

Capítulo

4

TECNOLOGIA

Alejandro Guerra

1. El Cultivo de la Ostra: Métodos de Obtención de Semilla

1.1. La Obtención de Semilla con Colectores en el Medio Natural

1.1.1. Los Antecedentes de los Cultivos de la Ostra

Los más antiguos cultivadores de ostra son los japoneses y los romanos. Hasta hace relativamente escaso tiempo se desconocía su biología y el cultivo se hacía completamente al azar, sin ninguna base científica.

El origen del cultivo como forma opuesta a la simple “recolección” de ejemplares, tiene como base la necesidad humana de regular y prolongar su actividad recolectora, pero existen dos razones históricas que explican su práctica:

- Muchas áreas donde las ostras adultas crecen adecuadamente, no son apropiadas para su reproducción y para la obtención de la semilla. Estas áreas pueden ser convertidas, en zonas de cultivo y “engorde”, para la obtención de ostras comestibles trasplantando los juveniles excedentes de las áreas de reclutamiento¹ de semilla.
- Aunque las ostras pueden ser preparadas para su consumo de un gran número de formas, el modo habitual es su ingestión en crudo sobre alguna de sus valvas. Son más adecuadas las conchas que no llevan organismos adheridos y tienen formas más o menos regulares (este aspecto es difícil conseguirlo en las ostras del medio natural, y sencillo para el ostricultor).

El desarrollo del cultivo, es posible en función de la disponibilidad de semilla para el engorde. El método más antiguo y tradicional es la captación (en colectores²) en el medio natural. Un segundo método, con diversas variantes en su aplicación -que se indicarán en el apartado correspondiente-, es obtener semilla en criadero (hatchery) de moluscos.

¹ Indica el grado de juveniles incorporados a la población en un determinado período de tiempo.

² Son soportes sobre los cuales se fijan las larvas de ostra (o de otros bivalvos), cualquiera que sea la naturaleza del material y preparación a que estén sometidos.

En estado natural, las ostras aparecen fijadas sobre cualquier sustrato adecuado del fondo marino. Las semillas procedentes de las larvas fijadas en estos sustratos forman aglomeraciones o bancos ostrícolas. Los métodos más primitivos de cultivo ostrícola incluían dispersar conchas de ostras limpias, como material de fijación; luego se dejaba que la “naturaleza” hiciera el resto, hasta la cosecha varios años más tarde.

Cualquier que sea el método a utilizar, la época de la recolección es crucial, variando entre la localidad, especie, fluctuaciones anuales de temperatura, salinidad, corrientes de mareas, etc.

En numerosos estudios y publicaciones, se analizan las características del sustrato y tipo de colector más adecuado a cada zona; en función del mayor rendimiento biológico y económico (favoreciendo la fijación de la semilla y facilitando el despegue de su superficie). Se estudiaron numerosos sistemas y materiales: colectores plásticos y conchas de mejillón sembradas en zonas sub-litorales, o suspendidas en bolsas de malla (Figura 1). También en planchas de celulosa, o incluso placas de mármol pulido.

Tradicionalmente en las áreas ostrícolas europeas el sistema de captación se basa en el empleo de tejas árabes encaladas, y apiladas en grupos, sostenidas por una estaca de madera o dentro de una estructura del mismo material que impide el contacto directo con el fondo; variando en función de las características y área de captación.

Colector de teja árabe**Colector de placas plásticas****Colector en tubos plásticos utilizados masivamente en los parques***Figura 1 - Distintos tipos de material colector usados para la captación de semilla.*

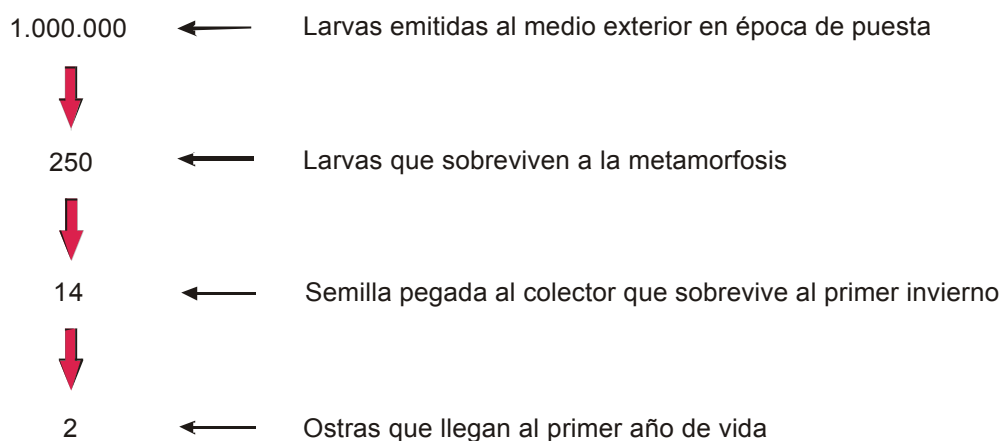
1.1.2. La Captación de Semilla en el Medio Exterior a partir de Bancos Naturales³

Marteil (1979), considera que la eficacia de un sistema de captación larvaria está condicionado por dos factores: el número de larvas aptas para fijarse en el colector, y las condiciones hidrodinámicas de la zona de captación. Este autor y Waugh (1957), evalúan las cantidades de ostras adultas que deben mantenerse en los bancos ostrícolas para, conseguir una captación suficiente de semilla, y mantener la industria ostrícola.

Los stocks de progenitores que deben existir en los bancos ostrícolas, para consolidar una estructura comercial en torno a una especie, basada en la captación natural, está determinada por la fertilidad de la especie de que se trate, y de la supervivencia en cada fase de crecimiento.

³ Se define como banco natural “el lugar o zona geográfica donde de forma natural y espontánea se concentran especialmente una o varias poblaciones, pudiendo estar individuos en cualquiera de sus fases de desarrollo, y que puedan ser susceptibles de explotación”.

En el esquema siguiente, basados en datos de los citados anteriormente, estiman la supervivencia de la ostra plana a partir de larvas emitidas durante el período natural de puesta, hasta que la ostra alcanza el primer año de vida. Las variaciones espaciales y temporales, según las zonas y los años, pueden ser muy significativas.



1.1.3. La Captación Natural de Semilla de Ostra Plana

La puesta de colectores a nivel masivo, en diversas áreas del litoral gallego para la captación de semilla de ostra plana, se efectuaron principalmente en determinadas Rías Altas en que existían bancos naturales o stocks de adultos creados para incrementar la emisión de larvas al exterior, y con ello la probabilidad de captación de semilla en los colectores. El mayor esfuerzo en este sentido se realizó al inicio de los años ochenta, coincidiendo con la mayor virulencia del parásito *Bonamia ostreae*, que afecta disminuyendo la fertilidad o provocando la muerte de las ostras adultas en los períodos de mayor actividad reproductiva. Esto bloqueó las posibilidades de obtener, en cantidades significativas, la semilla necesaria para su engorde y cultivo posterior.

Parque ostrícola en la margen asturiana de la Ría del Eo

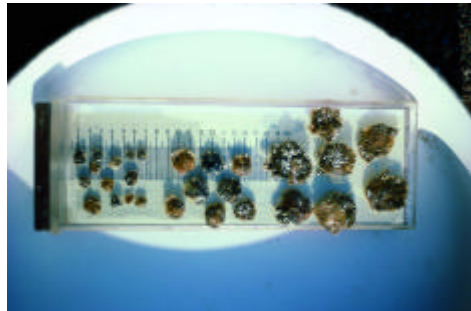


Aspecto de los colectores de teja árabe encalada en la margen gallega de dicha Ría



Figura 2 - En la Ría de Ribadeo se realizó a inicios de los años setenta un fuerte desarrollo del cultivo de la ostra plana en sobre-elevado. Las tejas colectoras están agrupadas, en bloques de doce unidades, sobre el substrato del fondo para evitar los arrastres de las corrientes, enfangamientos y los depredadores de la semilla.

Tipo de la semilla despegada de los colectores



Parque ostrícola en marea baja. El “stock” de ostras se mantiene en cultivo sobre-elevado en bandejas plásticas



Imagen de los episodios de mortalidad ocasionados por la bonamiosis



Figura 3 - Imágenes de los parques ostrícolas en la Ría de Ortigueira (La Coruña), en el año 1980.

1.2. Los Criaderos de Semilla: Alternativa y Complemento a la Captación de Semilla Reclutada en el Medio Natural⁴

1.2.1. La Justificación de los Criaderos. Antecedentes y Evolución Histórica

La recolección de semilla en el medio natural se acompañó en años más recientes por la producción de semilla en los criaderos. A partir de progenitores aclimatados a tal fin, lo que permite la obtención de semilla, en grandes cantidades según la especie, y fuera de la época normal de puesta.

Los procedimientos de trabajo para la obtención de semilla se basan en el desarrollo de métodos que regulan y potencian las condiciones que los moluscos bivalvos encuentran en el medio, durante los períodos de puesta natural. A continuación se señalan los aspectos que aprovechan y potencian los criaderos de moluscos.

- Aprovechan la elevada fecundidad de los moluscos
- Permiten la selección de los progenitores
- Procuran la madurez sexual de los progenitores a lo largo de todo el año
- Posibilitan el control de los parásitos
- Hacen posible obtener progenies con determinados rasgos comerciales o resistencias a parásitos
- Permiten la producción programada de semilla y su siembra escalonada.
- Disponibilidad de semilla, en cantidad y calidad, a lo largo de todo el año.

⁴ Se define como “hatchery” o **criadero**, “la instalación fija que, partiendo de ejemplares adultos y por medios técnicos y científicos, tiende a obtener la reproducción de cualquier especie marina en su primer ciclo vital”. Como “nursery” o **semillero** a la “instalación fija que, por medios técnicos y científicos tiende a favorecer la evolución de especies marinas en su ciclo vital primario, antes de su estabulación en establecimientos de cultivo”. Como criadero la “instalación fija donde por medios técnicos y científicos se obtiene la reproducción de cualquier especie marina y se favorece el desarrollo de especies marinas en el inicio de su ciclo vital, antes de su estabulación en establecimientos de cultivo o para repoblaciones”.

El cultivo de ostras en criadero tiene su origen en 1879 en Norteamérica cuando J. Hopkins demostró que los ovocitos emitidos por ostras hembras maduras, podían ser incubados en laboratorio.

A partir de los años sesenta se desarrollaron técnicas complejas para la cría en cautividad principalmente de ostras y almejas. Actualmente los criaderos de moluscos pueden producir abundante semilla de estas especies. Se emplean técnicas estandarizadas y suponen una garantía de suministro de semilla en cantidad y calidad, que permiten al cultivador una correcta planificación de sus ciclos de producción. Estas instalaciones aprovechan la enorme capacidad reproductora de estos moluscos; para ello se modulan las condiciones idóneas que estos moluscos necesitan para la mayor viabilidad larvaria y post-larvaria: temperatura adecuada para el desove, alimentación (en calidad y cantidad, técnicas de reproducción y cultivo adecuadas, selección de progenitores, etc.).

Los primeros trabajos de cultivo intensivo de ostra se inician en Estados Unidos en los laboratorios de Milford (Connecticut), bajo la dirección del Doctor Loosanoff. En Europa en Conwy (UK), en unos laboratorios hoy desaparecidos (Laing, 1999)⁵, pero pioneros y emblemáticos en las investigaciones y estudio de las técnicas de obtención de semilla en criadero. Estos trabajos, en su mayoría, aparecen recogidos en un libro recopilatorio de estos 25 años de actividad investigadora (Walne, 1974).

En la actualidad se han tenido que clausurar numerosos criaderos por falta de una producción suficiente de semilla o en su regularidad; no obstante se abren otros nuevos cada año...

⁵ Bajo el título "*Conwy laboratory closes...The end of an era*", el autor hace un recorrido por la historia de estos emblemáticos laboratorios, desde su nacimiento en 1913 como estación depuradora de mejillón; en 1964 en que se crea la instalación de "hatchery" en la que se realizan numerosos estudios y publicaciones que aún hoy en día son referente para el estudio de los criaderos; hasta 1999 en que se produce el cierre definitivo. Este laboratorio es un referente en la historia de los criaderos de moluscos. Sus experiencias se compendian en un libro titulado: 25 años de experiencias en Conwy, cuyo autor el Dr. P.R. Walne, tuvo un significado importante en esta trayectoria.

Los existentes se localizan en EEUU, en la Costa Atlántica y Pacífica; y en Australia. También en menor medida en Europa: UK, Francia, Irlanda, España...

Los ciclos de vida de las diferentes especies de bivalvos tienen grandes similitudes, aunque con diferencias sutiles pero importantes. Debido a esta similitud, el diseño básico de los criaderos no varía de unas a otras especies. No obstante cada una precisa de técnicas específicas en cada fase de cultivo: en el acondicionamiento (duración, temperatura, tipo de alimentación, estímulos para provocar las puestas, etc); en el cultivo de larvas (temperatura, densidad larvaria, tipo de dietas, etc); en la metamorfosis y primeros estados de post-larvas (substratos colectores, inductores de metamorfosis, sistemas y tratamientos específicos en estas fases, etc).

En general en Europa el desarrollo de las instalaciones de criadero se basó en las experiencias y estudios desarrollados por Loosanoff y Walne. Aunque con matices específicos determinados por la estrategia comercial de cada empresa y país, zona de ubicación y costos de instalación. Pudiendo englobarse bajo las características siguientes:

- Producción de semilla de varias especies.
- Instalaciones de bajos costes y gran versatilidad que permitieran el cambio de sistemas y modificación de estructuras; e incluso de ubicación de una a otra campaña.

En Irlanda la tendencia fue y es la creación de instalaciones de bajo costo en las cuales se aprovechan las condiciones ambientales, jugando estas un papel primordial. Las larvas se cultivan en grandes tanques aprovechando las puestas naturales, y se desarrolla el efecto invernadero para la producción de microalgas. En Francia, siguiendo en parte las técnicas tradicionales de cultivo: los cultivos larvarios se efectúan en grandes tanques, de varios miles de litros en los períodos en que el cultivo larvario no presenta problemas. En Inglaterra e Irlanda, la tendencia fue el empleo de técnicas y sistemas más sofisticados, basados en las

experiencias realizadas por Walne (1974) y protocolizadas en el trabajo publicado por Utting & Spencer (1991).

En España las plantas de producción de semilla de moluscos se ubicaron principalmente en Galicia y con las siguientes características⁶:

- Programación y dedicación casi exclusiva a la producción de semilla de ostra plana y almeja fina (*Tapes decussatus*), especies autóctonas de importante demanda y que presentaban una estrategia clara y conocida en su explotación.
- Instalaciones complejas y costosas en su mantenimiento y de escasa versatilidad.
- Dependencia técnica de otros países.
- No se desarrollaron los semilleros aptos para el preengorde de la semilla
- No existe una cultura ni experiencia de cultivo de semilla de pequeño tamaño
- Su máxima expansión coincide con la aparición de la Bonamiasis en los parques de Francia.

El sector privado marcó las pautas del desarrollo de este tipo de instalaciones, la tecnología en la mayor parte de los casos fue un transvase de la desarrollada en países anglosajones. Las técnicas fueron evolucionando y adaptándose a las características del medio gallego: uso de cestillos para el cultivo de semilla en batea, cultivo de microalgas en condiciones ambientales, nuevas especies a cultivar, etc.

⁶ En el artículo titulado: “*desarrollo y alternativas de los cultivos de ostra en Galicia*”, de Guerra (1984), se analizan y ponen de manifiesto las cuestiones que impidieron la consolidación de estos sistemas de producción de semilla de moluscos en Galicia.

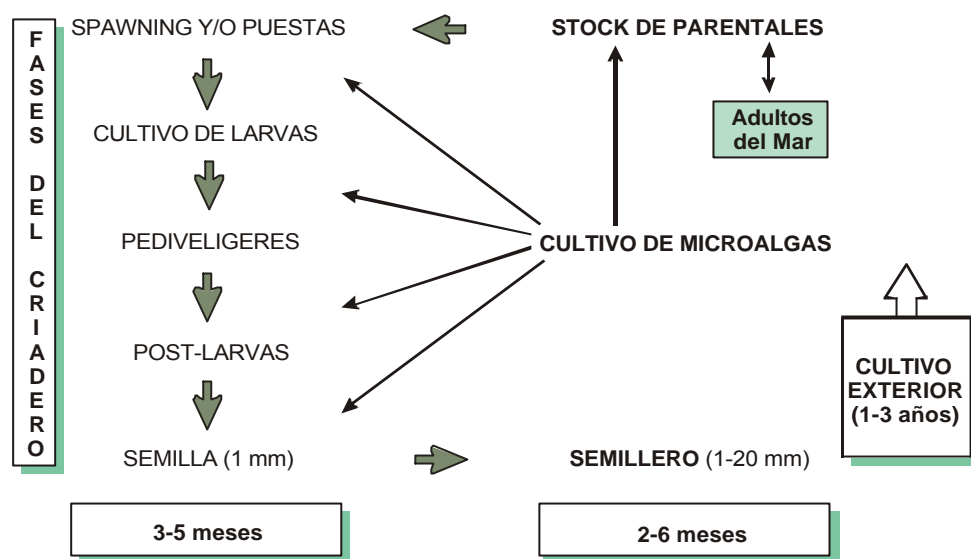


Figura 4 - Diagrama de flujo de un criadero de moluscos. Las duraciones de las diferentes fases se refieren a la ostra plana.

1.2.2. Partes Operativas de un Criadero de Ostras⁷

Numerosos libros, y publicaciones de carácter técnico, describen con detalle las instalaciones de carácter industrial, las técnicas operativas y métodos de trabajo en los criaderos. En este apartado, del que existe abundante bibliografía, se definen las secciones y partes más importantes de los criaderos, con información gráfica de sistemas e instalaciones en funcionamiento.

EL ACONDICIONAMIENTO

En el medio natural, en los moluscos bivalvos comerciales, la maduración gonadal y puesta difiere entre las especies y puede variar espacial y temporalmente en función de las condiciones ambientales. En ostra plana la gametogénesis comienza a partir de febrero con la elevación de la temperatura del agua. Pueden observarse ovocitos maduros en abril, y puestas larvarias a partir de mayo. En condiciones climáticas favorables un segundo ciclo puede iniciarse en los meses estivales con puestas larvarias en octubre noviembre (Silva, 1993).

⁷ Las publicaciones referidas a las características de las instalaciones, métodos y sistemas de obtención de semilla ostra en criadero son numerosos. Desde el clásico de (Walne, 1974). En el mismo sentido los referidos a instalaciones y en el ámbito de Galicia también son numerosos: Guerra (1979, 1985), Guerrero (1995) entre otros.

Con el acondicionamiento, se aportan las condiciones idóneas para la maduración y el desove. En la ostra plana las características reproductivas, fecundación interna y puestas masales, precisan de la “estabulación” de los progenitores en sistemas de acondicionamiento. Pérez-Camacho (1987), analiza con detalle los tiempos de acondicionamiento de ostra plana en criadero en función del momento de la época de inicio del mismo. Variando este período entre 7 y 70 días.

Los sistemas de acondicionamiento pueden variar entre amplios rangos, desde grandes tanques de 5 a 7 m³, hasta pequeños recipientes (75 l o menos), que mantienen los progenitores, seleccionados por su forma y crecimiento.

LOS CULTIVOS DE LARVAS

Debido al tamaño de la larva de la ostra plana en el momento de la puesta (170-190 micras), el cultivo de las larvas se acorta con relación a otros bivalvos a 12-15 días, momento en que alcanza la metamorfosis y la larva se fija a un sustrato.

En la tabla resumen siguiente se resume el período de cultivo y características del mismo en dos ostreidos: en la ostra japonesa (*Crassostrea gigas*), que va desde la emisión de ovocitos por las hembras, fertilización y cultivo hasta metamorfosis; y en la ostra plana (*Ostrea edulis*), en que se reduce el período larvario al emitir las hembras larvas veliger perfectamente formadas.

Los tanques de cultivo, contruidos en fibra de vidrio o polietileno, varían en forma y capacidad según la instalación de que se trate. En general el fondo de los mismos es cónico para facilitar el vaciado de los mismos (truncocónicos, cilindrocónicos, etc.), y de volumen que puede variar desde 500 l hasta 40 m³.

	Fase	Edad	Talla	Densidad de Cultivo	Alimentación
Crassostrea gigas	1. Fertilización	0-24 horas	50 micras	40 ovocitos/ml	Ninguna
	2. Larva "D"	1-6 días	75-120	5 larvas/ml	30.000 cels/ml una vez al día
Ostrea edulis	3. Veliger	7-14	130-200	3-5	50.000 cels/ml dos dosis diarias
	4. Larva "con ojo"	14-21	240-310	1-3	50.000 cels/día
	5. Post-larva	21	Superior a 3 mm		100.000 cels/día

Tabla 1 - Resumen del periodo y características de cultivo de C. gigas y O. edulis.



Figura 5 - Tanques troncocónicos, de 500 l. de capacidad, para el cultivo larvario. La flecha indica la posición de los colectores de placas de PVC, para la fijación de larvas de ostra. (CIMA-Planta de Cultivos Marinos de Ribadeo).

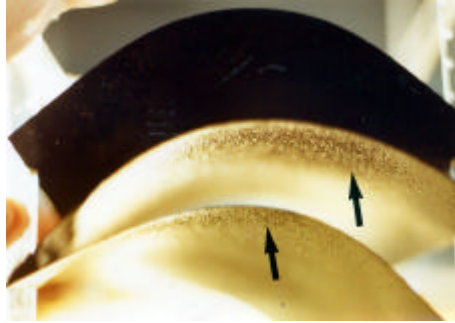
LA METAMORFOSIS DE LARVAS

Cuando las larvas natátiles alcanzan la talla en que se inicia la metamorfosis, una serie de “señales” (aparición de ocelo, pérdida de la corona ciliar que permite la natación, aparición del pie, etc.), indican la transformación de las larvas en individuos sésiles, fijados a un sustrato.

El sustrato para la fijación larvaria puede ser de diferentes tipos de material, forma y textura. El más tradicional, usado en numerosos criaderos de moluscos en los años setenta y ochenta, es de láminas de PVC negro, que se introducen en los tanques larvarios imitando a las tejas colectoras del medio natural. Pérez-Camacho (1987), analiza el rendimiento de una serie de colectores de diferentes tipos de material (granulados y tipo teja), concluye que es el de tipo teja de PVC pintada con “exolite” el que presenta mayores rendimientos.

Con el fin de evitar el despegue de la post-larva del colector, proceso que causa elevadas mortalidades accidentales, se generaliza la utilización de granos (conchilla de 300-500 micras) de valvas de moluscos (principalmente mejillón y ostra). Este sistema facilita que cada larva se fije a un único grano, evitando el “traumático” despegue del colector. Los estudios para lograr la metamorfosis sin fijación de la ostra al colector, mediante el uso de la epinefrina no han aportado, hasta el momento, los altos rendimientos conseguidos en otros bivalvos.

Detalle de larvas fijadas a colector de placas de PVC



Despegue de las post-larvas a las 24 horas del inicio de la metamorfosis



Semilla de aproximadamente 400 micras recién despegada del colector

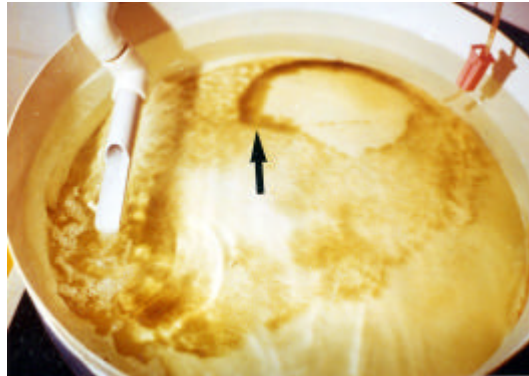


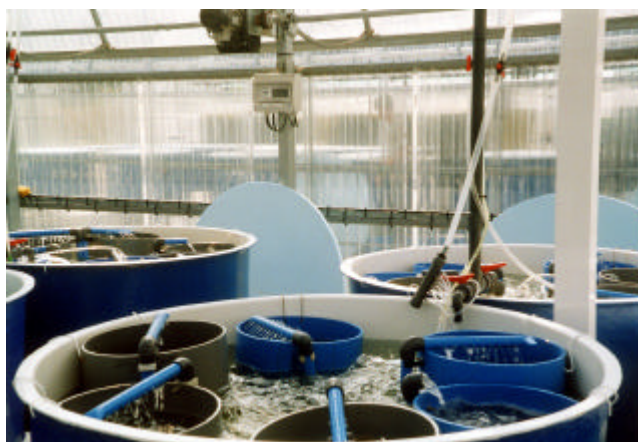
Figura 6

CULTIVO Y PREENGORDE DE LA SEMILLA EN EL CRIADERO

Para el mantenimiento de la pequeña semilla, una vez efectuada la metamorfosis larvaria, se utilizan contenedores en forma de tubo (entre 40-50 cm de diámetro), con malla de diferente luz en el fondo, en donde está depositada la semilla (Figura 7), con una densidad variable entre 50 Uds/cm², al inicio del preengorde (0,4 mm), hasta 8 Uds/cm² cuando la semilla alcanza los 5 mm al final de esta fase. El agua con suplemento de microalgas, pasa a través de la capa semilla forzada por sistemas de bombas de aire o "air-lift"⁸.

⁸ En numerosas publicaciones se describen con detalle los procesos y sistemas de preengorde de semilla en criadero y semillero: Claus (1981) Cuadernos del IGAF...

Sistema de mantenimiento de semilla en las primeras fases de preengorde



Detalle de un tambor con "air-lift" con la semilla



Figura 7

ALIMENTACIÓN: LA PRODUCCIÓN DE MICROALGAS

Las microalgas son la fuente esencial de alimento en todas las etapas de cultivo de los moluscos bivalvos. La producción de microalgas en un criadero de bivalvos se estima que alcanza hasta el 30% de los costes operativos totales. Estos costes varían en función de las etapas de producción a que se oriente el criadero (larvas con "ojo" para envío a otras instalaciones, post-larvas para engorde en otra instalación, semilla de diferentes tallas, etc.). Cada estrategia de producción marcará el grado de "pureza" de los cultivos microalgales y los volúmenes y métodos de producción.

1.2.3. Las Especies y Sistemas de Producción de Microalgas en los Criaderos

En un cultivo experimental de microalgas con ambiente controlado, deben considerarse una serie de parámetros físico-químicos y nutricionales, tales como: luz, temperatura, pH, CO₂, minerales (N, P, S, K, Mg, etc), metales traza (Fe, Cu, Co, Zn, etc) y vitaminas. Las condiciones óptimas para que un cultivo se desarrolle en gran escala, dependen del tipo de microalgas a cultivar.

En líneas generales, el manejo de los cultivos en ambiente controlado se inicia a partir de "stocks" o cepas comerciales, que se pueden obtener o adquirir en laboratorios o instituciones públicas, que disponen de ceparios

con una amplia gama de cepas de microalgas, en condiciones adecuadas para iniciar y desarrollar los cultivos monoalgales a gran escala en los criaderos comerciales. Las cepas se mantienen en un medio de cultivo adecuado a temperaturas de 18-20 °C, iluminación de 4×10^3 y 1×10^4 lux y salinidades entre 25-35‰.

Las listas de colecciones de microalgas, para utilización en criadero, y los protocolos de mantenimiento aparece descrita en numerosos trabajos: Abalde et al. (1995) ⁹, Vonshak (1986), Lavens & Sorguelos (1996), entre otros. Existen en el mundo más de 40 especies de microalgas aisladas, que son cultivadas como cepas puras en sistemas de cultivo intensivo, de las cuales la mayor parte pueden usarse para su producción masiva de en los criaderos. Los tamaños de estas microalgas varían desde pocas hasta 100 micras. De Pauw & Persoone (1988), exponen una larga lista de las especies de microalgas más utilizadas en la maricultura. Coutteau & Sorgelos (1992), a partir de un cuestionario planteado, a nivel internacional criaderos industriales, se indican las diez más usadas por orden decreciente en estas instalaciones comerciales:

Especie de Microalga	
<i>Isochrysis</i> sp., clon T-Iso	<i>Pavlova lutheri</i>
<i>Chaetoceros gracilis</i>	<i>Isochrysis galbana</i>
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
<i>Tetraselmis suecica</i>	<i>Chroomonas salina</i>
<i>Thalassiosira pseudonana</i> , clon 3H	<i>Dunaliella tercioleta</i>

El crecimiento y evolución del cultivo de microalgas en un volumen limitado, comprende una fase de retardo o adaptación, en la cual la tasa de división celular es muy baja; una fase de crecimiento exponencial en donde la tasa de división celular aumenta en progresión geométrica, una fase estacionaria en la cual se reduce el crecimiento por agotamiento de los nutrientes y posteriormente el decaimiento o colapso del cultivo

⁹ Estos autores, en el libro titulado "microalgas, cultivo y aplicaciones", describen con detalle las técnicas de cultivo que se emplean, en los criaderos, en los diferentes niveles de producción de microalgas.

En la producción de microalgas para la alimentación de las larvas y post-larvas de la semilla de moluscos, se siguen métodos que varían desde los fuertemente controlados en laboratorio hasta los sistemas más impredecibles de producción masiva de microalgas en condiciones ambientales. Coutteau, 1996, analiza y resume y las ventajas de cada sistemas de producción de microalgas¹⁰.

¹⁰ El desarrollo tecnológico en los sistemas de producción de microalgas uso en criaderos industriales de peces y moluscos ha sido constante en los últimos años. La mayor parte de estas tecnologías están en el mercado, pudiendo consultarse en sus páginas web: bionova@bionova.com, ofrece un sistema de producción en semicontínuo en ciclostato con concentración específica de nutrientes. La producción masiva de microalgas en reactores tubulares en unidades de 50 l., una variante de producción continua que ofrece Bio-Fence, apl@campus-ventures.co.uk. Red Mariculture Inc. Inf@instant-algae.com ofrece concentrados de microalgas. El sistema de producción continua de microalgas (*Advanced Algal Production Sistem* -AAPS-), de la compañía inglesa Seasalter Shellfish Ltd., www.seasaltershellfish.co.uk, está ampliamente extendido numerosos criaderos de USA y Europa. El sistema se basa en la producción continua y estable de microalgas en la tradicional bolsa plástica transparente de 500 l. de capacidad.



Figura 8 - Producción continua de microalgas en el criadero de Tina Menor (Santander). Sistema basado en el patentado por Seasalter Shellfish Ltd. (UK).

Producción masiva de microalgas al exterior, en contenedores plásticos abiertos de 1000 l (REMAGRO, en O Grove, Pontevedra),



Producción masiva de microalgas al exterior en piscinas de 50 m³



Figura 9 - Instalaciones del CIMA en Vilanova de Arousa.

1.2.4. Alternativas al Uso Tradicional de Microalgas en los Criaderos

Los elevados costos de la producción de microalgas en los criaderos, unido al los riesgos de contaminación y a las variaciones estacionales en la composición bioquímica de las algas unicelulares, empuja al estudio e investigación en dietas artificiales para sustituir las dietas tradicionales o como complemento de estas. Las investigaciones van en el sentido de reducir la producción de microalgas (a través de dietas alternativas – microcápsulas-), o de microalgas preservadas y almacenadas para su utilización en otros períodos.

LAS DIETAS MICROENCAPSULADAS

Tienen en su composición los ingredientes fundamentales de las dietas vivas. A través de técnicas de microencapsulación, se encapsulan en partículas digeribles se suspenden en el medio acuoso sirviendo de alimento a los bivalvos (en fases larvarias o semilla).

LA PRESERVACIÓN DE MICROALGAS

Para almacenar y preservar las microalgas, es necesaria previamente, la separación de las células microalgales del medio de cultivo (extracción). Esta extracción se puede realizar por varios métodos, siendo los más utilizados los de centrifugación, filtración, sedimentación, formación de espuma y floculación química; que depende del tipo de microalga a extraer, eficiencia y costes. De estos procesos se obtiene una pasta que se mantiene refrigerada hasta que es utilizada. Este sistema es ampliamente aplicado en criaderos comerciales en USA, principalmente las que utilizan las técnicas de “telecaptación”.

Los principales métodos para la preservación de las suspensiones de algas son: “congelamiento” a 5 °C y liofilización; con estos métodos las microalgas pueden ser conservadas vivas, aunque con el proceso de liofilización se matan un porcentaje de células dependiendo de la especie.

La preservación de microalgas, puede ser en algunos casos necesario, sin embargo, la utilización continuada de estas técnicas no es recomendable, por la pérdida de la calidad del valor nutritivo de las microalgas, ya que, hay pérdida de vitaminas, compuestos lábiles y

principalmente la oxidación de grasas, que puede conllevar a la disminución del estado nutricional de las larvas. No obstante con estas alternativas se pueden solventar períodos de fallos imprevistos en los cultivos (Abalde y Herrero, 1995).

1.2.5. Variantes de los Sistemas Tradicionales de Criadero

DE INSTALACIONES, DE BAJO COSTE, VERSÁTILES QUE APROVECHAN LOS PERÍODOS DE REPRODUCCIÓN NATURAL

La producción masiva de semilla para engorde, principalmente de determinadas especies como la ostra plana presenta numerosos interrogantes, de los cuales la aleatoriedad en la obtención de semilla es una de las más importantes, lastrando en gran medida el desarrollo de los criaderos dedicados a esta actividad.

La puesta en marcha de instalaciones de criadero -bajo cubierta ligera-, sencillas y versátiles, que obtienen la semilla aprovechando principalmente los períodos de reproducción de la ostra en el medio natural; es una opción al sistema tradicional de macro-criadero.

Estas instalaciones -cuyo cuerpo principal lo constituye un invernadero industrial-, tienen su origen en otras similares ensayadas en EEUU e Irlanda en los años setenta. Albergan los componentes básicos y convencionales de un criadero tradicional: tanques para acondicionamiento, para cultivo de larvas, y para producción de microalgas (Figura 10). El empleo de circuitos, que funcionan por gravedad, es de tipo semiabierto para la producción continua de microalgas, larvas y semilla; y facilita la estabilidad del proceso de producción.

La actividad en este tipo de instalación suele ser estacional, aprovechando la maduración gonadal y las puestas de los moluscos en el medio natural. El elemento básico de funcionamiento pasa por aprovechar y potenciar las condiciones ambientales (luz, temperatura, productividad, etc., del área en que se ubica). La producción de semilla es limitada dado el nivel operativo y de recursos humanos que precisan estos pequeños criaderos; orientados a la producción de semilla para repoblaciones en zonas marisqueras o pequeñas empresas de cultivo. La opción para que puedan

actuar de forma simultánea o alternativa como centros de producción de semilla aplicando técnicas de “telecaptación” es otra de las posibilidades para este tipo de instalaciones.

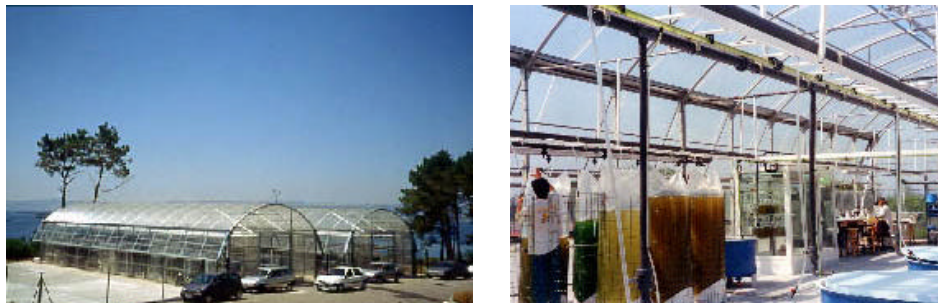


Figura 10 - Instalaciones de minicriaderos en la Isla de Arousa.

LA OBTENCIÓN DE SEMILLA EN GRANDES RECINTOS CONTROLADOS

La obtención de semilla con estas técnicas se basa en almacenar un determinado “stock” de progenitores maduros en grandes recintos o estanques en circuitos semi-abiertos. En el período estival, con la elevación de las temperaturas se producen puestas masivas de larvas que suelen nadar en superficie. Es entonces cuando se retiran los progenitores adultos y se mantiene las larvas en estos recintos, hasta su fijación en colectores-concha de mejillón, tubos y placas de plástico, etc.

Guerrero y Silva (1984), desarrollan experiencias en este sentido, en piscina exterior 500 m³, obteniendo óptimos resultados de producción de semilla. No obstante concluye que este sistema es muy irregular en cuanto a lograr resultados continuados, a lo largo de los años, de captación de semilla de ostra.

En los Países Bajos e Irlanda, los métodos de obtención semilla usando estas técnicas, se utilizaron a lo largo de años. En grandes estanques con agua de mar que superan las 1.700 ha. La semilla es colectada en conchas de mejillón, que se introducen en estos recintos en Junio-Julio cuando la temperatura supera los 18 °C y hay en el agua el suficiente número de larvas competentes. Después de la fijación de las larvas en las conchas de mejillón, con la semilla pegada, se mantiene en áreas controladas, los “plots”, por un año. Entonces son dragadas y

trasladadas a zonas más profundas “deeper plots”, con mejores condiciones de crecimiento. El tamaño de mercado, en estos países, se alcanza en 4-5 años desde la fijación a un peso de 70-100gr/unidad.

1.2.6. Otras Técnicas de Producción de Semilla Asociadas a los Criaderos

LA TELECAPTACIÓN¹¹

Se trata de una técnica para la obtención de semilla, asociada a producción masiva y cultivo de larvas en un criadero. Con este método el criadero produce solamente larvas competentes para la metamorfosis, que se envían al “nuevo productor de semilla”, que dispone de tanques especiales para hacer la fijación sobre colectores adecuados. Esta técnica de captación controlada a distancia (que los criaderos franceses denominan “telecaptage” y los ingleses “remote setting”), fue puesta a punto por los criaderos de la costa oeste de EEUU con el fin de paliar una captación natural irregular. También en la costa atlántica francesa, donde la captación natural de ostra puede variar en una proporción de 1 a 10. Con este sistema y un equipamiento básico se pueden lograr, en combinación con un criadero tradicional, un suministro de semilla estable.

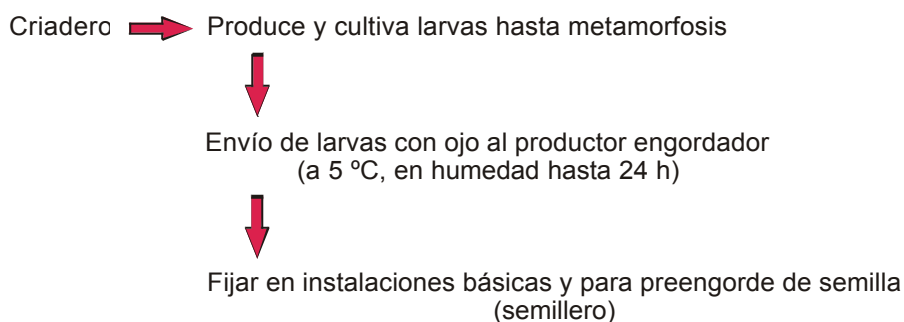


Figura 11 - Esquema básico del proceso de telecaptación.

¹¹ Jones, G. y Jones, B. 1982 - Methods for setting hatchery produced oyster larvae. Information report nº 4. Marine Resources Branch Ministry. Province of British Columbia. Canada. 62 pp. El IFREMER, en 1990, editó un vídeo de 13 minutos de duración, en el cual bajo el título “captage o télécaptage”, se presentan las técnicas de captación de semilla de ostra desarrollados por esta entidad francesa, y aplicados por los ostricultores privados en una de las áreas ostrícolas más importantes de Francia: Marennes-Oleron.

COMBINACIÓN DE LA “TELECAPTACIÓN” CON LAS TÉCNICAS DE TRIPLOIDIA

La telecaptación de larvas triploides aparece como una vía muy prometedora desde la óptica de una producción continuada de individuos de buena calidad¹².

Las ostras triploides poseen tres juegos de cromosomas en oposición a las diploides que tienen dos. Los triploides tienen la característica de ser estériles y de tener un crecimiento más rápido debido a que toda la energía metabólica la derivan al crecimiento y a la acumulación de reservas; en lugar de utilizarla gran parte del año a la gametogénesis. La triploidia reduce la gametogénesis, inhibiendo el desove, desarrollándose un mayor índice de condición, superior crecimiento en los períodos de mayor productividad primaria, lográndose en definitiva que la calidad de la carne de las ostras sea mayor y más uniforme a lo largo de todo el año.

La utilización de individuos triploides podría también regular la captación natural, incontrolada e indeseable en ciertas áreas de reclutamiento natural. (episodio que puede presentarse en especies, como el ostión, en años de sobre abundancia de captación natural).

En las investigaciones actuales se trata de desarrollar técnicas de obtención de tetraploides mediante cruces con diploides que permitan simplificar la obtención de triploides. Estas técnicas de obtención de individuos machos tetraploides son similares a las de obtención de triploides.

¹² En sendas conferencias impartidas en octubre de 2000 en el CIMA (Vilanova de Arousa, Pontevedra), impartidas por J.C. Bayes (manager de Seasalter Shellfish Ltd, UK) y Dr. C. Cochard (IFREMER), hacen alusión a la producción de triploides, concluyen que el futuro de los criaderos de moluscos pasa por producir semilla de superior calidad a la reclutada en el medio natural. Según el Dr. Cochard en el IFREMER se consiguió y se mantiene un stock de machos de *C. Gigas*, tetraploides que se cruzarían con hembras diploides, y que garantizan progenies de con un 100 % de individuos triploides. Estos individuos tetraploides se mantienen en sistemas cerrados de circuitos cerrados en condiciones de stock controladas, por ej. Evitando que los posibles emisiones de espermatozoides de estos tetraploides no salgan al exterior, para ello los efluentes son tratados con vistas a su eliminación del agua. Estos machos tetraploides los vende el IFREMER a un precio aproximado de 10.000 FF cada unidad; vendiéndose siempre un mínimo de 3 unidades pues ello garantiza la diversidad genética en la progenie. En todo caso el Dr. Cochard incide en el buen resultado de los individuos triploides: mejor aspecto, índice de condición más estable es decir mejor calidad y mejor gusto y sabor. En su opinión es una opción clara para los criaderos pues le permitirá ofertar un producto de calidad a un precio que pueda competir en estas circunstancias con el reclutado en el medio natural.

1.2.7. Los Semilleros¹³

Los semilleros son instalaciones, complementarias de los criaderos, que mantienen la pequeña semilla desde que sale del criadero hasta que alcanza un tamaño adecuado para la siembra y el cultivo en el medio natural. Se basan en “aprovechar” o potenciar las productividades primarias de determinadas zonas. En estas sencillas instalaciones el agua rica en fitoplancton se “fuerza” a circular a través de la semilla que se mantiene en contenedores (tambores) de diferente tamaño y capacidad en función de la talla de la semilla, especie, época del año, etc.

En los semilleros se efectúa una etapa del cultivo intermedia entre el criadero y el cultivo exterior en parque de fondo o flotante (batea, long-line, et.). En estas instalaciones, de bajos costes, pues utilizan generalmente agua de mar bruta, la pequeña semilla (de 1 a 4 mm) se mantiene hasta que alcanza una talla de 1 a 2 cm; a partir de la cual puede cultivarse en el exterior.

El investigador francés Lucas (1981), sobre la conveniencia de los semilleros “en una organización racional de la conchicultura, los semilleros (nursery), son los complementos indispensables de los criaderos (hatchery)”. Su finalidad es mantener la semilla entre 1 a 4 mm, hasta 1 ó 2 cm. Tamaño en que su siembra en el medio natural no representa elevados riesgos y delicadas manipulaciones.

Generalmente son instalaciones sencillas de tecnología asequible y barata que se adaptan y potencian las condiciones naturales de la zona en que se ubican: almacenamiento de agua, cerramientos naturales, productividad primaria, luz, temperatura, sentido de corrientes, vientos, etc.

La semilla habitualmente se mantiene en grandes contenedores circulares a través de los cuales se establece y “fuerza” un circuito invertido de agua de abajo-arriba (up-welling) que pasa a través de la semilla. Este

¹³ En el año 1981, en Gante (Bélgica) se reúnen los expertos más cualificados de todos los países para definir sistemas y métodos más adecuados para el preengorde y adaptación de la semilla producida en los criaderos. Las ponencias y discusiones sobre las instalaciones y procedimientos operativos, la mayoría de ellos aún vigentes hoy en día, se recogen en la publicación especial del European Mariculture Society, nº 7. I

circuito puede estar provocado de forma natural por corrientes, o impulsado por bombas o por aire (air-lifts), que pueden situarse en instalaciones en tierra firme (Figuras 12 y 13), o suspendidos en batea (Figura 14).

En Europa el desarrollo más amplio de estas instalaciones se alcanzó a inicios de los años ochenta y supuso un gran impulso en las cotas de producción y rentabilidad de los criaderos industriales más importantes. Siendo habitual que un criadero, de forma asociada o independiente, disponga de varios emplazamientos de semillero, incluso en países diferentes al del origen de la producción. Esto permite diversificar los riesgos a través de diversos emplazamientos y disponer de semilla en cualquier momento en función de las demandas del mercado.

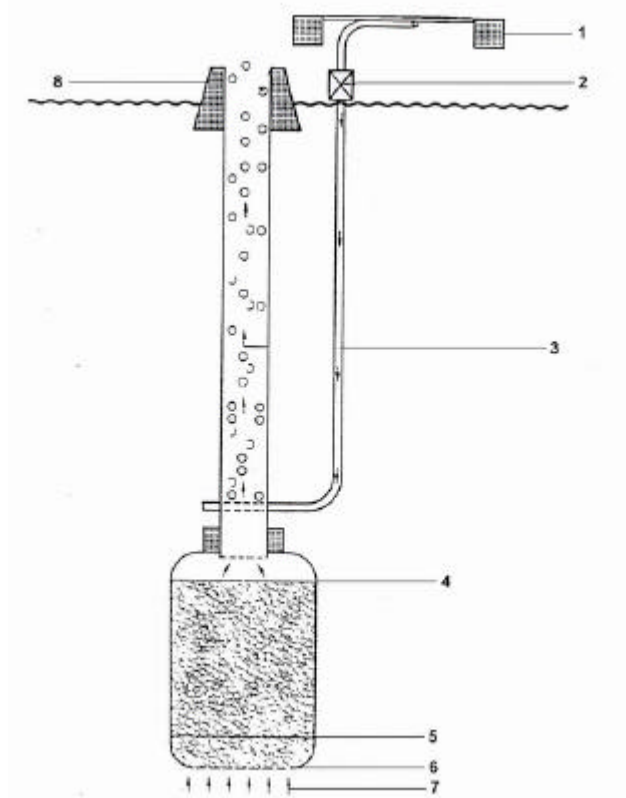


Figura 12 - Instalación de semillero para preengorde y endurecimiento de la semilla para siembra al exterior: tanques de 100 m³ para producción de fitoplacton y sistema de "upweling" para el mantenimiento de la semilla. (Instalaciones de Remagro en O grove, Pontevedra).



Figura 13 - Instalación de semillero en Tina Menor (Santander). Con capacidad para preengordar hasta 150 millones de unidades de semilla.

**Unidad de preengorde para semilla de moluscos
(sistema adaptado del propuesto por Meter Wilians, 1981)**



1. Travesaño de la balsa
2. Aporte de aire a presión
3. "Airlift"
4. Volumen inicial que ocupa la semilla
5. Volumen final que puede alcanzar la semilla
6. Malla de red con la luz adecuada para la semilla
7. Flujo de entrada de agua al sistema
8. Punto de amarre a la balsa, reforzado con sistema de flotación

Figura 14 - Sistema para preengorde de semilla, suspendido en balsa.

Criadero	Captación natural
<ul style="list-style-type: none"> - La semilla se obtiene de forma regular - Instalaciones en tierra, generalmente costosas y de corta amortización - Permite seleccionar progenitores y rasgos de los parentales - Necesita personal cualificado - A escala industrial se desencadenan problemas patológicos que no aparecen a nivel laboratorio, ni el medio natural - Necesitan el apoyo y complemento de semillero - Necesitan de personal cualificado y experto para el cultivo de la pequeña semilla 	<ul style="list-style-type: none"> - La obtención de semilla es aleatoria y masiva - La semilla desde el inicio está más endurecida y adaptada a las condiciones exteriores - La obtención de semilla necesita grandes superficies de uso de la zona marítima - No es posible la selección de progenitores - No es posible la selección dirigida de líneas resistentes o con determinados rasgos

Tabla 2 - La producción de semilla para cultivo: Criadero y semillero versus captación natural.

2. Cultivo Exterior de la Semilla: Engorde hasta su Comercialización

El cultivo de la ostra en batea como se practica en Galicia surge con la desaparición de los bancos naturales, principalmente en las Rías Bajas, situación que algunos autores achacan a la proliferación de las bateas de mejillón (Andreu, 1973). En los años se genera una floreciente industria de engorde de ostra en batea (entre 1970 y 1974 fueron concedidas autorización 820 puntos de fondeo para instalar bateas para el cultivo de ostra plana; y para cultivo en parque de fondo en las Rías Altas de Ortigueira y Ribadeo). En estas bateas, el cultivo en suspendido se hace con semilla importada principalmente de bancos de naturales de ostra en Europa (Italia, Irlanda, Francia) y diversas áreas del Atlántico (Turquía, Grecia, etc). También de semilla captada en colectores en parques ostrícolas, principalmente la Bretaña francesa.

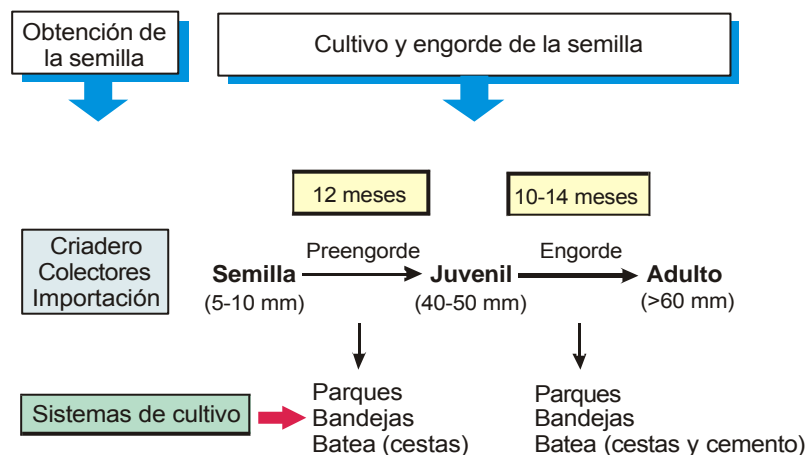


Figura 15 - Esquema del cultivo integral de la ostra plana en Galicia.

En los años ochenta, los ciclos de cultivo se acortan, conforme avanza el riesgo de enfermedad y con ello el de colapso de la producción. El cultivo se realiza partiendo de ostras jóvenes de unos 5 cm de longitud que se cultivan en cestos ostrícolas, o pegadas con cemento en cuerdas en grupos de 2-3 unidades, separados entre sí unos 20 cm¹⁴.

Los resultados y rendimientos del cultivo, según se indica en numerosos trabajos publicados no sigue unas pautas generales. El área de cultivo “limpia” y la

¹⁴ Numerosas publicaciones, algunas de ellas ya citadas anteriormente, hacen referencia a este tipo de cultivo: Perez-Camacho y Román (1985), Román (1989), Guerrero et al. (1984). Guerrero y Cerviño (1989), Guerra (1992), Montes et al (2001), etc.

“calidad” de la semilla son determinantes a partir de estos años para lograr la rentabilidad del mismo.

2.1. Formas de Cultivo

2.1.1. En Batea¹⁵

Es el sistema habitual y tradicional de cultivo de ostra en Galicia. Iniciado en los años setenta al amparo y en paralelo con el cultivo del mejillón. Aunque se utilizan los mismos artefactos flotantes (bateas) que en el mejillón, los sistemas de cultivo de una y otra especie difieren en que en el caso del mejillón genera un “biso” que le permite mantenerse adherida a la cuerda de cultivo. La ostra únicamente genera una vez en la vida, durante el proceso de metamorfosis, el “cemento” equivalente al biso. Por ello para su cultivo debe mantenerse “encerrada” en una caja o cesto ostrícola o bien “pegada” con cemento a la cuerda de cultivo.



Figura 16 - Artefactos para cultivo suspendido.

¹⁵ En la CA de Galicia el Decreto 406/1996 de la Xunta de Galicia, regula las dimensiones y características de las bateas para cultivo de ostra en aguas de la CA: las bateas será como máximo de 550 m², y su lado mayor no podrá superar los 27 m. Estos artefactos solamente podrán estar ubicados en zonas con una profundidad mínima de 7m. Para el cultivo de ostras pegadas a cuerda se permitirá un máximo de 6 cuerdas por m² útil, sin superar las 3.000 cuerdas. Para el cultivo en cestos ostrícolas se permitirá un máximo de 4 cuerdas por m² útil, sin superar las 2.000.

**En cuarterones encajables
en los cestos**



En los cestos cuando la ostra alcanza el tamaño adecuado



Figura 17 - Cultivo en cestos ostrícolas.

Proceso de pegado de la semilla en la cuerda



**Cuerda con ostras pegadas
adultas, listas para la
comercialización**



Figura 18 - Sistema usado para el cultivo suspendido en cuerdas en batea.

2.1.2. En Cultivo en Parque de Fondo

Este tipo de cultivo se practica en zonas intermareales o poco profundas, que quedan descubiertas durante las mareas bajas en los períodos de las mareas vivas. Las ostras pueden depositarse directamente sobre el fondo del parque, o bien dentro de sacos de malla (pochones), con luz diferente en función del tamaño de la semilla. Los sacos ostrícolas se depositan en grupos de seis unidades sobre mesas metálicas, que las mantienen elevadas a unos 20 cm del fondo.

Este tipo de cultivo es característico de los parques ostrícolas franceses, y de las Rías Altas de Galicia.



Figura 19 - Parque intermareal de ostra, en la Ría de Ribadeo.

2.2. Estrategias y Alternativas que Mejoren el Cultivo

Las elevadas mortandades que afectan al cultivo de la ostra plana y que se manifiestan, en los cultivos gallegos principalmente durante el segundo período reproductivo (Montes et al., 1991; Guerra, 1995), cuestionan la viabilidad y rentabilidad del cultivo en función de conseguir poblaciones o grupos de individuos, que no les afecte el parásito *Bonamia ostreae*, que alcancen la talla comercial antes de este “período crítico” próximo al segundo ciclo reproductivo. Estos aspectos, complementados con determinadas actuaciones sobre el cultivo de las poblaciones con alto riesgo de parasitación (Van Banning, 1988), pueden rentabilizar, aún bajo estas circunstancias, el cultivo integral de la ostra. La transmisión de la enfermedad entre las ostras es directa. Los individuos son susceptibles a edad temprana, siendo el contagio posible a lo largo de todo el año, e

influida en su incidencia por diversos factores ambientales. (Beare et al. 1998).

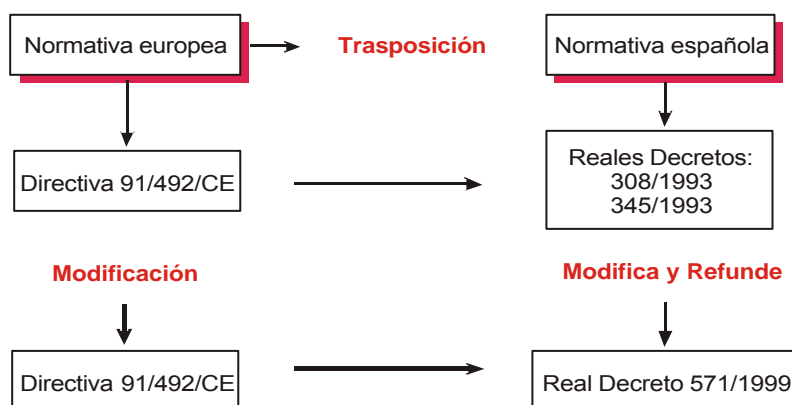
Los numerosos estudios e investigaciones que se centraron en este apartado, se orientan en las dos vías posibles:

- Las que se aplican principalmente en criadero, logrando semilla de ostra con determinados rasgos o características: rápido crecimiento, poblaciones triploides, obtención de estirpes resistentes al parásito *Bonamia ostreae*. El descubrimiento de una cepa o línea de ostra plana resistente a las epizootias, restituiría el papel esencial de los criaderos en la ostricultura.
- Las que deben aplicarse especialmente en el cultivo exterior. Suponen emplear estrategias específicas de cultivo: realizarlo en aguas profundas y a bajas densidades (menos de 10 uds/m²), cultivo en áreas libres de bonamiasis, etc.

3. La Depuración

Los moluscos bivalvos tienen la capacidad de autodepurarse de la contaminación microbiológica que pueden contener en determinadas áreas de cultivo. Estos microorganismos por su patogeneidad o por su cuantía pueden ser causa de enfermedades para el consumidor. La depuración clásica es un proceso mecánico que efectúa el propio animal, limitándose el depurador a administrarle “agua limpia” libre de patógenos”, con la cual el bivalvo lava su aparato digestivo durante un tiempo determinado hasta que los niveles de gérmenes no son perjudiciales para el consumo humano. La finalidad de este proceso es obtener un producto que cumpla con los requisitos legales establecidos y, al mismo tiempo, posea unos parámetros de calidad y salubridad adecuados para su comercialización y consumo.

La normativa relativa a los procesos de depuración y a los moluscos que precisan depuración en función de su origen de extracción, está regulada por normativas de rango europeo (Directiva 91/492), estatal (RD 345/1993 y RD 571/1999) y autonómico en algunos casos. El Real Decreto 345/1993 por el que *“se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos”* define y clasifica, en función de la carga microbiana, las zonas de producción o procedencia de los moluscos bivalvos destinados a depuración. Tiene por objeto *“establecer las normas que deberán aplicarse a la calidad exigible tanto a las aguas como a la producción de moluscos bivalvos vivos, en orden a garantizar su buena calidad para el consumo humano directo o previa transformación”*. En el esquema siguiente se recoge el marco legal en que se desarrollan los procesos de depuración e higiene en moluscos bivalvos para el consumo humano



Los llamados “**centros de depuración**” de moluscos bivalvos”, son instalaciones en tierra en los cuales se realizan los procesos de depuración controlada. En estas instalaciones se proporciona a los moluscos el hábitat (piscinas y agua de mar), idóneo para la descontaminación. En el Real Decreto 571/1999, y también en la Ley 6/1993, de Pesca de Galicia¹⁶, se definen estas instalaciones como *“el establecimiento que dispone de tanques alimentados con agua de mar limpia de manera natural o depurada mediante el tratamiento adecuado, en los que se mantienen los moluscos bivalvos vivos durante el tiempo necesario para que puedan eliminar la contaminación de origen microbiano, con el fin de convertirlos en aptos para el consumo humano”*.

El Real Decreto 308/1993 define la **depuración** de los moluscos bivalvos como todo proceso a que son sometidos para eliminar o disminuir su contaminación hasta límites admitidos por la legislación, debiendo conservar sus caracteres organolépticos, viabilidad, limpieza...

3.1. Métodos y Sistemas de Depuración

El proceso de depuración consiste en mantener los moluscos continuamente y el tiempo suficiente en los tanques alimentados con agua de mar limpia o depurada con un tratamiento adecuado, para conseguir la reducción de la carga microbiana patógena, retenida externa e internamente, hasta conseguir niveles permitidos por la legislación, conservando sus características propias de frescura, limpieza y viabilidad. *“Es un proceso activo y dinámico protagonizado por los propios moluscos, en el que el agua del mar va a ser el elemento purificador y vehículo de descontaminación (Puerta 1995)¹⁷”*.

¹⁶ Se define como **estación depuradora** “la instalación o establecimiento dotado de los medios técnicos necesarios para conseguir la eliminación de gérmenes patógenos en los moluscos vivos destinados al consumo humano”. Se define el **centro de expedición**, como “establecimiento dotado de los medios necesarios en el que se reciben, acondicionan, lavan, clasifican y envasan especies marinas en las condiciones sanitarias establecidas oficialmente para su comercialización y consumo.

¹⁷ Este autor en el libro “la depuración de los moluscos bivalvos” describe con detalle los sistemas y métodos de depuración, tomando como referencia instalaciones ubicadas en Galicia (más del 70% de los centros de depuración que operan en España se ubican en la CA de Galicia).

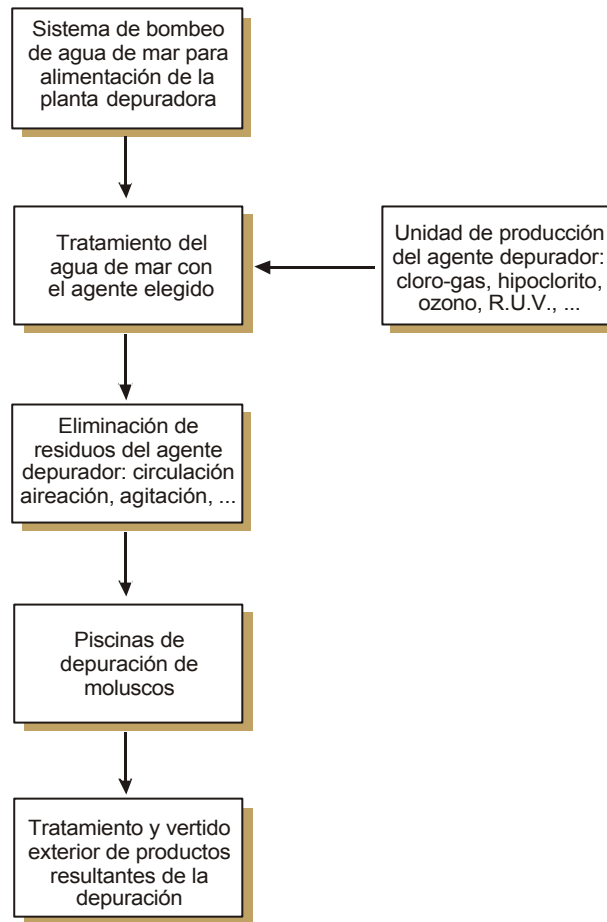


Figura 20 - Esquema de proceso seguido en la depuración en moluscos.
(Modificado de M. Cuña, 1991).

3.2. Repercusiones Biológicas y/o Efectos de la Depuración sobre las Especies

Un molusco bivalvo en condiciones óptimas tiene plena capacidad de filtración, que se merma si está parasitado o padece cualquier enfermedad o cualquier otra alteración. El traslado de su hábitat natural de cultivo a un hábitat controlado, el centro de depuración, con condiciones de estabulación específicas, supone introducir factores de “stress” en el animal que pueden provocar el desove y desnutrición.

3.3. Repercusiones y/o Efectos Sanitarios de la Depuración sobre las Especies

Como se indicó anteriormente por el Real Decreto 345/1993, se fijan las *normas sanitarias aplicables a la producción y con la puesta en el mercado de*

moluscos bivalvos vivos. Por otra parte por el Real Decreto 308/1993 se fijan las normas sanitarias aplicables a la comercialización de los moluscos bivalvos vivos.

En el informe McAlister (1999), se indica en el capítulo dedicado al “análisis de restricciones de salud y medio ambiente durante los últimos diez años, que *“la calidad microbiana del agua ha sido una restricción importante en la industria conquícola en gran parte de la UE. El costo de las medidas de depuración establecidas en la Disposición 91/492 CEE es muy significativa para los productores. La interpretación de la disposición varía entre los Estados Miembros. El Departamento de Alimentación y Veterinaria de la Comisión, ha analizado y confirmado esta situación, lo que indica la probabilidad de que la Reglamentación mencionada sea sometida a actualizaciones y aclaraciones correspondientes”.*

La transposición de la Directiva 91/492/CEE de 15 de julio de 1991, afecta parcialmente a los anteriores Reales Decretos. Por el Real Decreto 571/1999, *se fijan las normas sanitarias aplicables a la producción y puesta en el mercado de moluscos bivalvos vivos.*

4. Bibliografía

- ABALDE J., CID A., FIDALGO P., TORRES E. y C. HERRERO. (1995). Microalgas, cultivo y aplicaciones. Universidad de La Coruña (Ed). La Coruña. 109 pp.
- BAYES, J. C. (1981). Round tables discussion on nursery rearing technologies. In C. Claus. N. De Paw and Jaspers (Ed.). Nursery Culturing Bivalve Molluscs E.M.S. Special Publication 7: 337-358.
- BAYES, J.C. (1981). Forced upwelling nurseries for oysters and clams using impounded water systems. In C. Claus. N. De Paw and Jaspers (Ed.). Nursery Culturing Bivalve Molluscs E.M.S. Special Publication 7: 73-83.
- BAYES, J.C. (1987). Acondicionamiento y engorde de ostra. Cuad. Marrisq. Public. Tec. 10: 35-42.
- BAUD JP, GERARD A, NACIRI-GRAVEN (1991). Comparative growth and mortality of *Bonamia ostreae* -resistant and wild flat oysters, *Ostrea edulis*, in an intensive system, I. First year of experiment. *Mar. Biol.*, 130: 71-79.
- BARNABE G (1990). Harvesting microalgae. In: Aquacultura. Vol I. Barnabé, G. (Ed.). Ellis Horwood, New York, pp 207-212.
- COON, S. L.; BONAR, D. B & WEINER, R. M (1986). Chemical production of cultchless oyster spat using epinephrine. *Aquaculture*, 58: 255-262.
- COUTTEAU, P. & SORGELOOS, P. (1992). The requirement for live algae and their replacement by artificial diets in the hatchery and nursery rearing of bivalve molluscs: an international survey. *J. Shellfish Res.*, 11(2): 467-476.
- DE PAUW, N. & PERSOONE, G (1988). Micro-algae for aquaculture. In: Micro-algal Biotechnology. Borowitzka, M.A. and Borowitzka (Eds). Cambridge University Press, Cambridge, U.K., pp 197-221.
- DIJKEMA, R (1997). Molluscan Fisheries and Culture in the Netherlands. p. 115-135. In: U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 129.
- DUPUY, J. WINDSORD, N. & SUTTON, CH. (1977). Manual and operation of an oyster seed hatchery for the american *Crassostrea virginica*. Special report n° 142 in Applied Marine Science. VIMS.

EMS. (1981). Nursery culturing of bivalve Mollusc. Proceedings of the International Workshop. Special publication n° 7. Claus C., N. De Pauw, E. Jasper (Eds). Bélgica.

FAO. (2000). Estadística de Pesca 1998.

FERREIRO, M.; PEREZ-CAMACHO, A.; LABARTA, U.; BEIRAS, R.; PLANAS, M. & FERNANDEZ-REIRIZ M (1990). Changes in the biochemical composition of *Ostrea edulis* larvae fed on different food regimes. *Mar. biol.* Vol. 106, n° 3, pp 395-401.

GRIZEL, H. (1985). Etude des recentes epizooties de l'huitre plate *Ostrea edulis* L. Et leur impact Sur l'ostreiculture Bretonne. Ph D. Thesis, Univ. Sci. Techn. Languedoc, Acad. Montpellier.

GUERRA, A. (1979). Producción de semilla de almeja y ostra en la Planta de Cultivos Marinos de Ribadeo. Cuadernos Marisqueros, n° 1: 14 pp.

GUERRA, A (1984). Desarrollo y alternativas de los cultivos de ostra en Galicia. *Alimentaria*, 21. 21 (158): 89-91

GUERRA, A. (1985). La ostricultura en las Rías Altas Gallegas: resumen de 10 anos de experiencias. *Cuadernos de la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación*. Xunta de Galicia: 24 pp.

GUERRERO, S. (1995). Análisis de producción de ostra plana (*Ostrea edulis* L.) en las fases de cría, semilla y engorde. Estrategias para el cultivo comercial en Galicia. Tesis *Doctoral*. Univ. de Santiago. La Coruña.

GUERRERO, S. y CERVINO, A. (1989). Crecimiento de semilla de ostra en cultivo suspendido en las Rías Gallegas. *Bol. Inst. Oceanogr. Oriente* 28: 185-191

GUERRERO, S. y SILVA, A (1984). Cultivo exterior de larvas de ostra (*Ostrea edulis*, L.). Cuadernos da Area de Ciencias Mariñas. Seminario de Estudos Galegos 1: 551-567.

GUERRERO, S.; FARINA, T.T. y SILVA, A.A (1981). Large-scale outdoor algal production for rearing seed oysters and clams to juvenil stage In: C.Claus. N. De Pauw and Jaspers (Ed.) *Nursery Culturing Bivalve Mollusc E.M.S. Special publication* 7: 117-139.

HIS E., ROBERT R. (1987). Impact des facteurs anthropiques sur le recrutement de l'huitre. L'exemple du bassin d'Arcachon. *Oceams* 13. Pp: 317-335.

JONES, G. y JONES, B. (1982). Methods for setting hatchery produced oyster larvae. Information report n° 4. Marine Resources Branch Ministry. Province of British Columbia. Canada. 62 pp

KORRINGA, P. (1976). Farming the flat oysters of genus *Ostrea*. In: Developments in Aquaculture and Fisheries Science (2). Elviesier Scientific Publishing Company. Amsterdam, Oxford, New York: 240 pp.

LAING, I. (1990). Dried algae diets for rearing bivalve spat. *Aquaculture*. 65: 243-249.

LAING, I. (1991). Cultivation of marine unicellular algae. MAFF Laboratory Leaflet Number 67. Directorate of Fisheries Research, Lowestoft, UK. 31 pp.

LAING, I. (1999). Conwy laboratory closes. *Fish Farming Int.* Vol. 26(11). P: 6-9.

LAVENS, P. & SOORGELOOS, P. (1996). Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. N° 361. Rome. FOA. 295pp.

LE BORGNE I. La reproducción controlada de los moluscos bivalvos.

LUCAS, A. (1981). Le rôle du naissain d'ecloserie dans la culture des bivalves en 1980. Tiré à part de La Peche maritime. 4 pp.

MacALISTER E. and PARTNERS Ltd. (1999). Forward study of community aquaculture. European Commision. Directorate General Fisheries.

MAPA. 2001. Libro Blanco de la Acuicultura en Espana. T.II. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion. Madrid.

NACIRI-GRAVEN Y, HAURE J, GERARD A, BAUD J-P (1999). Comparative growth and mortality of *Bonamia ostreae* -resistant and wild flat oysters, *Ostrea edulis*, in an intensive system, II. First year of experiment. *Aquaculture*, 171: 195-208.

PEREZ-CAMACHO (1987). La producción de semilla de ostra en criadero. Cuaderno da Area de Ciencias Mariñas. Seminario de Estudos Galegos. 2: 19-30

PIGEOT, J. (1994). L'huitre. Un produit phare de l'aquaculture francaise. CRDP de Poitou-Charentes. France. 90 pp.

POLANCO, E. (1991). Estudio fisiopatológico de dos poblaciones de ostra (*Ostrea edulis*, L.). Tesis doctoral. Univ. de Málaga. España.

- RENE R. & A. GERARD. (1999). Bivalve hatchery technology: The current situation for the Pacific oyster (*Crassostrea gigas* and the scallop *Pecten maximus* in France. *Aquat. Living Resources*. 12 (2). pp 121-130.
- ROBERT R. (1995). Visite des trois ecloseries industrielles de mollusques bivalves dans l'Etat de Washington (E.U.) et en Colombie Britannique (Canada): rôle et importances Equinoxe.n° 50: 19-31 p
- SILVA, A., A. (1995). Cultivo en hatchery de moluscos bivalvos. Influencia del medio marino. *La Acuicultura Marina en Galicia*. 2ª Xornadas de Medio Marino e Acuicultura. Edicións do Castro (Ed.). pp: 39-56.
- STANLEY, ALLEN y HIDU. (1981). *Aquaculture*.. 37: 147-155.
- UTTING, S.D. and SPENCER, B.E. (1991). The hatchery culture of bivalve molluscs larvae and juveniles. MAFF Laboratory Leaflet Number 68. Directorate of Fisheries Research, Lowestoft, UK. 31 pp.
- VIEITES M. J. & LEIRA S. F. (2000). Incidence of Marine Toxins on Industrial Activity. P. 741-759. *In*: Luis M. Botana, eds. *Seafood and Freshwater Toxins*. Marcel Dekker, Inc. New York. Basel.
- VONSHAK, A. (1986). Laboratory techniques for the cultivation of microalgae. *In*: CRC Handbook of microalgal mass culture. Richmond A. (Ed.). CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, pp 117-145.
- WALNE PR. (1970). Present problems in the culture of the larvae of *Ostrea edulis* L. *Helgolander Wiss Meesunters* 20:514-525
- WALNE PR. (1974). *Culture of Bivalve Molluscs, 50 Years Experience at Conwy*. Fishing News Books, West Byfleet. 173 pp.
- WAUGH, D. (1957). Oyster production in the rivers Crouch and Road, Essex from 1950 to 1954. *Fish Inv. Ser. II, XXI* (1): 51 pp.
- WATSON R.H, JONES G.G. & JONES BL. (1988). Using centrifuged algae for feeding oyster larvae. *J. Shellfish Res.*.. vol. 7, na 1, pp 136.
- XUNTA DE GALICIA. (1991). *Unidades didácticas de Acuicultura*. Consellería de Pesca Marisqueo e Acuicultura. Santiago. La Coruña.