

INDICE:

CAPITULO 1: ¿DONDE INSTALAR UN CRIADERO DE MOLUSCOS?	6
1. EL EMPLAZAMIENTO DEL CRIADERO.....	6
1.1. Condiciones generales del emplazamiento	6
2. CONDICIONES DEL SUELO.....	7
3. CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA.....	7
3.1. Cantidad	7
3.2. Calidad	7
3.2.1. Salinidad.....	7
3.2.2. Temperatura.....	8
3.2.3. Contaminación.....	8
3.2.4. Materia orgánica en suspensión.....	9
3.2.5. Turbidez.....	9
3.2.6. pH.....	9
4. FACIL CAPTACION.....	9
5. ENERGIA.....	9
CAPITULO 2: CAPTACION DEL AGUA	11
1. TOMA DE AGUA.....	11
1.1 Sistemas para la captación del agua	11
1.1.1. Captación directa por tubería de aspiración.....	11
1.1.2. Captación directa por canal abierto o tubería enterrada.....	13
1.1.3. Captación mediante pozos.....	13
2. ESTACION DE BOMBEO.....	13
2.1. En aspiración	13
2.2. En carga	13
3. ELECCION DE BOMBAS.....	13
CAPITULO 3: TRATAMIENTO DEL AGUA 1: DECANTACION Y FILTRACION	15
1. DECANTACION.....	15
1.1. La piscina como sistema de decantación	15
1.2. La piscina como estanque regulador y de almacenamiento	15
1.3. Recipientes industriales	16
2. FILTRACION.....	16
2.1. Filtración mecánica	16
2.1.1. Por centrifugación.....	16
2.1.2. Por poro constante.....	17
2.2. Filtración biológica	19
2.3. Filtración química	19
CAPITULO 4: TRATAMIENTO DEL AGUA 2: ESTERILIZACION, CALENTAMIENTO Y REFRIGERACION	20
1. ESTERILIZACION.....	20
1.1. Por Radiación Ultravioleta	20
1.1.1. Al aire libre.....	20
1.1.2. A presión.....	20
1.2. Por ozono	21
1.3. Por cloro	21
2. CALENTAMIENTO Y REFRIGERACION.....	21
2.1. Calentamiento	22
2.1.1. Directo.....	22
2.1.2. Indirecto.....	22
2.2. Refrigeración	23

CAPITULO 5: TRATAMIENTO DEL AGUA 3: SALINIDAD Y AIREACION	25
1. CONTROL DE LA SALINIDAD	25
1.1. Medidas preventivas	25
2. AIREACION	26
2.1. Compresores de baja presión	26
2.2. Caudal de aire	26
2.3. Conducciones de aire	26
2.4. Enriquecimiento con anhídrido carbónico	27
CAPITULO 6: DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL INTERIOR DEL CRIADERO	29
1. DEPOSITOS ELEVADOS	29
1.1. Altura	29
1.2. Ubicación	29
2. ACCESORIOS Y MATERIALES DE LAS BOMBAS Y LOS DEPOSITOS	30
3. DISTRIBUCION DE AGUA EN EL INTERIOR DEL CRIADERO	30
3.1. Accesorios	30
3.2.1. Válvulas y grifos	30
3.2.2. Accesorios para la lijación de tuberías	30
4. CONTENEDORES: RECIPIENTES Y PISCINAS INTERIORES	31
CAPITULO 7: RECIRCULACION DEL AGUA	33
1. CONDICIONES DEL SISTEMA	33
CAPITULO 8: ESTRUCTURA DEL CRIADERO	35
1. SECCION DE REPRODUCTORES	35
1.1. El modelo	35
1.2. Requerimiento	36
2. SECCION DE CULTIVO DE LARVAS	37
2.1. El modelo	37
3. SECCION DE CULTIVO DE CRIA	38
3.1. Elementos y unidades	38
4. SECCION DE CULTIVO DE FITOPLANCTON	39
4.1. Cultivo en pequeños volúmenes	39
4.1.1. Requerimientos	40
4.1.2. Estructura	40
4.1.3. Elementos auxiliares	40
4.2. Cultivo en grandes volúmenes	40
4.2.1. Emplazamiento	40
4.2.2. Recipientes	40
4.2.3. Necesidades de luz	40
4.2.4. Dimensionamiento	41
CAPITULO 9: EL LABORATORIO DEL CRIADERO	43
1. LABORATORIO GENERAL	43
2. LABORATORIO DE FITOPLANCTON	44
TERMINOS DEL TEXTO RECOGIDOS EN EL GLOSARIO	48

1

¿Donde instalar un criadero de moluscos?

1 EL EMPLAZAMIENTO DEL CRIADERO

Una vez decidida la instalación de un criadero de moluscos, el acuicultor ha de elegir el lugar más adecuado para su ubicación, pues de ésta decisión dependerá en gran medida la viabilidad del proyecto.

No se debe ni puede instalar un criadero de moluscos en cualquier parte. El tiempo dedicado a investigar el lugar adecuado para su asentamiento es una de las mejores inversiones que puede realizar el futuro acuicultor. Una elección mal hecha, una decisión apresurada puede llevar al fracaso y al cierre de la industria por muy bien diseñada que esté; en cualquier caso, un error de cálculo en esta cuestión acarreará innumerables problemas y entorpecerá el normal funcionamiento del criadero.

1.1. CONDICIONES GENERALES DEL EMPLAZAMIENTO

Una buena elección ha de estar garantizada por, al menos, la exigencia de tres condiciones:

- Que las características topográficas del lugar sean favorables.
- Que se disponga de cantidad suficiente y buena calidad de agua marina, fácil de captar.
- Que tenga fácil el acceso o enganche a fuentes de energía, fundamentalmente eléctrica.

Una vez cumplidas estas tres exigencias mínimas han de tenerse en cuenta otros factores que, sin ser determinantes, facilitarán enormemente las labores en el futuro criadero.

Destacan, entre otros, los siguientes: acceso fácil para vehículos de transporte, disponer de caudal permanente de agua dulce, terreno suficiente, alejamiento de posibles fuentes de contaminación atmosféricas y, por último, consideraciones laborales y comerciales.



El emplazamiento del criadero ha de elegirse cuidadosamente.

Contenido

1. El emplazamiento del criadero

- 1.1. Condiciones generales del emplazamiento

2. Condiciones del suelo

3. Cantidad y calidad del agua

- 3.1. Cantidad
- 3.2. Calidad
 - 3.2.1. Salinidad
 - 3.2.2. Temperatura
 - 3.2.3. Contaminación
 - 3.2.4. Materia orgánica en suspensión
 - 3.2.5. Turbidez
 - 3.2.6. pH

4. Fácil captación

5. Energía

2 CONDICIONES DEL SUELO

Aunque la superficie total ocupada por un criadero no es excesiva, la dificultad de encontrar terrenos libres en la costa, a borde de mar, impulsa a buscar suelos pobres que, en otros aspectos, no son utilizables ni rentables.

Esta circunstancia no representa problema para el acuicultor, puesto que sus necesidades quedan cubiertas si se satisfacen, siquiera parcialmente, estas otras consideraciones:

a) Cercanía al mar, que abarate los costes y problemas de la captación de agua.

b) Que aguas de una cierta profundidad (algunos metros) se encuentren a escasa distancia de las instalaciones.

c) Que la altura, sobre el nivel de la pleamar, no sea excesiva y dificulte o imposibilite la captación rentable del agua. En este aspecto lo ideal es un terreno ligeramente levantado y en débil depresión hacia el agua.

d) Que esté alejado o fuera de la zona de influencia de posibles focos de contaminación marina o atmosférica.

e) Que cumpla con las disposiciones legales sobre construcciones e instalaciones en zona marítimo-terrestre y alrededores.

Sin embargo, hay otra serie de condiciones que pueden y deben tenerse en cuenta a la hora de elegir el emplazamiento de un criadero. Aunque es prácticamente imposible enumerarlas todas y sabiendo que su incidencia en los costes, rentabilidad o posibilidad del cultivo es muy variable (desde una incidencia casi nula a condicionar absolutamente la instalación), citaremos algunos de esos parámetros:

- Insolación, definida como cantidad de radiación solar directa que recibe el emplazamiento en la unidad de tiempo, que suele expresarse en $Kwh/m^2/año$ o bien en calorías/gramo/minuto.

- Humedad y evaporación.

- Estudio de los vientos de la zona, determinando su dominancia, frecuencia y velocidad.

- Otros factores climáticos, que pueden sintetizarse en gráficas climáticas, como p. ej., el climodiagrama de Walter-Lieth en el que los datos se agrupan por meses.

3 CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA

Independientemente de las condiciones topográficas favorables, el criadero necesita una cantidad suficiente de agua marina de buena calidad, fácil de captar.



El lugar elegido para situar un criadero requiere aguas marinas de calidad.

3.1. CANTIDAD

La cantidad diaria de agua que necesita un criadero de moluscos dependerá, entre otros factores, de su tamaño, de la planificación del trabajo, de la o las especies cultivadas y de la esperanza de producción final de semilla.

Su cálculo ha de basarse en las exigencias de cada una de las secciones del criadero (fitoplancton, reproductores, desarrollo larvario y semilla) y la contabilidad de posibles pérdidas por limpieza, filtraciones, etc. Al estudiar cada una de las secciones y unidades del criadero haremos ese cálculo.

Dado que el agua, para entrar en el criadero, necesita ser bombeada y el bombeo implica consumo de energía, cuanto mayores sean las necesidades de agua, tanto aumentarán los costes de la instalación, por lo que su cálculo se hará lo más exacto posible, aunque siempre dejando un relativo margen de seguridad.

3.2. CALIDAD

La definición de "calidad del agua para el criadero de moluscos" se basa en, al menos, seis parámetros o condiciones fundamentales: salinidad, temperatura, contaminación, partículas en suspensión, turbidez y pH.

3.2.1. Salinidad

Los moluscos en general, y las especies cultivadas en criadero en particular, son seres sensibles en mayor o menor medida (según la especie, la fase de desarrollo y el estado general) a las bajas salinidades, sobre todo si éstas son prolongadas. A modo de ejemplo, salinidades por debajo de las 20 ‰ o 25 ‰ pueden causar fuertes mortandades tanto en los reproductores como en las larvas de ostra.

Por lo tanto, antes de decidirse por un determinado lugar será necesario estudiar las variaciones de salinidad a lo largo del año.

Contaminaciones químicas en el agua marina

Los contaminantes químicos más frecuentes en el agua de mar pueden agruparse en tres grandes grupos: 1) Compuestos inorgánicos 2) Sustancias orgánicas y 3) Compuestos organometálicos.

CONTAMINANTES INORGANICOS

Entre los contaminantes inorgánicos destacan, tanto por su frecuencia como por su toxicidad sobre los seres vivos marinos, sobre todo en los estados larvarios, los metales.

El mercurio y la plata son considerados contaminantes altamente tóxicos, mientras que el cobre, zinc, níquel, plomo y cadmio se valoran como moderadamente tóxicos y el cromo y el manganeso como relativamente tóxicos.

Sin embargo es preciso tener en cuenta que, incluso los compuestos considerados poco tóxicos pueden resultar altamente nocivos para el criadero por afectar a determinadas fases del ciclo vital (por ejemplo, la reproducción o la formación de la concha) de las especies objeto de cultivo.

CONTAMINANTES ORGANICOS

En este grupo se incluyen algunos de los contaminantes más frecuentes de las aguas costeras: residuos de hidrocarburos derivados del petróleo, moléculas tensoactivas de los detergentes, pesticidas, etc.

La toxicidad de los hidrocarburos derivados del petróleo varía entre grandes límites (mejillones y ostras pueden soportar concentraciones de fuel-oil de hasta 1 y 10 ml/l), si bien resultan casi siempre perjudiciales y nocivas para el criadero.

La acción de los vertidos de detergentes es siempre nociva en alto grado, particularmente los no biodegradables.

Los pesticidas de uso agrícola (insecticidas, herbicidas, fungicidas, etc) representan unas 400 materias tóxicas activas de graves repercusiones sobre la flora y fauna marinas en caso de vertidos, derrames o como consecuencia de su simple arrastre por las aguas salvajes, el viento o la lluvia hacia las aguas costeras.

CONTAMINANTES ORGANOMETALICOS

Son compuestos orgánicos que presentan incorporados elementos metálicos, tales como el mercurio, plomo, arsénico, estaño, etc. Se puede afirmar que, con la excepción de los compuestos derivados del arsénico, todos los compuestos organometálicos son más tóxicos para la flora y fauna marinas que los metales de los que derivan. Su importancia deriva de la formación, cada vez más frecuente, de estos compuestos en los residuos industriales que vierten directamente y sin apenas control al mar.

Especial relieve alcanzan los derivados del mercurio y el estaño, sobre todo el fenilmercurio, antiguamente utilizado como pesticida, el metilmercurio, vertido por las fábricas de cloroalcali, y los compuestos organoestánicos, empleados en las pinturas protectoras de los barcos.

Este estudio previo es particularmente importante en el caso de las Rías gallegas, puesto que no es infrecuente el descenso brusco de salinidad por efecto de riadas, lluvias intensas, etc.

En previsión de estos eventuales descensos de la salinidad, y siempre que sean esporádicos y de corta duración, se pueden establecer circuitos de recirculación del agua del criadero y depósitos de reserva que permitan el funcionamiento de las instalaciones durante 1, 2 o más días sin tomar agua del exterior.

3.2.2. Temperatura

Aunque la temperatura del agua exterior no es un factor esencial para los cultivos en el interior del criadero, sí puede afectar decisivamente a los costes de la explotación, ya que aguas frías será necesario calentarlas y aguas excesivamente calientes refrigerarlas.

El estudio previo a la instalación de un criadero en un determinado lugar, debe incluir una gráfica de temperaturas lo más completa posible a lo largo de, como mínimo, uno o dos años.

Aunque no siempre es posible, deben conocerse al menos los siguientes datos, referidos a las estaciones fría y cálida:

- Temperatura mínima absoluta, señalando el mínimo histórico de temperatura registrado en el período de tiempo considerado.
- Temperatura media mínima o valor medio de las mínimas en dicho período.
- Temperatura media o media de los valores encontrados en dicho período.
- Temperatura media máxima o valor medio de las máximas temperaturas encontradas durante el período de tiempo considerado.
- Temperatura máxima absoluta, señalando el máximo histórico de temperatura encontrado en dicho período.

3.2.3. Contaminación

Las larvas y crías de moluscos, particularmente de ostra, y también, aunque en menor grado, los adultos, son muy sensibles a la contaminación, por lo que los criaderos han de instalarse en zonas donde ésta no exista o sea muy baja.

Resultan especialmente tóxicos para los moluscos los metales pesados, sobre todo el cobre, por lo que hay que desechar cualquier lugar próximo a industrias que generen residuos y vertidos de esta naturaleza.

En el mismo sentido, son gravemente perjudiciales los herbicidas y pesticidas de uso agrícola, por lo que el

criadero ha de situarse alejado de zonas agrícolas que drenen sus aguas al mar.

A menudo habrá que tener en cuenta también los desagües del propio criadero, que han de situarse en zona que no afecte al punto de captación de agua.

Por lo tanto, desde este punto de vista son especialmente desaconsejables las cercanías de puertos, fábricas de conserva, industrias contaminantes, zonas agrícolas intensivas, colectores de aguas residuales urbanas o industriales, etc.



El criadero debe disponer de agua de calidad, en cantidad suficiente y fácil de captar. [Centre regional d'applications aquacoles. Le Chateau d'Oleron, Francia].

3.2.4. Materia orgánica en suspensión

Una gran parte de las secciones del criadero (fitoplancton, cultivo de larvas, primeras semillas, etc) requieren agua de mar filtrada por 1 micra, por lo que la elección de aguas que tengan poca materia orgánica en suspensión puede reducir apreciablemente los costes de funcionamiento.

Igualmente sucede con los sedimentos de fondos muy finos, en los que la acción del oleaje, sobre todo de zonas batidas, provoca la aparición de una gran cantidad de partículas en suspensión. Es preciso tener en cuenta que concentraciones de sólidos en el agua del orden de 1 g/l provocan malformaciones en las larvas e inhiben el crecimiento en todas las fases del cultivo de moluscos y del fitoplancton.

Este inconveniente puede limitarse si se dispone de un depósito de agua de mar previo al circuito del criadero, ya que en dicho depósito, además de producirse una cierta sedimentación de las partículas más gruesas, puede instalarse un sistema de filtración gruesa de muy bajo coste.

3.2.5. Turbidez

La turbidez de las aguas, producida como consecuencia de las riadas u otros factores, ha sido citada en

algunos casos como responsable de fuertes mortandades en cultivos de larvas de ostra, siendo necesario alejarse de las zonas en las que este tipo de fenómenos es frecuente.

3.2.6. pH

Para un buen desarrollo y proliferación de las ostras el pH no debe descender de 6,75 durante largo tiempo pero la reproducción sería infructuosa en aguas de pH superior a 9.

Algunas experiencias de laboratorio indican que una fuerte concentración de arcilla puede bajar el pH a 6,4, mientras que las poluciones industriales pueden, por el contrario, elevarlo.

4 FACIL CAPTACION

Como el criadero de moluscos necesita captar diariamente un gran volumen de agua y esta captación exige, a su vez, de instalaciones de bombeo y conducciones adecuadas, cuanto más cerca y fácil sea el acceso al punto de toma de agua tanto más reducidos serán los costes de instalación y mantenimiento.

En el próximo capítulo estudiaremos los sistemas y tipos de tomas de agua. Allí comprenderemos las dificultades que al correcto funcionamiento de un criadero puede añadir una toma incorrecta o de difícil acceso.

5 ENERGIA

Un criadero exige disponer de energía eléctrica permanente puesto que una gran parte de los aparatos esenciales al cultivo y su mantenimiento son aparatos eléctricos: soplantes, bombas, estufas, microscopios, etc.

Este hecho puede representar una dificultad añadida si es que el lugar elegido está sometido a frecuentes y largos cortes de suministro de energía eléctrica ya que sólo con grupos electrógenos suficientemente capaces pueden superarse los problemas.

Por otro lado, el calentamiento constante de grandes volúmenes de agua de mar exige otra fuente de energía, normalmente gasóleo o similares.

Dada la incidencia en los costes de la explotación del capítulo energético, los acuicultores tienden a buscar fórmulas que puedan representar un ahorro de la energía consumida. En este aspecto, es donde puede tener una importancia fundamental, el estudio de la insolación o el régimen eólico de la zona, ya que ambos pueden ser utilizados como fuente de energía, principal o alternativa, particularmente el primero de ellos.

Autoevaluación

1 Definir los siguientes conceptos:

1. Turbidez
2. pH
3. Climodiagrama
4. Salinidad

2 Señalar en la casilla correspondiente los factores **ESENCIALES, IMPORTANTES y RELATIVAMENTE IMPORTANTES**, a la hora de elegir el emplazamiento de un criadero:

	ESENCIAL	IMPORTANTE	REL. IMPORTANTE
Salinidad adecuada			
pH adecuado			
T. ^a adecuada			
Escasa contaminación			
Pocas partículas en suspensión			

Aplicaciones

1 Escoger tres ayuntamientos costeros de Galicia conocidos. Buscar un mapa de gran escala, p. ej., de 1:50.000, y situar, razonándolo, los tres lugares que pudieran ser mejores para la instalación de un criadero.

2 ¿Es posible instalar un criadero de moluscos en un lugar que no tenga la posibilidad de enganchar con la red eléctrica general?. Razonar la respuesta.

3 La legislación española impone una serie de condiciones a la construcción de edificios y empresas en la zona costera. ¿Cómo afecta a la construcción de criaderos?.

Conoce tu entorno

1 Escoger un criadero que se conozca o pueda visitar (p. ej., el del propio centro) y valorar su ubicación según lo estudiado en este capítulo.

2 Consultando a la administración que corresponda (Delgaciones de la administración pesquera, etc) elaborar un mapa de los criaderos de moluscos existentes en la provincia más próxima.

3 Escoger algún lugar costero de una zona próxima al centro en que se esté estudiando. Con ayuda de la bibliografía adecuada (o consultando en el organismo que corresponda de la administración) elaborar una ficha lo más completa posible para valorar su idoneidad como emplazamiento de un criadero de moluscos.

4 Con ayuda de la bibliografía adecuada, buscar una gráfica lo más completa posible de temperaturas del agua del mar en un estuario o ría. Estudiarla y hallar los siguientes datos:

- Temperatura mínima absoluta
- Temperatura media mínima
- Temperatura media
- Temperatura media máxima
- Temperatura máxima absoluta

2

Captación del agua

En el anterior capítulo hacíamos referencia a la necesidad de disponer de agua marina en cantidad suficiente, por lo que el primer problema que se le plantea al criadero es como captarla.

Aunque no es frecuente, un criadero podría estar instalado tierra adentro, lejos del mar. Bastaría con transportar, en las cantidades necesarias, el agua en camiones-cisterna. Esto es lo que se hace, parcialmente, por ejemplo, en el criadero de ostras de Lewes en Delaware (Estados Unidos). Sin embargo, hasta el momento, el elevado coste del transporte no compensa los beneficios derivados de poder elegir diariamente el punto de captación del agua.

1 TOMA DE AGUA

La captación de agua de mar, su bombeo y transporte hasta el primer estanque (piscina de regulación y almacenamiento), requiere dar respuesta a una serie de preguntas:

- Donde situar el punto inicial de la instalación
- ¿Qué condiciones han de tenerse en cuenta en dicho punto?
- Condiciones que han de cumplir las tuberías y sus anclajes
- Situación de las bombas
- Elección de las bombas

1.1. SISTEMAS PARA LA CAPTACION DEL AGUA

Los sistemas de captación de agua comunes en acuicultura, pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- a.- Captación directa del mar mediante tubería de aspiración.
- b.- Captación directa del mar mediante canales o tuberías enterradas.
- c.- Captación a través de pozos

1.1.1. Captación directa por tubería de aspiración

La captación directa del mar mediante tubería de aspiración es el sistema más usado en acuicultura, quizás debido al bajo coste de su instalación en relación a otras modalidades.

Sin embargo puede presentar una serie de inconvenientes que han de preverse a fin de obtener un buen rendimiento.

- Anclaje. Si la zona donde se ha decidido instalar el criadero es muy batida, la tubería ha de estar bien anclada al fondo y ser resistente.
- Separación del fondo. La boca de aspiración ha de estar separada del fondo, sobre todo si éste es de grano fino, para evitar que con el agua entren numerosas partículas sólidas en suspensión.

Contenido

1. Toma de agua

- 1.1. Sistemas para la captación del agua
 - 1.1.1. Captación directa por tubería de aspiración
 - 1.1.2. Captación directa por canal abierto o tubería enterrada
 - 1.1.3. Captación mediante pozos

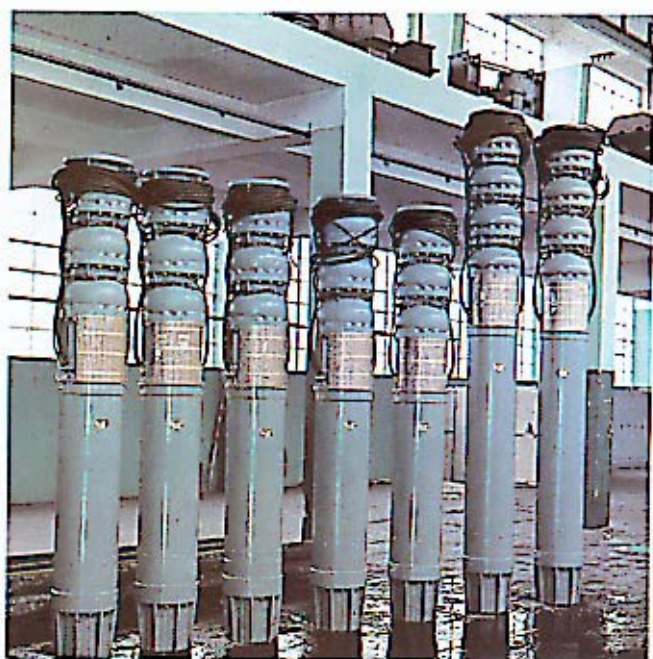
2. Estación de bombeo

- 2.1. En aspiración
- 2.2. En carga

3. Elección de bombas

Tipos de bombas hidráulicas

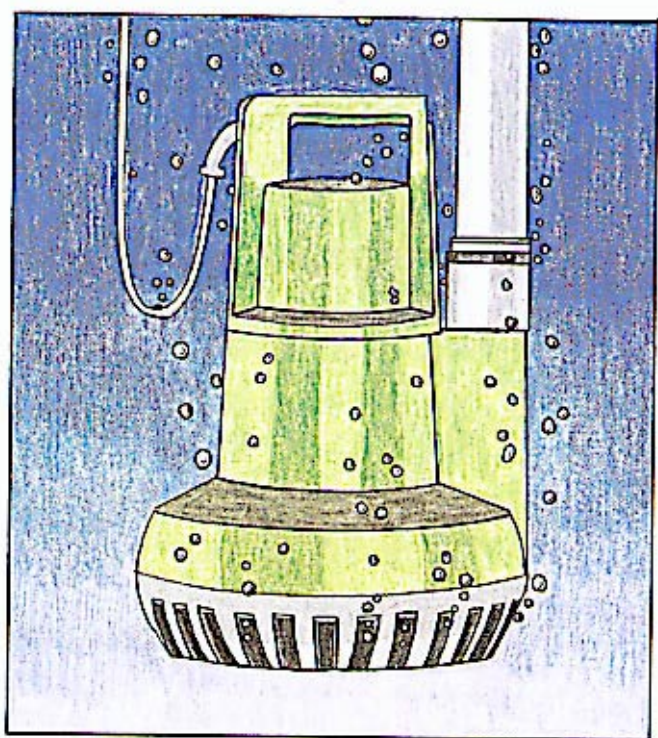
TIPO	USOS	OBSERVACIONES
ALTERNATIVA	Extracción pozo poco profundo. Alimentación calderas	Fuertes pulsaciones que pueden con una cámara neumática. Alt. Máx. de aspiración: 7,5 m.
ALTERNATIVA PARA POZO PROFUNDO	Pozo profundo	Sumergida. Puede llevar cámara neumática
DE PISTON	Para bombeo interior	7,5 m de altura máx. de aspiración
EYECTOR DE PROFUNDIDAD	Captación de agua profundas	Sumergida
TURBINA DE ROJETES	Captación de aguas profundas	Sumergida
DE ROJETES MÚLTIPLES O MOTOR SUMERGIDO	Captación de agua profundas	Sumergida. Grandes caudales
CENTRIFUGA	Captación aguas exteriores y elevación de las interiores	Exige el cebado



Las Bombas sumergibles abarcan una amplia gama, desde pequeños caudales a gran altura hasta grandes caudales a alturas reducidas. (Indar, S.A.).



Bomba de hélice destinada a elevación de grandes caudales (Indar, S.A.).



Representación de una bomba sumergible.

- **Limpieza fácil.** Ha de buscarse un sistema de limpieza de las tuberías (o en su defecto, de fácil desmonte y sustitución) y punto de toma ya que no es infrecuente que una acumulación importante de algas lo obture. Con el fin de evitar este último peligro puede recurrirse a varios procedimientos, aunque ninguno absolutamente eficaz. Destacamos, entre otros posibles, la construcción, en la toma, de pozos de hormigón con tapa perforada con cesta y colador.

- **Evitar aguas superficiales.** Ha de elegirse bien la profundidad a que ha de estar la boca de aspiración a fin de evitar la captación de aguas muy superficiales, siempre más sometidas a contaminación por aceites, grasas e, incluso, a capas de agua dulce.

Este hecho exige, por lo tanto, un estudio previo de las mareas en la zona de tal modo que la boca de aspiración quede (durante el tiempo que ha de usarse) a suficientes metros de profundidad (de 2 m en adelante).

1.1.2. Captación directa por canal abierto o tubería enterrada

En la captación directa de agua marina por el sistema de canal abierto o tubería enterrada, el agua fluye por la fuerza de la gravedad a través de canales abiertos o tuberías enterradas hasta un depósito o cámara en la que el agua se remansa.

1.1.3. Captación mediante pozos

La captación a través de pozos de agua salada se realiza en zonas arenosas de playas situadas en la costa o cerca de ella por lo que su uso está restringido a áreas muy determinadas. Por otro lado, si bien las aguas captadas por este método tienen la ventaja de llegar previamente filtradas por la arena también tienen el inconveniente de mantener caudales limitados, a menudo muy bajos para las necesidades de un criadero de medianas dimensiones.

2 ESTACION DE BOMBEO

Con respecto al nivel del mar, las bombas pueden estar situadas de dos modos:

- a) En ASPIRACION
- b) En CARGA

2.1. EN ASPIRACION

La bomba se sitúa por encima del nivel de agua, por lo que es preciso que la tubería que va desde la boca de aspiración a la bomba esté previamente "cebada", es decir, con agua permanente. Para conseguirlo se suele recurrir a una bomba de cebado, si bien no siempre es tarea fácil ya que depende en gran medida de la longitud y diámetro de la tubería de aspiración. A mayor longitud y diámetro de la tubería mayor es la dificultad del "cebado".

Para disminuir los riesgos de descarga de la tubería ("desecebado") se suelen colocar válvulas de retención en la tubería de aspiración, que impiden el retroceso del agua dentro del tubo, si bien en el mercado hay un amplio surtido de bombas con "autocebado".

2.2. EN CARGA

La bomba se sitúa por debajo del nivel del agua por lo que esta llega por gravedad hasta la bomba y no necesita ser cebada. La modalidad más usual de bombeo en carga es la que realizan las "bombas sumergibles" o "Bombas sumergidas" en las que todo el cuerpo de la bomba está bajo el agua.

3 ELECCION DE LAS BOMBAS

En las estaciones de bombeo de acuicultura se suelen utilizar dos tipos de bombas: las BOMBAS CENTRIFUGAS y las BOMBAS ROTATORIAS, siendo las más utilizadas las primeras.

Características de las bombas centrífugas y las rotativas

- La Bombas centrífugas impulsan el agua mediante un rodete que gira a gran velocidad merced a un motor eléctrico. la rotación crea una fuerza centrífuga que hace que el agua se aleje del rodete en dirección a la salida.

- La Bombas rotativas constan de una caja y uno o varios rotores que empujan el agua desde el lado de baja presión hacia el lado de alta presión.

Cuando se desea bombear elevados caudales con alguna manométrica de aspiración pequeñas, es frecuente la utilización de bombas rotativas de "hélice", que elevan mecánicamente el agua mediante el giro de la hélice, mientras que cuando la elevación del agua sobrepasa la decena de metros y los caudales no son muy levados, se suelen utilizar las bombas centrífugas.

Autoevaluación

1 ¿Qué terminos responden a las siguientes definiciones?:

La válvula que evita el retroceso del agua en la tubería de aspiración se llama	
La bomba que se sitúa por debajo del nivel del mar, se dice que está en	
En el extremo de la tubería de aspiración se encuentra la	
Las bombas que impulsan el agua mediante un rodete que gira gracias a un motor eléctrico se llama	
Las bombas que impulsan el agua desde el lado de baja presión hacia el de alta se llaman	

2 Con ayuda de un diccionario encontrar el significado de los siguientes términos:

- | | |
|-----------------------|---------------|
| A. Rodete | E. Bombeo |
| B. Fuerza centrífuga | F. Aspiración |
| C. Altura manométrica | G. Cebado |
| D. Caudal | H. Válvula |

3 Relacionar entre sí estas dos series de términos:

1	Tubería en aspiración	A	Bomba sumergida		
2	Bombeo en carga	B	Reducida altura manométrica		
3	Bomba centrífuga	C	Cebado		
4	Bomba rotativa	D	Gran altura manométrica		

4 Señalar cual de estas frases es verdadera y cual falsa:

- Es posible elevar a más de 20 metros el agua con una bomba rotativa.
- Es posible movilizar grandes, p. ej., 100.000 metros cúbico a la hora, con una bomba rotativa.
- Se puede instalar un criadero sin un estudio previo de las mareas locales.
- La pendiente de la zona internareal e infralitoral tienen mucha importancia a la hora de elegir el emplazamiento de un criadero.

Aplicaciones

1 Elaborar un listado, con sus direcciones, de casas comerciales suministradoras de bombas y solicitar catálogos. Estudiar las diferencias entre las bombas, así como las explicaciones, gráficas y dibujos que lo ilustran. ¿Cuáles serían de aplicación para la toma de un criadero?

2 Se habían solicitado datos sobre elevación del agua desde el punto de toma a un determinado criadero de moluscos. La respuesta fue la siguiente:

a) Toma y aspiración

Se calculó que el criadero necesitaba un consumo de 50 metros cúbicos hora, por lo cual se realizó una toma de agua en la cota - 6,00 (la cota 0,000 en este proyecto es la pleamar), mediante un pozo de hormigón con tapa perforada con cesta y colador.

Una tubería de aspiración de PVC de 200 mm de diámetro interior y 6 atmósferas de presión, hasta la cota + 0,50.

En la cota + 0,50 se instaló la caseta de bombeo, con dos bombas impelente-aspirantes con autocebado y motor de 5,5 C.V. (1 bomba es de reserva). Desde la cota +0,50 y la +10,50 elevarán el agua, mediante tubería de PVC de 200 mm de diámetro interior y 6 atmósferas de presión. En la cota +10,50 verterá el agua en las piscinas de almacenamiento.

La tubería va enterrada a lo largo de todo su trazado, con los correspondientes macizos de anclajes, en hormigón.

b) Rampa varadero

Desde le edificio a la caseta de bombeo está previsto un camino de acceso a la rampa de 3 m de ancho con un pavimento de material seleccionado.

Desde la caseta de bombas hasta la cota - 3,50 se construye una rampa de 3m de ancho con muros de hormigón en masa, el relleno entre muros constituido por pedraplén y es acabado mediante una losa de 20 cm de espesor, también de hormigón.

Justificar, según lo estudiado en los dos primeros capítulos, las siguientes decisiones:

- Elección de la cota de punto de toma a - 6,00 m.
- ¿Por qué en el punto de toma se coloca un pozo de hormigón con tapa perforada con cesta y colador?
- ¿Por qué en la cota + 0,50 se sitúa la caseta de bombas?

D. Explicar las razones más probables que llevaron al ingeniero a elegir unas bombas de esas características:

- Impelente-aspirante
- Con autocebado
- Motor de 5,5 CV

E. ¿Qué fue lo que probablemente movió al ingeniero para enterrar la tubería a lo largo de todo su trazado, con los correspondientes macizos de anclajes, en hormigón?

F. ¿Por qué se construye desde la caseta de bombas hasta la cota - 3,50 m una rampa con muros de hormigón en masa, acabada como indica el texto?

3 Hacer un dibujo a escala de la instalación descrita en el apartado anterior.

3

Tratamiento del agua 1: Decantación y Filtración

El tratamiento del agua busca modificar, mediante diversos métodos y técnicas, las características físico-químicas y biológicas del agua exterior para ajustarla a las necesidades del cultivo. Con las técnicas actuales cualquier agua marina, por muy baja que sea su calidad, es susceptible de convertirse en apta para el cultivo de moluscos. Sin embargo, el elevado coste de esos tratamientos, impone la necesidad de reducirlos lo más posible y desechar aquellos lugares cuyas aguas naturales no reúnan las condiciones mínimas que citábamos en el primer capítulo (temperatura, salinidad, baja contaminación, pH estable, escasa turbidez, etc).

Los tratamientos de agua más usuales en el criadero se refieren a:

- 1) Decantación de partículas sólidas en suspensión
- 2) Filtración
- 3) Esterilización
- 4) Calentamiento-refrigeración
- 5) Control de salinidad
- 6) Aireación - Oxigenación

1 DECANTACION

El agua bombeada del mar no debe ser directamente distribuida hacia el interior del criadero, si no a un recipiente, depósito o estanque (piscina de regulación y almacenamiento) que cumple una doble función: la de provocar la sedimentación de partículas sólidas en suspensión y la de servir de depósito regulador y almacenamiento.

Distintos criaderos emplean diferentes tipos de instalaciones para cumplir esa doble función, si bien se pueden reducir a dos modelos fundamentales:

- Piscinas o estanques
- Recipientes industriales

1.1. LA PISCINA COMO SISTEMA DE DECANTACION

El agua marina lleva siempre, en mayor o menor medida, una cierta cantidad de partículas sólidas en suspensión que es conveniente eliminar, aunque sea en parte, antes de someterla a otros tratamientos. Para ello se recurre a esa primera piscina en la que se vierte el agua impulsada desde la estación de bombeo, que debe cumplir, al menos las siguientes condiciones:

- Tener mayor superficie que profundidad y esta no ser muy grande (hasta 80 ó 100 cm).
- Que las entradas de agua permitan la renovación de toda la masa de agua.
- Que tenga fácil desagüe, para lo cual su suelo debe tener una ligera pendiente.
- Que pueda hacerse una limpieza eficaz, rápida y cómoda con superficies lisas y materiales resistentes.
- Que su superficie no contenga o produzca sustancias tóxicas, nocivas o contaminantes.
- Que el agua permanezca estancada, sin moverse, durante un cierto período de tiempo, entre 15 y 60 minutos.

Contenido

1. Decantación

- 1.1. La piscina como sistema de decantación.
- 1.2. La piscina como estanque regulador y de almacenamiento
- 1.3. Recipientes industriales

2. Filtración

- 2.1. Filtración mecánica
 - 2.1.1. Por centrifugación
 - 2.1.2. Por poro constante
- 2.2. Filtración biológica
- 2.3. Filtración química

1.2. LA PISCINA COMO ESTANQUE REGULADOR Y DE ALMACENAMIENTO

Disponer en todo momento de agua marina suficiente y de calidad es uno, quizás el más importante, de los requisitos del criadero de moluscos.

Pero no siempre el agua exterior cumple las condiciones idóneas para ser introducida en el cultivo. Son frecuentes las alteraciones (contaminaciones ocasionales, descensos bruscos de la salinidad, etc) que obligan a paradas técnicas de la captación de agua. Por otro lado, es preciso prever las posibles averías de la estación de bombeo, la limpieza o el cambio de tuberías de captación, el bloqueo del punto de toma, etc.

En todas estas ocasiones, y aun en otras, se impone la suspensión temporal de la captación del agua exterior sin que, por ello, el criadero deje de funcionar con normalidad, a pleno o parcial rendimiento.

Para resolver estos frecuentes problemas y conseguir que el funcionamiento del criadero no esté permanentemente afectado por estas cuestiones, se impone la necesidad de una piscina o estanque que almacene cantidad suficiente de agua marina.

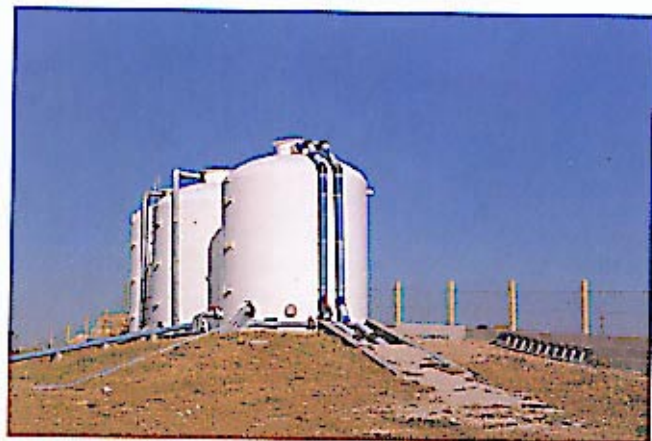
El tamaño y capacidad de este estanque dependerán de la demanda total diaria de agua del criadero (calculando esa demanda total en períodos de máxima ocupación) multiplicada por el número de días que se desee dotar de autonomía al criadero.

Un cálculo más preciso debería tener en cuenta la posibilidad de reducir temporalmente el consumo de agua en todas o algunas secciones del criadero e incluso el recurso final de incorporar, mediante transporte, agua captada en otros lugares.

Numerosos criaderos, ubicados en costas de dos mareas diarias, consideran suficiente que la capacidad del estanque de reserva garantice un día de autonomía. Sin embargo, si el emplazamiento de la toma de agua del criadero se sitúa en puntos frecuentemente afectados por riadas de agua dulce, temporales, contaminaciones esporádicas, etc, la capacidad del estanque debe aumentarse.

1.3. RECIPIENTES INDUSTRIALES

En la actualidad no son pocos los criaderos que prefieren impulsar el agua de toma hacia recipientes de tipo industrial, con capacidad para varias decenas de miles de litros, fabricados con materiales diversos, frecuentemente de fibra de vidrio y poliéster, que permiten mantener el agua aislada de posibles fuentes de contaminación atmosférica y garantizan una limpieza fácil del sedimento al disponer de válvulas y desagües en su parte inferior. Como contrapartida presentan un mayor coste y las posibles dificultades de limpieza en su interior.



Depósito regulador de agua marina en un criadero.

2 FILTRACION

El agua, una vez decantada, ha de ser sometida a filtración para eliminar elementos no deseados. Sin embargo, el grado de filtración necesario no es el mismo para todas las secciones del criadero de moluscos. Así, el agua de la sección de larvas requerirá una filtración más intensa y fina que, por ejemplo, la de la sección de reproductores o semilla.

Dado que los métodos de filtración suelen ser caros (tanto más caros cuanto mayor sea el volumen de agua a filtrar y el grado de filtración que se desee), se comprende fácilmente que, a partir de un determinado grado, la filtración se estructure por secciones.

Existen distintos tipos de filtración. Entre ellos, citaremos los más usuales en acuicultura:

- a) Filtración mecánica
- b) Filtración biológica
- c) Filtración química

2.1. FILTRACION MECANICA

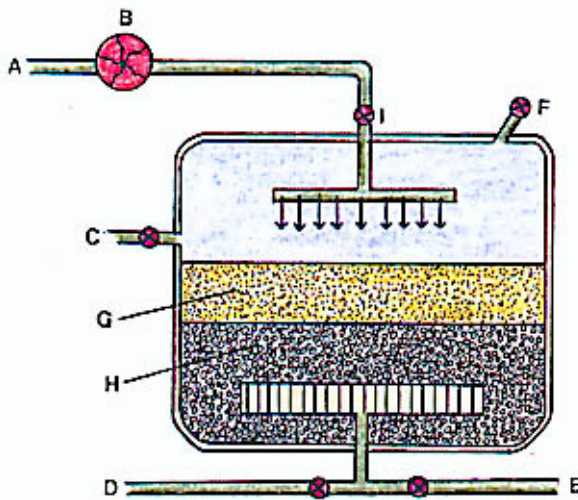
Su objetivo es eliminar las partículas en suspensión. En acuicultura se usan dos métodos: centrifugación y filtración a través de poro constante.

2.1.1. Por centrifugación

La centrifugación no es una filtración propiamente dicha, si no un sistema mecánico para forzar la separación de líquidos de diferente densidad en una emulsión, o de líquidos y sólidos en una suspensión. De este modo, controlando la intensidad de la centrifugación, se pueden separar y retirar del agua marina los sólidos y líquidos no deseados.

Filtros de arena

Un filtro de arena típico es un depósito de poliéster o acero recubierto de epoxi, en cuyo interior se dispone la arena. Puede contener una misma capa de arena y una o dos capas de distintas (usualmente una capa de arena y una o dos capas de grava de distinto tamaño). El grado de filtración depende del diámetro de los granos de arena de la capa más fina, y normalmente es de unas 40-50 micras (aunque según el tipo de arena elegido puede llegar hasta las 20 micras). Las partículas mayores de este tamaño, se quedan retenidas en los espacios existentes entre los granos de arena. La velocidad normal de filtrado oscila entre los 10-20 m³/h por metro cuadrado de lecho filtrante, aunque algunos filtros de gran presión pueden alcanzar los 50 m³/h/m². Cuando el filtro ha retenido muchas partículas, su capacidad de filtración (caudal de filtración) desciende, y se hace preciso lavarlo. Para ello se le introduce agua en dirección opuesta (RETROLAVADO) de tal modo que arrastre hacia el exterior todas las partículas retenidas. En la parte superior del filtro se dispone una válvula para purgar o extraer el aire.



Esquema de funcionamiento de filtro de arena. A. Entrada de agua sin filtrar. B. Bomba. C. Salida de retrolavado. D. Salida de agua filtrada. E. Entrada de retrolavado. F. Purga de aire. G. Arena. H. Grava. I. Válvula.

La centrifugación se realiza mediante centrifugadoras industriales, de las que existe una amplia variedad en el mercado. Sin embargo, en acuicultura, su uso no está muy extendido.

2.1.2. Por poro constante

• La filtración mecánica típica consiste en forzar el paso del agua marina a través de un filtro de poro constante, de modo que las partículas mayores de ese poro no pueden atravesarlo y quedan retenidas por el filtro.

El procedimiento normal en acuicultura de criadero comprende tres fases sucesivas, representadas por otros tantos tipos de filtros: filtros de arena, filtros de cartucho y filtración al vacío o microfiltración. Aunque menos usado, citaremos un cuarto tipo de filtros, los de Tierra de diatomeas, cuyo grado de filtración es equivalente al de los filtros de cartucho.

• Filtración a través de arena

Practicamente todo el agua del criadero ha de sufrir esta primera filtración a través de un filtro de arena que logre retener las partículas mayores de 40 ó 50 μ .



Filtro de arena industrial.

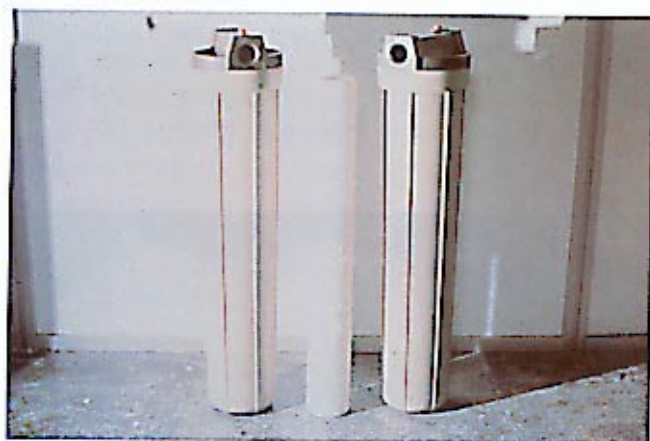
• Filtración a través de cartuchos

El agua destinada a las secciones y unidades de cultivo que requieren una filtración fina, que elimine las partículas mayores de 1 micra, se suele forzar su paso a través de filtros de cartucho. Tal es el caso, del agua destinada al cultivo de larvas, fitoplancton e, incluso, de la semilla menor de 1 mm.

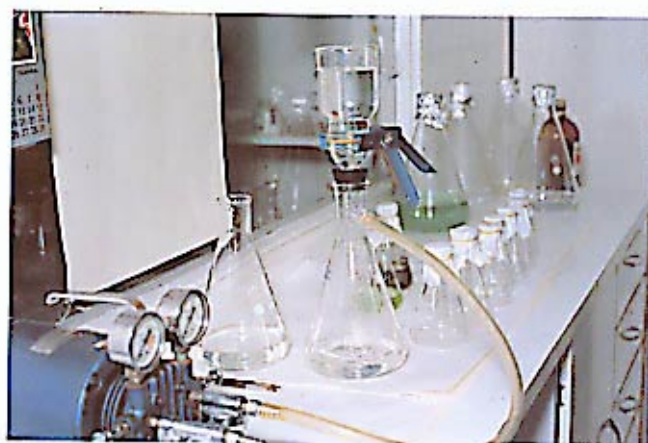
Dado que en el mercado existe gran variedad de filtros de cartucho, con poros de diferentes tamaños, se suelen colocar en serie por orden decreciente de poro. Así, por ejemplo, un primer grupo de filtros que retengan partículas mayores de 20 μ , conectado a un segundo grupo que retiene las mayores de 10 μ y, a continuación de este, un tercer grupo que retenga las mayores de 1 μ o menos.



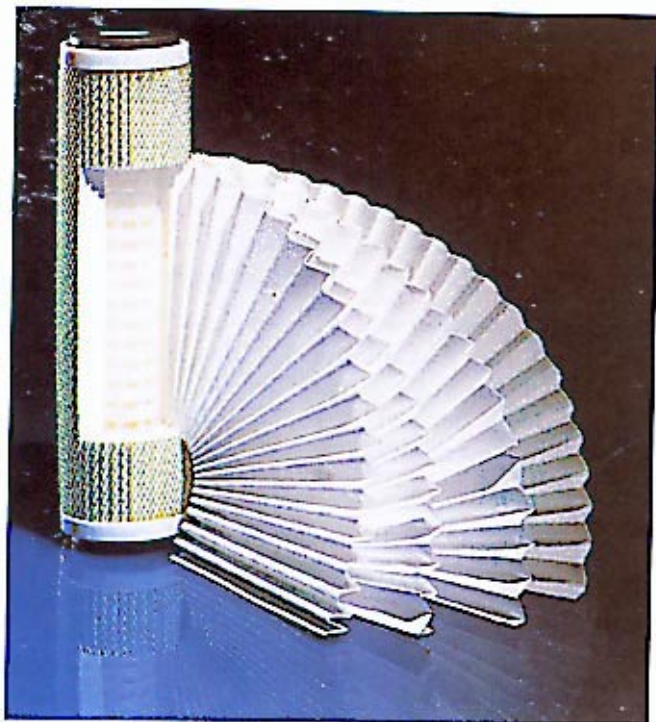
Equipo de filtración industrial con carcassas dispuestas en series de dos, para filtro de cartucho.



2 modelos de carcasa para filtro de cartucho individual y cartucho de filtración.



Equipo de filtración por medio de bomba de vacío.



Cartucho de filtración con medio filtrante plisado (Filtelite).

• Filtración al vacío o microfiltración

Algunas unidades de cultivo de la sección de fitoplancton, tales como los tubo de ensayo, cepas y botellones, en los que es preciso garantizar absolutamente su pureza, requieren agua estéril y filtrada a través de poro igual o menor de $0,45\mu$. Para conseguirlo con casi total garantía se suele recurrir a la microfiltración mediante equipos que fuerzan el paso del agua a través de pequeños filtros de $0,45\mu$ provocando el vacío debajo de la membrana filtrante.

• Filtros de Tierra de diatomeas

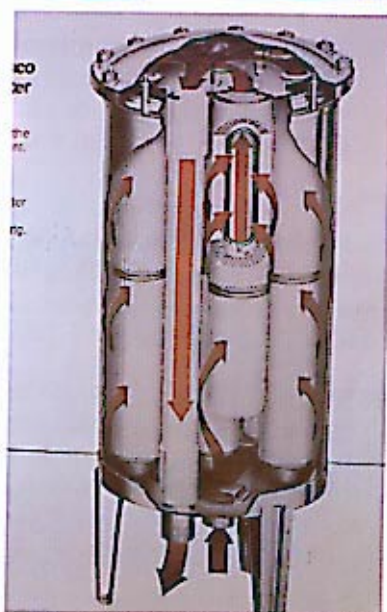
En algunas instalaciones acuícolas se sustituyen los filtros de cartucho por filtros de Tierra de Diatomeas, es decir, por una filtración a través de "arena" formada por los restos esqueléticos de estas algas planctónicas.

Filtros de cartucho

Los filtros de cartucho pueden estar contruidos de materiales muy diversos, y su grado de filtración varía según el tamaño del poro, pudiendo oscilar desde unas pocas decenas de micras hasta menos de 1 micra. Los cartuchos se disponen en el interior de carcasas o portacartuchos que pueden ser también de diversos materiales. La capacidad de filtración depende de la superficie. Así, cuando se necesita filtrar caudales grandes y no es suficiente con un solo cartucho, se recurre a colocar varios en paralelo. Esto se puede conseguir colocando varias carcasas individuales en paralelo, o bien colocando una carcasa múltiple que contenga varios cartuchos en su interior.

La vida media de estos cartuchos depende del grado de suciedad del agua. Las partículas pueden quedar retenidas tanto en la superficie del cartucho como en profundidad. Las partículas que quedan en superficie, pueden ser eliminadas con un simple lavado, eliminar, y van colmatánadolo. Esto se traduce en una disminución del caudal y un aumento de la presión de trabajo (que se puede visualizar colocando un manómetro para medirla) que puede llegar a romper el cartucho. Este punto se conoce vulgarmente como presión de cambio, y antes de llegar a ella, se debe proceder a reemplazar los cartuchos por otros nuevos.

Aurelio Ortega: La Granja de peces



Esquema del funcionamiento de un equipo de filtración para grandes caudales por cartuchos.

2.1. FILTRACION BIOLÓGICA

Aunque muy extendida en las granjas de peces, apenas es usada en los criaderos de moluscos salvo en aquellos casos de instalaciones de circuito cerrado en las que se reutiliza parte del agua.

El objetivo de este tipo de filtración es eliminar el amoníaco y los productos catabólicos. Existen varios métodos de filtración biológica, siendo el más usado el de la fil-

tración microbiana a través de un filtro que contiene gran cantidad de bacterias que reciclan el amoníaco, transformándolo en nitritos y nitratos.

2.2. FILTRACION QUÍMICA

No está muy extendida en los criaderos de moluscos, salvo en algunos casos que utilizan cloro en abundancia para esterilizar el agua y que, en consecuencia, aparece cloro residual que es eliminado mediante filtros de carbón activo.

Actividades

Autoevaluación

1 Señalar la característica principal que diferencia cada uno de los términos de estas palabras emparejadas:

- A) Filtración - Tamizado
- B) Centrifugación - Sedimentación
- C) Materia disuelta - Materia particulada
- D) Volumen - Capacidad

2 ¿Qué relación puede establecerse entre los siguientes conceptos?

- A) Pendiente del fondo de la piscina - limpieza.
- B) Frecuencia de riadas - Capacidad del estanque regulador
- C) Frecuencia de vertidos contaminantes en la zona - régimen de mareas
- D) Tiempo de estancamiento del agua en la piscina - materia sólida en suspensión.

3 Contestar a las siguientes preguntas:

- a) ¿Por qué los acuicultores no filtran el agua del mar directamente por filtros de 1 ó 0,45 μ , ahorrándose la inversión que significa la compra de filtros de arena y baterías de filtros de 20, 10 ó 5 μ ?
- b) ¿Cuál puede ser la razón de que la filtración biológica apenas sea usada en los criaderos de moluscos y, por el contrario, se utilice ampliamente en los criaderos de peces?.

Aplicaciones

1 Suponiendo que es necesario proceder a la limpieza de un estanque regulador y de almacenamiento de las siguientes dimensiones: 10 m de ancho, por 10 m de largo y 1 m de alto, responder a las siguientes cuestiones:

- A. Hacer un listado de materiales que necesitarías.
- B. ¿Qué producto detergente se utilizaría? Calcular la cantidad necesaria.
- C. Cuándo y cómo se procederá al desalojo del detergente. ¿Habría que prever algunos cuidados especiales? ¿Cuáles?.

D. ¿Qué tiempo llevaría la operación a tres personas?.

E. ¿Cada cuanto tiempo debe procederse al vaciado y limpieza general del estanque, según las estaciones del año?.

F. En algunos criaderos situados en emplazamientos cercanos a bosques de pinos, se puede observar que colocan, encima de las piscinas unas cubiertas de plástico. ¿A qué es debido?.

Conoce tu entorno

1 La filtración es una técnica aplicada en gran número de industrias y artefactos. Con ayuda de una enciclopedia, describir los distintos tipos de filtración utilizados en:

- a) Industria vinícola
- b) Industrias lácteas
- c) Laboratorios microbiológicos

2 ¿Qué clase de filtros tienen incorporados los siguientes artefactos?:

- a) Automóviles
- b) Grifos
- c) Cafeteras

3 Visitar una planta depuradora de agua en tu municipio.

- a) ¿Usa alguna clase de filtros? Si la respuesta es afirmativa ¿Cuál o cuáles?.
- b) Calcular el número de filtros usados.
- c) Dibujar su disposición: en batería, en paralelo, etc.
- d) Razonar el por qué de la disposición elegida.

4

Tratamiento del agua 2: Esterilización, calentamiento y refrigeración

1 ESTERILIZACION

Determinadas secciones del criadero, como, por ejemplo, las primeras fases del cultivo de fitoplancton requieren, obligatoriamente, agua estéril. Por otro lado, siempre es deseable y elimina gran cantidad de inconvenientes, la esterilización del agua con destino a la secciones de larvas, primeras fases de la semilla, fitoplancton y laboratorios.

Los principales métodos de esterilización usados en la acuicultura intensiva de moluscos son:

- Filtración mecánica a través de filtros con poro de $0,45 \mu$, ya comentada en el apartado anterior.
- Radiación Ultravioleta
- Ozono
- Cloro

1.1. POR RADIACION ULTRAVIOLETA

Su eficacia se basa en el poder letal del U.V. sobre los microorganismos. En acuicultura se utilizan dos sistemas de esterilización por radiación U.V.: U.V. al aire libre y a presión. En ambos casos, las lámparas de U.V. han de estar muy cerca del agua y ésta pasar en lámina delgada. Dado que ambas técnicas sólo se pueden utilizar en aguas poca cargadas de materias en suspensión, la unidad de Radiación Ultravioleta se sitúa inmediatamente después de los filtros de cartucho o tierra de diatomeas.

1.1.1. Al aire libre

La técnica de U.V. al aire libre se basa en la instalación de lámparas provistas de reflectores encima de un canal por el que circula el agua a esterilizar, formando una fina lámina de 3 a 5 cm de espesor.

Aunque esta técnica es más barata que la de presión, tiene bastantes inconvenientes, no siendo el menor de ellos la exigencia del canal abierto y el número de lámparas que es necesario incorporar.

1.1.2. A presión

La técnica de esterilización "a presión" está mucho más extendida, ya que en el mercado existen numerosos aparatos de U.V. para su instalación en circuitos de agua marino y su elección ha de basarse en los siguientes criterios:

- Caudal de agua a tratar
- Organismos que se quieren destruir
- Grado de esterilización que se quiere obtener
- Coste de la inversión

El caudal estará en función de las secciones del criadero a las que se desca llegue el agua estéril, así como del volumen de agua requerido por cada una de ellas en fechas de máxima actividad.

Contenido

1. Esterilización

- 1.1. Por Radiación Ultravioleta
 - 1.1.1. Al aire libre
 - 1.1.2. A presión
- 1.2. Por ozono
- 1.3. Por cloro

2. Calentamiento y refrigeración

- 2.1. Calentamiento
 - 2.1.1. Directo
 - 2.1.2. Indirecto
- 2.2. Refrigeración

Los organismos que se quiere destruir, se seleccionarán en función de su presencia en el agua exterior, el riesgo de importarlos y de la o las especies objeto de cultivo.

El grado de esterilización estará en función de la patogenidad de los microorganismos que se quieren eliminar, según se desee destruirlos en un 90 % o en un 100%.

Dado que los aparatos de Radiación Ultravioleta aptos para el uso en acuicultura no soportan grandes presiones, su coste suele ser caro. Por otro lado, exigir la eliminación de numerosos organismos con un grado de esterilización muy alto impone, como contrapartida, la necesidad de aumentar la potencia y el número de lámparas, lo que encarece todavía más el aparato.

1.2. POR OZONO

Aunque el uso del ozono para la esterilización del agua marina está más extendido en depuradoras que en criaderos de moluscos, también en estos se usa con una cierta frecuencia. Su eficacia se basa en la propiedad del ozono que una vez disuelto en el agua reacciona con la materia orgánica oxidándola rápidamente.

Al igual que la radiación U.V., la eficiencia del ozono es mucho mayor sobre aguas previamente clarificadas, por lo que su instalación también se realiza inmediatamente después de la unidad de filtración.

1.3. POR CLORO

Más que de una esterilización se trata, en este caso, de una desinfección. Es una técnica que, al igual que la del ozono, está muy difundida en las depuradoras de moluscos y no tanto en los criaderos.

En acuicultura de criadero la desinfección se suele realizar más con lejía (hipoclorito sódico) que con cloro gaseoso, aunque se utilizan ambas técnicas.

Quizás el mayor problema del cloro sea el como eliminar el cloro residual que permanece en el agua, una vez realizada la decoloración mecánica. Para ello suelen utilizarse varias técnicas, entre las que destaca su neutralización con sulfito de sodio, ya que la reacción es inmediata.

2 CALENTAMIENTO Y REFRIGERACION

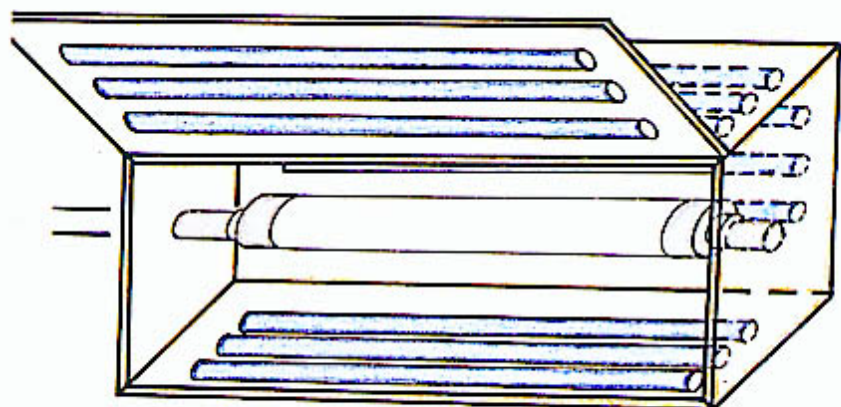
Las unidades de calentamiento y refrigeración del agua tienen como finalidad mantener la temperatura óptima en cada una de las unidades de cultivo y secciones del criadero de moluscos. Su importancia es extrema ya que si, por un lado, es una unidad imprescindible, por el otro, representa un elevado tanto por ciento de los gastos fijos de la instalación, sobre todo en los criaderos de ostra con reproductores en acondicionamiento.

El rango de temperaturas para el cultivo suele mantenerse entre los 18 y los 25 °C, particularmente cerca de los 20 °C, si bien en los casos de la semilla o del fitoplancton en grandes volúmenes puede hacerse a temperatura ambiente, por encima de los 15 °C, ya que fuera de esos límites, en bastantes especies, el crecimiento se detiene o los animales mueren.

Probablemente el éxito del cultivo depende más del mantenimiento de una temperatura constante que de su elevación, ya que saltos térmicos por encima de 5 °C provocan mortalidades y deformaciones en las primeras fases de desarrollo. Las larvas, sobre todo en los primeros días, son muy sensibles a los cambios de temperaturas y shocks térmicos.



Equipo de esterilización por radiación ultravioleta.



Diseño esquemático del interior de un equipo de esterilización por radiación ultravioleta. A. Tubo de cuarzo. B. Lámparas ultravioleta.

2.1. CALENTAMIENTO

Puede realizarse de dos modos: Directamente en cada uno de los tanques o piscinas e indirectamente, mediante intercambiadores de calor.

2.1.1. Directo

En el primer caso, se introducen resistencias eléctricas dotadas de un termostato regulador de temperaturas, en cada una de los tanques y piscinas a calentar. Dado su elevado coste solo se utiliza en algunas unidades de cultivo, a veces secciones, de escaso volumen de agua a calentar, que no requieren renovaciones de agua diarias y en las que la diferencia entre la temperatura inicial y la deseada es de muy pocos grados.

Un caso especial lo representa la sección de cultivo de fitoplancton que, en sus primeras fases (tubos de ensayo, cepas y botellones), requiere un estricto control de la temperatura. En este caso se recurre a la construcción de cámaras isotermas con regulador de temperatura o bien a la instalación de varios armarios isotermos semejantes a los utilizados en el comercio de alimentación.

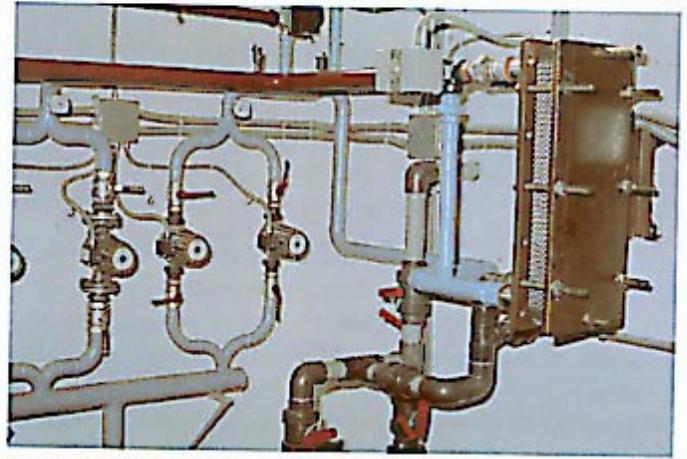
En grandes criaderos, que necesitan de abundante fitoplancton de calidad, a menudo se recurre a grandes instalaciones que permitan garantizar una temperatura idónea, absolutamente controlada. En este caso se construyen grandes salas o invernaderos con control de temperatura, ya sea por aire acondicionado o cualquier otro método.



Interior de un invernadero para cultivo de fitoplancton en grandes volúmenes.

2.1.2. Indirecto

Los métodos de calentamiento indirecto son, con mucho, los más corrientes, en todos los criaderos. Se basan en calentar el agua del cultivo a partir de otro fluido - agua dulce, aceite ... calientes -que actúa como transportador de calor. El intercambio de calor se produce en el seno de unos aparatos denominados, por su función, Intercambiadores de calor.

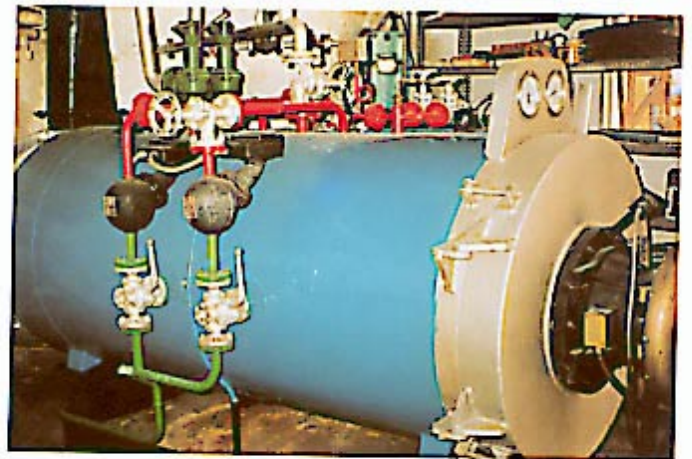


Intercambiador de placas de titanio.

El fluido primario (fluido caliente: agua, aceite ...) puede estar naturalmente caliente (aprovechando, por ejemplo, fuentes termales) o ser calentado por medio de alguna fuente de calor (caldera, colectores solares, etc) que, a su vez, requiere una fuente de energía (gasoil, serrín, energía solar, eléctrica, etc).

Dado que los intercambiadores de calor presentes en el mercado no están específicamente diseñados para la acuicultura es probable que se produzcan variaciones de temperatura indeseadas. Esta circunstancia aconseja a muchos cultivadores almacenar el agua que sale del intercambiador en un pequeño depósito antes de su distribución, a fin de que el fluido se mezcle, homogenice y estabilice.

La fuente de calor más usada es la Caldera de Gasoil con fluido primario de agua dulce.



Caldera para el calentamiento de agua marina.

Mención aparte merecen las experiencias para aprovechar las aguas calientes que salen de las centrales nucleares o los intentos de calentar directamente con la energía solar el agua de la piscina de regulación y almacenamiento y subir, con ello, algunos grados la temperatura del agua exterior, ya que cuanto menor sea la diferencia en grados entre la temperatura del agua de entrada y la temperatura final deseada menor será el coste del calentamiento.

Autoevaluación

1 Explicar cómo es posible la vida en el planeta tierra, a pesar de que su superficie esté siendo bombardeada constantemente por las radiaciones U.V. presentes en la luz solar.

2 La filtración puede convertirse en una técnica de esterilización. ¿En qué caso?.

3 Relacionar los términos de los listados siguientes:

1	Lejía	A	Espectro solar		
2	Cloro residual	B	Hipoclorito sódico		
3	Microorganismos	C	Oxígeno		
4	Radiación U.V.	D	Sulfito de sodio		
5	Ozono	E	Bacterias		

4 Con la ayuda del glosario, distinguir los siguientes conceptos: Esterilización, desinfección, pasteurización.

5 ¿El acuicultor debe preocuparse o despreocuparse de los microorganismos presentes en el agua que no son patógenos para las personas? Si la contestación es positiva, ¿Debe preocuparse de todos o sólo de algunos? ¿De cuáles?.

Aplicaciones

1 Explicar por qué el acuicultor renuncia a la esterilización total de todo el agua que interviene en el cultivo.

2 Suponiendo que un criadero decidiera esterilizar absolutamente todo el agua que entra (p. ej.: esterilizando todo el agua, nada más salir del estanque de almacenamiento). ¿Se garantizará la esterilización de todo el cultivo? ¿Por qué no?.

3 Además del agua de determinadas secciones ¿qué otros elementos o materiales deben ser esterilizados en el criadero?.

4 Elegir un armario isotermo del tipo vertical y con estantes de los utilizados en alimentación (confiterías, restaurantes, etc). Calcular cuantos necesitaría un criadero que albergara diariamente 50 tubos de ensayo para inóculo de fitoplancton y 200 "cepas" en matraces Erlenmeyer de 250 ml.

Conoce tu entorno

1 Visitar un hospital o centro médico de la zona más próxima e investigar:

- Como consiguen la esterilización de la ropa que entregan a los enfermos infecciosos, siguiendo los pasos de la recogida, transporte, limpieza y entrega.
- ¿Qué técnicas utilizan para la esterilización del material quirúrgico?.
- Si en todas las secciones utilizan las mismas técnicas de esterilización y para todos los materiales.
- ¿Qué instrumentos emplean de material desechable, de un solo uso?, ¿Por qué se utilizan tantos, siendo posible esterilizarlos?, ¿Es acertada la decisión?.

2 Visitar un fábrica de conservas (sea de animales o vegetales).

- ¿Qué técnica de esterilización usan?. Describirla.
- ¿Qué requisitos ha de cumplir un envase de conservas para mantener la vianda estéril?.
- ¿Podría aplicarse la técnica empleada en algunas de las secciones o unidades del criadero?, ¿En cuál y a qué materiales?.

También hay que tener en cuenta que en algunas unidades de cultivo (tanques de larvas, botellones y tanques de cultivo de fitoplancton, etc) el agua permanece en circuito cerrado dos o más días, lo que provocaría el lento descenso de su temperatura si la sala correspondiente no mantuviera más o menos constante la temperatura ambiente. Por ello, estas secciones han de disponer de un sistema de calefacción y mecanismos de refrigeración que permitan estabilizar su temperatura ambiente.

Intercambiadores de calor

Para que se produzca el intercambio de calor entre el fluido primario (agua, aceite, etc) y el fluido secundario (el agua de cultivo), se utilizan los denominados **INTERCAMBIADORES DE CALOR**. Estos intercambiadores actúan transfiriendo el calor de un fluido a otro, e impidiendo que ambos fluidos se mezclen. Los más usados son los intercambiadores de placas, que consisten en una serie de placas acanaladas adosadas a través de las cuales circulan los fluidos. El calor es transferido a través de la placa, y lógicamente, cuanto mayor sea la superficie de la placa en contacto con ambos fluidos, mayor será el calor transferido. Los materiales, más utilizados para la construcción de las placas, son el acero inoxidable (tipo 316) y el titanio.

El fluido 1.^o (agua dulce de la caldera) entra en el intercambiador y transfiere su calor al fluido 2.^o (agua de mar). Al salir, retorna a la caldera para calentarse de nuevo. Según la cantidad de agua dulce caliente que entre en el intercambiador, el agua de mar se calentará más o menos. El control de la temperatura se realiza a través del sensor, que está conectado a la válvula de tres vías. Esta válvula actúa permitiendo que entre más o menos agua dulce caliente al intercambiador. Si el agua de mar no está suficientemente caliente, el sensor manda una orden a la válvula de tres vías para que deje pasar más agua dulce caliente de la caldera al intercambiador. Si por el contrario el agua de mar se caliente en exceso, el sensor le ordena a la válvula que deje pasar menos agua dulce caliente, desviando el exceso por el bypass de retorno a la caldera. Para una transferencia de calor más eficaz, el fluido 1.^o y el 2.^o deben de circular en el intercambiador en sentido inverso.

2.2. REFRIGERACION

En ocasiones se requiere enfriar el agua. En este caso la caldera se sustituye por un refrigerador que generalmente consta de evaporador, compresor, condensador, válvula de expansión y control para el circuito.

En cuanto a la refrigeración ambiental de las salas de larvas, fitoplancton, etc, suele ser suficiente con los métodos de refrigeración normales en arquitectura: ventanas, puertas, etc.



Serie de intercambiadores de calor de placas de titanio en un criadero industrial.

5

Tratamiento del agua 3: salinidad y aireación

1 CONTROL DE LA SALINIDAD

En anteriores capítulos se hizo incapie en la necesidad de que el agua de cultivo llegue a las distintas unidades del criadero con una salinidad adecuada. Sin embargo, no son pocas las ocasiones en que la salinidad del agua exterior puede descender hasta más allá del límite de tolerancia de las especies objeto de cultivo.

Este problema es particularmente frecuente en los criaderos de moluscos instalados en estuarios que reciban importantes aportes de agua dulce, ya sea como consecuencia de fuertes lluvias, descargas de ríos próximos o de ambas cosas a la vez. Tal es el caso, por ejemplo, de los criaderos de moluscos emplazados en puntos intermedios o interiores de las rías gallegas.

1.1. MEDIDAS PREVENTIVAS

El criadero ha de incorporar, en su diseño y construcción, una serie de medidas preventivas ante el posible descenso, más o menos continuado, de la salinidad del agua exterior.

- Controlar sistemáticamente (varias veces al día, en fechas de riesgo) la salinidad del agua exterior y de la almacenada en la piscina de regulación y almacenamiento.

- Situar el punto de toma de agua marina a unos metros de profundidad por debajo de la pleamar, ya que el agua dulce, menos densa que la salada, discurre por las capas más superficiales de la columna de agua salvo que una importante agitación las mezcle y homogeneice la salinidad de toda la columna.

- Diseñar la estación de bombeo de tal modo que pueda captar gran cantidad de agua en cortos períodos de tiempo (el estanque de regulación y almacenamiento ha de poder llenarse en dos o tres horas como máximo).

- Definir la capacidad de la piscina de regulación y almacenamiento en función del riesgo real de largos períodos de baja salinidad en el agua exterior. Si, como consecuencia del emplazamiento, ese riesgo es alto, ha de ampliarse la autonomía del criadero respecto de las condiciones exteriores y, consecuentemente, aumentar la capacidad de la piscina.

- Si el riesgo de riadas es muy alto (al igual que si lo es el de averías en la toma, estación de bombeo o tuberías de aspiración, con dificultades añadidas para su arreglo, como sucede, por ejemplo, en las zonas costeras muy batidas, de temporales frecuentes, de importantes arribazones de algas o relativamente cercanas a posibles fuentes de contaminación), debe instalarse en el criadero una estructura o unidad que permita la reutilización, total o parcial del agua, funcionando, en circuito cerrado.

- Elaborar un estudio mensual (sobre todo en los meses de mayor riesgo) que recoja las exigencias mínimas de volumen de agua total en el criadero, así como de las necesidades mínimas de cada una de las unidades (reproductores, larvas, fitoplancton, semilla)

Contenido

1. Control de la salinidad

1.1. Medidas preventivas

2. Aireación

2.1. Compresores de baja presión

2.2. Caudal de aire

2.3. Conducciones de aire

2.4. Enriquecimiento con anhídrido carbónico

- Prever sistemas alternativos para captar y transportar agua marina en cantidad y de calidad suficientes desde otros puntos de la costa no afectados por las condiciones adversas.

2 AIREACION

La aireación es obligada en todos los criaderos de moluscos, siendo sus objetivos fundamentales elevar la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, compensar las pérdidas por respiración y metabolismo de los animales y reducir las exigencias de flujo y volumen de agua de cultivo.

En los criaderos de moluscos la aireación suele realizarse, mediante aireadores sumergidos, en cada unidad de cultivo a partir de un circuito general que atraviesa todas las secciones.

El circuito comienza con la instalación de, al menos dos SOPLANTES, aunque una de ellas sólo sea utilizada como reserva en caso de avería, que envían aire a baja presión a través de conducciones de PVC que recorren, en circuito, todas las secciones de producción (larvas, semillas, reproductores, fitoplancton) y unidades de cultivo (botellones, tanques, piscinas) donde se colocan los aireadores sumergidos.

2.1. COMPRESORES DE BAJA PRESION

Existen en el mercado diversos tipos de soplantes cuya característica fundamental es su capacidad para aprovechar, con un consumo eléctrico moderado (entre 1 y 2 kw/hora), la fuerza centrífuga provocada por el giro de un rotor, para impulsar aire, procedente del exterior, hacia una salida tangencial.



Soplantes para el suministro de aire al criadero.

2.2. CAUDAL DE AIRE

El caudal de aire impulsado depende de dos factores fundamentales: de las características de la propia soplante y de la presión de descarga: a menor presión, mayor caudal de aire. Dado que en los criaderos de moluscos, rara vez la salida del aire se sitúa a una profundidad mayor de 1 metro, las soplantes dan resultados muy satisfactorios, pudiendo, una sola soplante, alimentar gran número de unidades de cultivo (botellones, tanques, piscinas, etc).

Por estas razones, en el diseño del circuito de aireación, hay que tener en cuenta tres cuestiones fundamentales:

- Procurar que las salidas de aire estén situadas aproximadamente, a una misma altura, lo que exige que todos los elementos del criadero estén situados en una misma planta o bien, utilizar dos circuitos de aireación.

- Cuidar en los períodos de baja ocupación del criadero de no mantener cerradas muchas salidas de aire, ya que ello provoca un importante aumento de la presión, suficiente para dañar las soplantes y conducciones. Este peligro puede evitarse de dos modos: mediante la instalación de válvulas de seguridad de alta presión o manteniendo algunas unidades (tanques o piscinas) con agua, aunque no sirvan de soporte a ningún cultivo.

- Dotar a las soplantes de filtros en la aspiración del aire exterior, a fin de retener el polvo y las partículas en suspensión que pueda contener. Suelen usarse filtros de camiones, tanto por su eficacia como por la facilidad de instalación.

2.3. CONDUCCIONES DE AIRE

Son conducciones cerradas, en tubería, normalmente de cloruro de polivinilo (PVC).

Su esquema es muy simple. Desde la soplante sale una tubería de PVC liso, corrientemente de 110 mm de diámetro y presión de 4 atmósferas. De esta tubería central, mediante reducciones sucesivas (cuidando que todas las reducciones de una misma medida queden al mismo nivel) se ensamblan nuevas tuberías, también de PVC liso, que recorren todo el espacio del criadero hasta todas y cada una de las unidades de cultivo. La tubería final, que se introduce en los tanques, piscinas, bolsas y botellones, suele ser de vidrio o tubo de plástico rígido de 5 mm de diámetro y longitud aproximada de un metro.



Tanque de cultivo de fitoplancton con aireación a través de varillas de vidrio.



Disposición de las tuberías de aireación en una sala de larvas.

2.4. ENRIQUECIMIENTO CON ANHIDRIDO CARBÓNICO

Frecuentemente en la tubería de aireación que alimenta la sección de fitoplancton, se inserta una tubería conectada a una bombona de anhídrido carbónico con

manómetro y válvula de regulación de caudal. Su finalidad es suministrar CO_2 suficiente al agua de cultivo para una eficaz fotosíntesis del fitoplancton y evitar que el pH del cultivo no sobrepase de 8. El enriquecimiento del aire con anhídrido carbónico no debe sobrepasar del 2%.

DATOS DE LA PRIMERA Y ULTIMA MORTALIDAD EN CRIA DE *OSTREA EDULIS* Y *CRASSOSTREA ANGULATA* A DIFERENTES SALINIDADES

SALINIDAD	<i>OSTREA EDULIS</i>		<i>CRASSOSTREA ANGULATA</i>	
	1.ª Mortal. (Día)	2.ª Mortal. (Día)	1.ª Mortal. (Día)	2.ª Mortal. (Día)
5	10	19	20	38
10	14	24	17	77
15	41	94	74	110
20	84	109	31	127
25	82	153	44	169
30	38	165	14	145
35	53	135	81	159

Actividades

Autoevaluación

1 ¿Es imprescindible el control diario de la salinidad del agua exterior en el criadero?. Razonar la respuesta.

2 Relacionar los siguientes vocablos y conceptos entre sí:

- a) Variabilidad de la salinidad - Profundidad de las aguas
- b) Aireación - Oxigenación
- c) Salinómetro - Densímetro
- d) Estanque de regulación - Salinidades en la toma
- e) Altura del agua en los tanques - Eficacia de la soplante

3 Ordenar los siguientes pares de palabras:

1	Manómetro	A	Gas a presión		
2	Anhídrido carbónico	B	Litro		
3	Capacidad	C	Metro cúbico		
4	pH	D	Cloruro sódico		
5	Salinidad	E	Fotosíntesis		

Aplicaciones

1 Con un mapa de la costa gallega que abarque, como mínimo 30 km de un pueblo costero, situar el punto que se considera más idónea para captar agua de calidad en el caso probable de que la que llega al criadero sufra una contaminación local. Razonar la respuesta.

2 Partiendo del hecho de que la mayor parte de los criaderos tienen las secciones de cultivo en un solo piso, pero suponiendo que por falta de espacio, haya que recurrir a colocar unidades de cultivo (tanques, piscinas, bolsas, etc) en dos pisos. ¿Cuántos soplantes y circuitos de aire se colocarían?. Si se decidiera colocar varios circuitos ¿Estarían conectados o absolutamente independientes?. Razonar las respuestas.

3 Listar y describir los materiales que se necesitan para hacer un circuito de aireación, que alimentara 2 piscinas de 5.000 litros de capacidad y altura 1 m; 4 tanques de 1.000 litros de capacidad y altura 1m, 10 tanques de 500 litros de capacidad y altura 1 m y 10 reactores de 10 litros cada uno:

- a) Soplantes:
- b) Filtros:
- c) Tuberías:
- d) Reducciones, Tes, etc:
- e) Grifos o válvulas:
- f) Varillas:
- g) Difusores
- h) Herramienta de trabajo:

Conoce tu entorno

1 La sal común tiene numerosas aplicaciones industriales y domésticas. Describir los usos más frecuentes en el entorno:

- a) Domésticos
- b) Industrias
- c) Industrias químicas

2 Según tu criterio. ¿Cuáles son las razones que hicieron decaer las industrias de salazón?

3 Elegir un tramo costero de unos 15 km de una ría gallega e investigar si permanecen restos de antiguas salazones y salinas. Con ayuda de un mapa, situarlos. ¿Qué razones pudieron haber aconsejado esos emplazamientos?

4 Relaciona el vocablo "sal", con las siguientes palabras y dichos:

- Salario
- La sal de la vida
- Le negó el pan y la sal
- Una persona muy salada

6

Distribución del agua en el interior del criadero

Los modelos de distribución del agua en el interior de los criaderos de moluscos varía mucho de unas instalaciones a otras, dependiendo de las características del emplazamiento y las preferencias del acuicultor.

1 DEPOSITOS ELEVADOS

En raras ocasiones, el agua que sale de la piscina de regulación y almacenamiento (decantada) se envía directamente a la batería de filtración y al circuito de calentamiento-refrigeración. Usualmente se recurre al bombeo del agua procedente de la piscina de regulación y almacenamiento hacia un depósito elevado o bien, lo que es más infrecuente, a un tanque neumático en el que se mantiene el agua a presión constante.

La ventaja de los depósitos elevados las podríamos resumir en:

- Consiguen proporcionar una presión suficientemente constante
- Permiten que las bombas que los llenen trabajen durante cortos y controlados períodos de tiempo.
- Homogeneizan la calidad del agua a distribuir.
- Simplifican el diseño de los circuitos.
- Permiten que algunas secciones puedan funcionar con agua impulsada por gravedad.
- Son de fácil de control.

El volumen de los depósitos elevados oscila mucho, según el diseño elegido, siendo lo más frecuente volúmenes de 1.000 ó 2.000 litros, aislados o en batería corta (1, 2 ó 3 depósitos).

1.1. ALTURA

Respecto de su situación puede significar un ahorro importante en bombas y coste de mantenimiento emplazarlos en una cota que esté por lo menos a 6 metros por encima de la salida (grifo) más alto, ya que permitiría alcanzar, por simple gravedad, una presión suficiente para la mayor parte de las secciones. Sin embargo, no siempre es posible ni fácil alcanzar esas cotas, lo que obliga a introducir en los distintos circuitos grupos de presión.

1.2. UBICACION

En cuanto a su ubicación dentro del circuito de agua caliente y filtrada, las variantes son muchas, entre las que destacamos:

a) Piscina R y A - Bomba - Depósito elevado - Intercambiador - Grupo de presión - Batería de filtros - Salida hacia las distintas secciones.

b) Piscina R y A - Bomba - 1º Depósito elevado - Intercambiador - Bomba - 2º Depósito elevado - Grupo de presión - Batería de filtros - Salida hacia las distintas secciones.

Contenido

1. Depósitos elevados

- 1.1. Altura
- 1.2. Ubicación

2. Accesorios y materiales de las bombas y los depósitos

3. Distribución de agua en el interior del criadero

- 3.1. Accesorios
 - 3.1.1. Válvulas y grifos
 - 3.1.2. Accesorios para la fijación de tuberías

4. Contenedores: Recipientes y piscinas interiores

c) Piscina R y A - Bomba - 1º Depósito elevado - Intercambiador - Grupo de presión - Batería de filtros - Bomba - 2º Depósito elevado - Salida hacia las distintas secciones.

La opción a) permite que del depósito elevado puedan salir dos circuitos: el de agua cruda por gravedad y el de agua caliente - filtrada por presión

La opción b) permite que del 1º depósito elevado salgan los circuitos de agua cruda por gravedad y del 2º circuitos de agua caliente (o refrigerada)-cruda por gravedad y agua caliente-filtrada por presión.

La opción c) permite que del 1º depósito elevado salgan los circuitos de agua cruda por gravedad y del 2º circuitos de agua caliente-filtrada, también por gravedad.

Es preciso, a la hora de elegir el emplazamiento de los depósitos tener en cuenta que han de tener fácil el acceso y espacio suficiente para las labores de limpieza.

2 ACCESORIOS Y MATERIALES DE LAS BOMBAS Y LOS DEPOSITOS

En lo referente a materiales han de seguirse escrupulosamente las recomendaciones generales de aplicación a todos los elementos del criadero:

- Materiales duraderos, lisos, fáciles de limpiar, inertes a la corrosión marina, no tóxicos, etc.

- Los más frecuentes son: Cloruro de polivinilo (PVC) para tuberías y empalmes, poliéster y fibra de vidrio (depósitos), cemento con pintura no tóxica (depósitos), bombas con cuerpo en contacto con el agua de acero inox, hierro o plástico, etc.

Todos los depósitos han de llevar incorporada una tubería rebosadero, así como válvulas que regulen el nivel conectadas al sistema de encendido de las bombas. Es conveniente que dispongan de tapa o cierre superior, pero que se pueda sacar con facilidad para efectuar la limpieza general del interior de los depósitos.

3 DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL INTERIOR DEL CRIADERO

La distribución del agua en el interior de los criaderos de moluscos se hace siempre a través de tuberías siempre cerradas, normalmente de cloruro de polivinilo (PVC) o material plástico similar.

Las características de las tuberías oscilan según el dimensionamiento del criadero, los caudales necesarios y los tramos a que correspondan. Las medidas más usuales son:

- Tubería lisa de 110 mm de diámetro y 6 at. de presión

- Tubería lisa de 90 mm de diámetro y 6 at. de presión

- Tubería lisa de 63 mm de diámetro y 6 at. de presión

A menudo hay que trabajar en las tuberías para realizar derivaciones, acodamientos, acoples, etc, por lo que es imprescindible que estén siempre a la vista, grapadas o sujetas a la pared del criadero o sobre parrillas de distribución.

3.1. ACCESORIOS

Agrupamos en esta denominación todos los elementos necesarios para realizar los empalmes, acodamientos, sujección, etc de la tubería. Usualmente son de los mismos materiales que la tubería y, actualmente, hay abundancia de ellos en el mercado, aplicables a todo tipo de circuitos.

Los accesorios más utilizados son:

- Codos de 90° y 45°, de rosca, con brida, soldadas o a presión.

- Tes para ramales con ángulos de 90° y 45°, también de rosca, con brida, soldadas o a presión.

- Cruces con dos ramales opuestos formando ángulo de 90° con la tubería principal.

- Reducciones de todo tipo: 110mm /90 mm , 90 mm / 63 mm, etc.

- Manguitos mixto rosca/macho de varios diámetros

- Collares de toma para tubería de 110, 90 y 63 mm, con orificio de salida para tuberías de esos diámetros.

3.1.1. Válvulas y grifos

Si la tubería es de PVC para controlar los caudales de salida en cada tramo se suelen emplear válvulas de bola, ajustadas al diámetro de la tubería correspondiente.

Sin embargo, se pueden utilizar válvulas y grifos de muy diversos tipos, según las necesidades, tubería elegida y tramo a que correspondan.

3.1.2. Accesorios para la fijación de tuberías

En el criadero, tanto las tuberías verticales como las horizontales han de estar sujetas con firmeza a las paredes o a las parrillas, permitiendo las dilataciones (que dependen del material empleado) y su ajuste. Sin embargo esa sujección ha de hacerse de modo tal que el mecanismo de soltar las tuberías resulte cómodo y rápido, sin necesidad de obra o repercusiones en elementos externos.

4 CONTENEDORES: RECIPIENTES Y PISCINAS INTERIORES

Aunque al estudiar cada una de las salas y unidades del criadero abordaremos las características específicas de los contenedores presentes en cada una de ellas, las características biológicas más comunes a todos los moluscos cultivados en estas condiciones imponen una serie de normas generales que deben observarse antes de proceder al diseño de todos los recipientes y piscinas interiores.

1. Deben ser diseñados para una limpieza rápida y eficaz, con materiales inertes de fácil esterilización y desinfección.

2. El vaciado debe ser rápido y total, enlazando su salida con el sistema general de canalizaciones y desagüe

de la instalación de modo que el agua vertida no se almacene o estanque por los suelos.

3. El volumen y capacidad de los contenedores debe ser apropiado a cada especie y fase de cultivo, según la técnica empleada. Su forma suele ser circular o rectangular.

4. Los recipientes móviles y exentos han de poder manejarse con facilidad, con alturas aseguibles, acceso sencillo y lo más ligeros posible.

5. Según la fase del cultivo, ha de preverse la necesidad de provocar en el interior de esos recipientes y piscinas los movimientos del agua y la creación de corrientes y flujos adecuados, lo que se consigue normalmente por aireación.

Tipos de válvulas y grifos

En las conducciones de agua se emplean muy diversos tipos de válvulas, entre las que destacan las **Válvulas de compuerta, de plato y de retención**. Entre los grifos, los tipos más frecuentes son los **Grifos de macho, de plato, de cierre automático y reguladores de presión**.

1. Válvulas de compuerta

No se usan en acuicultura por la presencia de dos anillos de latón que rodean el tubo de paso y proporcionan un doble asiento a la compuerta. Funcionan mediante un tornillo que mueve una compuerta en forma de cuña y que al bajar se introduce entre los dos anillos de latón que rodean el tubo de paso.

2. Válvulas de plato

Se manejan por medio de volante y tornillo que hacen descender un disco que oprime con fuerza un asiento, normalmente metálico.

3. Válvulas de retención

Estas válvulas apenas se emplean en el interior del criadero, pero son importantes en la tubería de toma del agua al exterior. Tienen la finalidad de obligar a que el agua circule siempre en la misma dirección e impida la posibilidad de que se invierta dicho sentido.

Las hay de diferente sistema de cierre: a) de cierre vertical, que consiste en un disco libre que cierra por gravedad

cuando son iguales las presiones sobre sus dos caras, b) de disco oscilante, que tiene un plato con charnela que se cierra energicamente cuando el agua circula en sentido opuesto al deseado y c) de ángulo, que no sólo cambian la dirección de la corriente sino que, además, sirven para graduarla.

4. Grifos de macho

Consta de una pieza troncocónica perforada perpendicularmente al eje y que ajusta sobre un asiento.

5. Grifo de plato

Constan de un tornillo que aprieta una pieza sobre un asiento, impidiendo el paso del agua.

6. Grifo de cierre automático

Apenas usados en acuicultura, sólo dan paso al agua mientras se mantienen abiertos con la mano. Al dejar de presionar, un resorte cierra automáticamente la conducción.

7. Grifos reguladores de presión

Reciben este nombre, los grifos que limitan la presión del agua de una canalización (pudiendo elegir el valor de esa presión), cualquiera que sea la presión del agua que llega al grifo. Son ampliamente utilizados en acuicultura de criadero.

Actividades

Autoevaluación

1 Señalar al menos tres ventajas que reporta el uso de depósitos elevados que actúen como distribuidores del agua marina en todo el circuito hacia el interior del criadero.

2 Señalar las semejanzas y diferencias entre los siguientes pares de términos:

- A. Poliester - Polivinilo
- B. Válvula - Grifo
- C. Manguito - Reducción
- D. Grifos de macho - Grifo de plato

- 3** ¿Por qué en los criaderos no se suelen utilizar válvulas de compuerta?

Aplicaciones

- 1** Algunos criaderos sitúan los depósitos elevados de distribución en el exterior del edificio principal, aprovechando dichos depósitos suelen ser de mayor capacidad que los situados en el interior. ¿A qué puede ser debido?

- 2** Para que el agua procedente del vaciado de tanques y depósitos no se acumule y estanque por los suelos, se puede recurrir a varios sistemas, siendo el más común diseñar un suelo impermeable y ligeramente inclinado, que caiga hacia desagüeros estratégicamente colocados. ¿En caso de que esta solución no fuese posible, qué otras soluciones podrían adoptarse?

- 3** Dibujar y estudiar el flujo vertical y horizontal del agua marina en tu centro de estudio.

Conoce tu entorno

- 1** Escoger una vivienda y estudiar el diseño de sus circuitos de agua, comparándolos con los de un criadero.

- 2** Relaciona los siguientes elementos y artefactos empleados en la red urbana de agua y vertidos con sus equivalentes empleados en el criadero:

- A. Boya de nivel de la cisterna del baño.
- B. Contador del agua.
- C. Depuradora general en el punto de toma.
- D. Estación de bombeo.
- E. Llaves de paso en la vivienda.

- 3** Citar algunos casos de viviendas en las que se emplee el sistema de recepción del agua potable desde un depósito elevado por gravedad.

- 4** ¿Por qué no todas las viviendas disponen de depósito elevado para el agua de consumo?

- 5** Los datos de salinidad (1.^a y 2.^a toma, con un intervalo de 12 horas aproximadamente, unas dos horas antes de pleamares) y temperatura, que se dan en la tabla corresponden al agua marina en el punto de toma de un criadero imaginario de la Ría de Arosa en el año 1992.

DÍA	MES	SALINIDAD		TEMPERATURA °C
		1. ^a	2. ^a	
20	1	34	34	15
25	1	35	34	14
30	1	35	35	15
10	2	32	31	15,5
20	2	34	35	14
23	2	28	27	14
24	2	27	27	14,5
25	2	26	28	14,5
26	2	28	27	14,5
27	2	16	20	14
28	2	12	10	15
1	3	10	11	14,5
2	3	15	25	14
3	3	27	27	14,5
4	3	32	31	14,5
15	3	34	34	15
25	3	35	34	17
10	4	34	34	16
25	4	32	31	15,5
30	4	35	35	16
10	5	34	34	18
20	5	35	34	20
10	6	34	34	20
20	6	35	34	16,5
30	6	33	34	18
10	7	34	35	19,5
20	7	34	35	21
10	8	35	35	20,5
20	8	35	34	19,5
1	9	34	35	19
15	9	33	33	17,5
1	10	32	39	15
10	10	30	29	15
15	10	29	24	14,5
16	10	27	26	14
17	10	25	24	14
18	10	24	29	13,5
19	10	28	29	14
20	10	30	27	13,5
1	11	31	29	12
10	11	28	26	11
20	11	31	29	11,5
1	12	32	30	11
15	12	29	30	11
23	12	29	27	10,5
30	12	33	31	10,5

- A. Valora, razonándolo, la calidad del emplazamiento, según estos dos parámetros.
- B. ¿Qué sucedió en los meses de febrero, marzo y octubre?
- C. Consideras que en ese criadero es suficiente un estanque de regulación y almacenamiento con capacidad para cubrir todas las necesidades de agua de un día entero. Razona la respuesta.
- D. ¿En cuánto tiempo consideras que debería poder llenarse el estanque de almacenamiento?
- E. ¿Por qué el acuicultor elegía el momento para hacer los controles de salinidad y temperatura, 2 horas antes de las pleamares?

7

Recirculación del agua

En capítulos anteriores ya hemos hecho referencia a la posibilidad de reutilizar, siquiera sea parcialmente, el agua que sale de los tanques y piscinas de cultivo.

La instalación de un sistema de recirculación del agua en un criadero de moluscos puede deberse a cualquiera de estas causas:

- La voluntad de instalar en zona relativamente alejada de la costa.
- La prevención de riesgos (evitar la parada del criadero cuando las circunstancias adversas que provocan una baja calidad del agua exterior permanecen demasiado tiempo).
- Reducir los costes que impone el calentamiento de grandes volúmenes de agua salada.
- Tener libertad para escoger, en cada momento, puntos de captación de agua de gran calidad.

1 CONDICIONES DEL SISTEMA

El agua, antes de ser utilizada de nuevo, debe ser oxigenada y tratada para eliminar los productos de desecho de los moluscos y disminuir la densidad de microorganismos patógenos.

Por tanto, para reutilizar el agua se necesitarán los siguientes elementos:

- Un sistema de decantación que elimine las partículas en suspensión.
- Un sistema de aireación que oxigene el agua, siendo el más común, por su bajo coste, el de aireadores de gravedad (columnas empaquetadas, cascadas, etc).
- Un sistema de filtración mecánica (de hasta 1µ, como mínimo) y otro de filtración selectiva que elimine el amoníaco y los nitritos.
- Un sistema de esterilización del agua, ya sea mediante Ultravioleta, ozono, cloro u otros.
- Un sistema de calentamiento y refrigeración del agua para recuperar las pérdidas o ganancias de temperatura que se hayan podido producir en su utilización primera.
- Reforzar con aislante térmico las conducciones más expuestas a pérdidas importantes de calor.

Como podemos observar, la reutilización del agua exige la instalación de un nuevo circuito en el criadero, en todo similar (salvo en las dimensiones) al circuito fundamental.

Para garantizar, en la medida de lo posible, la eficacia del sistema de recirculación del agua, no se debe introducir en una unidad de cultivo sólo agua recirculada. En las instalaciones más avanzadas, la relación oscila entre un 70 u 80% de agua recirculada frente a un 30 ó 20% de agua nueva de primera utilización.

Contenido

1. Condiciones del sistema

El criadero de Lewes en Delaware (USA)

Las instalaciones de investigación de Lewes en Delaware (U.S.A.) pertenecen a la Delaware University, construidas en 1968. La producción de crassostrea es pequeña (aproximadamente 5.000 ostras, tamaño comercial al año), pues éste es un laboratorio de investigación. La investigación tiene como meta la producción intensiva en circuito semi-cerrado de ostras de alta calidad (máximo contenido en carne y mínimo en concha) en el mínimo tiempo (8 meses en vez de tres años). El diseño es sofisticado reciclando el 70% del agua y manteniendo 28°C de temperatura. El sistema pretende una independencia de la hasta ahora necesaria ubicación en la costa. Las instalaciones incluyen: un sistema de tratamiento del agua de mar, tres habitaciones de temperatura controlada (para inducción de puesta de los reproductores y para cultivo en pequeña escala de los stocks de algas), laboratorios de control de calidad de aguas y microbiología, laboratorios generales de investigación, y un invernadero para cultivos masivos de algas.

El agua de mar fresca se trae en camiones todos los días y se incorpora al tanque de reserva (70% de reciclaje). La circulación del agua a través de la unidad de tratamiento de aguas es periódica. El agua de los tanques de ostras se recicla

constantemente sin ningún tratamiento, ahora bien, cada 24 horas el contenido de los tanques de ostras se pasa a la unidad de tratamiento y los tanques se llenan con agua del tanque de reserva. Cada días el 30% del agua se elimina, substituyéndose por agua fresca. Semanalmente se controlan los niveles de amoníaco, nitritos, fósforo, pH, alcalinidad, salinidad, oxígeno disuelto y temperatura. La unidad de tratamiento de aguas consta de un filtro de carbón activado y un eliminador de proteínas. Estos componentes pueden ser utilizados en serie o en paralelo, dependiendo de la clase de contaminación del agua y/o del experimento que se esté desarrollando. Un tanque de reserva de 8.000 litros hace de tampón en el sistema de circulación. Este agua se guarda en la oscuridad y oxigenada para ser usada en los cultivos de algas sitados en el invernadero o bien para llenar periódicamente los cultivos de ostras.

Julio Coll Morales.

Estudio comparado de instalaciones de acuicultura
Ed. Minist. de Agricultura y Pesca. Madrid 1989

8

Estructura del criadero

Un criadero de moluscos es una instalación en la que se realiza, bajo condiciones estrictamente controladas, la reproducción, cría de larvas, metamorfosis y la producción y cultivo de semilla de moluscos hasta un tamaño adecuado para su traslado al parque flotante, vivero o banco natural. En este sentido, el criadero comprende las funciones de las tradicionales "Hatchery" (mantenimiento de reproductores, control de la puesta, cría larvaria y primeras fases del desarrollo de la semilla) y "Nursery" (instalaciones en las que se iniciaba el preengorde de la semilla, hasta alcanzar el tamaño adecuado para su traslado).

Su diseño comprende, al menos, las siguientes secciones que pueden estar en salas separadas o no:

- 1) Sección de reproducción y, en su caso, acondicionamiento de reproductores
- 2) Sección de cultivo larvario
- 3) Sección de cultivo de semilla
- 4) Sección de fitoplancton
- 5) Laboratorios
- 6) Estación de bombeo y piscina de regulación y almacenamiento
- 7) Sala de máquinas
- 8) Instalaciones auxiliares: almacén, taller, oficinas, servicios, vestuarios, etc.

Contenido

1. Sección de reproductores

- 1.1. El modelo
- 1.2. Requerimientos

2. Sección de cultivo de larvas

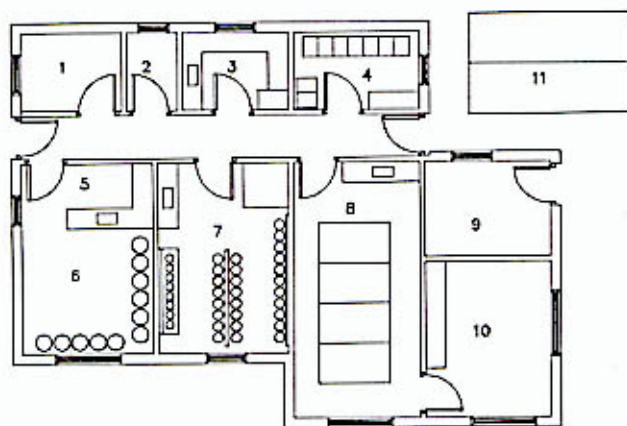
- 2.1. El modelo

3. Sección de cultivo de cría

- 3.1. Elementos y unidades

4. Sección de cultivo de fitoplancton

- 4.1. Cultivo de pequeños volúmenes
 - 4.1.1. Requerimientos
 - 4.1.2. Estructura
 - 4.1.3. Elementos auxiliares
- 4.2. Cultivo en grandes volúmenes
 - 4.2.1. Emplazamiento
 - 4.2.2. Recipientes
 - 4.2.3. Necesidades de luz
 - 4.2.4. Dimensionamiento



Plano esquemático de un criadero.

1 SECCION DE REPRODUCCION

Su estructura varía según la o las especies objeto de cultivo, complicándose para el caso de especies que necesiten acondicionamiento de los reproductores a fin de adelantar el período de puesta natural. En cualquier caso, el reducido espacio que ocupa, permite su ubicación en múltiples lugares y secciones del criadero.

1.1. EL MODELO

El modelo prototípico de esta sección comprende los siguientes elementos:

- Unidades cultivo de reproductores. Consiste en tanques, cuyo volumen depende del número y talla de los reproductores que se desee mantener, fabricados

en materiales diversos (unas veces de material plástico de polietileno o poliéster con fibra de vidrio, otras veces de cemento pintado con pintura no tóxica, etc), y con un desagüe diseñado de tal modo que permita la circulación completa del agua por el tanque.

- Circuito abierto, con control de caudales, de agua caliente y cruda (sólo sometida a una decantación y filtración gruesa), si bien, en algunos criaderos, por reforzar la seguridad, se sustituye por agua caliente filtrada por poro de 1µ y esterilizada.

- Aunque se trabaja con agua en circuito abierto, es decir, con flujo de agua constante, dependiendo de la estructura de los tanques de estabulación y del número y talla de los reproductores, puede ser necesario que el circuito de aireación tenga terminales en cada una de las unidades de cultivo.

- Un circuito de alimentación, que generalmente consiste en un depósito levantado del que sale una tubería que desemboca en una bomba dosificadora que pasará, controlada y permanentemente, el alimento al circuito de circulación del agua que va a los reproductores.

- Si se trabaja con ostra, al ser larvípara, se colocará en el desagüe de los tanques una batería de filtros para retener las larvas.

1.2. REQUERIMIENTOS

Los requerimientos de cada uno de estos circuitos e instalaciones se reflejan en el siguiente cuadro:

a) Número de reproductores: Dependerá de la esperanza final de producción de semilla.

b) Tiempo de estancia de los reproductores en el criadero: dependerá de la especie de que se trate, y del tiempo que los reproductores necesitan para acondicionarse, lo cual, a su vez, está íntimamente relacionado con, además de otros factores (alimentación, estado de los reproductores, etc), la fecha y estación en que son introducidos en el circuito de agua caliente.

c) Caudal del agua: variará en función de la especie objeto de cultivo y del número y talla de los reproductores.

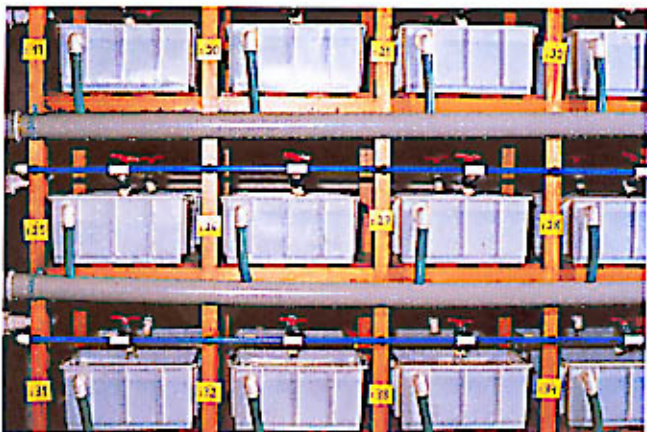
d) Temperatura del agua: Varía según la especie objeto de cultivo.

e) Recogida de larvas: Depende de si la especie objeto de cultivo es larvípara (ostra) o no (practicamente todos los demás moluscos bivalvos comerciales).

f) Alimentación: El volumen total de alimento dependerá, fundamentalmente, de los siguientes factores: especies fitoplanctónicas cultivadas, densidad del cultivo

de plancton, especie a alimentar, número y talla de los reproductores.

Para hacer el cálculo de este volumen, primero se establece el número de células de cada especie fitoplanctónica que se va a suministrar por animal y día y luego, en función de ello, se calcula diariamente el volumen de cultivo de algas que hay que introducir en el circuito, a partir de la densidad alcanzado por los cultivos de ese mismo día.



Circuito de acondicionamiento de reproductores.



Detalle de un tanque de acondicionamiento de ostra.



Recogida de larvas de ostra en los tanques de reproductores.

2 SECCION DE CULTIVO DE LARVAS

Es una sección que además de necesitar un importante espacio en el criadero, exige condiciones ambientales y estructurales específicas, por lo que, a menudo, conforma una sala más o menos independiente.

2.1. EL MODELO

El prototipo propuesto, consta de los siguientes elementos:

a) Un número de tanques suficiente para albergar las larvas, que dependerá tanto de la especie objeto de cultivo (especies distintas, permiten densidades de cultivo larvario también diferentes) como del número de larvas a cultivar.

Tanto el material como el diseño y capacidad de los tanques varían mucho de unos criaderos a otros.

El material de los tanques suele ser material plástico (poliuretano o poliéster con fibra de vidrio) liso por la superficie interior.

Su diseño varía según la especie a cultivar. Así, mientras que para la almeja, el fondo de los tanques suele ser plano, para la ostra el fondo es cónico (salvo los tanques en que se aplica la técnica de fijación sobre "arena", en cuyo caso el fondo vuelve a ser plano). En ambos casos, suelen apoyarse en tres patas (o en una estructura de apoyo, que permita su fácil desagüe) del mismo material que el cuerpo central, vaciando por debajo mediante un grifo, lo suficientemente elevado como para permitir colocarle debajo una batería de dos o tres filtros para recoger las larvas, cada vez que se desee renovar el agua del tanque.

La capacidad del tanque también es variable, según los criterios del acuicultor, oscilando entre los 100 ó 150 litros y los 450 ó 500 litros. Lógicamente, de la capacidad dependerá su tamaño y diámetro, que no debe sobrepasar de un metro.

Algunos criaderos (por ejemplo, la hatchery de la Société Atlantique de Mariculture, Satmar, en Cotentin, Francia) sustituyen los tanques por piscinas de gran capacidad, hasta 7.000 litros.

b) Un circuito de agua caliente (a 19-20° en el caso de la ostra o la almeja), filtrada por poro de 1 micra y estéril, que rodea completamente la sala. Ese circuito, normalmente de tubería de polivinilo (PVC) dispone de un número suficiente de grifos (también de material plástico) y accesorios para enchufar con rapidez y comodidad las mangueras de llenado.

c) Un circuito de aire, también de tubería de PVC, que suministra la aireación suficiente a todos y cada una de los tanques. La tubería final, que se introduce en el cultivo, está representada por varillas de vidrio o de plástico rígido, normalmente de unos 5 mm de espesor, que pueden ser sustituidas con absoluta facilidad para ser esterilizadas cada vez que se renueva el agua de los tanques.

d) Un sistema de canalización del vaciado de los tanques, que suele acabar en una cubeta central, cubierta por una rejilla lo suficientemente fuerte como para soportar el tránsito del personal. Dado que, en esta sala, como en casi todas las secciones del criadero, por mucho cuidado que se tenga, cae al suelo diariamente un importante volumen de agua, es importante que el suelo no sea resbaladizo y tenga una ligera pendiente (de un 1% es suficiente) hacia la canaleta de desagüe.

e) Una mesa, normalmente de mármol o granito pulido, para realizar los trabajos propios de la sección, con una o dos piletas laterales con doble grifo (para agua salada y para agua dulce, aunque este último no es imprescindible).

f) Un circuito eléctrico, con un número elevado de enchufes (provistos de tapa protectora contra la humedad), situados unos centímetros por encima de la línea superior de los tanques e incluso de las tuberías de conducción del agua y aire.

d) Un número suficiente de filtros de distintos poros (desde 20 μ hasta 300 μ) para recoger las larvas cuando se procede al vaciado de los tanques. Los filtros son cilindros de material plástico con una de las bases tapada por una red de nylon del poro deseado.



Sala de cultivo de larvas con tanques de 100 litros.



Aspecto de una sala de cultivo de larvas en un criadero de moluscos con tanques de 500 litros.



Filtros para la recogida de larvas en un criadero de moluscos.

3 SECCION DE CULTIVO DE CRIA

Una vez que la cría recién despegada ha crecido lo suficiente (hasta 500 μ , aproximadamente) se procede a su traslado a la sección de cultivo de cría en piscinas de gran volumen de agua, que por su tamaño ocupa la mayor parte de las instalaciones del criadero, si bien no todas las piscinas tienen que estar en el interior de las instalaciones, pudiendo ubicarlas, con algunos cuidados, en el exterior de la nave.

3.1. ELEMENTOS Y UNIDADES

El prototipo de esta sección requiere, al menos, los siguientes elementos y unidades:

- Un número de piscinas de gran capacidad para albergar toda la cría del criadero.

Las piscinas de engorde suelen ser rectangulares, de 3 a 5 m de largo, 1 m de ancho y 0,8 m de profundidad,

capaces de contener de 2.000 a 3.500 litros de agua, si bien no son pocos los criaderos que utilizan piscinas más grandes, de hasta 7.000 litros o más.

La entrada del agua se hace por una de las cabeceiras, mientras que en la otra se dispone un rebosadero superficial y una llave de fondo para el vaciado y limpieza.

El material de las piscinas suele ser de cemento, cubierto con un material no tóxico, liso y fácil de limpiar (poliester liso, baldosa cerámica, pintura no tóxica, etc).

- Un circuito de agua caliente (a 18-20°), filtrada por 1 micra y esterilizada, con salidas en cada una de las piscinas y caudales dependiendo de la capacidad, de la densidad del cultivo y los períodos de renovación del agua.

Las piscinas que disponen de este circuito son las que deben estar en el interior del criadero, protegidas y sin excesivas pérdidas de calor.

En este circuito se deben mantener la cría más pequeña, excepto en el caso de los pectínidos, que no conviene sobrepasar los 17-18°.

- Un circuito de agua a temperatura ambiente y filtrada, con salidas en cada una de las piscinas. Este circuito deben tenerlo, tanto las piscinas situadas en el interior como en el exterior de la instalación.

Tanto este circuito como el anterior pueden emplearse con dos tipos de circulación de agua: la circulación en circuito abierto, con flujo de agua constante, y la circulación en circuito cerrado, en las que el agua de la piscina se cambia periódicamente, normalmente cada dos días.

Este circuito es especialmente indicado para la cría de pectínidos, así como para la cría de los otros moluscos que ha sido retenida por el tamiz de 2 mm.

- Un circuito de agua a temperatura ambiente y cruda (sólo decantada y con una filtración grosera).

Aunque son bastantes los criaderos que renuncian a este tercer circuito, por razones de seguridad, no debe desecharse ya que representa un importante ahorro en la unidad de filtros. Sobre todo si se compensa con la posibilidad de que esta unidad sea abierta, con flujo de agua constante, equivalente a 2-3 renovaciones por día.

- Un circuito de aireación que bordee todas las piscinas, con grifos suficientes para el elevado número de varillas de vidrio o plástico rígido que son necesarias para mantener oxigenada el agua de las piscinas con circuito cerrado, así como para impulsar el agua en los tubos laterales de los tambores o bandejas donde se instalará la cría.

- Un sistema para estabular la "cría" dentro de las piscinas. En los distintos criaderos se utilizan diferentes

sistemas. Los más comunes son: a) en tambores cilíndricos y b) en bandejas.

a) Los tambores utilizados son los mismos que hemos descrito para el cultivo de postlarvas, pero con mallas que oscilan entre las 250 μ y 1 mm sobre las que se va colocando la cría a medida que va creciendo. Una serie, ya ensayada con resultados satisfactorios es la siguiente:

- Primera estabulación sobre malla de 250 μ .
- Tamizado por 1 mm y las retenidas se estabulan sobre tambores con malla de 500, 700 ó 750 μ .
- Tamizados sucesivos por 2, 3 y 4 mm y las retenidas se estabulan sobre tambores con red de 1 mm.

La razón de que la apertura de malla del tambor sea siempre menor que la luz del tamiz (lo que parece contradictorio con el hecho teórico de que los animales retenidos en un tamiz son mayores que la luz) es que el tamizado con animales tan pequeños nunca es efectivo al 100%, sobre todo, cuando ese tamizado hay que realizarlo sin brusquedades y en el agua.

Según las distintas industrias, la circulación del agua a través de los tambores, que suele hacerse mediante un sistema de burbujeo con aire a baja presión, puede seguir un flujo ascendente (el agua entra por el fondo de los tambores y sale por la superficie) o descendente (el agua entra por la superficie y sale por el fondo de red).

b) En algunos criaderos, en vez de tambores se usan bandejas, formadas por un bastidor, más o menos cuadrado o rectangular, de pocos centímetros de altura, normalmente de madera, sobre el que se sujeta la malla.

Un sistema de railes permite sostener las bandejas cerca de la superficie, incluso por pisos (en una piscina de 0,80 cm de profundidad se pueden poner hasta 2 pisos, a 0,30 y 0,60 m), si bien esto solo puede hacerse en las piscinas con circuito abierto y fuerte flujo de agua (3 renovaciones diarias o más).



Piscina de cultivo de cría, a escala industrial.



Piscina de cultivo de cría, a escala semiindustrial.



Piscina de cultivo de cría, a escala de laboratorio.

4 SECCION DE CULTIVO DE FITOPLANCTON

Esta sección suele estar representada en los criaderos por dos unidades bien diferenciadas: la que corresponde al cultivo de fitoplancton en pequeños volúmenes (hasta 6 litros, aproximadamente) y en grandes volúmenes (desde 200 litros hasta 2.000 o más litros).

4.1. CULTIVO DE PEQUEÑOS VOLÚMENES

Los cultivos mono-específicos de algas unicelulares (únicos que se mantienen en esta unidad), usan recipientes cuyo volumen oscila entre los 15-20 ml (Tubos de ensayo, para inóculos), 200-250 ml (normalmente Erlenmeyers, para "cepas") y 5-6 litros (reactores o "Botellones" de cultivo).

Estos recipientes suelen ser de vidrio resistente a elevadas temperaturas, ya que este material reúne todas las características deseables: elevada transparencia, fácil manejo, lavado eficaz, esterilización rápida, superficie lisa, etc. Sin embargo, en el caso de los botellones, a menudo se utilizan de otros materiales plásticos más baratos que el vidrio.

4.1.1. Requerimientos

a) Una sala termoestable, en la que la temperatura pueda mantenerse entre los 17,18 y 20°C.

b) Un sistema de estanterías de material resistente a la corrosión, que permita la colocación por pisos de los recipientes, ahorrando, de este modo, espacio horizontal al criadero.

c) Un sistema de iluminación constante, en el que las lámparas puedan ser escogidas en función de su espectro. Normalmente se eligen marcas y tipos de lámparas cuyo espectro sea lo más cercano posible al de la luz solar.

El número de lámparas variará según las dimensiones, calculándose a razón de 0,2 a 2 w por litro de cultivo.

d) Un circuito de aire, del que se puedan hacer derivaciones para los botellones de 5-6 litros. Este circuito está, si lo hay, en relación con el de anhídrido carbónico.

4.1.2. Estructura

Varía según los criaderos. Normalmente es una pequeña habitación (20 metros cuadrados de superficie suele ser suficiente), aislada térmicamente, con regulador de temperatura, permanentemente iluminada, y en la que se introducen los sistemas y circuitos antes comentados.

En la actualidad, existe en el mercado una gran variedad de armarios (de amplio uso en hostelería y establecimientos de alimentación), cuyas características los hacen idóneos para este cultivo en pequeños volúmenes y, consecuentemente, se van imponiendo en los criaderos de nueva construcción.

4.1.3. Elementos auxiliares

Los cuidados que requiere un cultivo monoespecífico de algas unicelulares exigen una gran meticulosidad e instrumental adecuado. Por ello, esta unidad requiere de un laboratorio específico que, aunque de tamaño reducido, debe contener los siguientes elementos:

- Mesa larga con lavadero o pileta de agua dulce.
- Terminal del circuito de agua de mar filtrada a 1 μ y caliente.
- Sistema para filtración al vacío por 0,45 μ .
- Armario-estufa para esterilización o desecación del material de vidrio. Autoclave.
- Nevera.
- Microscopio.
- Material de laboratorio, entre el que se incluirá una balanza de precisión para preparar el medio de cultivo.

4.2. CULTIVO EN GRANDES VOLUMENES

Esta unidad varía enormemente según los criaderos y las técnicas empleadas.

4.2.1. Emplazamiento

Puede situarse en el interior de la nave o en el exterior y, en este último caso, al aire libre o en invernadero o estructura similar. Ambos sistemas (interior y exterior) pueden alternarse, según las épocas del año, a efectos de ahorrar energía eléctrica.

Usualmente se procede a emplazar esta unidad en el interior de la nave, cuando las condiciones exteriores así lo imponen, como, por ejemplo, es el caso de criaderos en climas que alcanzan temperaturas extremas, muy altas o muy bajas, que provocarían el enfriamiento o calentamiento excesivo del agua de los recipientes y harían inviable el cultivo.

4.2.2. Recipientes

Se utilizan de muy diversos tipos. Para los volúmenes de 40 a 2.000 o más litros, se suelen usar, tanques de poliéster o similar, o bien, bolsas plásticas transparentes y desechables.

Los tanques de poliéster de 100, 200 ó 250 litros, pueden ser simplemente cubetas, sin desagüe. Entre las ventajas de este sistema, se cuenta el fácil control de la unidad, con sustitución y producción rápida de cultivos, mediante inóculo de los "botellones". Entre sus desventajas, la necesidad de limpieza profunda cada vez que se renueva el cultivo y la exposición de toda la superficie a la posible contaminación aérea.

Para el cultivo de fitoplancton en volúmenes a partir de los 1.000 o más litros se utilizan piscinas (5.000 a 10.000 litros) o tanques de poliéster o fibra de vidrio (1.000, 2.000 o más litros). En estos casos, tanto las piscinas como los tanques han de llevar desagüe por el fondo, para que puedan ser vaciados por completo y proceder a su limpieza a fondo cada vez que se cambia un cultivo.

Las piscinas tienen la superficie interior lisa, revestida de fibra de vidrio o poliéster.

Para cultivos de 40 a 400 litros de capacidad pueden utilizarse bolsas de plástico transparente, desechables. Las bolsas de 40 litros se inoculan con fitoplancton procedente de los reactores de 6 litros. Las bolsas de 400 litros pueden inocularse con fitoplancton procedente de los botellones de 6 litros o bien con el procedente de las bolsas de 40 litros.

4.2.3. Necesidades de luz

Dada la inevitable profundidad de la columna de agua en los tanques y piscinas, varían las necesidades de luz según la clase de recipiente (los tanques y piscinas reciben luz solamente de arriba-abajo).

Como norma general pueden usarse las siguientes cifras:

Bolsas plásticas de 40 litros	2-4 w/l de cultivo
Bolsas plásticas de 400 litros	0,3 w/l de cultivo
Tanques de 2.000 a 4.000 litros	1,5 w/l de cultivo
Tanque de 10.000 litros (exterior)	Luz natural

Actividades

Autoevaluación

- 1** Contesta SI o NO a las siguientes frases:
- A. Para controlar el alimento de las larvas es imprescindible disponer de bombas dosificadoras.
 - B. En la sección de larvas se trabaja con circuito de agua abierto.
 - C. Los cuidados sanitarios en la sala de larvas son sólo preventivos.
 - D. Todo el agua marina que va a las secciones de larvas, fitoplancton, reproductores y crías ha de ser calentada en todos los meses del año.
 - E. El agua marina que va las secciones de larvas, los meses del año.
 - F. Los tanques de la sala de larvas son iguales, independientemente de la especie a cultivar.
 - G. Las piscinas de estabulación de la cría son iguales a las piscinas de estabulación de reproductores.

	Tanque 100/150 l	Tanque 450/500 l	Piscina ≥ 1.000 l
Fácil/Difícil de limpiar			
Fácil/Difícil de manejar			
Fácil/Difícil de Inversión			
Bajo/Alto coste de mantenimiento			
Fácil/Difícil control de larvas			

- 4** ¿Cuántos circuitos desembocan en la sección de cultivo de larvas? Define las secciones de las tuberías cuando entran en la sala y en los puntos terminales (cuando llegan a los tanques).

- 5** ¿Cuáles de esos circuitos podrían estar enlazados directamente con los correspondientes de la sal de reproductores, fitoplancton y cría?

Aplicaciones

- 1** Define las características que a tu juicio deben tener los materiales empleados en la construcción de tanques o piscinas para la estabulación de reproductores. Compáralas con las del:
- A. Poliéster.
 - B. Vidrio.
 - C. Cemento a la vista.
 - D. Cemento pintado (con el material que elijas).
 - E. Aluminio.

- 2** ¿Cuántos circuitos desembocan y se sitúan en las proximidades de los tanques de reproductores?. Define los diámetros de cada una de las tuberías terminales.

- 3** Hay acuicultores que prefieren tanques pequeños (100 ó 150 litros) a tanques grandes (450 a 500 litros) para el cultivo de larvas. Otros, prefieren lo contrario. Algunos, incluso, eligen piscinas de gran capacidad (de 1.000 o más litros). Rellenando la ficha, razona cual preferirías:

- 6** Rellena la siguiente ficha, poniendo SI o NO, según corresponda para decidir cuáles de los circuitos son esenciales en cada una de las secciones:

	Larvas	Fito	Repro.	Cría
Aire				
Anhídrido carbónico				
Agua caliente filtrada por 1 μ				
Agua esterilizada				
Agua cruda				
Agua dulce				
Calefacción				
Electricidad				
Refrigeración				

Los criaderos de moluscos no requieren grandes ni sofisticados laboratorio, ya que cuando encuentran alguna grave dificultad suelen recurrir a recoger muestras para su envío y posterior estudio en centros de investigación especializados.

Sin embargo es obligado disponer de un pequeño laboratorio en el que se realizan los controles, mediciones, determinaciones, pesadas, etc, tanto del agua como del fitoplancton y larvas o crías y reproductores de los moluscos. Sus características son las propias de cualquier laboratorio, es decir, claro, aislado, de fácil limpieza, con materiales duraderos, no oxidables, con agua dulce corriente, enchufes abundantes, etc.

El criadero prototipo debe disponer de tres espacios, que corresponden a otros tantos pequeños laboratorios (que pueden estar unidos en uno sólo):

- a) Laboratorio para el control de rutina de la calidad del agua, estado de las larvas y cría y reproductores.
- b) Laboratorio para la realización de inóculos, cepas y reactores de fitoplancton, así como para el contaje y control del alimento.
- c) Laboratorio de rutina microbiológica, si bien, en muchos casos, se prescinde esta unidad.

1 LABORATORIO GENERAL

El más sencillo, consta de una mesa más o menos larga (4 ó 5 metros) con superficie que puede ser de piedra (mármol, granito), madera con cubierta de formica o similar, azulejo, etc, en cuyo extremo (o en los dos extremos) se coloca una pileta con grifo de agua dulce. La pileta puede ser de porcelana o material similar, si bien, en la actualidad se prefieren de acero inoxidable, incluso de material plástico.

Sobre las mesa (o en otras) se colocan los distintos aparatos necesarios, mientras que el instrumental se suele guardar en un armario de puertas acristaladas, así como en los cajones, que debe haber en gran número bajo las mesas, aunque dejando espacios entre los adyacentes para poder trabajar sentado y con comodidad.

Los aparatos más corrientes e imprescindibles son:

- Lupa binocular para observación y contaje de larvas y semilla.
- Microscopio, para la observación de larvas, cortes y preparaciones de tejidos en reproductores, etc.
- Balanzas, de las que, al menos, debe haber dos de diferentes grado de sensibilidad.
- Phmetro, que puede ser sustituido por rollos de papel tornasol.
- Oxímetros, que puede ser sustituido por determinaciones químicas.
- Salinómetros, que pueden ser sustituidos por densímetros.
- Estufa para cultivos.
- Nevera.

Contenido

1. Laboratorio general
2. Laboratorio de fitoplancton

2 LABORATORIO DE FITOPLANCTON

Cuando existe independiente es una pequeña sala, con terminales de agua dulce corriente y agua caliente-filtrada por $0,45 \mu$. En este laboratorio se disponen, como mínimo, los siguientes aparatos:

- Autoclave.
- Armario-estufa (o elemento sustitutorio) para la esterilización de importantes cantidades de material de vidrio.
- Microscopio para el conteo y control del fitoplancton (en algunos criaderos utilizan el del laboratorio general).
- Equipo para la filtración mediante bomba de vacío.



Contador de partículas.



Autoclave de carga horizontal.



Aspecto de un laboratorio con microscopio y lupas.



Estufa para esterilización de material de laboratorio.

PREPARACION DE REACTIVOS DE USO CORRIENTE EN LOS CRIADEROS

PREPARACION DE AGAR NUTRITIVO

Composición:

Peptona.....	5 gr
Extracto de carne.....	3 gr
Sal (cloruro sódico).....	5 gr
Agar en polvo.....	10 a 15 gr
Agua destilada.....	1.000 ml

Material necesario:

- Componentes del agar nutritiva en las cantidades indicadas
- Matraz Erlenmeyer de 1 ó 2 litros
- Balanza, sensibilidad 0,1 gr
- Papel parafinado (para pesar)
- Probeta graduada de 1.000 ml
- Espátulas y cucharas

- Papel de aluminio
- Olla a presión o autoclave

Método:

- 1) Pesar los componentes en las cantidades indicadas en la composición del agar nutritivo.
- 2) Colocar el agua destilada en un matraz Erlenmeyer y añadir uno a uno los demás componentes: peptona, extracto de carne, sal y agar en polvo.
- 3) Hervir durante unos 2 o 3 minutos, homogeneizando la mezcla.
- 4) Tapar el matraz con papel de aluminio y esterilizar (olla a presión o autoclave).

PREPARACION DE AGUA DE CAL

Composición:

Oxido de calcio y agua

Material:

- Oxido de calcio
- Agua destilada
- Vaso de precipitado de 1 litro
- Agitador manual (varilla) o agitador electromagnético
- Papel de filtro
- Embudo
- Matraz Erlenmeyer de 1 ó 2 litros

Método:

- 1) Verter el agua destilada en el vaso de precipitado y colocarlo encima del agitador electromagnético (si se utiliza). Encender el agitador e ir añadiendo, poco a poco, óxido de calcio hasta la saturación.
- 2) Preparar el Erlenmeyer colocándole encima el embudo con el papel de filtro.
- 3) Cuando la disolución esté saturada, verter lentamente el contenido del vaso de precipitado en el embudo, aclarando el líquido.

PREPARACION DE AZUL DE METILENO

Componentes:

Azul de metileno	3, gr
Hidróxido de potasio.....	0,01 gr
Alcohol etílico.....	30 ml
Agua destilada.....	100 ml

Materiales:

- Componentes indicados
- Balanza, sensibilidad 0,001 gr
- Papel parafinado (para pesar)

- 2 probetas graduadas de 100 ml
- Erlenmeyer de 250 ml
- Papel de aluminio
- Goma elástica

Método:

Verter en el Erlenmeyer los 30 ml de alcohol. Añadir el colorante y disolverlo, agitando con suavidad. Añadir el resto de los componentes en la cantidad indicada, previo pesado. Tapar el Erlenmeyer con el papel de aluminio y la goma elástica.

PREPARACION DE LUGOL

Composición:

Iodo	1 gr
Ioduro potásico.....	1 gr
Agua destilada.....	300 ml

- Embudo
- Filtro
- Frasco de vidrio oscuro con rosca y tapa cuenta-gotas
- Papel de aluminio

Material necesario:

- Componentes en la cantidad indicada
- Balanza, sensibilidad 0,1 gr
- Papel parafinado (para pesada)
- Probeta graduada de 500 ml
- Erlenmeyer de 1 litro

Método:

Mezclar los tres componentes en las cantidades indicadas y filtrar la disolución, vertiéndola en el frasco de vidrio. Cerrar el frasco con la tapa y rodearlo con papel de aluminio, hasta la altura de la rosca.

PREPARACION DE CALDO NUTRITIVO

Composición:

• Extracto de carne	4 gr
• Cloruro sódico	6 gr
• Peptona	8 gr
• Agua destilada	1000 cc

- Algodón graso
- Autoclave
- Componentes

Materiales:

- Balanza, sensibilidad 0,1 gr
- Probeta 1.000 cc
- 2 Matraz Erlenmeyer 2000 cc
- Mechero, trípode y rejilla
- Varilla agitador
- Phmetro o papel tornasol
- Hidróxido sódico
- Embudo
- Papel de filtro

Método:

- 1) Calentar el agua destilada, sin que llegue a hervir.
- 2) Añadir los componentes, uno a uno, y disolverlos con ayuda de la varilla agitador.
- 3) Medir el pH y se ajusta a pH 7,4, neutralizando con hidróxido sódico N/10, dejándolo hervir unos minutos.
- 4) Filtrar sobre el segundo matraz y obtener un líquido claro amarillento.
- 5) Tapar el matraz con algodón graso y esterilizar en el autoclave a 110°C durante 20 minutos.

PREPARACION DE ACIDO CROMICO

Componentes:

• Dicromato potásico	10 gr
• Agua destilada.....	100 ml
• Acido sulfúrico concentrado	10 ml

Materiales:

- Balanza, sensibilidad 0,1 gr
- Probeta 100 ml
- Varilla de vidrio maciza para agitar
- Pipeta con tetina
- Frasco de vidrio 150 a 200 ml de boca ancha con tapa

Método:

1. Recoger en la probeta el agua destilada y pesar el dicromato potásico.
2. Verter el agua destilada en el frasco de vidrio y añadir el dicromato potásico. Con ayuda de una varilla de vidrio agitar suavemente.
3. Con la pipeta recoger el ácido sulfúrico y añadirlo, cuidadosamente, a la disolución. Agitar con la varilla suavemente, sin acercarse demasiado al cuerpo o la cara a la boca del frasco. Tapar el frasco.

PREPARACION DE MEZCLA CROMICA (SOLUCION LIMPIADORA)

Componentes:

Dicromato potásico	100 mg
Agua destilada.....	750 ml
Acido sulfúrico concentrado	250 ml

Materiales:

- Balanza, sensibilidad 0,1 gr
- Probeta aforada 1000 cc
- Probeta aforada 500 cc
- Varilla de vidrio maciza
- Matraz Erlenmeyer de 2000 cc

Método:

1. Recojer en la probeta de 1000 cc el agua destilada. Pesar el dicromato potásico.

2. Verter el agua destilada en el Erlenmeyer. Añadir el dicromato. Agitar suavemente con la varilla.

3. En la probeta de 500 cc recoger el ácido sulfúrico. Con gran cuidado verter, poco a poco, el ácido en la disolución. Tapar el matraz, y rotular con un signo de precaución bien visible, señalando el contenido.

NOTA: Esta mezcla crómica, muy usada en los criaderos para la limpieza de material de vidrio, puede usarse varias veces hasta que adquiere un color verdoso, en cuyo caso se debe desechar. Es una mezcla muy corrosiva, por lo que su manejo ha de hacerse con cuidado, procurando que ninguna gota caiga sobre la piel o la ropa.

Términos del texto recogidos en el glosario

A

Acuicultor
Acuicultura
Agar
Agitador
Aireación
Aireador
Alcalinidad
Arribazón
Autoclave

B

Biodegradable
Bomba
Bomba centrífuga
Bomba dosificadora
Bomba en aspiración
Bomba en carga
Bomba peristáltica
Bomba rotatoria
Bombeo

C

Carbón activo
Carcasa
Catabolismo
Caudal
Cebado
Centrifugación
Centrifugadora
Cepa
Compresor
Compuesto organometálico
Concha
Condensación
Contaminación
Corrosión
Cota
Criadero
Cultivo

D

Decantación
Disolución
Drenaje

E

Emulsión
Especie

Estabulación
Esterilización
Estuario

F

Fibra de vidrio
Fijación
Filtración
Filtración biológica
Filtración mecánica
Filtración química
Filtro de arena
Filtro de Tierra de Diatomeas
Filtro de vacío
Fitoplancton
Fungicida

H

Herbicida

I

Inóculo
Intercambiador de calor
Intercambiador de placas
Isotermo

L

Larva
Larvíparo
Lejía

M

Malla
Manómetro
Marea
Marea muerta
Marea viva
Matraz
Matraz Erlenmeyer
Metamorfosis
Microfiltración

O

Oxigenación

P

Parque de cultivo

Patógeno
Pesticida
pH
pHmetro
Plancton
Pleamar
Poliéster
Polietileno
Polución
Puesta
PVC

R

Radiación Ultravioleta
Red
Reactores
Refrigeración
Retrolavado

S

Salinidad
Salinómetro
Semilla
Sensor
Soplante

T

Termostato
Tóxico
Turbidez

V

Válvula
Vivero