

Capítulo

3

# BIOECOLOGIA

---

**Elisa Polanco Torres**

**María Luisa Corral**

## 1. Parámetros de Calidad para el Desarrollo Ostrícola: Medio y Agua

El desarrollo de la ostricultura tiene lugar en el medio marino litoral, en el cual los principales parámetros que determinan su calidad y sobre los que vamos a hacer referencia son básicamente los oceanográficos, físicos, fisicoquímicos y biológicos.

### 1.1. Factores Oceanográficos

Entre los parámetros oceanográficos tienen importancia los movimientos del mar, que son consecuencia de los vientos y de las mareas y afectan a la sedimentología del medio, al intervenir en la circulación de las partículas, en su transporte y posterior sedimentación, asegurando la renovación del agua y facilitando su oxigenación y por tanto afectando al factor de la turbidez<sup>1</sup>. De estos movimientos son las mareas y las corrientes los que más inciden en el desarrollo de los procesos ostrícolas.

Las mareas son una consecuencia de la atracción que ejerce la masa de la luna sobre el mar y aunque el sol también juega un papel en esta atracción, este es inferior al de la luna. Las acciones de atracción se potencian cuando ambos (luna y sol) se alinean, ocasionándose entonces mareas de fuertes amplitudes o “mareas vivas”, las cuales se producen en las proximidades de los equinoccios, mientras que si los dos astros están en cuadratura sus acciones se minimizan, dando lugar a las de baja amplitud o “mareas muertas”, que suceden en las proximidades de los solsticios. Estas mareas se manifiestan por tanto por los movimientos alternativos del nivel del mar, el cual sube durante el flujo de corriente hasta un máximo, llamado “plenamar”, mientras que desciende durante el reflujo hasta el mínimo o “bajamar”. Por tanto, el nivel del mar oscila alrededor de una posición mediana, prácticamente constante para un mismo lugar o nivel medio, definiéndose la amplitud de marea como la diferencia entre el nivel de pleamar y el de bajamar y asignándole a cada amplitud de marea un coeficiente el cual se expresa en

---

<sup>1</sup> Veremos la importancia de estos factores en el desarrollo de todo el proceso vital de la ostra.

centímetros, pudiendo variar dichos coeficientes desde 120 (mareas vivas) a 20 (mareas muertas). El conocimiento de estos coeficientes tiene una gran importancia en el desarrollo de la producción ostrícola, ya que de ellos van a depender los modelos de explotación, es decir, en aquellas zonas en las cuales la influencia de las mareas no existe, el tipo de cultivo que se va a desarrollar es el flotante, tal como sucede en las rías gallegas y en determinadas zonas mediterráneas, mientras que en los lugares en los que existe la influencia de las mareas, formándose los “parques” intermareales, los tipos de cultivos que se desarrollan son sumergidos sobre fondo o sobreelevados en mesas, pochones, etc.

En cuanto a las corrientes, estas son desplazamientos de partículas de agua, que se caracterizan por su velocidad y su dirección, siendo en las zonas costeras la consecuencia de los vientos y de las mareas. Los movimientos de las corrientes favorecen el desarrollo de los elementos fundamentales que van a ser la base de la existencia de un medio productivo al desempeñar un papel sedimentológico esencial, pues intervienen en la puesta en circulación de las partículas, en su transporte y en su sedimentación, además de asegurar la renovación del agua, facilitar su oxigenación y movilizar los stocks alimentarios, siendo la circulación vertical de las aguas la que aporta a las profundidades los alimentos vegetales disueltos en la zona eufótica y el oxígeno, por tanto mantiene la abundante vida del océano, en consecuencia, serán zonas de elevada productividad aquellas en las que exista una gran mezcla de aguas superficiales con aguas de estratos más profundos, o en las que las aguas situadas debajo de la zona eufótica lleguen a la superficie. Hay que decir que las corrientes ejercen asimismo un papel importante a nivel de la vida larvaria de las ostras, ya que las mareas vivas conducen a la dispersión de las larvas, mientras que las mareas muertas favorecen su concentración, es decir bajo el término de vida pelágica, las larvas solo se fijan en situaciones estacionarias, o lo que es lo mismo, en los periodos próximos a la plena y bajamar.

## 1.2. Factores Físicos y Fisicoquímicos

En el desarrollo ostrícola tienen gran importancia la estructura y características de los suelos, las cuales varían de un lugar a otro, incluso dentro de una misma zona, haciéndolo en función de las condiciones hidrodinámicas. La naturaleza de los fondos y la agitación del agua son factores que determinan cambios morfológicos en las conchas, debido a que cuanto más inestable es un fondo, más difícil resulta el anclaje del animal que vive enterrado y en estos hábitats las valvas se hacen más espesas y las costillas más marcadas que cuando se encuentran sobre terrenos arenosos y fangosos. Las especies sometidas a una agitación intensa de las aguas, se defienden de esta fuerza externa endureciendo sus conchas, lo que generalmente se traduce en una pérdida del peso de la carne y por tanto un descenso en el rendimiento.

También el clima representa un criterio básico para la elección de una determinada zona, por lo que hay que prestar atención a los parámetros de temperatura, iluminación y pluviosidad, así como a los valores extremos de los ciclos ombrotérmicos. El factor ambiental que más incide en estos cultivos es sin duda la temperatura, ya que a pesar de tratarse de especies euritermas, es decir, que toleran amplios intervalos de temperatura, su supervivencia esta siempre dentro de unos límites, influyendo las variaciones directamente en todos los procesos biológicos. Los efectos de estas variaciones, en lo que respecta a la temperatura, se manifiestan por el hecho de que al aumentar esta, el metabolismo del animal se hace más activo, traduciéndose en un incremento en la velocidad del movimiento ciliar y, por tanto, de la cantidad de agua bombeada, también aumenta el ritmo respiratorio y el ritmo cardíaco, asimismo, la apertura de las valvas es otra función dependiente de este factor, en combinación con la iluminación, de forma que la actividad ciliar se para por debajo de una determinada temperatura. En definitiva, las temperaturas altas favorecen la introducción de mayor cantidad de agua en la cavidad paleal, las branquias filtran más alimento, es decir, tiene mayor capacidad de nutrirse, pero a la vez se desencadenan factores adversos, tales como un mayor consumo de oxígeno y en ciertas poblaciones una mayor proliferación de agentes patógenos. La especie *C. gigas* resiste mejor que *O. edulis* los cambios de temperatura así como sus valores extremos.

Igualmente, el ritmo sexual viene definido por la temperatura, admitiéndose que existen valores mínimos favorables para el inicio y el desarrollo normal de la gametogénesis, así como una temperatura mínima crítica debajo de la cual las emisiones de los productos sexuales no pueden producirse. Por otra parte, la emisión de dichos productos viene determinada, además de por otros estímulos, por la variación de este factor, cuyo cambio brusco (en 1 o 2 °C) tiene en general como consecuencia la emisión de los gametos (LUCAS, 1965). En general, las puestas, son inducidas a temperaturas superiores a los 20 °C mientras que por debajo de los 10 °C suelen inhibirse, es decir, la temperatura determina el ritmo sexual por incidencia en el desarrollo de la gametogénesis. También los factores oxigenación, salinidad o productividad primaria varían en función de la temperatura (POLANCO, 1991).

La salinidad, que representa el peso de los elementos sólidos contenidos en el agua<sup>2</sup>, es otro de los factores de gran importancia para la ostricultura ya que una disminución prolongada de la misma provoca un importante retraso en el desarrollo sexual, llegando a los extremos de que un elevado porcentaje de ostras no alcanza la maduración ante condiciones desfavorables de este parámetro, perturbándose, incluso, el comportamiento general del animal, de forma que ante los descensos de salinidad se dan alteraciones en los procesos respiratorios así como en los reproductivos a nivel de la estimulación de liberación de gametos maduros. Por otra parte, se da un efecto combinado de la temperatura y la salinidad, la influencia de uno varía con la del otro, ejemplo de ello es el hecho de que durante la vida pelágica, las larvas de *Crassostrea*, tienen una exigencia térmica más elevada cuando la salinidad es asimismo alta, e igualmente, una elevación de temperatura, la cual aumenta la actividad de los animales, puede causar mortalidades si se acompaña de una baja salinidad y en consecuencia, las ostras soportan mejor las bajadas de salinidad en los periodos fríos.

---

<sup>2</sup> El valor medio de las aguas oceánicas es del 35‰

Respecto al carácter mas o menos turbido de las aguas costeras, el cual va a depender de la cantidad de materias en suspensión<sup>3</sup>, así como de la turbulencia ocasionada por el levantamiento de los fangos y arenas y de todos los elementos que se depositan en los fondos durante los periodos de calma o bien que viven habitualmente sobre los sedimentos, es de enorme importancia, por ser un factor que tiene una gran incidencia en el desarrollo de las ostras, ya que la turbidez modifica cuantitativa y cualitativamente la penetración de la luz en el agua, interviniendo directamente en la producción primaria, además de actuar de manera directa sobre la filtración tomando parte en la actividad valvaria, al permitir que aumente la frecuencia de apertura y cierre de las valvas, a fin de evacuar el exceso de materias retenidas por las branquias y evitar de ese modo la obstrucción de las mismas; igualmente sobre la vida larvaria ejerce una acción directa dada la enorme sensibilidad que presentan estas especies frente a este factor e indirectamente actúa sobre la nutrición, ya que la producción de Diatomeas y Flagelados puede estar limitada por la presencia en aguas litorales de materias en suspensión pues una elevada turbidez disminuye la penetración de la luz perjudicando a las poblaciones tributarias de las radiaciones solares, por contra, un aclaramiento intenso disminuye la fotosíntesis. Asimismo, el exceso de turbidez ejerce un efecto negativo sobre la captación, al depositarse el material en suspensión sobre los colectores. De manera general una turbidez excesiva perturba toda la actividad de las ostras, disminuye la actividad de filtración por enfangamiento del filtro branquial, alterando el buen ritmo de las funciones nutritivas y respiratorias, etc. Conviene tener en cuenta que durante los periodos de crecidas de los ríos los aportes continentales se ven incrementados por las masas de aluvión hacia el mar y por tanto, se da una elevación de la turbidez e igualmente, esta será máxima en las épocas en las cuales la producción de fito y zooplancton sean máximos. Como regla general, la transparencia de las aguas disminuye a medida que se aproxima a las costas, es débil en zonas estuáricas en las se dan fuertes turbulencias y en los sectores abrigados que no están influenciados por las aguas dulces y cuyos fondos son arenosos.

---

<sup>3</sup> Estas materias pueden ser los elementos vivos del plancton, así como los detríticos orgánicos y minerales, los cuales están ligados a factores tales como el estado del mar, los aportes continentales o la producción estacionaria de fito y zooplancton.

Otro de los factores físico-químicos que tienen un papel importante en el desarrollo de la ostricultura son los gases, los cuales están presentes en el agua del mar gracias a los intercambios que se efectúan entre la ínter fase agua-aire. De estos, los que tienen una mayor repercusión en la vida de las ostras y su cultivo son el oxígeno, el gas carbónico y el hidrógeno sulfurado.

El oxígeno es el gas más importante en la vida de todos los organismos, la concentración de oxígeno disuelto es el resultante de la acción de factores antagonistas puestos en juego en los procesos físicos, químicos y biológicos. En el caso concreto de las ostras su escasez o una caída brutal de su presión parcial puede ocasionar la muerte de las mismas, si bien, en condiciones normales el contenido de las aguas en oxígeno es suficiente para asegurar la vida de estas especies, a pesar de que pueden ocasionarse desequilibrios por diversas causas, tales como condiciones atmosféricas, ausencia de corrientes, aumento excepcional de materia orgánica o de consumidores de oxígeno, etc., sin embargo, sucede que en el medios naturales enlodados las ostras pueden sobrevivir si no existe degradación de la materia orgánica ni acumulación de sustancias tóxicas. Al igual que sucede con otros parámetros, la temperatura juega un papel importante en la evolución del consumo de oxígeno, ya que según JORGENSEN (1960) este se duplica cuando la temperatura pasa de 16 a 28 °C y se triplica si el cambio es de 10 a 28 °C.

El gas carbónico está contenido en el agua del mar bajo diversas formas que constituyen el sistema gas carbónico, dependiendo el contenido de CO<sub>2</sub> total de los factores abióticos, de modo que aumenta o disminuye en función de los parámetros de temperatura, salinidad, precipitación/solubilización del carbonato de calcio, con la respiración de los organismos marinos y con la actividad fotosintética. De manera directa, el carbónico va a intervenir en la conservación del pH<sup>4</sup> y este condiciona a su vez numerosas reacciones químicas, que solubilizan o precipitan las sales disueltas, que son los elementos nutritivos. En general, en el desarrollo de las ostras influye el grado de acidez (pH) de las aguas, en el sentido de que un aumento de la misma provoca una

---

<sup>4</sup> La fotosíntesis de los organismos vegetales redundará en un aumento del pH, o sea, en la alcalinización del agua.

disminución de la actividad ciliar y un descenso del mismo puede ejercer un efecto pronunciado en la tasa del consumo de oxígeno por parte de las ostras, de forma que a un pH de 6,5 y a 25 °C de temperatura el consumo se reduce al 60% de lo normal (GALTSOFF, 1964).

El hidrogeno sulfurado es un gas cuyo contenido en tasas elevadas puede acarrear graves consecuencias para las ostras, su presencia se detecta por una rarefacción del oxígeno disuelto, pudiendo, en casos extremos provocar una anaerobiosis total en las capas profundas.

Las sustancias disueltas en el agua son así mismo factores de gran importancia a la hora de evaluar las necesidades de un medio para el desarrollo de la actividad ostrícola. Los que tienen una mayor significación son el cloro y el sodio, sin embargo hay otros iones que desempeñan un trascendente papel, tales como son el calcio y el magnesio.

La concentración del calcio en las zonas costeras, a causa de la influencia de las aguas dulces continentales, es extremadamente variable en el tiempo y en el espacio, dependiendo de la pluviosidad y de la naturaleza petrográfica de las zonas, así, en las regiones con tierras calcáreas las aguas dulces se enriquecen de calcio y sus aportes a las aguas litorales pueden ser muy favorecedores para el desarrollo de las ostras, ya que el calcio en combinación con los iones carbonato constituyen la forma elemental de numerosos organismos planctónicos e invertebrados marinos, entre los que se encuentran estas especies, las cuales, aprovechan enormes cantidades de este elemento, fundamentalmente como base constituyente de las conchas. Respecto al magnesio se encuentra en el agua del mar básicamente bajo la forma de carbonato y de hidróxido, variando sus concentraciones en función de las condiciones del medio y en particular de los niveles de salinidad, de modo que al elevarse la concentración de sal, aumenta el contenido de magnesio mientras que desciende ante las caídas de salinidad.

Los otros componentes del agua del mar son los llamados constituyentes secundarios, que a pesar de encontrarse en proporciones mínimas, no dejan de tener un importante papel biológico, estos son los



metales, las sales nutritivas y las materias orgánicas. Los metales que interesan en este contexto son cobre, hierro, manganeso y silicio; las sales nutritivas contienen fósforo y nitrógeno, elementos imprescindibles para el desarrollo del fitoplancton y respecto a las materias orgánicas, estas son asimismo indispensables.

De los metales, el cobre varía en función de los aportes de aguas dulces, que generalmente son ricas en este elemento, este es absorbido por las partículas sedimentarias y los organismos marinos, interviniendo en la biología de los mismos bajo diferentes aspectos, por una parte, como componente de la hemocianina, pigmento respiratorio que actúa como transportador del oxígeno contenido en la sangre de las ostras y por otra favoreciendo la fijación de las larvas y su metamorfosis, así, con contenidos inferiores a 2 µg/l las larvas no se desarrollan después de la fijación, mientras que para concentraciones de 8 µg/l de este metal resulta tóxico. El hierro en el agua de mar existe bajo formas solubles (iones férricos y férricos y compuestos orgánicos) e insolubles en suspensión (hidróxidos), este elemento es necesario en el agua para el desarrollo del metabolismo del fitoplancton, ya que la carencia del mismo es un factor limitante para el desarrollo de las Diatomeas, por lo que el contenido en hierro tiene relación directa con el desarrollo fitoplanctónico en el sentido de que este será mínimo cuando la productividad primaria sea máxima, es decir, en primavera y verano y máximo en invierno, por otra parte, en las aguas profundas, que son zonas de acumulación de materias orgánicas de origen planctónico su concentración es siempre elevada debido a que una parte del hierro contenido en los organismos vegetales muertos son recuperados por el agua bien en suspensión o bien en solución. En cuanto al manganeso, es un elemento indispensable para el desarrollo de los vegetales planctónicos, si bien estos propios organismos son capaces de concentrarlo. El silicio está presente en el agua en forma de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) que es utilizada en la constitución de las cubiertas silíceas (frústulos) de las Diatomeas, por su parte, la sílice es introducida en el mar por los aportes de los ríos, cuyo ciclo anual presenta fases de utilización y de regeneración, que básicamente siguen el siguiente esquema, es decir, durante el periodo de las crecidas las aguas fluviales aisladas de los

arroyos de los terrenos silíceos enriquecen en sílice las aguas de los estuarios y estos las del mar.

Las sales nutritivas juegan un papel esencial en la productividad primaria de los mares, ya que las plantas tienen necesidad de nitrógeno y de fósforo que, como en el suelo, se hallan disueltos en el mar en forma de nitratos, nitritos, amoníaco y fosfatos. El crecimiento de los vegetales marinos produce con bastante rapidez la utilización completa de estas reservas, renovadas por las corrientes, que dirigen a la superficie superpoblada las aguas profundas, ricas en materia no utilizada, por lo tanto su carencia es un factor limitante del desarrollo del fitoplancton. Básicamente, los iones que normalmente limitan este crecimiento son el potasio, fosfatos y nitratos. De forma natural, la principal fuente de nitrógeno en las aguas es la lluvia que lo disuelve de la atmósfera y también de forma natural, el fósforo y el nitrógeno son arrastrados por escorrentías de los sistemas terrestres. Todas estas fuentes de nutrientes introducen grandes cantidades en los ríos y consecuentemente en los mares y sin embargo las concentraciones de estos son normalmente pequeñas debido a que las sales son rápidamente absorbidas por las plantas acuáticas, especialmente en las épocas de crecimiento de las mismas. Otro origen de suministro de los fosfatos es la mineralización de las células y organismos en putrefacción así como los aportes de aguas agrícolas y urbanas.

Las materias orgánicas se encuentran bajo forma particulada en suspensión coloidal y en solución verdadera, habitualmente como carbonato orgánico y nitrógeno total y proceden por lo general de aportes exteriores y de la descomposición de diversos organismos y en los sedimentos están estrechamente ligadas a la riqueza en limos, concretamente, en las zonas abrigadas y de relativa calma, en las que se encuentran la mayor parte de los terrenos explotados para la ostricultura, estas materias tienden a acumularse e incorporarse al suelo y es precisamente en este entorno en donde la degradación de las mismas por parte de los microorganismos, es altamente elevada, produciendo su descomposición la liberación en los sedimentos de los elementos nutritivos inorgánicos, fosforados y nitrogenados que se encuentran

en disolución en las aguas intersticiales y por tanto, los sedimentos constituyen verdaderas reservas de sales nutritivas.

### 1.3. Factores Biológicos

La base de la alimentación de las ostras esta en la productividad primaria que es la cantidad de materia orgánica que fabrican los diferentes niveles tróficos, vegetales los cuales sintetizan la materia orgánica a partir de las sales disueltas, los gases y la energía solar y también ciertas bacterias y hongos inferiores autotróficos, esta productividad se encuentra condicionada por los diversos factores a los que venimos haciendo referencia, es decir los físicos y físico-químicos y cuyos parámetros biológicos, que forman parte del medio son los integrantes del "plancton" y particularmente las bacterias y las microalgas.

En las zonas litorales, es decir, en aquellas en las que se desarrollan los cultivos ostrícolas, pueden encontrarse todas las especies de bacterias conocidas, aunque existe una flora bacteriana específica de dicho medio, en su conjunto esta flora esta constituida por aerobios y anaerobios facultativos, siendo las especies mas abundantes las pertenecientes a los géneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Serratia*, *Vibrio*, *Cellvibrio*, *Bacterium*, *Bacillus*, *Clostridium* y numerosas especies de Caulobacteriáceas y Tiobacteriáceas (POLANCO *et al.*, 2000). El papel de estas bacterias es fundamental, pues intervienen de manera directa en los ciclos biológicos de los mares, contribuyen a la formación del humus, aceleran la precipitación de la caliza, del hierro y del manganeso y modifican el pH de algunos sedimentos.

Las microalgas están formadas por organismos unicelulares que contienen diversos pigmentos y que son capaces, a partir del anhídrido carbónico, sales minerales y luz, de producir proteínas, ácidos grasos e hidratos de carbono, constituyendo, por tanto, la principal fuente de alimento de las ostras. Estas especies fitoplanctónicas se desarrollan muy rápidamente y algunas de ellas ante condiciones favorables se dividen varias veces al día, respondiendo fácilmente a los cambios de las condiciones ambientales, lo cual provoca floraciones, es decir, explosiones de fitoplancton; este fenómeno puede

suceder en cualquier tiempo y lugar siempre que se den las condiciones locales favorables; con frecuencia existen varios florecimientos entre la primera y última manifestación primaveral y en algunas localidades costeras, ante condiciones especiales, se producen también flotaciones invernales. Presentan asimismo otras características, tales como su capacidad de flotación y de distribución vertical, las cuales se deben a diferentes propiedades como, por ejemplo, al hecho de que el protoplasma es por lo general ligeramente más pesado que el agua y tiende a hundirse, aunque no llegan a realizarse tal hundimiento, gracias a que algunas especies están provistas de cerdas para la flotación, otras poseen vacuolas que contienen gotitas de un fluido menos denso o de aceite que las hace flotar y otras, por ejemplo, los Dinoflagelados, pueden nadar activamente.

Entre los principales componentes del fitoplancton están las Diatomeas que son algas unicelulares existentes en todas las aguas superficiales donde se encuentre un substrato utilizable dentro de la zona eufótica; viven aisladas o en colonias y constituyen un elemento importante en el nivel de las algas al ser la principal fuente de nutrición para la mayoría de las ostras. Un segundo grupo bien definido son los Dinoflagelados, los cuales, al igual que las Diatomeas, constituyen un elemento abundante e importante en el plancton de todos los mares, presentan unas particulares características tales como el tener la superficie del cuerpo provista de dos surcos, cada uno con un flagelo. Otros componentes del fitoplancton son las denominadas algas verde azuladas y algunos flagelados que aparecen a veces en el plancton en suficiente número como para ser considerados de importancia.

Existen, asimismo, microalgas que son nocivas para las larvas de los moluscos, al perturbar su evolución o bien al ralentizar o incluso inhibir la tasa de filtración del agua, a consecuencia de una parálisis ciliar provocada por ciertos productos del metabolismo del fitoplancton. Estas algas son las responsables de las mareas rojas, que a su vez son el resultado de una proliferación intensa de los diversos organismos fitoplanctónicos, cuya concentración en la superficie da a las aguas marinas una coloración inhabitual, que puede variar del amarillo al rojo vivo, pasando por tonos ocre, según la

densidad y la naturaleza de los organismos responsables. La coloración es sobre todo visible en la superficie, y no suele pasar de los 5 m de profundidad. La brevedad relativa del fenómeno, algunas horas a varios días, va a la par con la variabilidad en las sucesiones de las poblaciones planctónicas que las producen, es decir, los organismos microscópicos pertenecientes, en su mayoría, al reino vegetal, siendo los Fitoflagelados los más abundantes, y dentro de ellos, los Dinoflagelados. También se pueden dar manifestaciones de estas características a partir de bacterias marinas implicadas en el ciclo del azufre, esto puede suceder en medios más o menos cerrados, tales como lagunas costeras, salinas, etc.

## 2. Análisis del Desarrollo Biológico

### 2.1. Biología

Las ostras son invertebrados de cuerpo blando sin segmentar, cubiertos por una concha que está constituida por dos valvas, una derecha y otra izquierda, de naturaleza calcárea, unidas entre si por la región dorsal y articuladas gracias a una charnela que posee unos dientes que forman un engranaje el cual hace posible los movimientos de apertura y cierre. La forma de las valvas presenta diferencias entre una y otra especie, en *O. edulis* la concha es mas o menos circular, una de las valvas es cóncava y la otra generalmente plana, las dimensiones varían en relación a la edad y el hábitat y la coloración depende del sustrato y del medio, la impresión muscular se encuentra situada en el centro de la valva y no presenta pigmentación (Figura 1). En la ostra *C. gigas* la concha es generalmente mas larga que ancha, las capas (escamas) de la concha son de diferentes dimensiones, la valva inferior es voluminosa y ahuecada y la superior es plana o cóncava, la impresión del músculo abductor esta implantada sobre la cara interna de la valva y generalmente presenta una pigmentación (Figura 2).



*Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758)

Figura 1 - Concha de *O. edulis*.



*Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)

Figura 2 - Concha de *C. gigas*.

La estructura interna de las valvas se distribuye en tres capas, que son, la más externa o periostraco, de naturaleza orgánica, la intermedia o mesostraco que es una capa prismática formada por cristales de calcita recubiertos por una matriz orgánica y la capa interna o endostraco, formada por hojas de laminas de calcita entre las delgadas membranas de matriz orgánica.

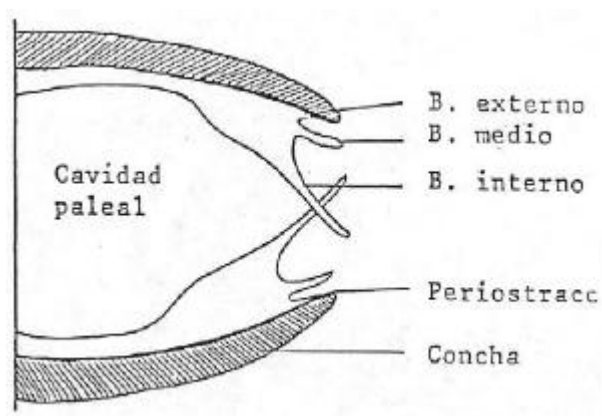
En la formación de la concha juega un papel esencial el manto, este es una hoja de tejido conjuntivo que contiene músculos, vasos sanguíneos y nervios, que se recubre de un epitelio unicelular el cual en un principio era un tegumento que se extendía como una vasta expansión. Se distinguen dos lóbulos, soldados uno al otro en el borde anterodorsal, formando el capuchón cefálico que recubre la boca y los palpos labiales. Los bordes están libres en la región ventral, siguiendo el contorno de la concha. El espacio libre comprendido entre los dos lóbulos del manto forma la cavidad paleal y las branquias dividen esta cavidad en dos, una parte ventral o cámara inhalante y la otra dorsal o cámara exhalante.

Los bordes espesos del manto están recorridos por dos pliegues que determinan tres bordetes, llamados externo, medio e interno (Figura 3). El bordete externo es el encargado de la formación de la concha, el medio tiene un papel sensorial a través de los numerosos tentáculos que presenta y el interno, el mas desarrollado de los tres y que esta provisto también de tentáculos, regula la entrada de agua a la cavidad paleal, formando una especie de velo que impide o limita el paso de esta. Estos bordetes están generalmente pigmentados, parece ser que la coloración viene influenciada por el hábitat y por la calidad de las sustancias ingeridas y se transmite a su vez a la concha.

La respiración se realiza por medio de las branquias que están situadas en la cavidad paleal a ambos lados de la masa visceral entre esta y los lóbulos del manto, están en numero de dos, cada una de ellas compuesta por dos laminas formadas por dos hojas a modo de "V" y cada hoja esta constituida por una serie de filamentos branquiales enlazados los unos con los otros, los filamentos presentan diversas clases de cilios microscópicos localizados en zonas bien precisas. Gracias al movimiento de estos cilios las branquias participan en diversas funciones tales como las de nutrición, actuando de forma que retienen las partículas en suspensión, envolviéndolas en una capa de mucus y conduciéndolas mediante movimientos ciliares hacia la boca.

El aparato digestivo esta constituido por un tubo que posee un orificio bucal, situado en la región anterior, que se abre entre dos pares de palpos labiales hasta un orificio anal el cual desemboca en la parte posterior sobre el

borde dorsal del músculo abductor en la cámara exhalante. El estómago está encerrado en la masa de los divertículos digestivos y recibe el alimento a través de un corto esófago, mientras que el intestino se encorva y presenta en la superficie interna un complicado y complejo sistema de pliegues. En el estómago se encuentra el estilete cristalino, al que se le reconoce un doble papel en la digestión, por una parte como órgano de trituración de los alimentos y por otra como disolvente en el medio menos ácido del estómago, liberando

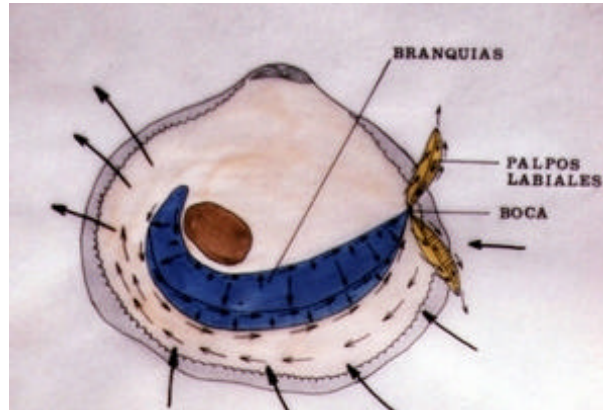


*Figura 3 - Esquema en sección transversal de las valvas de una ostra entreabierta, con los bordes del manto en posición que impiden la entrada del agua en la cavidad.  
(Tomado de Polanco, 1991; según Yonge, 1960)*

enzimas capaces de transformar el almidón en materiales más digeribles. Presenta dos vías de asimilación del alimento, una es la absorción directa de las sustancias disueltas en el agua y otra es la ingestión de las partículas en suspensión. Las partículas minerales y orgánicas son filtradas y retenidas por la superficie de las branquias recubiertas de mucus y orientadas hacia los palpos labiales por las baterías de cilios bronquiales que, posiblemente, sean capaces de realizar una clasificación cualitativa del alimento mejorando así la composición del bolo alimenticio. Posteriormente son ingeridas y parcialmente digeridas en el estómago, con la ayuda del estilete cristalino. Paralelamente, en los divertículos digestivos, se realiza una digestión intracelular, los residuos pasan al intestino y son evacuados por el ano, constituyendo las heces. Cuando las partículas son demasiado abundantes o demasiado gruesas, son rechazadas por las branquias y los palpos labiales o recubiertas de mucus, cayendo sobre el manto y siendo expulsadas en forma de pseudoheces. a partir de la cámara inhalante, siendo las verdaderas heces y los desechos de la



digestión expulsados a la cámara exhalante (Figura 4). La capacidad de filtración es diferente según las especies, así, la ostra japonesa filtra, a la misma temperatura, cinco veces más que la ostra plana.



*Figura 4 - Circulación del agua y de los alimentos.*

El aparato circulatorio es muy simplificado, lo forma un corazón dorsal envuelto por el pericardio que abarca dos aurículas laterales y un ventrículo. Existen a este nivel diferencias entre las dos especies, las aurículas en la ostra plana están unidas y las aberturas branquiales son relativamente largas mientras que en la japonesa la unión de las aurículas está limitada y las aberturas situadas entre los filamentos branquiales son estrechas. Las aortas, una anterior y otra posterior expulsan la sangre, que se distribuye a las distintas partes del cuerpo gracias a las arterias y las arteriolas. El sistema arterial termina en lagunas (espacios libres en el tejido conjuntivo), de forma que la sangre no es más que un contenido en un sistema de vasos individualizados, circulando libremente en los tejidos antes de llegar al seno ventral, del que va al órgano excretor "órgano de Bojanus", o riñón, en donde se purifica y pasa a las branquias por medio de los vasos branquiales aferentes.

En cuanto al aparato excretor, esta formado por dos pares de riñones, un par que constituye junto con las glándulas pericardias el aparato urinario y el otro par que compone los gonoductos. La figura 5 representa la posición de los diferentes órganos.

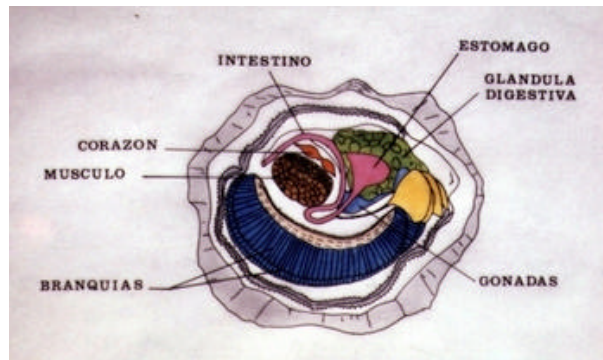


Figura 5 - Anatomía interna de una ostra.

El sistema nervioso presenta tres pares de ganglios principales, los cerebro-pleurales, viscerales y pediales, enlazándose entre ellos mediante una comisura cerebroide o central de los centros cerebro-pleurales, que están unidos a cada lado por un conectivo cerebro-paleo-visceral a los ganglios pedios y viscerales. En diversos puntos del cuerpo existen otros ganglios menos importantes, como los previscerales, etc. Los órganos sensoriales están representados por estatocistos, abiertos o cerrados, que son ojos sencillos repartidos sobre todo el borde del manto. Los osfradios son los órganos del sentido químico (quimotactismo) y se localizan en la parte posterior del cuerpo, próximos a los ganglios viscerales, y los olfativos se sitúan a ambos lados del ano (Grasse, 1960).

El aparato reproductor es muy simple, está formado por las gónadas y los conductos evacuadores. Las gónadas son pares y aparecen unidas en su línea media, de forma acinosa y ramificada que al madurar ocupan una gran parte de la masa visceral. Los acinos están surcados por numerosos canales finos y cortos que se unen para constituir canales más importantes y éstos a su vez se juntan en un único conducto evacuador o gonoducto. Estos conductos carecen de estructuras musculares por lo que la expulsión de los gametos maduros se realiza mediante el movimiento de los cilios de las células que los tapizan.

La reproducción es sexual y los reproductores producen gametos masculinos o femeninos. La especie *O. edulis* presenta un hermafroditismo sucesivo (hermafrodita protandrica), con una sexualidad consecutiva rítmica, es

decir, los gametos no maduran simultáneamente, según Marteil (1976), la ostra plana es macho en el otoño que sigue a su captación, los espermatozoides desaparecen y las ovogenias se desarrollan en la siguiente estación de reproducción, en la que la ostra será hembra, después del retorno a una nueva fase macho, una segunda fase hembra, y así sucesivamente. Al final del desarrollo sexual la gónada adulta aparece como una masa blanquecina de contorno indefinido, incluido entre los divertículos digestivos por el lado inferior y la superficie del epitelio por el otro. Los productos genitales maduros son drenados por un canal que termina en una cloaca común con los riñones, desembocando al exterior por un orificio genitourinario situado encima de las branquias (Galtsoff, 1964). La ostra plana es vivípara, la hembra guarda sus huevos después de haberlos puestos en la cámara inhalante, allí son fecundados por la semilla macho que penetra gracias a las corrientes del agua en la respiración y la alimentación. Al cabo de 8 a 10 días los huevos pasan al estadillo de larvas que cuando alcanzan la etapa veliger son expulsadas al agua circulante (Figura 6).

Por el contrario, *C. gigas* en los estados juveniles generalmente es ambisexual, aunque también puede ser unisexual, posteriormente es hermafrodita alternativa y el animal actúa como macho o como hembra en el curso de una estación dada, antes de cambiar de sexo al año siguiente; estos cambios parece ser que no solo se deben a los factores externos (temperatura y nutrición) sino también a factores hormonales internos. Esta especie es ovípara, la fecundación y el desarrollo larvario son externos, produciéndose al azar en el mar a partir de que machos y hembras liberan los gametos en el agua.

Hay que tener en cuenta el factor de la fecundación para así mejor comprender la ecofisiología de estas especies y su amplia distribución. Cuando la fecundación ha tenido lugar en el medio externo, caso de la ostra japonesa, las larvas se forman en el seno del plancton, lo que constituye una dispersión de las mismas. Por el contrario, en las especies en las que la incubación es interna, es decir, en la cavidad paleal materna, (ostra plana) las larvas son retenidas hasta poco antes del término de su vida como tales, esto garantiza la

supervivencia larvaria disminuyendo la mortalidad natural a la vez que permite un ahorro metabólico materno al producir un número menor de huevos, pero por otra parte, limita la extensión.

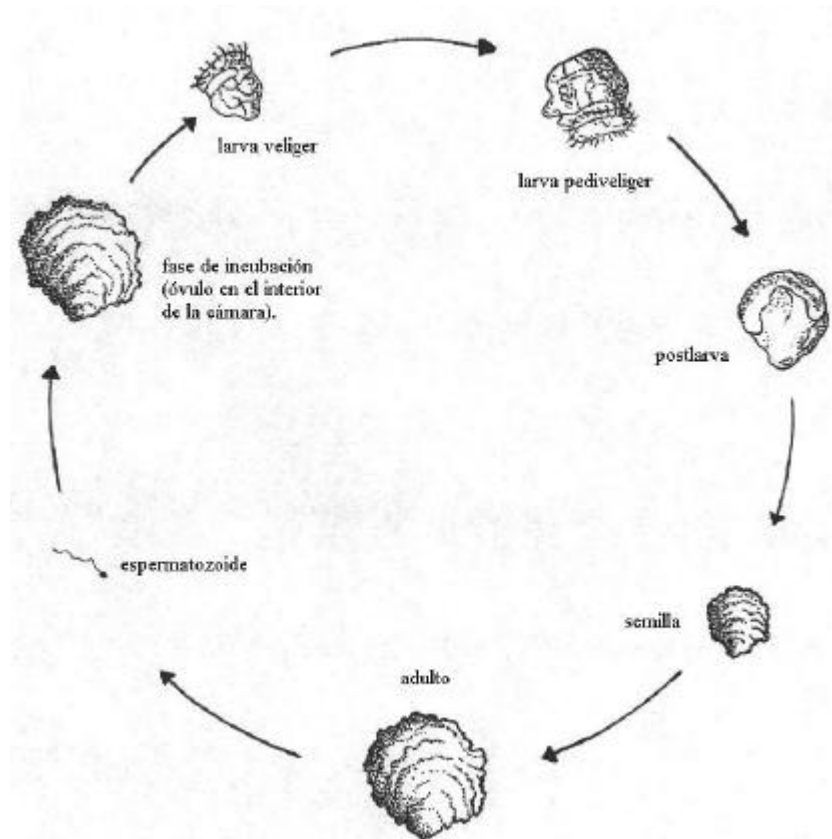


Figura 6 - Esquema del ciclo reproductivo de *O. edulis*.

El desarrollo es indirecto, mediante fases larvarias que tienen una vida pelágica con una duración de tres a cuatro semanas en condiciones normales, nutriéndose esencialmente de nanoplancton vegetal. A partir del propio vitelo, se produce la segmentación del huevo y tras la gastrulación aparecen las larvas pasan por los siguientes estados morfológicos:

- **Trocofora**: Se forma un día después de la fecundación. Está provista de una corona ciliada y de una glándula de la concha. Aún no tiene diferenciado el tracto digestivo y pese a ser libre sigue consumiendo preferentemente los restos de vitelo.

- **Posttrocofora:** Se forma a los dos días de la fecundación, secreta una concha univalva, empieza a desarrollarse un velo y a diferenciarse el tubo digestivo. No se alimenta.
- **Veliger:** Dura de dos a catorce días después de la fecundación. Es planctónica y en esta fase presenta dos características diferenciales, por un lado, la presencia de dos valvas simétricas, con un borde dorsal, contrastando con el resto del contorno curvilíneo, que le da un aspecto de "D" (en esta fase, estas larvas alcanzan una talla de 70  $\mu\text{m}$  en *C. gigas* y de 160 a 200  $\mu\text{m}$  en *Ostrea edulis*) y por otra parte, la presencia de un velo capaz de imprimir una gran movilidad a las larvas. El tubo digestivo está diferenciado en esófago, estómago con el saco del estilete y un intestino en forma de U. Comienza a alimentarse exógenamente. Al término de esta fase, el consumo de lípidos ha hecho aumentar la densidad del cuerpo con lo que desciende hasta el fondo en donde intentará fijarse o establecerse en un sustrato adecuado. La aparición del ojo larvario indica la proximidad inmediata de este fenómeno. (Figura 7).

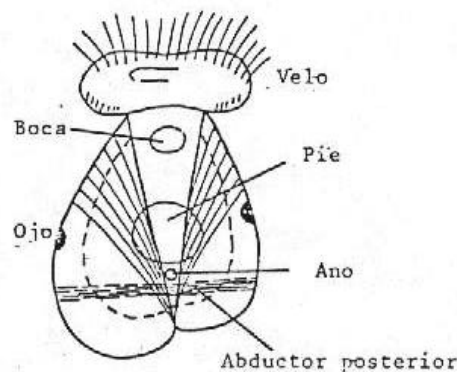
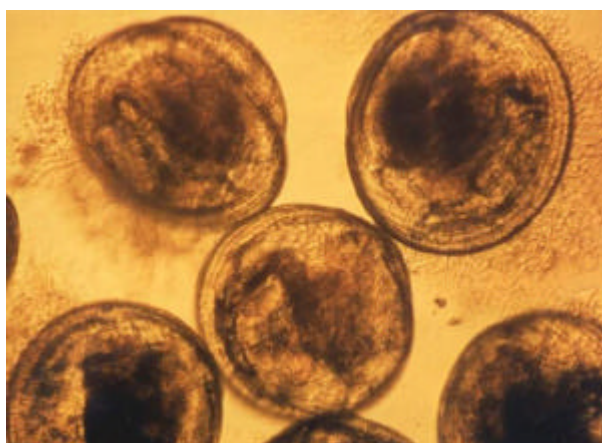


Figura 7 - Larva totalmente desarrollada vista por su lado posterior.  
(Tomada de Polanco, 1991; según Yongue, 1960)

- **Pediveliger:** Aparece desde el día 27 al 29 después de la fecundación. Continúa la presencia del "ojo" y el pie finaliza su desarrollo haciéndose funcional. El velo inicia una regresión y el aparato digestivo está diferenciado.
- **Plantigrado:** Se desarrolla a los 30 días. El pie está plenamente desarrollado, aparece un biso y lleva una vida bentónica. Los filamentos

bronquiales empiezan a desarrollarse y la cavidad paleal inicia su actividad. Se diferencian los palpos labiales.

Hacia el final de la vida pelágica surge un pie contráctil provisto de una glándula productora de un líquido viscoso, que en contacto con el agua formará un biso corneo resistente. Al llegar el momento de la fijación la larva busca un soporte sólido al que se fija su pie y comienza a reptar, explorando la superficie y desplazándose con las valvas hacia delante. Cuando está próxima a fijarse expulsa el contenido de la glándula bisógena, se vuelve sobre la valva izquierda que se aplica sobre la gota cementaria que se endurece en pocos minutos y que la mantendrá sujeta. Es pues, por el borde anterior a la valva izquierda, por la que se fija y no por la charnela (Figura 8). Una vez efectuada la fijación, finaliza la metamorfosis. La *cría*, nombre de la larva fijada, segrega una concha que se extiende y se sujeta al soporte y es en ese momento cuando el pie degenera.



*Figura 8 - Concha de larva en el momento de la fijación.*

Los principales factores que influyen en el desarrollo de la ostricultura son la temperatura, iluminación, salinidad, cantidad de oxígeno disuelto en las aguas, naturaleza de los fondos, movimiento de las aguas, nutrientes, etc. Tal vez el factor de mayor importancia sea la temperatura, ya que a pesar de ser especies euritermas la supervivencia de las mismas esta siempre dentro de unos límites de temperatura, influyendo sus variaciones directamente en todos los procesos biológicos. Al aumentar la temperatura, el metabolismo se hace más activo, traduciéndose en un aumento de la velocidad del movimiento ciliar y

por tanto de la cantidad de agua bombeada, del ritmo respiratorio y del ritmo cardíaco, asimismo, la apertura de las valvas es otra función dependiente de este factor, en combinación con la iluminación, de forma que la actividad ciliar se para por debajo de una determinada temperatura, pero ciertas especies si tienen un nivel de iluminación favorable la continúan por debajo de la misma, aunque se va haciendo progresivamente más lenta e irregular. Igualmente, un aumento de la temperatura provoca un incremento en la actividad del bombeo de agua y con ello un incremento del agua filtrada a través de las branquias, se encuentra sometido a un ritmo dependiente de la temperatura. En definitiva, las temperaturas altas favorecen la introducción de mayor cantidad de agua en la cavidad paleal, las branquias filtran más alimento, es decir, tiene mayor capacidad de nutrirse, pero a la vez se desencadenan factores adversos, tales como un mayor consumo de oxígeno y en ciertas poblaciones una mayor proliferación de agentes patógenos (Polanco, 1985).

El ritmo sexual también está definido por la temperatura admitiéndose que existen temperaturas mínimas favorables para el inicio y el desarrollo normal de la gametogénesis, así como la temperatura mínima crítica debajo de la cual las emisiones de los productos sexuales no pueden producirse. Por otra parte, la emisión de los productos sexuales cuando las especies han alcanzado el estado de madurez está determinado por diversos estímulos, entre los que se destaca la variación de este factor, cuyo cambio brusco (en 1 o 2 °C) tiene en general como consecuencia la emisión de los gametos (Lucas, 1965). En la especie *C. gigas*, existe una significativa correlación inversa entre el otoño precedente a la puesta y la fecha de ésta y también entre la primavera precedente a la puesta y esta última, este hecho demuestra la importancia de las temperaturas doñaies en el desencadenamiento de la gametogénesis, la independencia de ésta respecto a la temperatura invernal y la influencia de la temperatura sobre la velocidad de la gametogénesis (Barnabe, 1991). Por otra parte, Marteil (1976) sitúa, la temperatura mínima para el comienzo de la gametogénesis en *O. edulis* en los 10 °C y la de la puesta entre 14 y 16 °C. Hay que reseñar que al contrario que *C. gigas*, la especie *O. edulis* presenta cuando se la cultiva en criadero un período de reposo sexual, el cual se inicia a partir de diciembre (Devergee en Lubet, 1980).

La duración de la vida larvaria depende principalmente de la temperatura y varía según la especie, en *C. gigas*, esta duración está entre quince y veinte días mientras que en *O. edulis* dura entre ocho y catorce días. Las tasas de supervivencia, en ambiente natural, pueden alcanzar el 10 % en los años en los que la evolución larvaria es buena. En la ostra japonesa la supervivencia larvaria depende más de la temperatura que de la salinidad, así, en Japón esta especie vive y se reproduce, sea cual sea la salinidad, no obstante, parece existir una correlación entre temperatura y salinidad para obtener una buena reproducción, fijándose el óptimo de salinidad en un 25 ‰ (Helm & Millican, 1977), aunque parece que la tolerancia de esta ostra permite obtener un buen reclutamiento incluso a 20 ‰. En general, *C. gigas* vive en una gama más amplia de condiciones ecológicas, pudiendo crecer en zonas con salinidades bajas, si bien requieren temperaturas más elevadas que *Ostrea* durante las etapas de desarrollo y fijación larvaria, asimismo, toleran mejor que la ostra plana las bajas temperaturas.

La salinidad afecta fundamentalmente cuando se producen descensos, provocando alteraciones en la respiración al elevarse la cantidad de CO<sub>2</sub> en la sangre, por otra parte, el descenso de este parámetro estimula la liberación de gametos maduros. Respecto a la naturaleza de los fondos y la agitación del agua hay que tener presente que son factores que afectan al desarrollo de las ostras, ya que determinan cambios morfológicos en las conchas, debido a que cuanto más inestable es un fondo, más difícil resulta el anclaje del animal que vive enterrado y en estos hábitats las valvas se hacen más espesas y las costillas más marcadas que cuando se encuentran en fondos arenosos y fangosos. Asimismo, las especies sometidas a una agitación intensa de las aguas se defienden de esta fuerza externa endureciendo sus conchas, lo que generalmente se traduce en una pérdida del peso de la carne.

Otro factor que incide de una manera importante es la turbidez, habiéndose constatado en un estudio realizado en el estuario de Marennes-Oleron (Barnabe, 1991) que la producción en ostras jóvenes es máxima durante los meses de junio y julio y negativa en otoño y que en ostras de más edad, los dos períodos de producción negativa, uno invernal y otro estival, después de la



reproducción entrañan rendimientos brutos y netos de producción enormemente negativos, por lo que se atribuye este resultado a la alta turbidez invernal, unida a un bajo contenido en materia orgánica, que inducen a una gran producción de pseudoheces y correlativamente a un gasto energético suplementario en la selección de las partículas, la secreción de mucus y la limpieza bronquial.

También el grado de acidez de las aguas influye en el desarrollo de estos moluscos es, en el sentido de que un aumento de la misma provoca una disminución de la actividad ciliar.

## 2.2. Patología y Enfermedades

Podemos describir como enemigos de la ostricultura no solo a aquellos agentes que de una u otra forma perturban su desarrollo sino también a diversos factores entre los que destacamos los ecológicos, fisiológicos y los de enfermedad, interrelacionándose todos entre sí. Las condiciones del medio ambiente pueden ser favorables a una proliferación de infecciones, así mismo, la perturbación de factores físicos tales como la temperatura, turbidez, densidad en las poblaciones, escasez de plancton o de flora bacteriana equilibrada, la presencia de productos tóxicos que modifiquen las condiciones naturales, etc. perturban en ciertas circunstancias el crecimiento del molusco, haciéndole más proclive a las enfermedades. Ejemplos concretos de estas alteraciones son el caso de un desequilibrio bacteriano que puede llevar a la carencia de sustancias, como sucedió en *C. gigas* (Polanco, 1980). La alteración en los factores físicos tienen repercusiones fisiológicas inmediatas, tales como las caídas bruscas de salinidad que provocan abultamientos de la masa visceral, o los fuertes calores, que al romper el equilibrio entre el oxígeno disuelto y las materias orgánicas, producen alteraciones en la nutrición, por otra parte los descensos prolongados de temperatura provocan una disminución en la capacidad nutricional con las consecuentes pérdidas de defensa de las ostras.

Por otra parte, es preciso hacer una clara separación entre lo que llamaremos agentes enemigos de la ostricultura y agentes patógenos, por lo que en este trabajo vamos a hacer dos apartados, al igual que haría Dollfus (1922), uno en el que reagrupamos los diversos grupos zoológicos que afectan

el desarrollo de las ostras así como la practica de su cultivo y otro estudiaremos los agentes patógenos, es decir, aquellos que provocan las enfermedades. Dentro del primer grupo situamos a los depredadores, los cuales provocan directamente la muerte de sus presas y los competidores que ocasionan inconvenientes de diversa gravedad, desde mínimos a graves; mientras que en el segundo nos referiremos a los agentes patógenos, parásitos, bacterias y/o virus que desencadenan procesos de enfermedad y consiguiente mortandad entre las poblaciones ostrícolas.

### 2.2.1. Organismos que Afectan al Desarrollo Ostrícola

#### DEPREDADORES

Los depredadores son especies que disponen de medios de acción variables que les permiten penetrar en la concha de las ostras. Los más abundantes y destacados son los turbelarios, los moluscos cefalópodos (pulpos) y los gasterópodos, los crustáceos, los equinodermos, los peces y los pájaros. Los turbelarios son depredadores de semillas de ostra y/o de ejemplares jóvenes, habiéndose encontrado en cultivos suspendidos de ostras jóvenes, concretamente en Yugoslavia y en Japón fueron los causantes en 1968, en la bahía de Hiroshima de una verdadera invasión que tuvo como consecuencia las perdidas de la población ostrícola, ocasionando entre el 40 y el 85% de mortalidades en la especie *C. gigas*. Se caracteriza su actuación por atacar, a los ejemplares de cualquier edad, penetrando en el molusco y devorándolo. Los pulpos son animales carnívoros que se alimentan, entre otros de bivalvos a los que trituran; los daños que provocan son generalmente accidentales, con ocasión de auténticas invasiones en determinadas zonas litorales ostrícolas, generalmente ante unas determinadas condiciones climatológicas, mientras que los gasterópodos, principalmente los pertenecientes al género *Murex*, actúan abriendo las ostras y devorándolas.

Los depredadores pertenecientes al grupo de los crustáceos, tales como la nécora, el centollo, el buey, etc... atacan fundamentalmente a las jóvenes ostras. Entre los equinodermos son las estrellas (*A. rubens*) las más

voraces, ya que son precisamente los moluscos y los erizos su alimento habitual, si bien hay que señalar que estas tienen una preferencia por los mejillones frente a la ostras. Respecto a los peces existen numerosas especies que destruyen las larvas de moluscos en general y por tanto de las ostras, si bien es difícil evaluar la importancia real de estos como depredadores en el sector ostrícola. Finalmente, el papel de los pájaros es controvertido, sabiéndose que su acción depredadora es preferente por los mejillones y berberechos.

#### COMPETIDORES

La presencia de organismos competidores ante determinadas condiciones pueden ser la causa desencadenante de enfermedades, así, las perturbaciones de los factores físicos pueden desencadenar diversas alteraciones que incidan en la fisiología de las ostras y que como consecuencia provoquen cambios de tipo tumoral o del desarrollo metabólico, de la gametogénesis o de la nutrición, con pérdidas de las defensas inmunológicas que van a favorecer el desencadenamiento de procesos patológicos a partir de diversos agentes oportunistas que en condiciones fisiológicas normales no causarían mortandades.

Entre las especies competidoras, las que más afectan a las ostras son las esponjas perforantes, generalmente las pertenecientes al género *Cliona*, las cuales originan como una especie de canales o protuberancias en el interior de las conchas del molusco, con lo que estas se vuelven más frágiles ante la presencia de cualquier competidor, como por ejemplo ante los Anélidos, dentro de los cuales hay que señalar principalmente las especies *Polydora ciliata*, *P. hoplura* y *P. websteri*, los cuales se instalan en la concha, actuando de forma que aparte de conferir un mal aspecto a las ostras, perjudican su vitalidad y reducen su crecimiento. Otros competidores son los Briozoarios, concretamente los pertenecientes a las especies *Conopeum seurati*, que perjudican el desarrollo de la ostricultura en el sentido de que crecen sobre los colectores de las semillas llegando en casos extremos a cubrirlos totalmente. Hay igualmente que referirse a los Balanos, los cuales también se fijan sobre los colectores pudiendo llegar a asfixiar las semillas de

ostras. Las Ascidas, son asimismo organismos que generalmente causan pérdidas importantes ya que se fijan en abundancia y han de ser eliminadas por los ostricultores a fin de que no recubran las ostras tanto adultas como las semillas así como a los colectores.

## 2.2.2. Organismos Patógenos

### PARÁSITOS

La presencia de parásitos en las ostras se caracteriza por actuar modificando su salud, si bien esta modificación puede ser reducida en el sentido de que únicamente se alteren las condiciones de crecimiento, tal como ocurre cuando las parasitosis son ocasionadas por ciertos Trematodos, Cestodos o Copépodos, o bien pueden tener consecuencias graves e imprevisibles, al ser responsables de enfermedades que desembocan en fuertes mortalidades, como sucede con las parasitosis protozoarias, siendo, por tanto, la patología parasitaria la que se asocia a un mayor número de enfermedades, que al evolucionar sobre un modo epidémico son el origen de elevadas mortalidades. Ejemplos de la importancia del impacto económico de estas enfermedades, sobre la riqueza ostrícola han sido los descensos en las producciones, incluso la total destrucción de alguna especie y por tanto del desarrollo de la actividad. Ejemplos claros los tenemos con lo sucedido con *C. angulata* en Francia desde que entre 1966 y 1971, a consecuencia de una patología se produjo la total destrucción de la especie, o los drásticos descensos ocurridos en Canadá sobre las poblaciones de *C. virginica*, como consecuencia de la enfermedad de Malpeque entre 1934-1940, o bien en USA con las Haplosporidiosis que infestaron los cultivos de *C. virginica* entre 1954-1975.

Respecto a *O. edulis* es preciso citar la aparición de patologías en Francia cuyas consecuencias económicas fueron de gran importancia, destacando los descensos en las producciones, principalmente los acaecidos entre 1970 y 1988, que supusieron unas pérdidas superiores a las 17.000 Tm. La evolución de la producción tuvo fundamentalmente tres etapas, una primera de pérdida de la producción con una caída brusca entre

1970 y 1976, en la cual se paso de 19.500 Tm a 3.608 Tm (repercusión directa de los efectos producidos por el parásito *Marteilia refringens*), una segunda, entre 1976 y 1979 de recuperación, pasando de las 3.608 Tm a 6.161 Tm. y de nuevo el descenso debido a los efectos devastadores del parásito *Bonamia ostreae* que lleva de las 6.161 Tm producidas en 1979 a 1.975 Tm. en 1988, con pequeñas variaciones y mínimos alarmantes entre 1983 y 1985. Esta curva se vio totalmente reproducida en España, ya que hasta hace relativamente poco tiempo la ostricultura en nuestro país se basaba (como hemos dicho en el apartado II en el engorde de la semilla que se importaba de las costas francesas.

Las enfermedades producidas por parásitos son, sin duda, de una etiología y patología muy diversas, debido por una parte a la gran influencia que tienen los numerosos parámetros que inciden en el desarrollo de estas especies y por otra a que los cultivos implican siempre una concentración de individuos de la misma especie, que por reducción del "pool" de genes son más frágiles que aquellos de tipo salvaje. Ambos factores, contribuyen a que se produzcan condiciones favorables a las numerosas epizootias con altos porcentajes de mortandades, contribuyendo a mermar las productividades, y por tanto a ocasionar graves pérdidas económicas.

Los primeros datos sobre enfermedades epizooticas se conocen a partir de principios de este siglo, si bien existen referencias bibliográficas referidas a una enfermedad descubierta en 1877, que ocasiono una elevada mortandad entre las poblaciones ostrícolas de las costas europeas, principalmente en Gran Bretaña, Francia y Holanda; esta enfermedad era enzootica y se conoció como "enfermedad del pie", caracterizándose por ocasionar daños en las conchas, concretamente en la zona en la cual el músculo abductor se fija a la misma, la actuación maligna del parásito consiste en la degeneración del tejido muscular adyacente, provocando en el músculo la perdida de capacidad de contracción y por tanto haciendo imposible el cierre hermético de las valvas; esta patogenia en un principio se atribuyo a la acción de la bacteria *Myotomus ostreae*, si bien, posteriormente se desecho que fuese este el agente causal etiológico (Ranson, 1951).

Después del conocimiento de esta enfermedad se vuelve a tener referencias de epizootias con masivas pérdidas por fuertes mortandades en todas las zonas ostrícolas de Europa occidental en 1919, comenzando en el mar Piccolo cerca de Toronto (Italia) e inmediatamente después se registran en Inglaterra, Francia, Dinamarca, Alemania y Holanda. En estos países la evolución es sincrónica: empieza a finales de 1919 para adquirir su punto álgido en 1921-23. Aunque no se pudo demostrar cual era el agente causal de esta enfermedad se emitieron diversas hipótesis, desde que era debida a un agente infeccioso bacteriano a que se provocaba por variaciones bruscas de los factores climáticos y ambientales, sin embargo Eyre (1923) aisló en las ostras enfermas el hongo *Clanothyrix dichotoma* y nueve especies de bacterias, aunque puso en duda el que estos agentes fuesen los patógenos desencadenantes de la epizootia. Otros autores consideraron que se trató de una enfermedad infecciosa y Vilela (1975) sugirió que el agente causante era el protozoo flagelado *Hexamita*.

Nuevamente en 1930 las poblaciones de *O. edulis* se vieron diezmadas, esta vez en Holanda, imputándose las pérdidas a una patogenicidad denominada "enfermedad de la concha", la cual se manifestaba por la formación de pústulas verdes o pardas en la superficie interior de la concha, conduciendo a que las partes más débiles de la misma sufriesen perforaciones por las cuales entraba el agente patógeno, que se suponía que se trataba de un hongo ya en el interior se reproducían y proliferaban especies de *Monilia*, llegando a encontrar este agente en el 40 % de los ejemplares afectados (Voisin, 1931), sin embargo, con posterioridad se confirmó que el organismo causante era en realidad otro hongo, llamado *Ostracoblable implexa* (Alderman & Jones, 1971) y que la "enfermedad del pie", es decir la causante de las catástrofes ocurridas en 1919 y la "enfermedad de la concha" eran la misma. La patogenicidad del hongo fomiceto *O. implexa* esta relacionada con la salinidad, es decir, su desarrollo es favorecido por los descensos de la misma e igualmente la temperatura juega un importante papel, ya que a temperaturas mas elevadas se producen mayores tasas de propagación y crecimiento del hongo. Esta enfermedad reaparece de nuevo hacia 1949, ocasionando mortandades en ostras

oriundas de Francia implantadas en las costas de Gran Bretaña y posteriormente, en 1966, se observó sobre los bancos ostrícolas del río Tajo (Portugal).

Aunque las patologías citadas han causado enormes pérdidas en el sector ostrícola, se puede decir que no son comparables a las producidas por las epizootias que posteriormente se han venido desencadenando y provocando graves enfermedades que devastan prácticamente los cultivos de ostras, fundamentalmente de la ostra plana. Estas enfermedades, son de declaración obligada por la O.I.E. (Oficina Internacional de las Epizootias) y en el caso de *C. gigas* y *O. edulis* están afectadas por diversos parásitos (Tabla 1).

ENFERMEDAD	PARASITO
Perkinsiosis	<i>P. marinus</i>
Haplosporidiosis	<i>H. armonicarum</i>
Mikrocytosis	<i>M. mackini</i> , <i>M. roughleyi</i>
Bonamiosis	<i>B. ostreae</i>
Marteiliosis	<i>M. refringens</i>

Tabla 1 - Enfermedades que pueden desarrollarse en *O. edulis* y/o en *C. gigas* y son de declaración obligatoria.

La primera enfermedad, es decir la perkinsiosis la origina *Dermocystidium* (= *Labyrinthomyxa*) *marina*, denominado en la actualidad *Perkinsus marinus* (Levine *et al.*, 1980), ocasionando en los años 50 fuertes pérdidas en el golfo de Méjico y en las costas atlánticas de U.S.A. sobre los cultivos de la ostra *C. virginica*, para posteriormente propagarse a las costas europeas en 1971 sobre *C. gigas* y *O. edulis*.

Respecto a la haplosporidiosis, esta se debe al Haplosporideo *Minchinia armonicarum*, el cual se detectó en zonas de la costa atlántica francesa y en las costas de Holanda diezmando de forma considerable la producción de *O. edulis*. La actividad patógena de esta especie se desarrolla causando una transparencia y vidriosidad con merma de la carne hasta llegar a ocasionar la destrucción de las ostras.

Las Microcytosis son producidas por las especies *Mikrocytos mackini* y *M. roughleyi*. La enfermedad que provoca *M. mackini* se conoce como enfermedad de Denman Island y afecta a las dos especies (*C. gigas* y *O. edulis*). Se trata de un patógeno (protista) intracelular, de afiliaciones taxonómicas desconocidas, que causa la mortandad de las ostras.

La Marteiliosis es una enfermedad producida por el agente patógeno designado como *Marteilia refringens*, que hizo su aparición en Francia el otoño de 1967 (Grizel & Tige, 1973) desencadenando mortandades anormales a lo largo del verano de 1968 en dos zonas localizadas (Aber Wrach y Aber Benoit) y propagándose rápidamente a lo largo de 1969, 1970 y 1971 a los centros ostrícolas del norte y sur de Bretaña, a la zona de Marennes-Oleron y a la bahía de Arcachon. A principios de junio de 1972 la parasitosis se extiende a otras áreas mientras que desaparece y entra en regresión en las zonas en donde se había iniciado. A lo largo de 1974-75, invade la mayoría de los centros ostrícolas franceses y se detecta la presencia de la enfermedad en España, concretamente en Cambados (Galicia) produciendo mortandades masivas. Esta enfermedad se pone de manifiesto microscópicamente por numerosos síntomas, tanto externos a nivel de la concha, como internos, relativos al aspecto general del cuerpo del molusco. Entre otras alteraciones destacan la detención del crecimiento, la despigmentación de la masa digestiva o la considerable pérdida de talla y peso de las ostras. En los ejemplares enfermos, la concha tiene un aspecto denso, sin láminas, careciendo de la laminilla transparente de crecimiento y los bordes de las valvas están generalmente lisos. En cuanto a las partes internas, destaca el aspecto granuloso y de color pardusco que presenta la masa digestiva así como la despigmentación del manto, en contraposición al aspecto que presentan las ostras sanas, cuya masa digestiva esta fuertemente pigmentada, de color chocolate y rodeada de los productos de reservas glucogénicas que le dan al conjunto un aspecto exterior blanco-marfil. El cristalino, que en las ostras sanas esta bien desarrollado, con un color amarillo fuerte, en las enfermas se encuentra muy reducido, casi ausente y con pérdida de color, apreciándose un color amarillo claro (Figura 9).



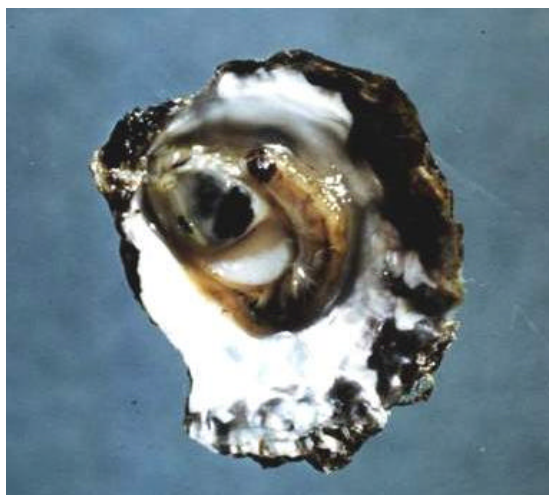


Figura 9 - Ostra afectada por *M. refringens*.

Las Bonamiosis es la enfermedad de mas reciente aparición, se detectó a principios de 1979, cuando se observaron mortalidades inusuales en ciertos parques ostrícolas de l'île de Tudy (Francia), que rápidamente se propagaron a la casi totalidad de los centros ostrícolas de Bretaña, Normandia y Arcachon. Según la teoría sustentada por Elston *et al.* (1986) en relación al origen de esta enfermedad, fue introducida desde Elkhorn Slough en el Estado de California (U.S.A.) a Francia, para desde allí donde extenderse a otros países europeos, España, Holanda, Inglaterra e Irlanda (Alderman, 1981; Bannister & Key, 1982; Van Banning, 1982; Polanco *et al.*, 1984). Según Grizel (1985) esta enfermedad se ha conseguido transmitir en el medio natural, con un periodo de contaminación a lo largo de todo el año, independientemente de las variaciones térmicas del agua. Las mortalidades que ha ocasionado esta enfermedad, han sido las más elevadas que se produjeron hasta el momento actual.

Macroscópicamente los efectos provocados por *B. ostreae* no son tan marcados como los que se describían a este nivel para *M. refringens*; externamente no existen particularidades que caractericen la enfermedad e internamente se puede observar que la glándula digestiva que aparece normalmente pigmentada y con presencia de productos de reservas glucogénicas presenta en ciertas ostras parasitadas un color ligeramente grisáceo y un olor nauseabundo característico de una fase *pre-mortem*; por otra parte, se pueden observar lesiones a nivel de las branquias, que si bien

no es necesaria la constatación de dichas lesiones para confirmar la presencia de la parasitosis, aquellas están con frecuencia ligadas entre sí y según Tige *et al.* (1980) estas lesiones pueden aparecer bajo la forma de perforaciones mas o menos grandes, situadas en medio del filamento branquial o en la base o bien bajo la forma de indentaciones localizadas a nivel del borde de las branquias (Figura 10).



Figura 10 - Ostra afectada por *B. ostreae*.

Existen numerosos parásitos que se hospedan en las ostras y aunque sus efectos devastadores no tienen ni comparación a los descritos anteriormente, es preciso referirse a ello a nivel de este estudio. Entre otros caben destacar los Copépodos, *M. orientalis* y *Myicola ostreae* que fueron introducidos en Europa con la importación de *C. gigas*. El efecto más inmediato que produce *M. orientalis* sobre los huéspedes es el descenso de los índices de condición de las ostras, en el sentido de que a mayor número de parásitos menor será su índice de condición. En cuanto a *Myicola ostreae*, las hembras de este Copépodo viven en las branquias de las ostras enganchadas mediante sus antenas a los filamentos branquiales, mientras que los machos son de difícil localización. La presencia de uno de los dos parásitos parece que excluye la del otro, mientras que *M. orientalis* se detecta en ostras adultas, *Myicola ostreae* se introduce ya en las de pequeña talla y por otra parte, presentan diferentes periodos de infestación, para *M. orientalis* la época favorable es la primavera, en tanto que para *Myicola ostreae* se sitúa durante el verano.

Hay otros protistas parásitos cuyo papel patógeno no ha sido establecido claramente, tal como sucede con la Gregarina *Nematopsis*

*ostrearum*, que si bien en *O. edulis*, sus esporas viven en estado endémico, implantándose un equilibrio entre el parásito y la ostra, este equilibrio se rompe ante variaciones desfavorables de los factores físico-químicos provocando una multiplicación que puede perjudicarle. Entre los Flagelados destaca *Hexamita* sp. que en las ostras *O. edulis* se instalan en las células sanguíneas e invaden los vasos y tejidos formando quistes que pueden provocar una degeneración e inflamación de los mismos, acompañada de invasión bacteriana. La especie *H. inflata* hace su aparición en las épocas en que se producen cambios en el medio o bien en aquellas en que las condiciones de cultivo son desfavorables, tales como la presencia de ostras en aguas estancadas y por lo tanto mal oxigenadas, en aquellos cultivos cuya densidad de población es demasiado elevada, las condiciones de salinidades y/o de temperaturas son demasiado bajas o demasiado elevadas, etc. Como dato conocemos que ha sido precisamente este Flagelado el causante de mortalidades importantes durante los inviernos en Holanda, Canadá y USA.

Frente a otros parásitos las ostras pueden ser huéspedes intermediarios, tal como sucede con los Trematodos, encontrándose alojados en ellas ciertos estados larvarios de los mismos, pudiendo citar como ejemplo de ello el género *Bucephalus* que se aloja en *O. edulis*.

### VIRUS

Los virus han sido descritos en criaderos o hatcheries asociados con varios casos de mortalidades, concretamente con la presencia de un iridovirus (Elston, 1979) y de un herpes virus (Comps *et al.*, 1981), observándose que ambos producen desorganizaciones celulares, en particular del velo, que entrañan la muerte de las larvas. Cuando la infección está provocada por un herpesvirus la muerte sucede alrededor del décimo día de cría. Por otra parte Elston & Wilkinson (1985) en un trabajo sobre mortalidades en *Crassostrea gigas*, mencionan que son causadas por un virus sin caracterizar, denominando la enfermedad "OVVD" (enfermedad viral del velo de la ostra).

En el medio natural se le atribuyen poca importancia a las enfermedades de origen vírico, a pesar de haberse descrito en numerosas especies (Tabla 2), relacionándolas fundamentalmente con los *iridovirus*, concretamente la enfermedad de las branquias en la bahía de Marennes-Oleron (Francia), la cual se extendió rápidamente al litoral Atlántico y afectó igualmente a las producciones en varios países europeos (Portugal, España, Gran Bretaña). Esta enfermedad que atacó hasta casi provocar la extinción en 1971 de la especie portuguesa, (*Crassostrea angulata*), se caracterizó por ocasionar lesiones y ulceraciones en las branquias y en los palpos labiales. En la actualidad, en mortalidades puntuales, que no revisten el carácter epizootico, ha sido descrito en juveniles (ostras de 4 a 12 meses) de *C. gigas* así como de *O. edulis* un herpes-virus (Nicholas *et al.*, 1992; Comps *et al.*, 1993), si bien, los estudios realizados hasta la actualidad confirman el carácter oportunista de este agente patógeno que se expresa y se multiplica en las células en las fases de estrés (choques térmicos, deficiente zootecnia) o/y de estrés fisiológico (periodo de gametogénesis, malnutrición).

Familias	Huéspedes	Referencias
Herpesviridae	Crassostrea gigas	Nicolas <i>et al.</i> , 1992 Hine <i>et al.</i> , 1992 Renault <i>et al.</i> , 1994
	Ostrea edulis	Comps & Cochenne, 1993
Iridoviridae	Crassostrea gigas	Comps & Bonami, 1977 Leibovitz <i>et al.</i> , 1978 Elston & Wilkinson, 1985
Papoviridae	Crassostrea gigas Ostrea edulis	Farley & Kern, (en Farley, 1978) Bonami, (en Farley, 1978)
Reoviridae	Crassostrea gigas	Hill, 1976
	Ostrea edulis	Hill, 1976

Tabla 2 - Principales familias de virus que afectan a *O. edulis* y a *C. gigas*.

#### BACTERIAS

Las mortandades epidémicas de las larvas de ostras son debidas fundamentalmente a las bacterias, bien sea por que los sistemas intensivos,

a causa de la adicción de alimentos se refuerza el riesgo bacteriano, potenciando la presencia de estos microorganismos, o bien como consecuencia de las altas densidades de larvas, por todo ello el control bacteriano de las aguas en el interior y exterior de las *hatcheries* debe de ser rígido, tanto sobre el medio como sobre el fitoplancton. Los modos en que las bacterias pueden destruir las larvas son de dos maneras, bien por el mantenimiento de elevadas densidades o bien por una acción directa de ciertas cepas patógenas que pueden desarrollarse o activarse en condiciones particulares, aunque es igualmente posible que los dos fenómenos intervengan simultáneamente.

Se considera que las principales enfermedades se deben a las infecciones causadas por los géneros *Vibrio* y *Pseudomonas*, que son capaces de proliferar aprovechando las condiciones favorables que tienen lugar en los tanques de cultivos larvarios. En general estos cultivos suelen verse afectados por vibriosis, cuya acción patógena se cree que viene dada por la emisión de toxinas; así en *O. edulis* en Inglaterra, se aisló un *Vibrio* sp. y *Pseudomonas* sp. a los dos días del comienzo de los cultivos, iniciándose las mortandades a partir del 4º y 6º día de haberlos aislado, es decir a los 6 y 8 días de la emisión larvaria.

En el medio natural y en las ostras adultas, se encuentran todas las cepas bacterianas ya que existen en las larvas, sin embargo las fuertes mortandades detectadas han sido motivadas únicamente por bacterias pertenecientes al género *Vibrio* sp. A nivel de las especies en fase de crecimiento son muy pocas las enfermedades de origen bacteriano que se producen en estas especies y solamente dos casos merecen una atención particular, el primero de ellos es el que provocó en la ostra japonesa, *C. gigas*, una bacteriosis atribuida a una especie del género *Nocardia* (Friedman *et al.*, 1991), sobre la costa del Pacífico de los Estados Unidos, del Canadá y del Japón, la cual causó mortalidades estivales puntuales que sin embargo no ocasionan pérdidas muy elevadas, como máximo del 40%. El segundo caso fue el producido por el bacilo de tipo *Achromobacter* que fue el responsable de las mortalidades masivas de *C. gigas* en Japón en 1927, en

la península de Miura, después en 1945 en la bahía de Hiroshima, y en la bahía de Kanasawa en 1955 (Takeuchi *et al.* 1960). Otras enfermedades que se detectan en *O. edulis* y *C. gigas* son las rickettsianas, provocadas por bacterias intracelulares que infecta el tubo digestivo de las ostras (Comps *et al.*, 1977).

## 2.3. Genética

El aspecto genético en el desarrollo práctico de la ostricultura es generalmente ignorado, limitándose en algunos casos a seleccionar progenitores procedentes del medio natural y tratando de introducir variantes de diversas procedencias ya que como es sabido en las poblaciones naturales existe una tendencia al equilibrio con su ambiente, dependiendo del grado de adaptabilidad de la especie, el cual está determinado por el reservorio genético que posee (Dobshansky *et al.*, 1977). Del teorema fundamental de la selección natural se deduce que la cantidad de variación genética con respecto a la eficacia biológica se correlaciona directamente con la tasa evolutiva, determinada por la selección natural y que los cambios en frecuencias alélicas debidos a esta selección continúan mientras haya variación hereditaria en una población, siendo la tasa del cambio directamente proporcional a la cantidad de variación (De la Rosa & Rodríguez Romero, 1988). Según este teorema es factible suponer que mediante el conocimiento de la variabilidad genética de las poblaciones se puede obtener información valiosa sobre los procesos adaptativos que se suceden a este nivel en las poblaciones de la especie con respecto a los ambientes que habitan, así como a la manipulación de que son objeto.

Durante las últimas décadas la aplicación de técnicas bioquímicas, especialmente las electroforéticas, ha supuesto un avance importante en el conocimiento de la variabilidad genética en función de la dotación proteica global o enzimática en particular (Polanco, 1991). Esta técnica molecular permite detectar la variabilidad genética en loci proteicos individuales infiriéndola a partir del análisis de los productos proteicos codificados por los mismos. La información genética codificada en la secuencia de los nucleótidos de los genes estructurales se transcribe directa o indirectamente a una molécula de ARN

mensajero (ARNm) que posteriormente se traduce en los ribosomas a los polipéptidos celulares. Cualquier alteración que se produzca en la secuencia nucleotídica del ADN y que comporte cambios de aminoácidos se reflejaría en variaciones en la estructura primaria del polipéptido codificado por el gen. El análisis de las distintas variantes proteicas será, consecuentemente, una medida indirecta de las variantes genéticas o alelos existentes en dichos loci, por lo que, de la variabilidad proteica se puede deducir la variabilidad genética. Por otra parte, la evaluación de los recursos genéticos mediante estudios de variabilidad ha demostrado su valía para la resolución de problemas de interés inmediato en el desarrollo de la explotación y cultivo ostrícola (Hedgecock et al., 1976). En la Tabla 3 se expresan algunas aplicaciones claras del estudio de los aspectos genéticos de especies de ostras cultivadas. La mayoría de los caracteres del fenotipo de los individuos poseen una base genética muy compleja y por tanto, es muy difícil caracterizar la variabilidad genética inherente a los mismos. Generalmente estos caracteres son controlados por un número elevado de genes de pequeño efecto (poligenes) que a su vez están normalmente sujetos a una importante influencia ambiental. Entre los caracteres con una base genética poligénica se incluyen aquellos de mayor interés biológico y económico, como son la velocidad de crecimiento, viabilidad, fertilidad, tamaño, peso, etc. La distribución fenotípica de los caracteres con una base genética poligénica o multifactorial se caracteriza por ser continua, y por tanto, no es posible diferenciar clases fenotípicas discretas (caracteres cuantitativos).

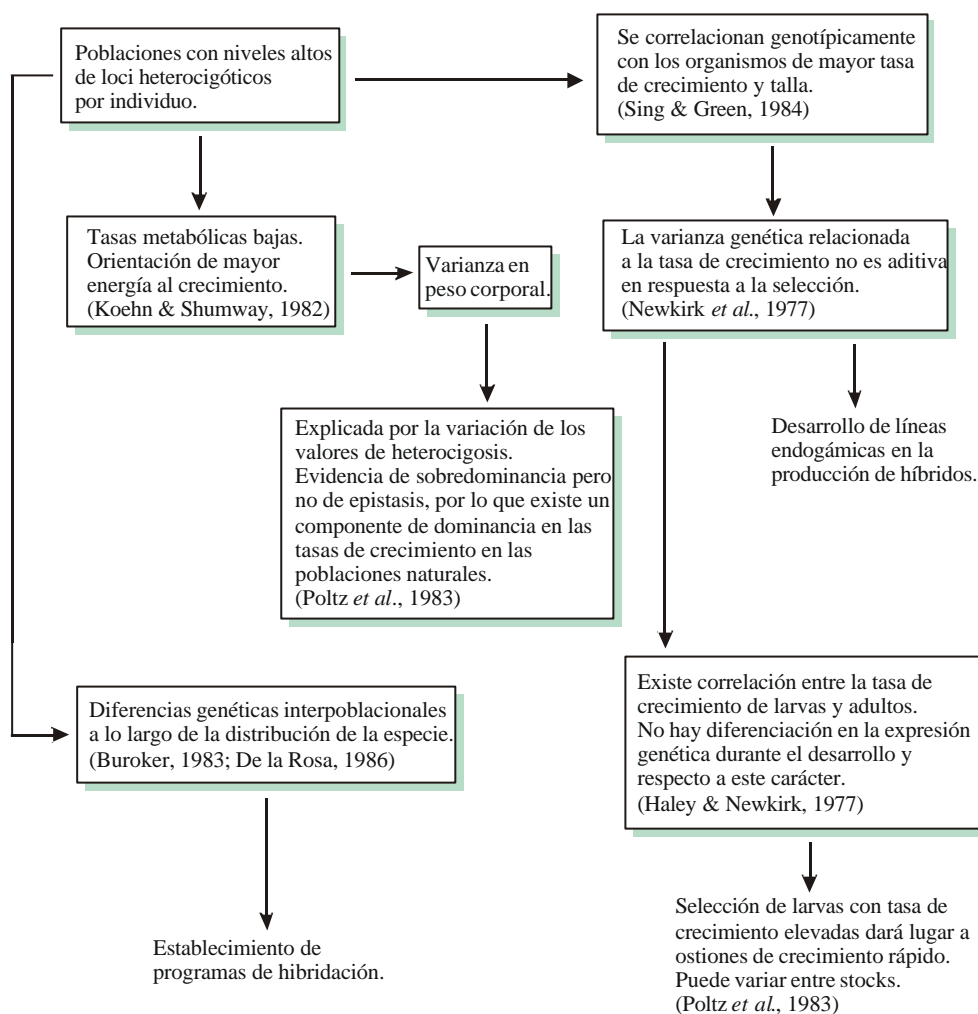


Figura 11 - Hallazgos sobre la base genética de algunos caracteres de importancia comercial en ostras *Crassostrea*.

En la práctica del desarrollo ostrícola las únicas aplicaciones comerciales existentes en la actualidad se refieren a las mejoras en la velocidad y tasas de crecimiento, las cuales se han obtenido a través de la producción de ostras triploides mediante puestas inducidas. En definitiva para lograr una mayor rentabilidad mediante la aplicación de técnicas genéticas hay que perseguir objetivos que pasen por mejorar la velocidad de crecimiento, la ganancia de la calidad de los productos o la obtención de cepas resistentes a una determinada enfermedad. En la mayor parte de los casos los métodos de mejora, como la hibridación y la selección, necesitan de buenos conocimientos sobre la taxonomía y la genética de las poblaciones. Respecto a esto, en los estudios de biología de las ostras se ha evolucionado en el conocimiento de parámetros de gran importancia para la realización de una mejora genética de las poblaciones,



tales como la taxonomía o la aplicación de técnicas como la hibridación y la poliplodización.

La taxonomía se basa fundamentalmente en criterios morfológicos, motivo por el cual no está optimizada, pudiendo existir ciertas dudas entre especies y subespecies que estén muy próximas, motivo por el cual cuando se quiere tener una mayor certidumbre en la ubicación de una especie, es preciso utilizar marcadores mitocondriales (fragmentos 16S y CO11). Además, ha sido a través de tres marcadores microsatélites que se ha confirmado la distinción entre *C. gigas* y *C. angulata* y la conexión de las ostras de Taiwan en esta última especie (Polanco et al., 2000). Es por ello que la extensión de la utilización de estas técnicas en los diferentes géneros y especies de ostras permitirá revisar la taxonomía actual y diferenciar con criterios claros las especies entre ellas, lo que sin duda supone un avance, ya que la concreción sobre los aspectos taxonómicos es necesaria para las aplicaciones genéticas en campos como la hibridación o la selección e igualmente para la elaboración de códigos sanitarios y de textos legislativos con los que se trate de reducir los riesgos de propagación de las enfermedades (prohibición de movimientos de determinadas especies, implantación de estaciones de cuarentena, etc.). En este último caso, las confusiones en la taxonomía de los huéspedes portadores de una enfermedad pueden engendrar la introducción de agentes patógenos o bien inducir a una restricción de las importaciones que no esté debidamente justificada, lo cual acarrearía pérdidas económicas de gran importancia.

Las técnicas de hibridación se utilizan para obtener animales más resistentes o mejor adaptados a un determinado territorio, estos procesos pueden producirse a través de cruzamientos entre dos especies próximas que se desarrollen en la misma área geográfica, hecho que se ha podido constatar entre especies autóctonas y otras alóctonas que han sido objeto de introducciones y que según Grizel & Heral (1991) esto ha sido lo que sucedió entre *C. angulata* y *C. gigas*, cuando se introdujo de forma masiva *C. gigas* en Francia, generando la creación de híbridos entre ambas especies. Por otra parte, Gaffney & Allen (1993) en su trabajo de revisión concerniente a la hibridación de varias especies del género *Crassostrea*, comprueban la

hibridación unilateral de óvulos de *C. sikamea* por un espermato de *C. gigas*. Igualmente, Menzel (1987) ha obtenido varios éxitos en métodos de hibridación, concretamente con los cruzamientos entre *C. virginica*, *C. corteziensis*, *C. rhizophorae* y *C. gigas*. Otras experiencias recientes de cruzamientos fueron efectuadas después de una recuperación de los productos genitales por escarificación de las gónadas, estas han permitido obtener individuos híbridos viables de *C. gigas* X *C. rivularis* y *C. sikamea* X *C. angulata* (Boudry et al., 1995). Sin embargo, es preciso decir que hasta el momento, con la excepción de los resultados relativos a los híbridos *C. gigas* X *C. angulata*, existen pocos datos válidos concerniente a los resultados de viabilidad, de cruzamiento y de fertilidad de los híbridos, incluso estos necesitan ser confirmados en el plan genético (características morfológicas, distancia genética, cariotipos, etc.,...) y por supuesto no son actualmente transferibles para aplicaciones al desarrollo industrial.

Si tenemos en cuenta que el factor que determina la calidad de las ostras es su contenido en glucógeno, el cual, por una parte proporciona un buen sabor y da información sobre el estado fisiológico de las mismas y por otra parte, es precisamente este glúcido el que sirve de reservas para la producción de gametos, descendiendo por consiguiente dichas reservas en la gametogénesis y como consecuencia es durante los periodos reproductivos cuando se van a producir descenso en la calidad de la carne de las ostras, por ello, la inducción a la poliploidía, es decir obtención de organismos estériles a causa de la incapacidad de apareamiento de los cromosomas homólogos durante la sinapsis meiótica, es el método idóneo para evitar los periodos gametogénicos, es decir, la pérdida de reservas glucogénicas, las cuales serían empleadas en el desarrollo y por tanto se obtendrían ostras de calidad con un índice de crecimiento mas favorable. Este hecho teórico fue desarrollado en la práctica por Stanley et al. (1984) en investigaciones que realizaron sobre ejemplares triploides, confirmando que el crecimiento era más rápido en estas ostras, además, que no existían diferencias en el tamaño de la concha entre los diploides y triploides y por otra parte, que el volumen y peso del músculo abductor era más del doble en los triploides que en los diploides e incluso, el tejido corporal pesaba aproximadamente una tercera parte más en los

individuos triploides que en los diploides. Existen otras cuestiones respecto a la inducción de poliploidía que por el momento no tienen respuesta, tales como es el hecho relativo a los efectos que la triploidía ejerce sobre la longevidad o a la naturaleza del bloqueo de la gametogénesis y a la energía acumulada por los triploides.

Con estos datos podemos deducir que en el campo de la genética hay mucho por hacer y en definitiva, por el momento, recomendar que antes de iniciar un programa de selección se definan con toda exactitud los objetivos a alcanzar, los cuales, planteándolos a nivel económico, serán básicamente los relativos al crecimiento, la edad de maduración, la calidad del producto y la resistencia a las enfermedades. Respecto a esta afirmación es interesante destacar que en la observación en los stocks de progenitores sobre diferencias fisiológicas respecto al crecimiento y a las temperaturas de desove, se confirma que persisten en sus progenies, a pesar de haberse realizado una selección generacional, sin duda, es muy difícil separar genéticamente a los individuos respecto a una mejor tasa de crecimiento o a una mejor calidad de la carne. De entre los parámetros citados (crecimiento, maduración, patología, etc.), sin duda, la posibilidad de obtener ostras genéticamente estables resistentes a las enfermedades debe de ser uno de los objetivos principales en el desarrollo de futuras investigaciones. Hasta el momento podemos citar algunas experiencias como las llevadas a cabo en poblaciones de ostras de las especies *C. gigas* y *C. virginia* ante la epizootia que ocasionó el haplosporideo *H. nelsoni*, en donde los individuos supervivientes, del orden de un 30 a un 40% de la población dieron una descendencia con un mayor índice de supervivencia y como resultado de los cruzamientos entre estos individuos se llegó a obtener una tercera generación, con una tasa de mortandad de un 13%, muy inferior a los índices de la generación parental, hecho que confirmó la aparición de individuos resistentes a la enfermedad y con ello un éxito en el planteamiento de la investigación.

### 3. Bibliografía

- ALDERMAN, D.J. (1981) Parasite "x", new disease threatens European beds. *Fish Farmer*, **4 (7)**: 1-31.
- ALDERMAN, D.J. & E.B.G. JONES (1971) Shell disease of oysters. *Fish. Invest. London (Ser. L. 426)*: 1-19.
- ANDREU, B. (1973) Perspectivas de la acuicultura marina en España. *Inf. Tecn. Inst. Inv. Pesq.* **9**: 47 pp.
- ANDREU, B. y P. ARTE (1956) Expériences préalables sur la fixation des larves et la croissance hivernale des jeunes huîtres *O. edulis* dans les rias galiciennes. *Rapp. Cons. Explor. Mer*, **14**: 17-22.
- BANNISTER, C. & D. KEY (1982) *Bonamia* a new threat to the native oysterfishery. *Fish. Nat. MAFF Direct. Fish. Res.*, **71**: 7
- BARNABE, G. (1991) Acuicultura. *Ed. Omega*. Tomos I y II: 1.099 pp.
- Tech. du Languedoc*. Montpellier: 129 pp.
- BOUDRY, P.; Y.NACIRI; S. HEURTEBISE; C. DELSERT; C. LEDU; P. PHELIPOT; B. CHOLLET & N. COCHENNEC (1995) Acclimatation de nouvelles espèces d'huîtres creuses *Crassostrea*: hybridation et conservation de souches. *Rap. IFREMER*: 20 pp.
- BUROKER, N.E. (1983) Populations genetics of the American oyster *Crassostrea virginica* along the Atlantic coast and the Gulf of Mexico. *Mar. Biol.* **75**: 99-112.
- COLLIGNON, J. (1960) Les huîtres et l'ostreiculture au Maroc. *Bull. Inst. Pêch. Marit.* **44**: 9-17.
- COMPS, M. & J.R. BONAMI (1977) Infection virale associées à des mortalités chez l'huître *Crassostrea gigas* Th. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **285**, D, 1139-1140.
- COMPS, M.; J.R. BONAMI & C. VAGO (1977) Mise en evidence d'une infection rickettsienne chez les huîtres. *C. R. Acad, Sc. Paris, D*, **285**: 427-429.

COMPS, M.; G. TIGE & H. GRIZEL (1981) Etude ultrastructurale d'un protiste parasite de l'huître plate *Ostrea edulis* L. *C.R. Acad. Sci. Paris* **290**: 383-384.

COMPS, M. & N. COCHENNEC (1993) An herpes like virus from the European oyster *Ostrea edulis* L. *J. Invert. Pathol.*, **62**.

COPPINI, R. (1960) La distribution géographique des élevages des mollusques en Italie et leur potentialité de production. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.* **15**: 171-175.

CORNIDE, J. (1768) Ensayo de una Historia Natural de los peces y otras producciones de la costa de Galicia. *Ed. do Castro*: 263 pp.

DE LA ROSA, J. (1986) Variabilidad genética poblacional en ostiones de la especie *Crassostrea virginica* del golfo. *Ph. Thesis. UACP and ICML Univ. Autonoma de Mexico*: 124 pp.

DE LA ROSA, J. & F. RODRIGUEZ ROMERO (1988) Aplicabilidad de las variaciones de variabilidad genética a la pesquería del ostión americano *Crassostrea virginica* Gmelin del Golfo de Mexico. *Cienc. Marinas* **14**: 43-56.

DOBSHANSKY, T.F.; J. AYALA; A.L. STEBBINS & S.W. VALENTINE (1977) *Evolution*. *W. H. Freeman and Co., San Francisco*.

DOLFFUS, R.P. (1922) Resume de nos principales connaissances pratiques sur les maladies et les ennemis des huîtres. *Notes Mem. Off. Sci. Tech. Pêch. Marit.* **7**: 1-46.

ELSTON, R.A. (1979) Virus like particles associated with lesions in larval Pacific oysters (*Crassostrea gigas*), *J. Invert. Pathol.*, **33**: 71-74.

ELSTON, R.A. & M.T. WILKINSON (1985) Pathology, management and diagnosis of "Oyster Velar Virus Disease" (OVVD). *Aquaculture*, **48**: 189-210.

FARLEY, C.A. (1978) Viruses and virus-like lesions in marine molluscs. *Mar. Fish. Rev.*, **40**: 18-20.

- FOLTZ, D.W.; G.F. NEWKIRK & E. ZOROUS (1983) Genetics of growth rate in the American oyster: Absence of interactions among enzyme loci. *Aquaculture* **33**: 157-165.
- FRIEDMAN, C.S.; J.H. BEATTE; R.A. ELSTON & R.P. HEDRICK (1991) Investigation of the relationship between the presence of a Gram-positive bacterial infection and summer mortality of the Pacific oyster, *Crassostrea virginica* (Thunberg), *Aquaculture*, **94**: 1-1.
- GAFFNEY, P.M. & S.K. ALLEN (1993) Hybridization among *Crassostrea species* - A review. *Aquaculture*, **6**: 1-13.
- GALTSOFF, P. (1964) The American oyster *C. virginica* Gmelin. *US Fish. Bull. Wildl. Serv. Fish. Bull.* : 480 pp.
- GRAELLS, M.P. (1870) Exploración científica de las costas del departamento marítimo del Ferrol en el verano 1869. *Est. Tip. de T. Fontanet*, Madrid.
- GRASSE, P. (1960) Traité de zoologie Vol. **2**: Mollusques lamelibranches. *Masson et Cie, Paris*.
- GRIZEL, H. (1985) Etude des recentes epizooties de l'huître plate *Ostrea edulis* et leur impact sur l'ostreiculture bretonne. *These Doct. Etat. Univ. Sc. Et Tech. Du Languedoc, Montpellier*: 145 pp.
- GRIZEL, H. & M. HERAL (1991) Introduction into France of the Japanese algae (*Undaria pinnatifida*) *J. Cons. CIEM* **47 (3)**: 399-403.
- GRIZEL, H. & G. TIGE (1973) La maladie de la glande digestive d'*Ostrea edulis* L. *Cons. Int. Explor. Mer* **13**: 1-7.
- HALEY, L.E. & G.F. NEWKIRK (1977) Selecting oysters for faster growth. In: *Proc. Eighth Ann. Meet. World Maric. Soc.*,: 557-565
- HEDGECK, D.; D.J. MCGOLDRICK; D.T. MANAHAN; J. VAVRA; N. APPELMANS & B.L. BAYNE (1996) Quantitative and molecular-genetic analyses of heterosis in bivalve mollusks. *J. Exp. Mar. Biol. Eco.* **203(1)**: 49-59.

HELM, M.N. & P.F. MILLICAN (1977) Experiments in the hatchery of Pacific oyster larvae (*Crassostrea gigas*). *Aquaculture*, **11**: 1-12.

HILL, B.J. (1976) Properties of a virus isolated from the bivalve mollusc *Tellina tenuis*. *Wildlife Dis.*, **2**: 445-452.

HINE, P.M.; B. WESNEY & B.E. HAY (1992) Herpesvirus associated with mortalities among hatchery-reared larval Pacific oysters, *Crassostrea gigas*. *Dis. Aquat. Org.*, **12 (2)**: 135-142.

JORGENSEN, C.B. (1960) Efficiency of particle retention and rate of water transport in undisturbed lamellibranchs. *J. Cons.* **26(1)**: 94-116.

KOEHN, R.K. & SHUMWAY (1982) A genety/physiological explanation for differential growth rate among, individual of the american oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Mar. Biol. Latl.* **3**: 35-42.

LEIBOVITZ, L.; R.A. ELSTON; V.P. LIPOVSKY & J. DONALSON (1978) A new disease of larval pacific oysters *Crassostrea gigas*. *Sea Grant Reprint Series*: 603-615.

LEVINE, N.D.; J.O. CORLISS; F.E.G. COX; G. DEROUX; J. GRAIN; B.N. HONIGBERG; G.F. LEEDALE; A.R. LOEBLICH; J. LOM; D. LYNN; E.G. MERINFELD; F.C. PAGE; G. POLJANSKY; V. SPRAGE; J. VAVRA & F.G. WALLACE (1980) A newly revised classification of the Protozoa. *J. Protozool.* **27**: 37-58

LUBET, P.E. (1980) Influence des facteurs externes sur la reproduction des Lamelibranches. *Oceanis* **6**: 469-489.

LUCAS, A. (1965) Recherche sur la sexualité des mollusques bivalves. *Thèses Doc. Fac. Sc. Univ. Rennes*: 135 pp.

MARTEIL, L. (1976) La conchyliculture française. *Rev. Trav. Inst. Pêches Mar.* **40(2)**: 125-320.

- MENZEL, R.W. (1987) Hybridization of oysters and clams. In: *Tiews (Editor), Selection Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture*, Vol. 2, Heenemann, Berlin: 47-59
- NAVAZ, J.M. (1962) La explotación ostrícola de la ría de Vigo. *Ind. Pesq.*: 143-144.
- NEWKIRK, G.F.; L.E.HALEY; D.L. WANGH & R. DOYLE (1977) Genetics of larvae spat growth rate in the oyster *Crassostrea virginica*. *Mar. Biol.* **41**: 49-52.
- NÍCHOLAS, J.L, M. COMPS & N. COCHONNEC (1992) Herpes-like virus infecting pacific oyster larvae, *Craosstrea gigas*. *Bull. Eur, Ass, Fish Pathol.*, **12 (1)**:11-13
- PARDELLAS, X. & E. POLANCO (1987) Acuicultura Marina en Galicia. *Ed. Xerais, Vigo*: 165 pp.
- POLANCO, E. (1980) Etude de la vitamine K en milieu marin: relation avec les phénomènes de chambrage de la coquille des huîtres. *Rapp. Inst. Sci. Tech. Pêch. Marit.*: 1-13.
- POLANCO, E. (1983) La libre circulación de los productos de la pesca. *Doc. A.E.D.A.* **43**: 50-65.
- POLANCO, E. (1985) Mapa de cultivos marinos en Galicia. *Rev. Tecn. Hig. Alim.* **159**: 16-29.
- POLANCO, E. (1991) Estudio fisiopatológico de dos poblaciones de ostras *Ostrea edulis* L. *Tesis Doct. Ciencias. Univ. Málaga* 320 pp.
- POLANCO, E.; J. MONTES; M.J. OUTON & I. MELENDEZ (1984) Situation pathologique du stock d'huîtres plates en Galice (Espagne) en relation avec *Bonamia ostreae*. *Haliotis* **14**: 91-95.
- POLANCO, E; M. CORRAL; H. GRIZEL Y J. MONTES (2000) La acuicultura: biología, regulacion, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial. *Ed. Mundi Prensa, Tomo I*: 246 pp.
- PONTOPPIDAN (1764) Essai d'une Histoire naturel de Norvege. *Abadía de Bergen* (1747-1764).



- RANSON, G. (1951) Les huîtres. Biologie. Culture. *Ed. Lechevalier, Paris*.
- RENAULT, T.; R.M. LE DEUFF; N. COCHENNEC & P. MAFFART (1994) Herpesviruses associated with mortalities among Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in France. Comparative Study. *Rev. Med. Vet.*, **145** (10): 735-742.
- ROCHEBRUNE, A.T. (1900) De l'existence à l'embouchure de la Gironde de l'*Ostrea angulata* Lam. À l'époque gallo-romaine. *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*: 113-115.
- SANCHEZ, M. (1936) La ostricultura en la ría de Vigo. *Ind. Pesq.* **30**: 10-11.
- SING, S.M. & R.H. GREN (1984) Excess of allozyme homozygosity in marine molluscs and its possible biological significance. *Malacologia* **25**: 569-581.
- STANLEY, J.G.; H. HIDU & S.K.Jr ALLEN (1984) Growth of American oysters increased by polyploidy induced by blocking meiosis I but no meiosis II. *Aquaculture*, **37**: 147-155.
- TIGE, G. H. GRIZEL & M. COMPS (1980) Données sur le nouveau parasite de l'huître plate. Situation épidémiologique. *ICES, CM. 1980*: 39.
- VAN BANNING, P. (1982) Some aspects of the occurrence, importance and control of the oyster pathogen *Bonamia ostreae* in the Dutch oyster culture. *Proc. Intern. Coll. Invertbr. Pathol., Copenhagen*: 261-263.
- VOISIN, P. (1931) La maladie des huîtres de Zelande. *Rev. Trav. Sc. Tech. Pêch. Mart.* **4**: 221-222.
- YONGE, C.M. (1960) Oysters. Collins Clear-Type Press, London.
- YONGE, C.M. (1969) Proceedings of the fifth interdisciplinary conference on marine Biology. *Gordon and Breach. Sc. Publ.*