, De Buen (1957) estudió los problemas a que se enfrentaba la producción ostrícola en México e hizo algunas recomendaciones para lograr la recuperación de los bancos; en forma paralela entre 1956 y 1957 se realizaron trabajos en Guaymas, Sonora, que culminaron con informes sobre la ecología, desarrollo gonádico y determinación de los factores que estaban determinando reducción, en las poblaciones ostrícolas en la zona mencionada. Además se introdujeron en forma experimental los colectores de Prytherch, en los que se lograron fijaciones adecuadas de semilla de ostión (Sevilla, 1958; Ramírez y Sevilla, 1965).

Es importante recalcar el hecho de que la forma de trabajo de los técnicos de Pesca propiciaban una rápida transmisión de información hacia los pescadores, lo que se tradujo en adopción de la tecnología generada en forma rápida y su consecuente efecto en el incremento de la producción ostrícola.

En la década de los sesenta se realizaron trabajos en Tamiahua, Veracruz y en la laguna Machona, Tabasco, implementando técnicas de cultivo con artes fijas, mientras que en Nayarit y las Puentes, Sinaloa, se trabajó con fondos acondicionados. Mediante la aplicación extensiva de las mencionadas técnicas se logró incrementar la producción, que indudablemente ha tenido limitantes determinadas por la contaminación que se presenta en las lagunas costeras.

En el transcurso de los últimos años se están realizando importantes actividades ostrícolas en San Quintín B.C., México, trabajando con *Crassostrea gigas*, con una metodología adaptada de las técnicas que se han desarrollado en Japón y los Estados Unidos de Norteamérica.

Se tienen instalaciones para la producción de semilla de *C. gigas* en los estados de Baja California, B.C. Sur, Sonora y Nayarit; sin embargo no se ha logrado el pleno funcionamiento de las instalaciones, ya que los pescadores se quejan de que la semilla que se distribuye en los criaderos no tienen la suficiente eficiencia, lo que posteriormente afecta el crecimiento poblacional, además de que en estos centros no se trabaja en forma continua durante todo el año. Lo anterior da lugar a la presencia de enfermedades y al mantenimiento e inducción incorrecta de la reproducción.

Inicialmente, en México se emplearon bolsas de alambre galvanizado llenas de conchas de ostión, en este tipo de colectores se llegaron a obtener hasta 7 500 ostras jóvenes por saco.

Cáceres et al. (1988), con el objeto de establecer alternativas de diversificación de técnicas de cultivo y reducción de costos, iniciaron la investigación para la adaptación de técnicas de cultivo francés, que usan costales de malla plástica para el cultivo de moluscos en la zona intermareal.

Se han utilizado también otros tipos de colectores como son láminas acanaladas de plástico o de fibra de vidrio, bolsa de malla velar con conchas, cortina de laminilla de plástico, hilo y fibras sintéticas (Manual técnico, Secretaría de Pesca, 1988) (Fig.23).

Es conveniente señalar que en México se han realizado algunos trabajos para aclarar el comportamiento reproductivo de algunas de las especies nativas de importancia económica. Sin embargo, los estudios realizados no han aclarado adecuadamente el proceso de fijación larvaria, y los intentos que se han realizado para inducir la reproducción de especies nativas en condiciones experimentales, han tenido un carácter demostrativo tan solo para observar el desarrollo embrionario o disponer de material para estudios genéticos, sin llegar a la etapa de fijación.

En el marco de las actividades acuaculturales en México la información de que se dispone en relación a algunas especies es limitada; tal es el caso del cultivo de ostión del que a pesar de representar una actividad acuícola importante, los estudios básicos de su desarrollo datan de finales de los años cincuenta y principios de los sesenta.

El interés creciente por el cultivo de las ostras se debe a que este es un recurso potencial capaz de producir proteína y proveer una ocupación artesanal.

Las sociedades cooperativas que sustentan la producción de este molusco establecen un consenso para determinar las condiciones particulares de cada una de ellas, distribuyéndose aproximadamente 60 para la costa del Pacífico y 32 en el Golfo de México, en las cuales se involucran 3 600 y 3 900 ostricultores, respectivamente.

A partir de estos antecedentes se define que existe en el país una superficie potencial para el cultivo del ostión mayor a 200 000 Has. entre lagunas costeras, ensenadas y bahías, y que el dominio biotecnológico se acrecienta continuamente motivo por el cual se plantean medidas tendientes al establecimiento de un Programa Nacional para el cultivo del ostión, de las que destacan la operación para productores de semilla.

El cultivo del ostión es una actividad que se enmarca en el cuadro de la biotecnología y de la acuicultura, y ésta a su vez es una de las fases de la pesca, razón por la que el instrumento rector de dicha actividad es la Ley Federal de Pesca.

El cultivo, como tarea de beneficio socioeconómico, es considerado específicamente en los artículos tercero y cuarto de la Ley Federal de Pesca donde se establece que SEMARNAP regulará esta actividad. Cabe hacer mención que el ostión es una especie reservada a las Sociedades cooperativas, con una modificación hecha a principios de los noventa sobre la intervención de algunos concesionarios.

En México existen aproximadamente 6 especies de ostión (Castillo, 1977), que son consumidas en diferentes proporciones; de estas, 5 especies soportan mayor explotación: *Crassostrea corteziensis*, *C. gigas*, *C. rhizophorae*, *C. virginica* y *Striostrea iridescens*. Las especies más susceptibles de cultivarse y que se desarrollan en ambientes estuarinos, son *C. virginica* y *C. corteziensis*. En el caso de *Striostrea iridescens* conocida con el nombre de ostión de roca, que se explota comercialmente en litoral del Pacífico mexicano, en ambiente marino sobre substrato rocoso, es una especie en la que hasta la fecha no se ha logrado implementar técnicas para su cultivo, pero conociendo su habitat, organismos con los que convive y la temporada de reproducción y fijación, así como su tasa de crecimiento, se pueden desarrollar programas de manejo científico del recurso.

Para entender las posibilidades de la ostricultura en nuestro país, cabe mencionar la existencia en los litorales de México de importantes bancos de ostión y los resultados obtenidos en algunas zonas en que se ha emprendido su cultivo. Desde luego, en algunos lugares no se han

obtenido los resultados esperados porque para ello se requiere haber realizado previamente trabajos de mejoramiento ambiental.

Se cuenta además con especies nativas de las cuales se conoce su excelente calidad, pero apenas se han iniciado estudios relacionados en torno a aspectos biológicos y ecológicos de las mismas, sobre todo en lo referente a especies nativas del Pacífico mexicano.

#### IV.7.1. Sistema de cultivo por litoral

Dadas las condiciones en que se desarrollan las especies que se cultivan en los litorales de México los sistemas de cultivo varían, prevaleciendo en el litoral Noroeste del país los intensivos, en tanto que en el Golfo de México son los semintensivos y los extensivos.

Los sistemas de cultivo intensivos son aquellos en los cuales el acuicultor tiene mayor control sobre los organismos; esto es, en todas las fases de desarrollo, desde la reproducción y el desarrollo larvario, hasta la engorda y el estadio adulto. Estos sistemas tienen los rendimientos más altos y se representan primordialmente por artes de cultivo de suspensión, las cuales se clasifican en balsas y líneas largas (long-line).

Las balsas están formadas por una sistema de flotadores de poliuretano expandido y una parrilla de madera de dimensiones variables entre 4 m x 4 m y 21 m x 6 m, que se encuentran fijadas al fondo por medio de cabos amarrados a muertos de concreto. De esta estructura pueden ser colgadas las sargas o balsas de concha madre con las semillas, cuyas tallas fluctúan entre 6 mm y 8 mm. Regularmente, este arte se utiliza para preengorda y se ubica en áreas protegidas profundas (Fig. 24.a).

Línea larga (long-line), este método está constituido por una o dos líneas de longitud variable con flotadores en los extremos que se fijan al fondo con muertos de concreto. A estas líneas se sujetan las canastas que están construidas de polipropileno rígido con dimensiones de 58 cm x 58 cm x 7.30 cm; su instalación se hace una sobre otra formando nódulos de 5 a 10 canastas, a los cuales se fija un flotador en la parte superior y se colocan a una distancia de 20cm a 50cm entre cada módulo. La semilla que se utiliza es del tipo suelta, con una talla promedio de 3 a 7mm. Estos sistemas se ubican frente a la línea de costa en áreas protegidas.

Los sistemas de cultivo semiintensivos se caracterizan por tener rendimientos inferiores a los sistemas intensivos, ya que dependen del suministro de semilla que pueden obtener del medio natural. Las artes de cultivo derivadas de este sistema más usadas en México son: las camas y la estructura formada por estacas clavadas en el fondo, entre las cuales se mantiene estirada de manera horizontal una tela plástica tipo vexar de 1 cm de luz de malla de 2m y 1m.; su ubicación es en áreas someras en la zona intermareal; se utilizan como sustituto de las canastas teniendo un rendimiento considerable.

Los sistemas de cultivo extensivos son ampliamente utilizados en México y se caracterizan por abarcar grandes extensiones sobre las

cuales se tiene un mínimo control dando como resultado rendimientos reducidos. El método básico utilizado en este sistema es el de acondicionamiento de fondos. Esta técnica consiste en seleccionar una área adecuada para el desarrollo de los ostiones, cuyo fondo es propio para el establecimiento del cultivo. En el acondicionamiento se utilizan conchas de moluscos, las cuales proveerán el sustrato adecuado para la distribución y cultivo de las ostras juveniles.

Los rendimientos por arte de cultivo varían, dependiendo del tipo de arte utilizado en el cultivo, así como el grado de control que se tenga sobre el sistema. Algunos cultivos llegan a obtener 4,620 kg por unidad por año.

#### **IV.7.2. Explotación ostrícola en las costas Mexicanas del Golfo de México**

El litoral del Golfo de México representa el área más importante de producción de ostión en el país, abarcando extensas zonas en las lagunas costeras de las entidades federativas de la región. Los volúmenes de producción se encuentran sustentados en una amplia actividad acuacultural que utiliza para la producción del recurso, tecnología sencilla pero con un alto grado de dominio.

Las sociedades cooperativas en los estados litorales del Golfo de México obtienen la semilla del molusco para su siembra del mismo ambiente en que lo cultivan; en cada zona de producción se conocen las épocas de desove masivo, hecho que se aprovecha para establecer granjas de captación en aquellos puntos en que se reconoce una mayor fijación de semilla. Una vez que se ha fijado la larva, las conchas de las sartas, con la semilla fija a las mismas, es sembrada en los bancos donde se desarrollará el ostión hasta su estado adulto. En algunas localidades de Veracruz se han utilizado sacos cubiertos con cal para la captación de semilla, obteniéndose con ellos una suma considerable de fijaciones. En total los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche, son los que cuentan con unidades de producción en el litoral del Golfo de México, disponiendo aproximadamente con una área de cultivo de poco más de 5 000 Has.

Las evaluaciones sanitarias sobre calidad del agua y del producto que lleva a cabo la Secretaría de Salud a través del PMSMB, no se han realizado en la mayoría de la región, en primera instancia debido a que el PMSMB en su inicio consideraba únicamente al producto de exportación, por lo que no se promovió el programa para el producto del consumo nacional.

#### **IV.7.3. Explotación ostrícola en el litoral del Pacífico Mexicano.**

El desarrollo de la actividad ostrícola en el litoral del Pacífico se ha intensificado desde hace 30 años; la tecnología utilizada para su cultivo se encuentra a la vanguardia en esta región, aún cuando sus volúmenes de producción no son muy altos.

Las sociedades cooperativas que cultivan el ostión en esta región obtienen la semilla del molusco de los laboratorios dedicados a su producción en la región noroeste del país.

Se produce este recurso en los estados de Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Guerrero y Oaxaca. La capacidad instalada es de 4,201 toneladas anuales.

La presentación del recurso procedente de ambos litorales al mercado nacional es principalmente fresco, ya sea en su concha o desconchado; en algunas regiones se procesa ahumado, aunque el producto en esta presentación se limita a la región en donde se produce.

En cuanto al empaque, el ostión individual para la exportación se coloca en cajas de madera y se etiquetan para ser transportadas posteriormente; en la etiqueta se especifica el contenido, la cantidad, el nombre del productor y el número certificado sanitario cuando existe. Por otro lado, el ostión para consumo nacional, ya sea individual o en racimo, se empaqueta en costales de yute de 35 a 40 kg de peso en los cuales se transporta y comercializa.

El mercado del ostión se encuentra localizado en el marco del mercado de alimentos, específicamente en el mercado de pescados y mariscos y constituye un producto importante dentro de éste.

Las instituciones financieras y fideicomisos que han brindado apoyo financiero al desarrollo de la ostricultura en el país son El Banco Nacional Pesquero y Portuario, el Banco Nacional de Crédito Rural, el Banco de México y la Banca Confía entre los más destacados, en otros casos los recursos se obtienen de los gobiernos estatales a través de los programas de desarrollo rural de las entidades.

Las operaciones básicas en el cultivo de las ostras son las siguientes:

- 1.- Selección y mejoramiento de las áreas de cultivo, incluyendo, cuando sea necesario, modificaciones ambientales, que básicamente pueden orientarse hacia el acondicionamiento de fondos y el control de la salinidad mediante desazolve, bordeo o canalización.
- 2.- Colecta o producción de semilla de ostión, distribución de las mismas o de adultos en áreas previamente seleccionadas para criarlas hasta que alcancen la talla comercial o simplemente para engorda.
- 3.- Control de enemigos y competidores, así como de la contaminación acuática.
- 4.- Control de artes de extracción para evitar el uso de métodos destructivos de explotación, y seleccionar las más eficientes.

#### IV.7.4. Colecta, producción y distribución de semilla de ostión.

En los bancos densamente poblados se dan generalmente las condiciones adecuadas para la reproducción de los adultos y la fijación larvaria, pero suele presentarse alta competencia inter e intraespecífica que determinan que el crecimiento de las ostras se vea limitado, razón por la cual se recomienda que en estas áreas se realice un trabajo de

clareo y colecta de crías de ostión para distribuir las en zonas en que se pueda obtener incremento en la tasa de crecimiento.

La colecta de semilla de ostión es una importante fase en el cultivo; los colectores que se han empleado en diversas regiones del mundo han sido de diferente índole, desde piedras, tejas, llantas y enramadas, a colectores especialmente diseñados.

Se ha mencionado que posiblemente la forma más sencilla de incrementar la fijación de semilla de ostión ha sido la devolución de la concha vacía y limpia a los bancos donde se realizó la extracción, aunque parte de esa concha puede depositarse en zonas con substrato lodoso.

Para realizar una actividad de real mejoramiento ambiental, es importante que esta actividad se realice en la época adecuada con objeto de que el material no quede cubierto con delgadas capas de lodo antes de que se realice la fijación larvaria.

En algunos países la legislación establece la obligación de realizar esta devolución de concha. En la década de los cincuenta esta práctica estaba muy difundida en los estados del Golfo de México y constituía la principal actividad para fomentar la producción ostrícola.

La idea de Prytherch (1976) consistió en recubrirlos con una lechada de cemento y cal y una vez secos, unirlos en grupos envolviéndolos en tela de alambre del denominado de "gallinero", a los que se les puede adaptar flotadores o depositarlos sobre el fondo.

En los colectores de Prytherch distribuidos en Guaymas, Sonora, de acuerdo con Sevilla (1958), se observaron fijaciones de 8 a 9 semillas de ostión por centímetro cuadrado, con mortalidad mayor al 70%.

En Francia se emplearon tejas recubiertas con una lechada de cemento y cal, dispuestas en grupos, sobreponiéndolas de dos en dos unidas por alambre y se colocan por debajo de la marca de la baja marea.

Antes de distribuir los colectores de semillas de ostión, debe determinarse mediante análisis de muestras planctónicas, la temporada de mayor incidencia de larvas de ostión umbonadas, así como la de los organismos competidores o depredadores de ostión en sus etapas juveniles.

En el caso del ostión de roca que se está intentando cultivar en Acapulco, Guerrero, mediante el empleo de llantas como colectores de semilla, se encuentra que es conveniente introducir las con cierta anticipación, pues estas deben pasar por un período de acondicionamiento antes de que las semillas de ostión se fijen a las mismas; también es recomendable distribuir las en las zonas en que durante la temporada de lluvias se aprecia influencia de agua dulce y por consiguiente, descensos en la salinidad.

Una vez realizadas las actividades orientadas a la colecta de la semilla de ostión, vienen las de separación y distribución de las ostrillas para propiciar su mejor crecimiento y engorda.

Las fijaciones por área varían ampliamente; observaciones realizadas indican que en una superficie de 100 centímetros cuadrados de concha arreglada en collar, pueden fijarse hasta 1 000 larvas, alcanzar la talla de ostrilla de 1 cm de longitud y lograr el crecimiento hasta la talla comercial no más de 10 ostras, todo ello debido a la alta mortalidad que por competencia se presenta.

En Japón se usan colectores sartas hechas con conchas de *Pecten*; posteriormente de cada colector se elaboran varios collares los cuales se hacen colocando separadores de bambú o tubo de plástico de 10 cm entre concha y concha, lo que amplía el espacio y permite el crecimiento de un mayor número de crías adheridas a las mencionadas conchas.

Las sartas primero y los collares después, se cuelgan de perchas, pilotes, balsas o el sistema que se haya seleccionado para el cultivo en las diferentes zonas.

La ventaja de la técnica flotante en el cultivo de ostión, ampliamente desarrollada en Japón, está en que evita el contacto con el fondo y de esta manera se reduce el número de depredadores; por otro lado, se puede trasladar la instalación a la zona con producción más adecuada al crecimiento y condición de las ostras que se quiera obtener para satisfacer las necesidades del mercado, este sistema de cultivo permite por otro lado poner a salvo las instalaciones de factores ambientales adversos.

En ocasiones las conchas con semilla de ostión se distribuyen sobre fondos previamente acondicionados, en densidades variables, de acuerdo con la calidad de las ostras que se desea obtener.

En México estas instalaciones se hacen de madera con travesaños de las que cuelgan las sartas o collares. En los últimos años se está introduciendo y avanzando el sistema de cultivo en el que se colocan las semillas en cajas de plástico con perforaciones en el fondo y paredes que miden aproximadamente 70 centímetros por lado y 15 centímetros de fondo.

Estas cajas se agrupan una sobre otra en número variable, de acuerdo con la profundidad promedio de la zona y la amplitud de la marea, se le coloca material que ayude a su flotación y se suspende en pilotes.

En algunos países se han construido estanques en la zona de mareas reteniendo cierta cantidad de agua sobre los bancos de ostión. Ricketts y Calvin (1948) describen el cultivo de la ostra Olímpica en Washington; al respecto dicen "se construyen diques bajos de concreto que dividen acres planos con fondo natural cuidadosamente nivelados con objeto de retener una capa de agua durante la baja marea, para que las ostras nunca queden expuestas".

Bajo este sistema de cultivo en diferentes localidades de la costa de los Estados Unidos de Norteamérica, se obtienen rendimientos de 798 kg de pulpa de ostión por hectárea, hay que tomar en cuenta que la

cosecha en estos lugares se obtiene cuando las ostras tiene 3 años de edad, por el crecimiento lento que caracteriza a *Ostrea lurida* y las condiciones climáticas que prevalecen en la zona. Posiblemente por esta razón, la ostra Olímpia ha sido desplazada en la costa del Pacífico de Norteamérica por la ostra japonesa *Crassostrea gigas*.

En el caso de las balsas con sartas de concha con semilla suspendidas, se ha optado por construir balsas de 2 a 3 metros de longitud por 1.5 de ancho manteniéndolas separadas entre sí unos 60 centímetros, las sartas dobladas o arregladas en forma de collar miden aproximadamente de 2 a 3 metros de acuerdo con la profundidad de la zona pueden ser más largas, datos proporcionados por diversos investigadores como Glude (1949), establecen que una hectárea de balsas puede proporcionar un rendimiento de 40 toneladas al año (Fig.24.b).

Sin embargo, hay que aclarar que este tipo de cultivo se realiza con *Crassostrea gigas*, que es una especie de rápido crecimiento que realiza su desarrollo normalmente incluso en aguas con alta salinidad, cercana a 35 p.p.m. y tolera descensos en este parámetro. Los cultivos de esta especie en Japón se realizan en bahías protegidas donde las tormentas no afectan la estabilidad de las balsas.

El método de balsas en México ha sido llevado a cabo en la costa del Pacífico, más que en la del Golfo de México.

Durante mucho tiempo la producción de semilla de ostión estuvo limitada por la necesidad de usar un sustrato al cual se adhiriera la larva. Las conchas de almeja y ostión, así como los colectores que se han mencionado con anterioridad, se emplearon en forma intensiva. Esta forma de colecta de semilla implicaba gran pérdida al momento de separarla del sustrato o mortalidad por competencia interespecífica.

Los reportes de las compañías dedicadas a la venta de semilla de ostión reorientó los trabajos de investigación en la materia, aunque las técnicas empleadas por los asesores de éstas no se han hecho públicas. Dupuy y Rivkin (1972), dicen que ha trascendido que emplean concha de ostión finamente molido de aproximadamente 250 micras de diámetro. Ellos emplearon malla semejante a la que se emplea para elaborar bastidores de incubación de los huevecillos de la trucha; en las que las larvas se fijan. En este último caso, las ostrillas se desprenden al alcanzar la talla adecuada, mediante una corriente de agua a presión.

En relación a la producción de semilla de ostión libre de sustrato, es conveniente recalcar el hecho de que, aunque, los asesores de las mencionadas compañías afirman tener la tecnología que permite forzar la metamorfosis de la larva pediveliger sin proporcionarle ningún sustrato, no se tiene ningún documento que aclare la metodología seguida.

El rendimiento de los cultivos dependerá de la especie de que se trate, las características fisiográficas, la selección del área de cultivo y los sistemas del mismo, ya que algunos simplemente permiten el mejor aprovechamiento de los fondos, mientras que otros se traducen

en la plena utilización de la columna de agua, en todos los casos es de suma importancia mantener la densidad adecuada de ostión y eliminar periódicamente competidores y depredadores.

#### IV.7.5. Artes de extracción.

En lo referente a artes de extracción de las ostras es conveniente mencionar que en México no se emplean dragas de arrastre como sucedía en los Estados Unidos de Norteamérica, la extracción se hace en forma manual, buceando o empleando las denominadas "gafas" que son dos especies de rastrillos articulados en forma de tijera.

Debera cuidarse, sin embargo, no introducir sistemas de extracción que resulten destructivos para este tipo de comunidades, lo cual indudablemente está más asegurado cuando se aplican técnicas de cultivo, ya que el ostricultor es la persona más interesada en conservar el recurso. Si este tipo de información se le proporciona al pescador, éste fácilmente puede realizar el manejo del recurso cuidando, generalmente, no solo el tamaño de los ejemplares que extrae, sino además de controlar el desarrollo de organismos competidores y depredadores.

#### IV.8. Pesquerías

La pesca constituía una actividad importante en el México prehispánico, se sabe que nuestros antepasados no solo realizaban la captura de numerosos organismos acuáticos para consumirlos directamente, sino que además los sometían a una serie de procesos teniendo especial aprecio por algunos productos como el ostión.

Las valvas que representan a la concha de este recurso tan antiguo, también ocuparon un papel importante en las ofrendas de las culturas prehispánicas, lo que actualmente representa un testimonio de las rutas de migración mesoamericana.

México ocupa para su alimentación de mariscos en promedio el 90% de la producción nacional, y si se añade que en términos generales se tienen pesquerías artesanales en la mayoría de sus litorales, se comprende que los organismos que en ella habitan seguirán siendo durante largo tiempo motivo de explotación en forma preferente.

Se ha señalado que la producción de ostión en México muestra un ligero incremento debido a la aplicación de técnicas de cultivo desde la década de los 50; desafortunadamente, la contaminación de hidrocarburos, metales pesados, tóxicos, herbicidas y pesticidas han conducido una contracorriente perjudicial para todas las poblaciones ostrícolas.

Uno de los problemas de la producción ostrícola en México se relaciona con el hecho de que poco más de 90% de la captura procede del Golfo de México donde se extrae *Crassostrea virginica*, lo que implica que se trata de una pesquería monoespecífica. Por lo mismo es evidente que los esfuerzos deben orientarse hacia la diversificación en la misma, para lo cual debe prestarse especial atención a la investigación de las ostras nativas del Pacífico Mexicano susceptibles de cultivarse, así como las especies exóticas que se están cultivando en esa zona, careciendo en ocasiones de los estudios básicos necesarios para realizar este tipo de trabajos sobre bases científicas.

Las principales especies comerciales que se explotan y cultivan en México, según el Manual Técnico de la Secretaría de Pesca (1988), son:

- 1.- *Crassostrea virginica*. Su área de distribución abarca el Golfo de México y el Caribe, soporta explotación comercial en las lagunas costeras de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche.
- 2.- *Striostrea iridescens*. Se distribuye desde el Golfo de California hasta el norte de Perú. Su mayor abundancia se registra en la porción sur de Baja California a Guerrero.
- 3.- *Crassostrea corteziensis*. Se localiza desde el Golfo de México a Panamá. Esta es una de las ostras comestibles de valor comercial en el Pacífico mexicano y soporta comercialización en cierta escala en los estados de Sinaloa, Guerrero y Nayarit.

4.-*Crassostrea gigas*. Especie introducida a nuestro país, en las costas de Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Oaxaca y el Caribe; principalmente en bahías, lagunas costeras y esteros.

5.-*Crassostrea rhizophorae*. Se distribuye en el Golfo de México y Caribe, su explotación comercial es en las lagunas de Tabasco y Campeche.

De estas especies, las de importancia económica en México son: *Crassostrea virginica* en el Golfo de México; y *C. corteziensis*, *Striostrea iridescens* y *Crassostrea gigas* en el Pacífico (Fig.24).

## V. CONCLUSIONES

En el estudio taxonómico de las ostras, la observación anatómica ha sido una herramienta importante, ya que el apoyo únicamente de la concha polimórfica no basta para una correcta determinación y clasificación.

La determinación de las diversas especies de ostras en México, además de los caracteres básicos conculiológicos, debe auxiliarse con la observación de las partes blandas, principalmente la presencia o ausencia de la cámara promial y el sistema reproductor.

De los sistemas funcionales estudiados y comparados en éste trabajo, únicamente el aparato digestivo, los tentáculos del manto, la presencia de la cámara promial, el aparato reproductor, las lamelas de los palpos labiales y branquiales, presentan una considerable variación que justifica la separación interespecífica.

De aproximadamente 100 especies a nivel mundial, en México destacan, por su abundancia 8 especies de ostras: *Lopha megodon*, *Ostrea angelica*, *Ostrea lurida*, *Crassostrea corteziensis*, *Crassostrea virginica*, *Crassostrea rizophorae*, *Striostrea iridescens* y *Saccostrea palmula*, las cinco últimas tienen importancia comercial siendo *Crassostrea virginica* la que soporta mayor explotación nacional.

La producción de ostión en México desde principios de los años sesenta ha venido ocupando entre el tercer y quinto lugar de producción mundial (con un promedio aproximado de hasta 48,000 toneladas anuales), representando los estados de Veracruz y Tabasco aproximadamente el 75% del total nacional. La producción mundial se estima alrededor de 1 010 000 toneladas anuales.

Las principales zonas productoras del país son: Tamiagua y Pueblo Viejo, Veracruz; Mecocán, Carmen y Machona, Tabasco; Términos, Campeche; Sonora, Nayarit y Guerrero.

En la costa mexicana del Golfo de México, la pesquería de ostión obtiene aún organismos silvestres aunque la producción total es apoyada en actividades de cultivo. En la costa del Pacífico mexicano como las poblaciones silvestres casi han sido abatidas, la producción actual se basa en gran parte en el cultivo.

El deterioro poblacional se debe a una pesca incontrolada y a causa de cambios ambientales ocasionados por la contaminación tanto urbana como industrial y agrícola; este factor ambiental ha dado oportunidad a la presencia de parásitos y depredadores que afectan seriamente a las poblaciones.

Los parásitos más comunes de las ostras en México son:

Anélidos: *Polydora ligni* y *Polydora websteri*.  
 Bacterias: *Staphylococcus aureus*.  
 Céstodos: *Tylocephalum* sp.  
 Copépodo: *Mytilicola intestinalis*.

Esporozoarios: *Haplosporidium costale*, *Haplosporidium nelsoni*,  
*Nematopsis ostrearum* y *Nematopsis prytherchii*.  
 Hongo: *Labyrinthomyxa marina*  
 Tremátodos: *Acanthoparaybhium spinulosum*, *Bucephalus halmeanus* y  
*Himasthala quissetensis*.  
 Turbelario: *Stylochus ellipticus*.

Los principales depredadores de las ostras en México son:

Crustaceos: *Cancer magister*, *Cancer irroratus*, *Menippe mercenaria*,  
*Callinectes sapidus*, *Callinectes rathbunae* y especies de *Balanus*.  
 Equinodermos: *Asteria forbesi*.  
 Gasterópodos: *Melongena melongena*, *Melongena corona*, *Busycon carica*,  
*Muricanthus nigritus*, *Thais haemastoma*, *Thais*  
*kiosquiformis* y *Urosalpinx cinerea*.  
 Peces: *Archosargus probatocephalus*, *Pogonias cromis* y *Dasyatis*  
*dipterura*.

Debido a la devastación de varias poblaciones en diversas regiones costeras, la industrialización del ostión no es muy alentadora, por lo que las plantas procesadoras cada día son más escasas.

El consumo del ostión es un riesgo importante, ya que causa en el hombre enfermedades como tifoidea, salmonelosis, y hepatitis; y en el menor de los casos, infecciones intestinales, motivo por el cual su exportación es prácticamente imposible a no ser que exista una certificación sanitaria, que avale la calidad higiénica del producto.

Aunque existe un excelente mercado a nivel nacional e internacional, este marisco aún con los problemas de saneamiento, cuenta con una importante tradición de consumo en nuestro país.

Por lo tanto, en relación a la investigación de las ostras en México, se requiere de un estudio más profundo en torno al conocimiento biológico y ecológico de especies de interés económico.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT, R.R., 1974. *American Seashells*. D. Van Nostrand, Co. Inc. 663 p.
- AHMED, M. y SPARKS, A. K., 1967. A preliminary study of chromosomes of two species of oysters (*Ostrea lurida* and *Crassostrea gigas*). *J. Fish. Res. Bd. Canada*. 24 (10):2155-2159.
- AHMED, M., 1973. Cytogenetics of oysters. *Cytologia*. 38 :337-346.
- ANDREWS, J. D. y HEWATT, W. H., 1954. Incidence of *Dermocystidium marinum*, Macking, Collier and Owe, a fungus diseases of oyster in Virginia. *Nat. Shellfish. Assoc.* 79 p.
- ANDREWS, J.D., 1964. Quarterly report to U.S. bureau of commercial fisheries for period ending september 30, 1964. Grant No. 14- 170007-212 Vims Gloucester point, Virginia :81-580.
- ANDREWS, J.D., 1967. Quarterly report to U.S. bureau of commercial fisheries for period ending march 31, 1967. Grant No. 14-170007-54 Vims Gloucester point, Virginia. :88-309.
- Anuario Estadístico de Pesca, 1992. Dirección General de Informática y Registro Pesquero. Secretaría de Pesca. México :15-38.
- Anuario Estadístico de Pesca, 1993. Dirección General de Informática y Registro Pesquero. Secretaría de Pesca. México. 5 p.
- ARAI, E. G. T., 1948. Investigaciones ostrícolas en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz. *Secretaría de Marina*. México. :15-22.
- Autoevaluación del Programa Operativo Anual, 1994. Delegaciones Federales de Pesca en los Estados. Informe delegacional. 2 p. (En Prensa).
- BARDACH, J. E., RYTHER, J. H. y MC. LARNEY, W. O., 1972. *Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater an marine organisms*. Wiley and Sons. New York. 868 p.
- BARDACH, J. E., RYTHER, J. H. y Mc. LARNEY, 1986. *Acuicultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce*. AGT. Editor. S.A. 868 p.
- BRADLEY, W. y SIEBERT, Jr. A. E., 1978. Infection of *Ostrea lurida* and *Mytilus edulis* by the parasitic Copepod *Mytilicola orientalis* in San Francisco Bay, California. *The Veliger*. 21 (1):131-134.
- BROOKS, W. K., 1879. Abstract of observations upon artificial fertilization of oyster eggs and embriology of american oysters. *Amer. Jour. Sci.* 18 :425-527.
- BURKENROAD, M. D., 1931. Sex in the Louisiana oyster *Ostrea virginica*. *Sci.* 74 (1907):71-72.

- BUROKER, N. E., 1983. Population genetics of the american oyster *Crassostrea virginica* along the atlantic coast and the Gulf of Mexico. *Marine Biology*. 75 :99-112.
- BUROKER, N. E., 1983. Sexuality with respect to shelf length and group size in the japanese oyster *Crassostrea gigas*. *Malacologia*. 23 (2):271-279.
- BUTLER, P. A., 1954. The southern oyster drill. *Nat. Shellfish. Assoc.* :67-75.
- BUTLER, P.A., 1955. Reproductive cycle in native and transplanted oysters. *Nat. Shellfish Assoc.* :46-75.
- CACERES, M. C., RAMIREZ, F. D., CHAVEZ, V. J. Y PENALOZA, A. O., 1988. Diseño y manejo de costales y estantes para el cultivo de moluscos (ostiones). *Acuavision*. 16:8-10.
- CALABRESE, A. y DAVIS, H. C., 1966. The pH tolerance of *Mercenaria mercenaria* and *Crassostrea virginica*. *Biol. Bull.* 131 (3):427-436.
- CALABRESE, A. y DAVIS, H. C., 1967. Efect of "Soft" detergents on embryos and larvae of the american oyster *Crassostrea virginica*. *Nat. Shellfish. Assoc.* 57 :11-16.
- CARRICKER, M. R., 1954. A review of those aspect of the biology of the oyster drill *Urosalpinx cinerea* (Say) fundamental to its control. *Nat. Mus. Shellfish. Assoc.* :51-60.
- CASTILLO, R. Z. G., 1977. Contribución al estudio taxonómico de algunas especies mexicanas de la familia Ostreidae. Tesis profesional. UNAM. 108 p.
- CASTILLO, R. Z. G. y GARCIA, C. A., 1986. Taxonomía y anatomía de las ostras en las costas de México. *An.Inst. Cienc. del Mar y Limnol.UNAM.* 13 (2):249-314.
- CHAPMAN, C. H., 1955. Feeding habits of the southern oysters Drill *Thais haemastoma*. *Nat. Shellfish Assoc.* :169-176.
- CHAVEZ, M. E., 1969. Desarrollo larvario de *C. virginica* y *Rangia cuneata* en Atasta Pom, Lag. Términos, Campeche. Tesis Maestria. UACPyP-CCH. UNAM. México.
- CHESNUT, A. F., 1955. The distribution of oyster drills in North Carolina. *Nat. Shellfish. Assoc.* 46 :134-139.
- COE, W. R., 1948. Nutritional environmental conditions and growth of marine Bivalve mollusks. *Jour. Mar. Res.* 7 :586-601.
- COOLEY, N. R., 1962. Studies on *Porochis acanthurus* (Trematoda: Digenea) as a biological control for the southern oyster drill *Thais*

- haemastoma. U.S. Department of the Interior. *Fish and Wildlife Serv. Fish. Bull.* 62 (201):77-91.
- CONTRERAS, F., 1932. Datos para el estudio de las ostras mexicanas. *An. Inst. Biol. UNAM. México.* III (3):193-212.
- DAVIS, H. C., 1953. On food and feeding of larvae of the american oyster *Crassostrea virginica*. *Biol. Bull.* 104 :334- 350.
- DAVIS, H. C. y GUILLARD, R. L., 1958. Relative value of ten genera of micro-organisms as food for oyster and clam larvae. *U.S. Fish. Bull.* 136 (58):293-304.
- DE BUEN, F., 1957. Crisis ostrícolas en México y su recuperación. *Sria. de Marina. Dir. Gral. Pesca e Ind. Conexas.* 43 p.
- DE LA ROSA, V. J., 1986. Variabilidad genética poblacional en ostiones de la especie *Crassostrea virginica* del Golfo de México. Tesis doctoral. UACPyP-CCH. UNAM. 124 p.
- DUPUY, J. L. y RIVKIN, S., 1972. The development of laboratory techniques for the production of the cultch-free spat oyster *Crassostrea virginica*. *Chesapeake Sci.* 13 (1):45-52.
- ELSTON, R. A., 1990. *Mollusc diseases. Guide for the shellfish farmer.* Washington Sea Grant. Program. E.E.U.U.
- ENGLE, J. B. y CHAMPAM, CH. R., 1953. Oyster condition affected by attached mussel. *Nat. Shellfish Assoc.* 44 :70-78.
- FARLEY, C. A., 1976. Proliferative disorder in Bivalve mollusks. *Mar. Fish. Rev.* 38 :30-33.
- FIGUERAS, A. J. y FISHER, W. S., 1988. Ecology and evolution of bivalve parasites. In: *Disease processes in marine Bivalve Mollusc. American Fisheries Society Special Publication.* 18 :130-137.
- FISHER, W. S., 1988. *Disease Processes in marine Bivalve Molluscs.* American Fisheries Society Special Publication 18. Bethesda, Maryland. 315 p.
- FRAZIER, C., 1967. *Food microbiology.* Ed. Mc Graw-Hill. New York.
- FUJILLA, M., 1970. Granjas pesqueras en Japón. Curso de ostricultura. Long. Island. Depto. de Grad. Cienc. del Mar. (Sobretiro) :74-99.
- GALTSOFF, P. S., 1937. Observations and experiments on sex change in adult american oyster *Ostrea virginica*. *Biol. Bull.* 73 :356.
- GALTSOFF, P. S., 1964. The american oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. U.S. Department of the Interior. *Fish and Wildlife Serv.* 64 :480.

- GARCIA, S.S., 1969. Mortalidad ostrícola de la laguna de Tamiahua, Veracruz y sus relaciones con las perforaciones petroleras, 1965-1969. I.P.N., E.N.C.B. México. 324 p.
- GARCIA, S.S., 1981. Biología del ostión en su etapa de fijación en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. *Ciencias Pesqueras*. 1 (1):90-98.
- GLANCY, J. B., 1954. Oyster production and oyster drill control. *Nat. Shellfish. Assoc.* :61-66.
- GLUDE, J. B., 1949. Japanese method of oyster culture. *Fish. Rev. Biol. F.W.S. Comm. Fish. Rev.* 11 (8):1-7
- GLUDE, J. B., 1956. Cooper a possible barrier to oyster drills. *Nat. Shellfish. Assoc.* 47 :73-82.
- GROUE, K. J., 1982. A morphological and genetic analysis of geographic variation among oysters in the Gulf of Mexico. *The Veliger*. 21 (1):131-134.
- HEDGECOCK, D. y BERTHELEMY, O. N., 1984. Genetic diversity within and between populations of american oyster (*Crassostrea*). *Malacologia*. 25 (2):535-549.
- HEWATT, W. G. y ANDREWS, J. D., 1955. Temperature control experiments on the fungus, *Dermocystidium marinum* of oysters. *Nat. Shellfish. Assoc.* 46 :129-133.
- HARRY, H. E., 1981. Newly discovered anatomical characters useful in clasifying oysters (Ostracea, Gryphaeidae and Ostreidae). *Abstrac AM. Malacol. Union, Bull.* 34.
- HARRY, H. E., 1985. Synopsis of the supraespecific classification of living oysters (Bivalvia, Gryphaeidae and Ostreidae). *The Veliger*. 11 (3):153-163.
- HIDU, H., G. DROBECK, E. A. DUNNINGTON, Jr. W. H. ROSENBERG y R. L. BECKETT, 1969. Oyster hatcheries for the Chesapeake Bay region. *NRI Special Report (2)*. *Nat. Resour. Inst. Univ. MD. Cont.* (382).
- INGLE, R. M., 1951. Spawning and setting of oyster in relation to seasonal environmental changes. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.* 1 (2):11-115.
- IRACHETA, M.F., 1977. Ostricultura en el estado de Tabasco. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, UNAM. México.
- KERN, F. G., 1976. *Minchinia nelsoni* (MSX) disease of the american oyster. *Mar. Fish. Rev.* 38 (10):22-24.
- KORRINGA, P., 1940. Experiments and observations on swarming, pelagic life and setting in the european flat oyster, *Ostrea edulis* L. *Contr. Form. Gobern. Int. For Biol. Fish. Res.* 249 p.

- KORRINGA, P., 1952. Recent advances in oyster biology. *Quartely Rev. of Biol.* 27 (3):266-308.
- LANDERS, W. S. y E. W. Rhodes, 1970. Some factors influencing predation by the flatworm *Stylochus ellioticus* (Girard), on oysters. Chesapeake. *Sci.* 11 (1):55-60.
- LIZARRAGA, S.M., 1969. Sobre ostricultura en México y en el mundo. *Tec. Pesq. Mex.* 20 :29-33.
- LOOSANOFF, V. L., 1945. Precocious gonad development in oysters induced in midwinter by high temperature. *Sci.* 102 (2640):124-125.
- LOOSANOFF, V.L., 1965. The american or eastern oysters. U.S. Depart. of the Int. *Fish and Wildlife Serv. Circ.* 205 :36.
- LOOSANOFF, V. L. y ENGLE, J. B., 1940. Spawing and setting of oyster in Long Island sound in 1937, and discussion of the method for predicting the intensity and time of oyster setting. U.S. Depart. of *The Int. Bur. of Fish Bull.* 33 (49):217-225.
- LOOSANOFF, V. L. y ENGLE, J. B., 1947. Effect of the different concentration of micro-organisms on feeding of oysters (*Ostrea virginica*). *Fish. Bull.* 51 (42):31-57.
- LOOSANOFF, V. L. y DAVIS, H. C., 1952. Temperature requeriments for maturation of gonads of northern oyster. *Biol. Bull.* 103 :80-94.
- LOOSANOFF, V. L. y DAVIS, H. C., 1963. Rearing of Bivalve Mollusks. In F.S. Russell (ED). *Advances in Marine Biology Academic Press.* London. :1-36.
- LOOSANOFF, V. L., 1969. Maturation of gonads of oyster *Crassostrea virginica* of different geographical areas subjected to relatively low temperatures. *The Veliger.* 11 (3):153-163.
- MACKENZIE, C. L., 1969. Feeding rates of starfish, *Asteria forbesi* (DESOR), at controlled water temperature during different seasons of the year. *Fish. Bull.* 68 (1):67-72.
- MACKENZIE, C. L., 1970. Control oyster drills *Eupleura caudata* and *Urosalpinx cinera* with chemical polystrem. *Fish. Bull.* 68 (2):285-297.
- MACKIN, J. G., 1951. Histopatology of infection of *Crassostrea virginica* (Gmelin) by *Dermocystidium marinum* Mackin, Owen and Collier. *Repr. Bull. of Mar. Sci. of the Gulf and Carib.* 1 (1):72-87.
- MACKIN, J. G., 1953. Oyster diseases caused by *Dermocystidium* in the Barataria Bay area in Louisiana. *Nat. Shellfish Assoc.* :22-35.
- MACKIN, J. G., 1961. Oyster diseases caused by *Dermocystidium marinum* and micro-organisms in Louisiana. *Repr. Inst. of Mar. Sci.* 7 :132-229.

- Manual Técnico para la Operación de Centros Acuícolas Productores de Ostión, 1988. Secretaría de Pesca. México. 324 p.
- MANZI, J.J., 1970. The effect of temperature on the feeding rate of the rough oyster Drill, *Eupleura caudata* (Say). *Nat. Shellfish Assoc.* 60 :54-58.
- MAURER, D. y PRICE Jr. K. S., 1968. Holding and spawning of Delaware Bay oyster (*Crassostrea virginica*) out Season. I. Laboratory Facilities for Retarding Spawning. *Nat. Shellfish. Assoc. Pro.* 58 :71-72.
- MAZZOTI, L. y LUQUE, F. E., 1983. Informe general sobre las condiciones de la industria ostionera en el estado de Sonora. *Bol. Dep. Forestal de Caza y Pesca. Mexico, Año III.* 10 :225-251.
- MENZEL, R. W., 1954. The prodissoconcha and setting behavior of three species of oyster. *Nat. Shellfish. Assoc.* 45 :104-112.
- MENZEL, R. W., 1955. Some phases of the biology of *Ostrea equestris* Say and a comparison with *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Mar. Sci.* 4 (1):69-153.
- MENZEL, R. W. y HOPKINS, S. H., 1954. Effects of two parasites on the growth of oyster. *Nat. Shellfish Assoc.* 45 :184-186.
- NELSON, T. C., 1909. Shellmound in the San Francisco Bay region. *Uni. Calif. Publ. Amer. Archeol. and Ethnol.* 7 (4):310-340.
- NELSON, T. C., 1925. The nannoplanton as a source of the oysters food. *Repr. of the Depart. of Biol. of the New Brunswick.* New Jersey. 243 p.
- NELSON, T. C., 1938. The feeding mechanism of the oyster on the pallium and the branchial chambers of the *Ostrea virginica*, *O. edulis* and *O. angulata* in comparison with other species of the genus. *Journ. of Morphol.* 63 (1):1-61.
- NILSON, H. B. y COULSON, E. J., 1939. The mineral content of the American Fishery Products. U.S. Depart. of Comm. *Bur. of Fish. Inv. Repr.* 41.
- ORBE, A. A., 1976. Interrelación de la fauna intermareal de invertebrados en raíces de mangle y *Crassostrea corteziensis* en San Blas Nayarit. Tesis de Maestría. UACPyP-CCH. UNAM. Mexico.
- PAEZ-OSUNA, F., 1993. Biochemical composition of the oyster *Crassostrea iridescens* and *C. corteziensis*, Hertlein in the northwest coast of Mexico: seasonal changes. *Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 170 (1):1-9.
- PERKINS, F. O., 1988. Parasite, morphology, strategy and evolution. Structure of protistan parasites found in bivalve molluscs. *In:*

Disease processes in marine bivalve molluscs. American Fisheries Society Special Publication, 18 :93-111.

QUAYLE, D. B., 1981. *Ostras tropicales. Cultivo y métodos*. Publicación CIID. Ottawa, Ont. Canada. 84 p.

RAMIREZ, G. R. y SEVILLA, M. L., 1965. *Las Ostras de México*. Inst. Nal. de Inv. Biol. Pesq. 99 p.

RHODES, E. W. y LANDERS, W. S., 1972. Growth of oyster larvae *Crassostrea virginica* of various sizes in different concentration of the Chrysophyte, *Isochrysis galvana*. Nat. Shellfish. Assoc. 63 :53-59.

RICKETTS y CALVIN, 1948. *Between pacific tides*. Stanf. Univ. Press. Stanf. Calif.

RODRIGUEZ, R. F., LAGUARDA, F. A. y URIBE, A. M., 1977. Comparative analysis of the karyotypes of two oysters species of the genus *Crassostrea* from Mexico, *C. virginica* and *C. corteziensis*. An. Cent. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. 6 (1):19-24.

RODRIGUEZ, R. F., LAGUARDA, F. A., URIBE, A. M. y ROJAS, L. L., 1979. Distribution de "G" bands in the karyotype of *Crassostrea virginica*. Venus. Japan. Jour. of Malacology. 38 (3):178-184.

SEVILLA, H. M. L., 1958. Datos biológicos para el cultivo del ostion de Guaymas, Sonora. (*Crassostrea chilensis*, Philippi, 1845). Tesis Profesional. Esc. Nal. Ciencias Biol. IPN.

SEVILLA, H. M. L., 1993. *Las ostras en México, aspectos básicos para su cultivo*. Ed. Limusa. G.N.E. México. 165 p.

SINGH, S. M. y ZOUROS, E., 1978. Genetic variation associated with growth rate in the american oyster (*Crassostrea virginica*). Evolution. 32 (2).

STENZEL, H. B., 1971. *Oysters*. In: *Treatise on invertebrate paleontology*. E.C. Moore. ED. Part N. 3, Mollusca 6, Bivalvia, Geological Society of America. :954-1224.

STUARDO, J. y MARTINEZ, A., 1975. Relaciones entre algunos factores ecológicos y la biología de poblaciones de *Crassostrea corteziensis*, Hertlein 1951, de San Blas, Nayarit, México. An. de Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. 2 (1):89-130.

THIRIOT-QUIEVREUX, C., 1984. Les caryotypes de quelques Ostreidae et Mytilidae. Malacologia. 25 (2):465-476.

THOMPSON, P. A. y HARRISON, P. J., 1992. Effects of monoespecific algal diets of varying biochemical composition on the growth and survival of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) larvae. Marine Biology. 113 :645-654.

UKELES, R. y S. M. SWENLY, 1969. Influence of dinoflagellate *Trichocystis* and ather factor on the feeding of *Crassostrea virginica* larvae on *Monochrysis lutheri*. *Limnol. and Oceanog.* 14 (3):403-410.

WINSTON, M.R., 1955. Some phases of the biology of *Ostrea equestris* (Say) and a comparison with *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Institute of Marine Science. IV* (1):70-153.

WOELKE, C. E., 1957. Flatworm *Pseudostylochus ostreophagus*. Hyman, A. Predators of oysters. *Nat. Shellfish Assoc.* 47 :62-67.

YANEZ-ARANCIBIA, A. y SANCHEZ-GIL, P., 1986. Los peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México. Caracterización ambiental, ecología y evolución de las especies, poblaciones y comunidades. *Inst. Cienc. del Mar y Limnol. U.N.A.M.* 9 :1-230.

YONGE, C. M., 1926. Structure and physiology of the organs of feeding and digestion in *O. edulis*. *Jour. Mar. Biol. Assoc.* 14 :295- 38.

**RELACION DE TABLAS.**

Tabla 1.- Producción ostrícola nacional (1950-1994).

Tabla 2.- Producción ostrícola nacional durante 1989.

**TABLA 1. PRODUCCION OSTRICOLA NACIONAL**  
(Miles de toneladas métricas)

ANO	PRODUCCION	ANO	PRODUCCION
1950	7.5	1973	25.8
1951	9.0	1974	26.8
1952	9.5	1975	26.9
1953	11.5	1976	29.2
1954	10.9	1977	27.4
1955	12.0	1978	28.6
1956	13.2	1979	29.3
1957	14.5	1980	41.0
1958	16.8	1981	41.9
1959	17.1	1982	39.9
1960	20.0	1983	36.5
1961	20.1	1984	42.8
1962	18.3	1985	42.7
1963	19.8	1986	42.4
1964	24.0	1987	50.7
1965	29.0	1988	56.1
1966	26.0	1989	56.6
1967	28.6	1990	52.5
1968	35.5	1991	38.7
1969	42.4	1992	32.1
1970	32.8	1993	25.8
1971	29.8	1994	24.2
1972	26.8		

Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca (1992, 1993 y 1994 en prensa) y Sevilla, 1993.

**TABLA 2. PRODUCCION OSTRICOLA NACIONAL DURANTE 1989.**

ENTIDAD	CAPTURA EN TON.	PORCENTAJE
Veracruz	33,292	57.05
Tabasco	14,786	26.12
Tamaulipas	2,730	4.82
Campeche	1,323	2.16
Guerrero	2,126	3.75
Otros Estados del Pacifico	3,097	5.47

Fuente: Informe estadístico de Pesca (1989).

## RELACION DE FIGURAS

- Fig. 1.- Características morfológicas externas de la concha en diferentes especies de ostión (concha tipo).
- Fig. 2.- Características morfológicas internas de la concha en diferentes especies del ostión (concha tipo).
- Fig. 3.- *Lopha cristagalli*
- Fig. 4.- *Lopha frons*
- Fig. 5.- *Lopha megodon*
- Fig. 6.- *Crassostrea corteziensis*
- Fig. 7.- *Crassostrea gigas*
- Fig. 8.- *Crassostrea rizophorae*
- Fig. 9.- *Crassostrea virginica*
- Fig. 10.- *Saccostrea palmula*
- Fig. 11.- *Striostrea iridescens*
- Fig. 12.- *Ostrea angelica*
- Fig. 13.- *Ostrea lurida*
- Fig. 14.- Anatomía general de una ostra.
- Fig. 15.- Características de la cavidad del manto y branquias de una ostra.
- Fig. 16.- Morfología del tracto digestivo y músculo aductor.
- Fig. 17.-Diagrama del aparato circulatorio.
- Fig. 18.-Diagrama del aparato excretor.
- Fig. 19.-Morfología del aparato reproductor.
- Fig. 20.-Fases biológicas de las ostras.  
a) Ciclo de vida.  
b) Proceso general de fijación.
- Fig. 21.-Estados larvarios.  
a) Larva trocofora.  
b) Larva veliger.
- Fig. 22.-Mapa señalando los estados de producción ostrícola en México y las especies de importancia comercial.

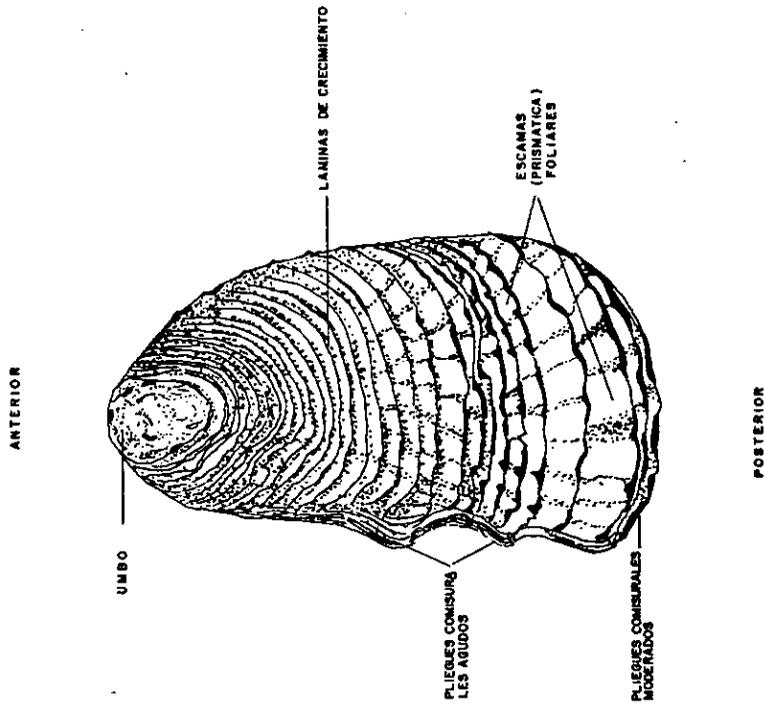
**Fig. 23.-Pileta de fijación y tipos de colectores para semilla suelta o en su concha.**

**Fig. 24.- Estructuras de apoyo al cultivo.**

**a) Balsa con artefactos de cultivo.**

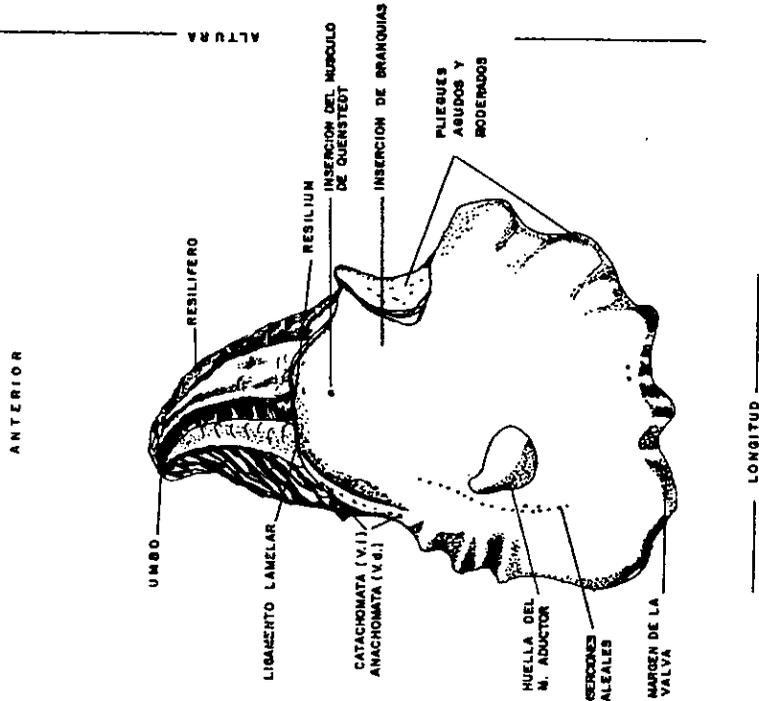
**b) Estante de cultivo.**

Fig. 1



CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DE LA CONCHA EN DIFERENTES ESPECIES DE OSTION ( CONCHA TIPO ) (SEGUN CASTILLO Y GARCIA, 1986)

Fig. 2.



CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS INTERNAS DE LA CONCHA EN DIFERENTES ESPECIES DE OSTION ( CONCHA TIPO ) (SEGUN CASTILLO Y GARCIA, 1986)



Fig. 3.- *Lopha cristagalli*

Vista lateral

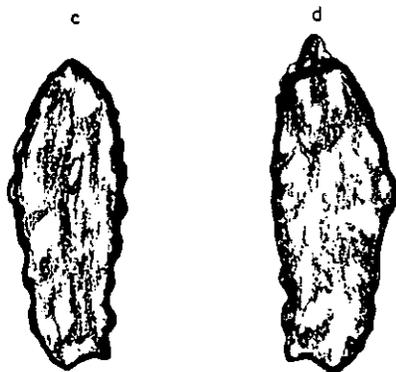
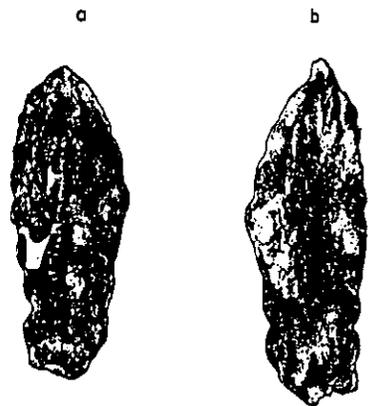


Fig. 4.- *Lopha frons*

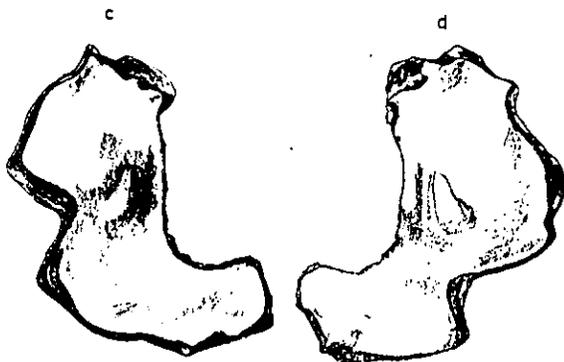
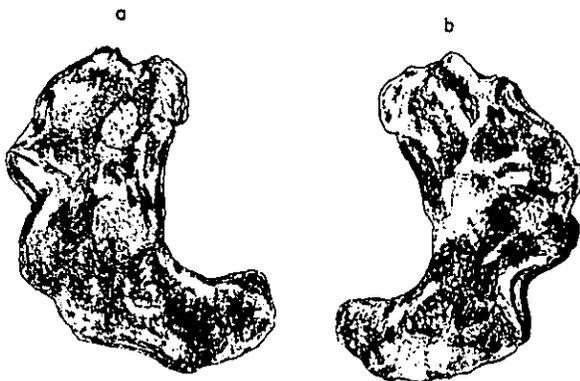


Fig. 5.- *Lopha megoon*

- a) Valva derecha, vista externa
- b) Valva izquierda, vista externa
- c) Valva derecha, vista interna
- d) Valva izquierda, vista interna

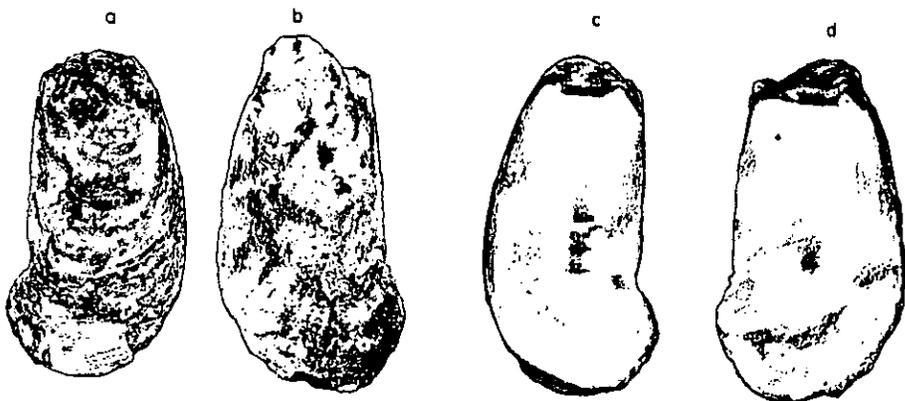


Fig. 6.- *Crassostrea corteziensis*

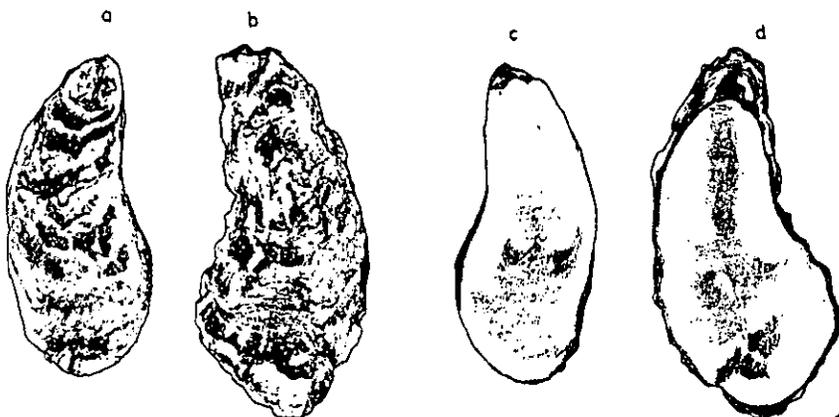


Fig. 7.- *Crassostrea gigas*

- a) Valva derecha, vista externa
- b) Valva izquierda, vista externa
- c) Valva derecha, vista interna
- d) Valva izquierda, vista interna

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

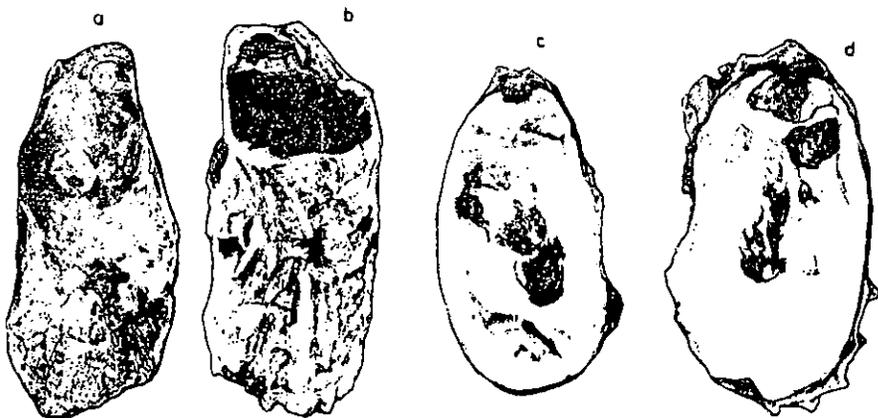


Fig. 8.- *Crassostrea rizophorae*

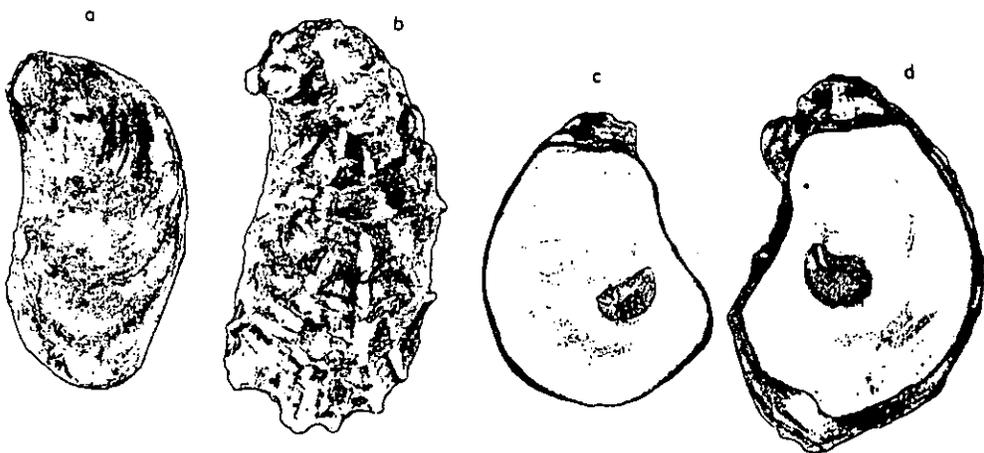


Fig. 9.- *Crassostrea virginica*

- a) Valva derecha, vista externa
- b) Valva izquierda, vista externa
- c) Valva derecha, vista interna
- d) Valva izquierda, vista interna

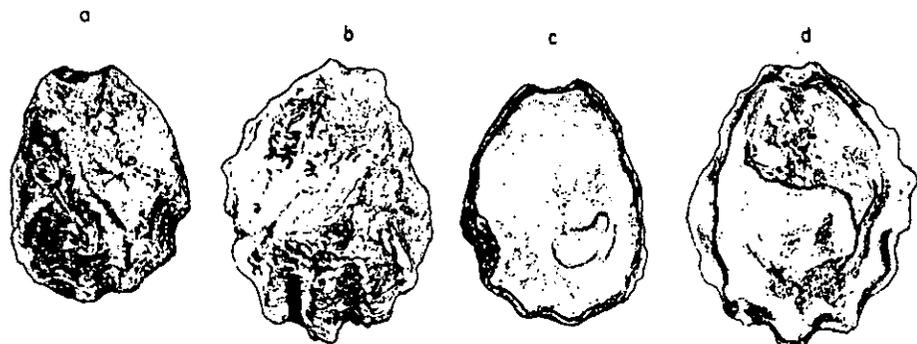


Fig. 10.- *Saccostrea palmula*

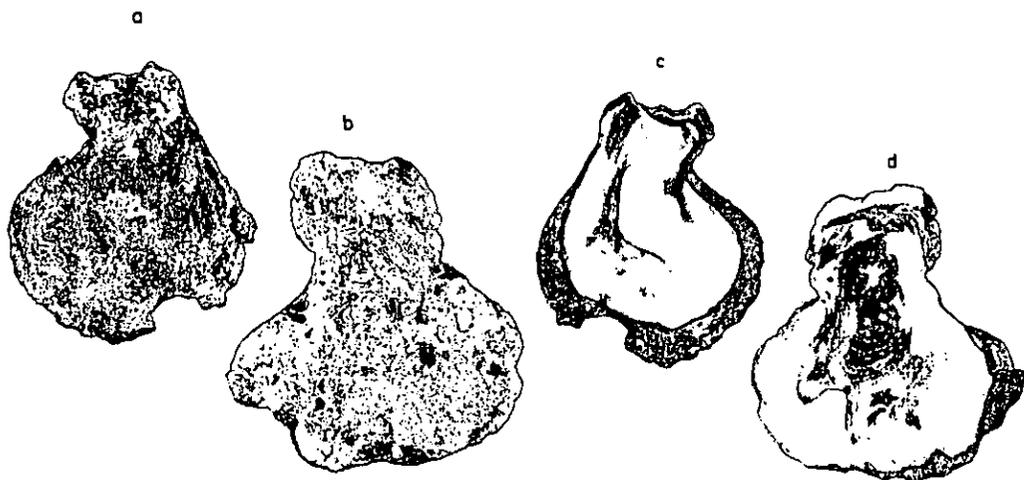


Fig. 11.- *Striostrea iridescens*

- a) Valva derecha, vista externa
- b) Valva izquierda, vista externa
- c) Valva derecha, vista interna
- d) Valva izquierda, vista interna

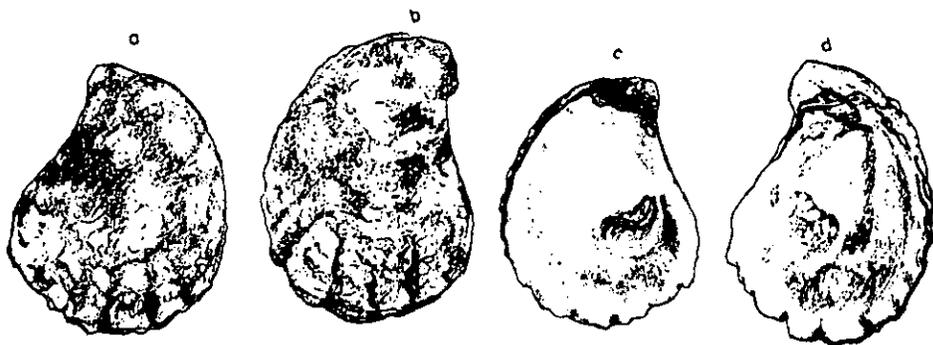


Fig. 12.- *Ostrea angelica*

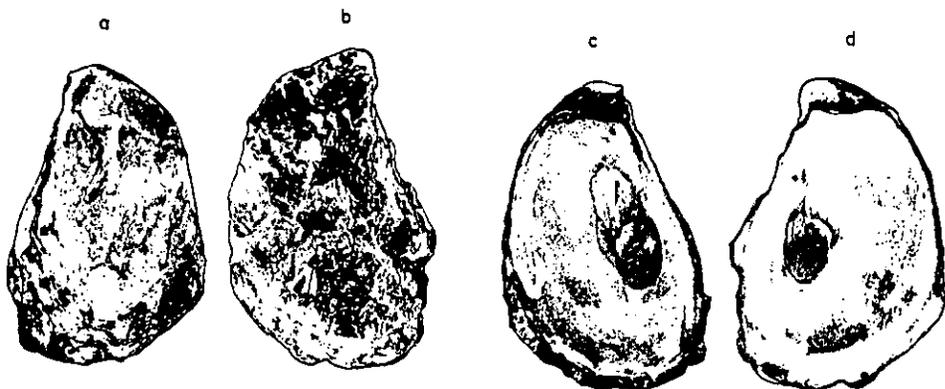
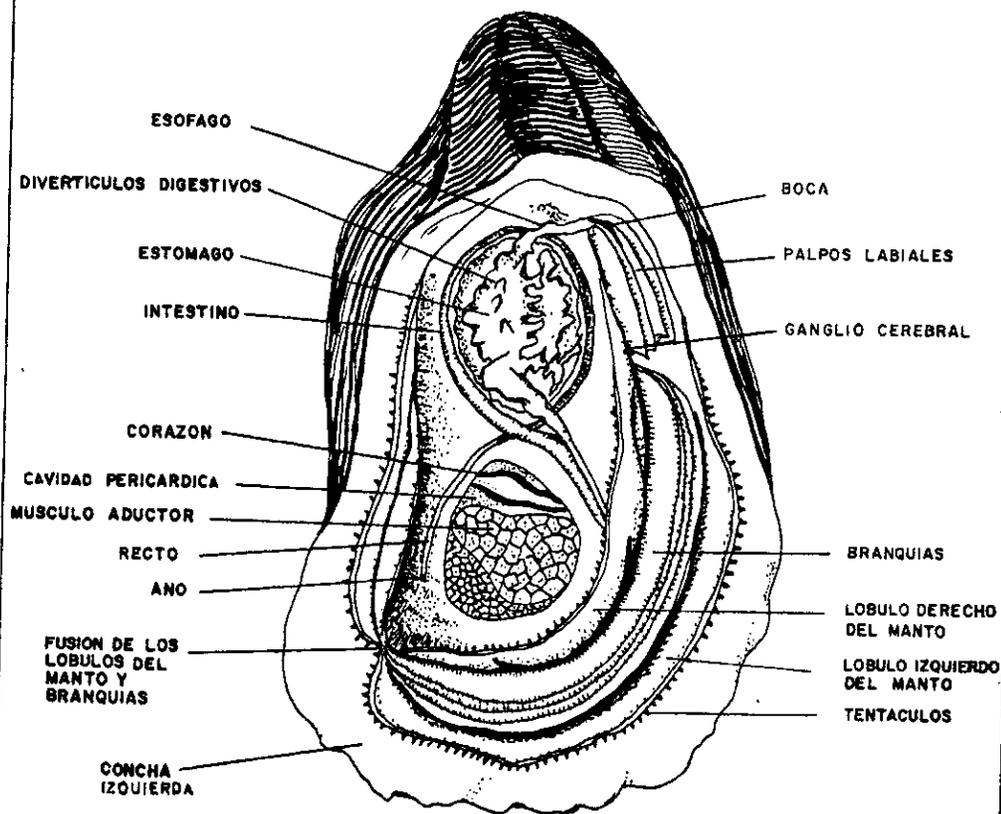


Fig. 13.- *Ostrea lurida*

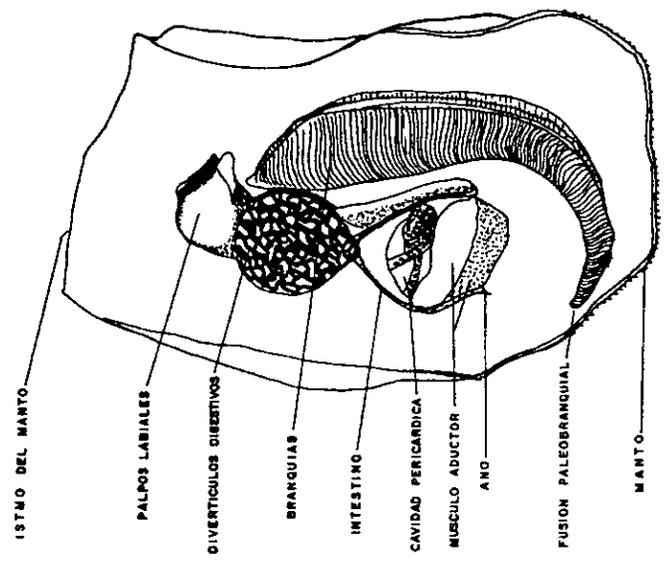
- a) Valva derecha, vista externa
- b) Valva izquierda, vista externa
- c) Valva derecha, vista interna
- d) Valva izquierda, vista interna

Fig. 14.



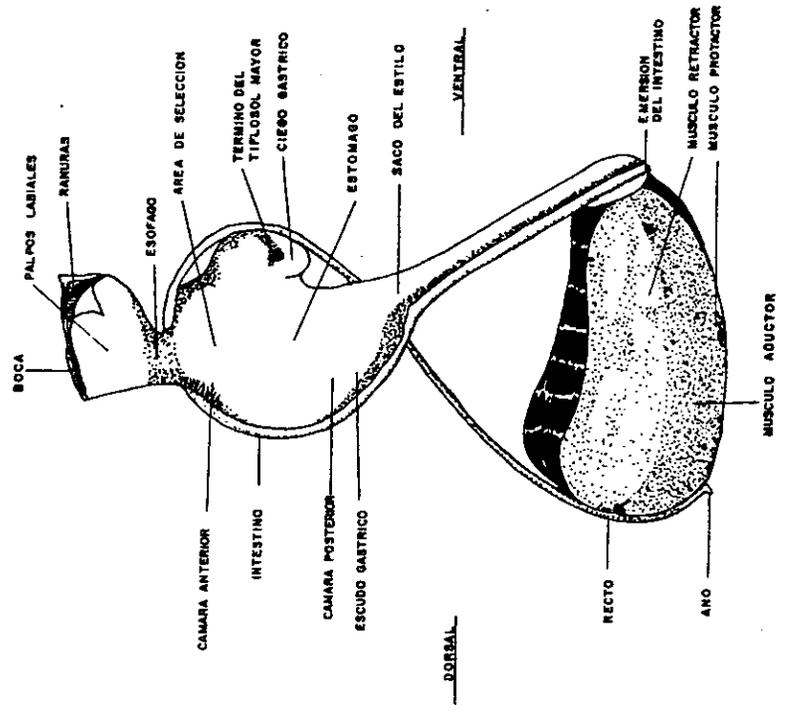
ANATOMIA DE UNA OSTRA, *Crassostrea virginica*.  
MODIFICADO SEGUN GALTISOFF (1964)

Fig. 15



CARACTERISTICAS DE LA CAVIDAD DEL MANTO Y BRANQUIAS DE UNA OSTRA. ( SEGUN CASTILLO Y GARCIA, 1986 )

Fig. 16



MORFOLOGIA DEL SISTEMA DIGESTIVO Y MUSCULO ADUCTOR. ( SEGUN CASTILLO Y GARCIA, 1986 ).

Fig. 17.

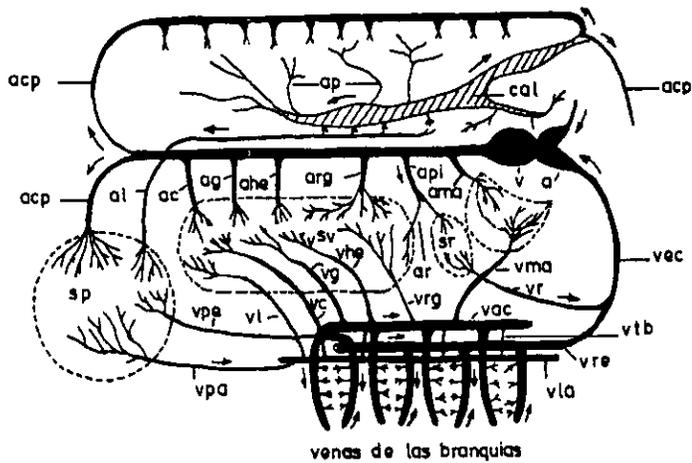


DIAGRAMA DEL APARATO CIRCULATORIO  
(SEGUN GALTISOFF, 1964)

- a. Aurícula
- cal. Corazón accesorio lateral
- sp. Sinuosidades paleales
- sr. Sinuosidades renales
- v. Ventriculo
- sv. Sinuosidades viscerales
- vre. Vena de la rama eferente
- vac. Vena aferente común
- vec. Vena eferente común
- ac. Arteria cefálica
- acp. Arteria circumpaleal
- vc. Venas cefálicas
- ag. Arteria gástrica
- vg. Vena gástrica
- ah. Arteria hepática
- vhe. Vena hepática
- al. Arteria labial
- vla. Vena lateral aferente
- vl. Vena labial
- ama. Arteria del músculo aductor
- vma. Vena del músculo aductor
- ap. Arterias paleales
- vpa. Vena paleal aferente
- vpe. Vena paleal eferente
- api. Arteria pilórica
- ar. Arteria renal
- arg. Arterial reno-gonadal
- vrg. Vena reno-gonadal
- vr. Vena renal
- vta. Venas transversales de las branquias

Fig. 18

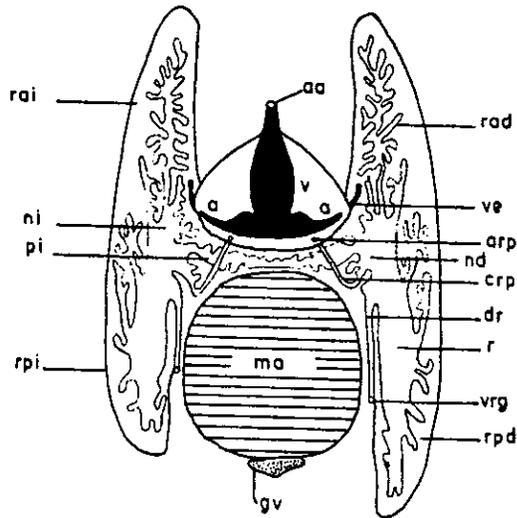
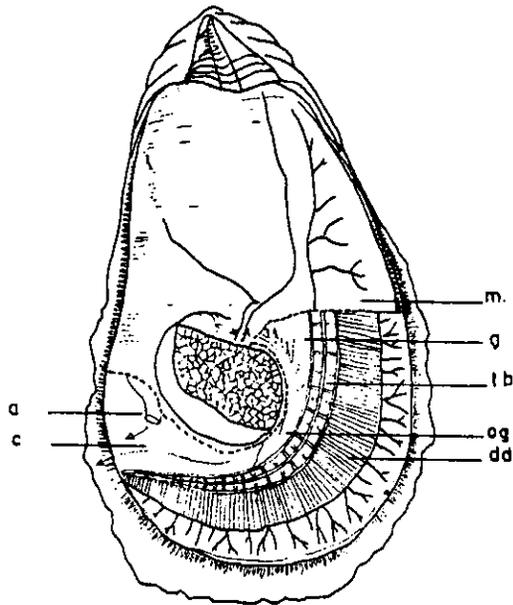


DIAGRAMA DEL APARATO EXCRETOR  
(SEGUN GALTISOFF, 1964 )

- a. Aurícula
- aa. Aorta anterior
- ma. Músculo aductor
- rai. Rama anterior izquierda
- rad. Rama anterior derecha
- ve. Vena eferente
- pi. Pasaje internefridial
- ni. Nefridio izquierdo
- rpi. Rama posterior izquierda
- rpd. Rama posterior derecha
- dr. Ducto renal
- nd. Nefridio derecho
- r. Reservorio
- vrg. Vestíbulo reno-gonadal
- crp. Canal reno-pericárdico
- arp. Apertura reno-pericárdica
- v. Ventrículo
- gv. Ganglio visceral

Fig. 19.



MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR  
(SEGUN GALTSOFF, 1964)

- a. Ano
- c. Cloaca
- dd. Demibranchia derecha
- og. Orificio genital
- g. Gonada
- m. Manto
- tb. Túbulos de agua dentro de las branquias

Fig. 20

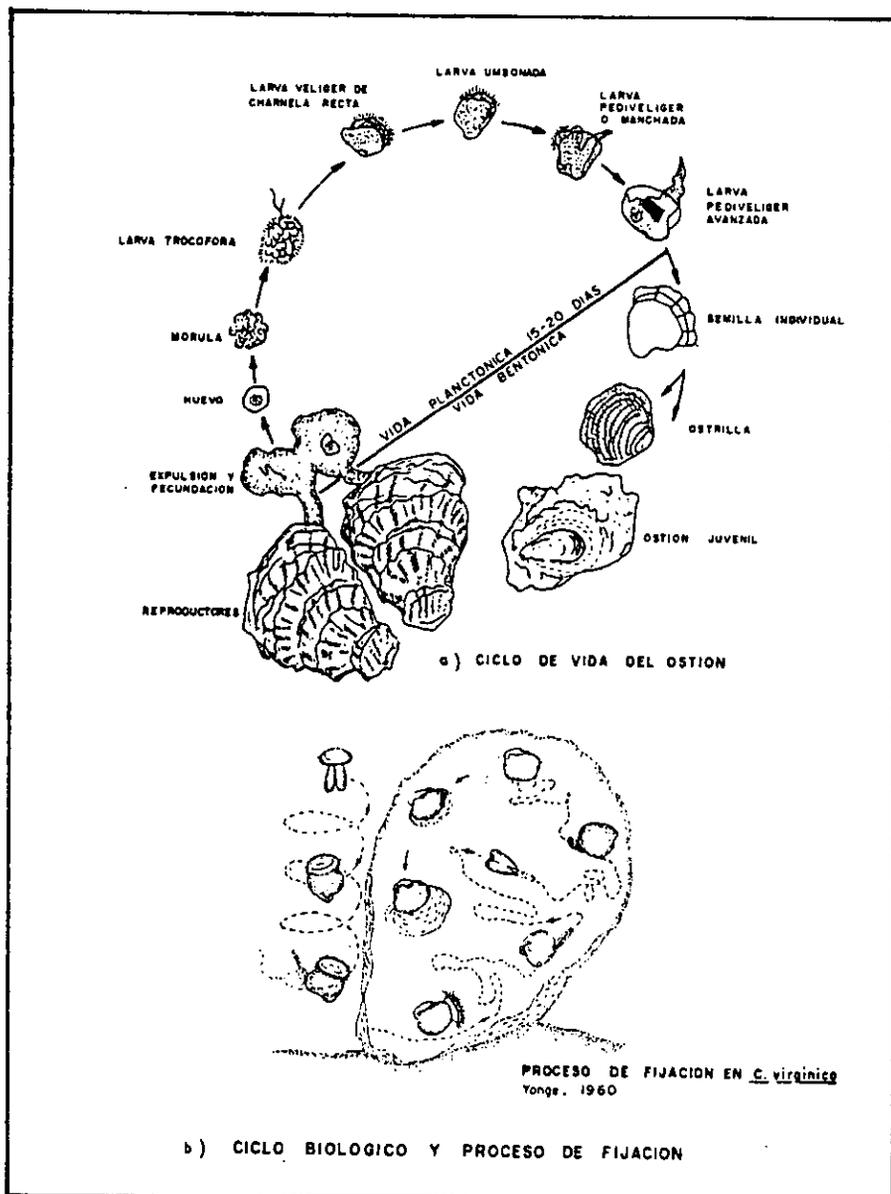
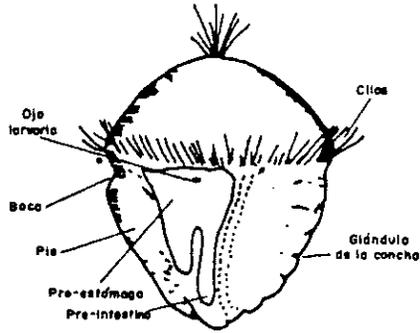
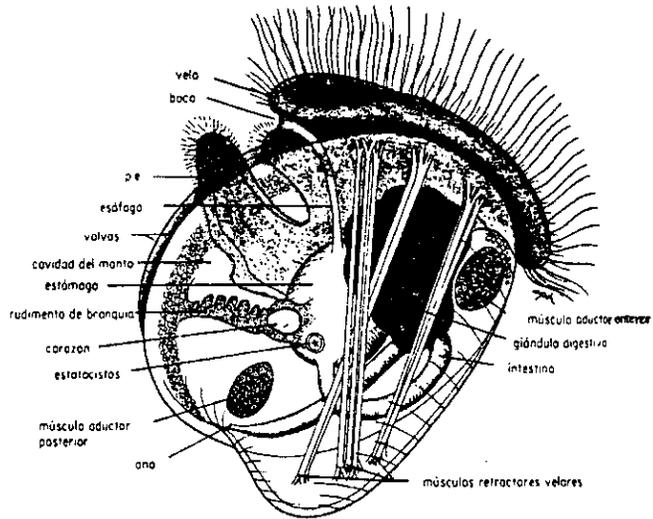


Fig. 21



a) Larva Trocofora. ( Coll-Morales, 1983 )



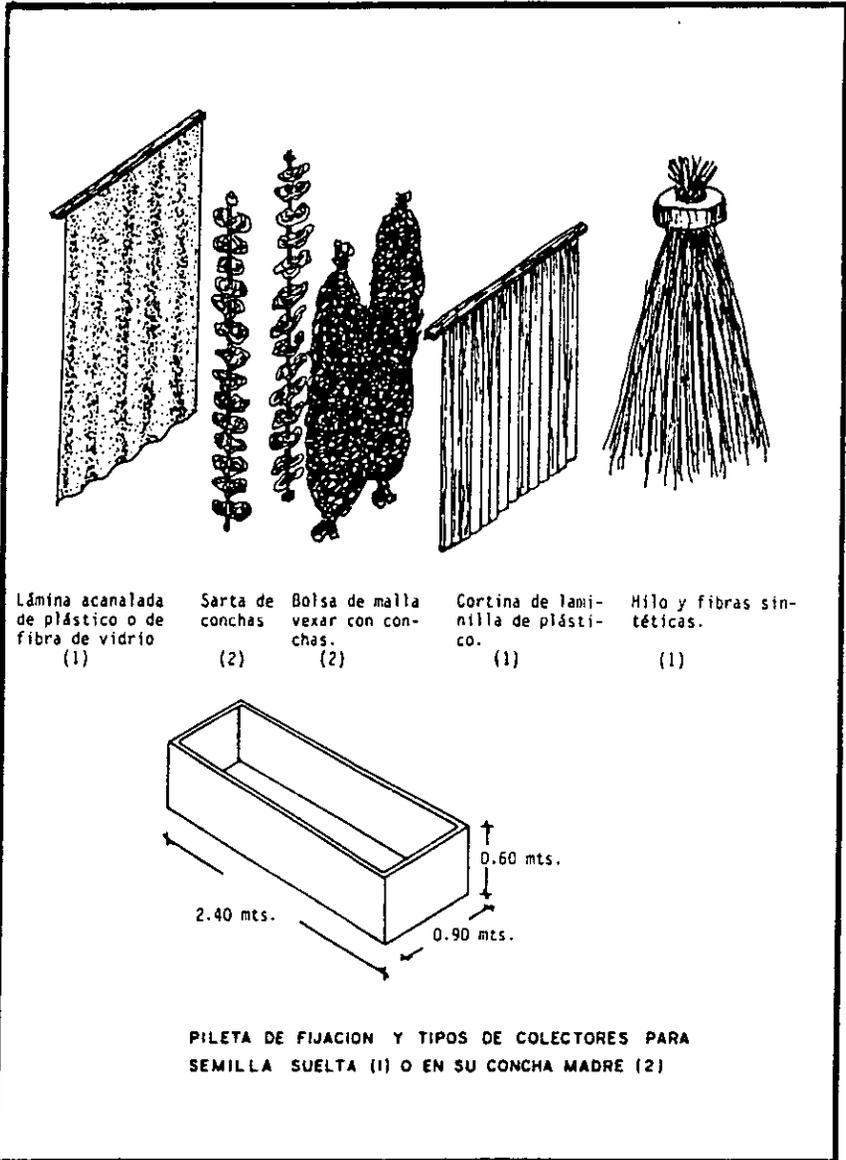
b) Larva veliger plenamente desarrollada de una ostra. (Galsoff, 1964 )



Fig. 22.-Mapa señalando los estados de producción ostrícola en México y las especies de importancia comercial.

- 1.- *Crassostrea virginica*
- 2.- *Crassostrea rhizophorae*
- 3.- *Crassostrea gigas*
- 4.- *Crassostrea corteziensis*
- 5.- *Striostrea iridescens*

Fig. 23



Manual Técnico para la Operación de Centros Acuícolas Productores de Ostión. (Secretaría de Pesca, 1988.)

Fig. 24

