

# INDICE:

|  |    |
|--|----|
| <b>CAPITULO 1. CULTIVO DE PECES MARINOS</b> .....        | 4  |
| 1. DESARROLLO LARVARIO. CONCEPTO DE LARVA Y ALEVIN.....  | 4  |
| 2. CULTIVO LARVARIO.....                                 | 5  |
| <b>2.1. Tanques</b> .....                                | 6  |
| <b>2.2. Factores Físicos</b> .....                       | 6  |
| 2.2.1. Temperatura.....                                  | 6  |
| 2.2.2. Luz.....  | 7  |
| 2.2.3. Salinidad.....                                    | 7  |
| 2.2.4. pH.....   | 7  |
| 2.2.5. Presión total de gases.....                       | 7  |
| <b>2.3. Calidad del agua. Renovaciones</b> .....         | 7  |
| <b>2.4. Iniciación del cultivo larvario</b> .....        | 8  |
| <b>2.5. Alimentación</b> .....                           | 8  |
| <b>2.6. Crecimiento y supervivencia</b> .....            | 9  |
| <b>2.7. Tareas diarias en el cultivo larvario</b> .....  | 9  |
| 3. DESTETE.....  | 9  |
| <b>3.1. Tanques</b> .....                                | 9  |
| <b>3.2. Factores físicos</b> .....                       | 9  |
| <b>3.3. Calidad del agua. Renovaciones</b> .....         | 11 |
| <b>3.4. Iniciación del destete</b> .....                 | 11 |
| <b>3.5. Alimentación</b> .....                           | 11 |
| <b>3.6. Crecimiento y supervivencia</b> .....            | 11 |
| <b>3.7. Tareas diarias en el destete</b> .....           | 12 |
| 4. MALFORMACIONES Y PROBLEMAS PATOLOGICOS.....           | 12 |
| 5. CRITERIOS SANITARIOS.....                             | 12 |
| 6. TRANSPORTE DE LARVAS Y AIEVINES.....                  | 13 |
| <b>CAPITULO 2. CULTIVO DE RODABALLO</b> .....            | 15 |
| 1. DESARROLLO LARVARIO.....                              | 15 |
| 2. CULTIVO LARVARIO.....                                 | 15 |
| <b>2.1. Tanques y densidad</b> .....                     | 15 |
| <b>2.2. Factores físico-químicos. Renovaciones</b> ..... | 16 |
| <b>2.3. Alimentación</b> .....                           | 16 |
| <b>2.4. Crecimiento y supervivencia</b> .....            | 17 |
| 3. DESTETE.....  | 17 |
| <b>3.1. Tanques y densidad</b> .....                     | 17 |
| <b>3.2. Factores físico-químicos. Renovaciones</b> ..... | 17 |
| <b>3.3. Alimentación</b> .....                           | 18 |
| <b>3.4. Crecimiento y supervivencia</b> .....            | 18 |
| 4. MALFORMACIONES Y PROBLEMAS PATOLOGICOS.....           | 18 |
| 5. CULTIVO EXTENSIVO Y SEMIEXTENSIVO.....                | 18 |
| <b>CAPITULO 3. CULTIVO DE DORADA</b> .....               | 21 |
| 1. DESARROLLO LARVARIO.....                              | 21 |
| 2. CULTIVO LARVARIO.....                                 | 21 |
| <b>2.1. Tanques y densidad</b> .....                     | 21 |
| <b>2.2. Factores físico-químicos. Renovaciones</b> ..... | 21 |
| <b>2.3. Alimentación</b> .....                           | 22 |
| <b>2.4. Crecimiento y supervivencia</b> .....            | 22 |
| 3. DESTETE.....  | 23 |
| <b>3.1. Tanques y densidad</b> .....                     | 23 |
| <b>3.2. Factores físico-químicos. Renovaciones</b> ..... | 23 |
| <b>3.3. Alimentación</b> .....                           | 23 |
| <b>3.4. Crecimiento y supervivencia</b> .....            | 24 |
| 4. MALFORMACIONES Y PROBLEMAS PATOLOGICOS.....           | 24 |

|  |    |
|--|----|
| 4.1. Lordosis y escoliosis .....                         | 24 |
| 4.2. Ausencia de vejiga natatoria .....                  | 24 |
| 4.3. Infecciones bacterianas .....                       | 25 |
| <b>CAPITULO 4. CULTIVO DE LUBINA</b> .....               | 27 |
| 1. DESARROLLO LARVARIO .....                             | 26 |
| 2. CULTIVO LARVARIO .....                                | 26 |
| <b>2.1. Alimentación</b> .....                           | 26 |
| 3. DESTETE .....   | 27 |
| 4. MALFORMACIONES Y PROBLEMAS PATOLOGICOS .....          | 27 |
| <b>CAPITULO 5. CULTIVO DE LENGUADO</b> .....             | 28 |
| 1. DESARROLLO LARVARIO .....                             | 29 |
| 2. CULTIVO LARVARIO .....                                | 29 |
| 3. DESTETE .....   | 30 |
| <b>TERMINOS DEL TEXTO RECOGIDOS EN EL GLOSARIO</b> ..... | 32 |

## Contenido

### 1. Desarrollo larvario. Concepto de larva y alevín

#### 2. Cultivo larvario

- 2.1. Tanques
- 2.2. Factores físicos
  - 2.2.1. Temperatura
  - 2.2.2. Luz
  - 2.2.3. Salinidad
  - 2.2.4. pH
  - 2.2.5. Presión total de gases
- 2.3. Calidad de agua. Renovaciones
- 2.4. Iniciación del cultivo larvario
- 2.5. Alimentación
- 2.6. Crecimiento y supervivencia
- 2.7. Tareas diarias en el cultivo larvario

#### 3. Destete

- 3.1. Tanques
- 3.2. Factores físicos
- 3.3. Calidad de agua. Renovaciones
- 3.4. Iniciación del destete
- 3.5. Alimentación
- 3.6. Crecimiento y supervivencia
- 3.7. Tareas diarias en el destete

#### 4. Malformaciones y problemas patológicos

#### 5. Criterios sanitarios

#### 6. Transporte de larvas y alevines

## 1 DESARROLLO LARVARIO. CONCEPTO DE LARVA Y ALEVÍN

En general, los peces marinos presentan un desarrollo embrionario muy breve. En las especies que se tratarán en este texto (dorada, lubina, rodaballo y lenguado) este desarrollo es de unos pocos días de temperatura normal de incubación. Así, la LARVA recién eclosionada es bastante primitiva y no se parece al adulto. El tubo digestivo está sin formar, tiene cerradas todavía la boca y el ano, y se alimenta de sus reservas vitelinas. Presenta una pigmentación muy escasa o ausente y son ciegos o su agudeza visual es mínima. Tienen muy poca actividad, flotando en muchos casos en la superficie vueltos hacia arriba.

La larva va transformándose progresivamente:

- Desarrolla sus distintos aparatos
- Abre la boca y el ano
- Empieza a alimentarse del medio
- Forma las aletas pectorales
- Se muestra más activa
- Abandona poco a poco la superficie del tanque

Estos cambios se producen en los primeros días de vida, en la denominada FASE VITELINA, que termina con la completa reabsorción del vitelo y la gota de grasa (entre los días 5 y 12 de vida, según las especies).

La larva sigue creciendo y comienza a experimentar una serie de cambios hasta tomar la apariencia de un adulto. Estos cambios se conocen con el nombre de **metamorfosis**, y al término de la misma ya no se habla de larvas, sino de **alevines** o **juveniles**. La metamorfosis se completa entre los días 20 y 70 de vida, según la especie y la temperatura del agua. El cultivo larvario incluye toda esta fase de desarrollo, comenzando con la larva recién eclosionada y terminando al finalizar la metamorfosis.



Larva de 2-3 días de edad alimentándose de sus reservas vitelinas.

| FASE DE DESARROLLO DEL PEZ      | FASE DE CULTIVO  |
|---------------------------------|------------------|
| Desarrollo embrionario (huevos) | Incubación       |
| Desarrollo larvario (larvas)    | Cultivo larvario |
| Metamorfosis                    | Destete          |
| Alevinaje (alevines)            | Preengorde       |

Las larvas de peces marinos no son capaces de alimentarse de materia inerte. Su atención se centra en presas móviles, y su capacidad digestiva es bastante limitada. Debido a esto, su alimentación consiste en presas vivas (zooplancton), siendo las más utilizadas el rotífero y la Artemia.

Entre el cultivo larvario y la siguiente fase de cultivo, el "preengorde" (cultivo de los alevines), existe una fase intermedia denominada "destete", que es el paso de la alimentación en base a presas vivas y la alimentación a base de presas inertes.

El comienzo del destete depende de la especie concreta y del método de trabajo elegido en el criadero. Normalmente, el destete comienza durante la metamorfosis, aunque a veces, sobre todo en el lenguado, se retarda hasta que finaliza la misma. El destete no es en sí una fase de la vida del pez (como ocurre con la fase larvaria o con la fase de alevinaje), y suele iniciarse durante el cultivo larvario, realizándose ambos en la misma instalación. No obstante, en este texto se distinguirá entre ambos, ya que generalmente requieren tratamientos diversos.

## 2 CULTIVO LARVARIO

Ya hemos citado que el cultivo larvario comprende desde la incubación y eclosión de los huevos hasta el preengorde, si bien a los efectos de este tema, limitaremos el enunciado hasta el destete, considerando este último una nueva fase del cultivo de los peces marinos.

Existen tres modalidades de cultivo larvario:

A) **Cultivo intensivo**, que se realiza en tanques no muy grandes, con un control exhaustivo de los parámetros de cultivo y a densidades muy elevadas. Su principal característica es que la alimentación es añadida constantemente al medio por el piscicultor.

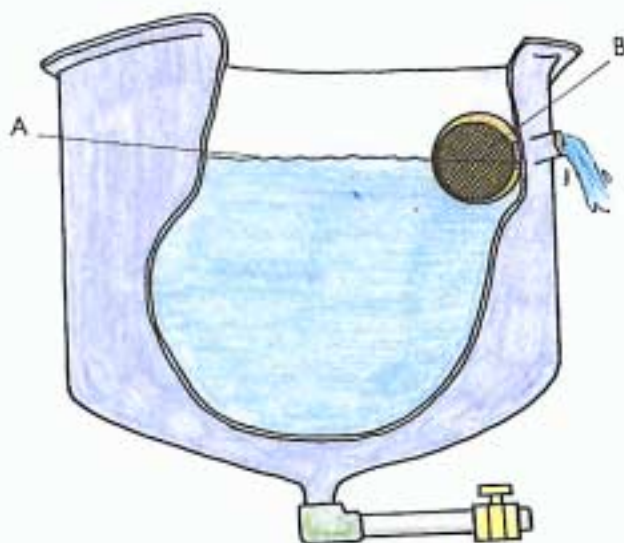
B) **Cultivo extensivo**. Se realiza en tanques o estanques mayores, siendo la densidad mucho menos que en el intensivo. Se caracteriza porque no se le aporta alimentación al medio, nutriéndose las larvas de las presas que existen de forma natural en él.

C) **Cultivo semiextensivo**. Es un intermedio entre los dos anteriores. En él se puede aumentar la densidad que presenta el cultivo extensivo añadiéndole a las larvas alimentación natural recolectada del mar.

El cultivo más extendido en las larvas de peces marinos es el cultivo intensivo, ya que al trabajar con densidades mucho mayores, se puede obtener un mayor rendimiento de la instalación. Esto no tiene por qué corresponderse con una mayor supervivencia, ya que por ejemplo en el caso del rodaballo, países como Noruega y Dinamarca utilizan las otras técnicas de cultivo con muy buenos resultados. La disponibilidad de espacio y la abundancia de zooplancton en el medio, tienen mucho que ver con la elección de la técnica.



**Larva de 6 días, próxima a terminar la fase vitelina, presentando la boca abierta y el vitelo reabsorbido.** Todavía puede observarse la gota de grasa.



**Tanque de cultivo larvario.** A. Nivel de agua. B. Filtro.

En España, el cultivo larvario de las especies marinas se realiza intensivamente. Por esto, será a éste tipo de cultivo al que se referirá este texto.

## 2.1. TANQUES

Los tanques de cultivo larvario son normalmente de fibra de vidrio o poliéster, circulares y con el fondo cónico o redondeado, y su volumen oscila entre 1 y 20 m<sup>3</sup> según las especies. Están provistos de dos salidas: una salida central situada en el fondo del tanque, y otra salida situada en la parte superior de la pared.

Normalmente, la salida del fondo actúa como desagüe. Por ella se extraen las larvas muertas y la suciedad que se acumula en el fondo. La salida de la parte superior de la pared actúa como rebosadero, sirviendo para mantener el nivel de agua en el tanque. Para que por este rebosadero no se escapen las larvas y el alimento, se le acopla un filtro. Este filtro es una especie de tambor con una malla muy tupida, de tal modo que permite la salida de agua y retiene en el interior del tanque las larvas y el alimento vivo.

En algunos criaderos, el control del nivel de agua en el tanque, no se hace desde el rebosadero de la pared, sino que se hace desde el desagüe. Este desagüe se continúa con un tubo exterior que actúa regulando el nivel por vasos comunicantes. En el interior del tanque se coloca un filtro, central, de malla acoplado al desagüe, que permite una mejor circulación de agua. Además, se pueden colocar filtros más grandes, con una mayor superficie de filtración. Como inconvenientes se puede citar que es más difícil sacarlos para la limpieza y que el desagüe ya no actúa como tal, ya que las larvas y la suciedad quedarán retenidas por el filtro.

En cualquiera de los dos casos, al comienzo del cultivo larvario se utilizan mallas tupidas, de 62 a 80  $\mu$ . Progresivamente, conforme las larvas van creciendo y se alimentan de presas de mayor tamaño, se irán cambiando estas mallas por otras de 125-150 y 200-300  $\mu$ .

Se ha de tener en cuenta que al utilizar mallas de diámetro reducido pueden taponarse con relativa facilidad. Así, se habrán de limpiar diariamente e ir aumentando la superficie de filtración conforme se aumenta la renovación del tanque. Una malla obstruida puede ser responsable de que se pierda la producción de un tanque, ya que si entra más agua de la que sale el tanque desbordará perdiéndose las larvas. Para evitar esto, además de aumentar progresivamente el diámetro de la malla y la superficie de filtración, se pueden tomar dos medidas de precaución:

- diseñar el tanque de tal modo que tanto la salida del desagüe como la salida de la pared puedan actuar regulando el nivel de agua. Una de las dos será la encargada de regularlo, dotándola de un filtro de la malla adecuada. La otra, quedará como rebosadero de emergencia, colocándole una malla menos tupida.

- colocar una alarma de nivel en cada tanque, de tal modo que cuando el nivel de agua en el mismo ascienda por encima de lo aconsejable, suene una sirena de alarma, procediendo entonces el operario a limpiar el filtro.

Los tanques de cultivo larvario deben estar provistos de aire. Normalmente existen varios puntos de aireación, de tal modo que las presas se mantengan en suspensión y que se homogeneice el agua dentro del tanque. La aireación debe ser suave y no crear turbulencias que puedan molestar a las larvas. El aire se introduce por medio de finas mangueras (macarrones) que pueden abrirse libremente o estar dotados de difusores.

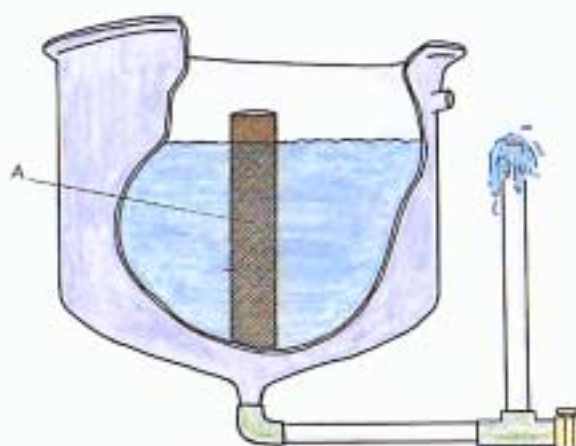
## 2.2. FACTORES FISICOS

Incluimos en este apartado lo referente a la temperatura, luz, salinidad, pH y presión total de gases.

### 2.2.1. Temperatura

En general, el cultivo larvario de las especies marinas que se describen a continuación (rodaballo, lenguado, dorada y lubina) se realiza a una temperatura que oscila entre 16 y 21 °C. Por debajo de 16 °C el crecimiento larvario se hace demasiado lento.

En la mayoría de los casos, el agua de mar está a menor temperatura, por lo que habrá que calentarla antes de introducirla en los tanques, mediante una bomba de calor o una caldera. Si los tanques se mantienen en flujo abierto, la temperatura se mantendrá más o menos constante, pero si están en flujo cerrado habrá que mantenerles la temperatura. Esto se puede conseguir bien mediante resistencias con termostato que se introducen en los tanques, o bien manteniendo toda la sala de cultivo larvario a la temperatura deseada.



Tanque de cultivo larvario. A. Filtro.

## Desarrollo larvario del Rodaballo (19°)

### Primeros días

Recién eclosionadas miden unos 3 mm de longitud y pesan entre 0,1 y 0,2 mg. Presentan muy poca actividad, flotando pasivamente en la superficie. Son simétricas, ciegas y se alimentan a expensas de las reservas de su saco vitelino. La boca y el ano están cerrados.

En los primeros días comienzan a desarrollarse las aletas pectorales, los ojos se pigmentan y las larvas se vuelven más activas, comenzando a nadar. Hacia el tercer día de vida ya presentan abiertas la boca y el ano. Aún les queda vitelo, pero ya son capaces de alimentarse. Su color se oscurece y empieza a observarse la vejiga natatoria.

### 5° Día

El saco vitelino se reabsorbe totalmente hacia el quinto día de vida, y la gota de grasa desaparece totalmente el día séptimo. La larva ya es capaz de nadar rápidamente y su agudeza visual ha aumentado significativamente, siendo mucho más eficaces en la captura de las presas. La vejiga natatoria ya se encuentra totalmente hinchada y el color de la larva se vuelve más claro, abandonan la superficie del tanque y se distribuyen por toda la columna de agua.

### 15° Día

Hacia el día 15, ya funciona totalmente el estómago y las glándulas gástricas. La larva mide unos 7 mm y, progresivamente, se hace plana y asimétrica.

### 20° Día

El día veinte de vida, la larva mide cerca de 10 mm, y su peso oscila entre 5 y 8 mg. La metamorfosis está comenzando y empieza la migración del ojo derecho. La vejiga natatoria está bien desarrollada y las larvas tienen tendencia a subir a la superficie del agua.

### 30° Día

El día treinta, la larva mide unos 15-20 mm. El ojo derecho se encuentra en la parte de arriba de la cabeza y la larva comienza a abandonar la superficie del tanque y a volverse demersal. Este proceso dura unos 10 días.

### 40-50 Día

Hacia el día 40-50 de vida termina la metamorfosis. El alevín de rodaballo vive ya en el fondo del tanque, y el ojo derecho está situado en la parte izquierda de la cabeza. La vejiga natatoria se ha reabsorbido totalmente, y la parte derecha del cuerpo (que estará a partir de aquí pegada al fondo) ha perdido su pigmentación. El peso medio oscila entre 0,1 y 0,15 g.

Hay que tener en cuenta que la temperatura de cultivo larvario es normalmente mayor que la temperatura de incubación. Por ésta razón se debe aumentar esta temperatura poco a poco y progresivamente, tratando de que la larva no sufra debido a un cambio brusco. En algunas especies se ha demostrado la conveniencia de realizar esta elevación de la temperatura al comienzo de la alimentación exógena, y no al inicio del cultivo larvario. Esto se debe a que la larva consume más eficazmente sus reservas vitelinas a temperaturas más bajas (como las utilizadas en la incubación).

### 2.2.2. Luz

Los tanques de cultivo larvario deben estar iluminados con algún tubo fluorescente. El fotoperíodo y la intensidad luminosa varían de una especie a otra. En general, se utilizan fotoperíodos largos o incluso continuos (el cultivo de la lubina constituye una excepción) e intensidades luminosas no muy potentes.

### 2.2.3. Salinidad

Se suele utilizar la salinidad normal del agua del mar, aunque existen evidencias de que ciertas especies (por ejemplo, la lubina y el lenguado) presentan buenos resultados a salinidades muy reducidas. En general se utilizan salinidades entre 30 y 38‰.

### 2.2.4. pH

Todo parece indicar que el pH más adecuado en todos los cultivos larvarios es el del agua del mar (8 a 8,2).

### 2.2.5. Presión total de gases

La presión total de gases (PGT) es la suma de las presiones parciales de todos los gases (fundamentalmente oxígeno y nitrógeno) disueltos en el agua. La medida de la PGT se da en porcentaje de saturación, y en general no debe pasar del 102%. Para medirla se usa un aparato denominado Saturómetro de Weiss.

## 2.3. CALIDAD DE AGUA. RENOVACIONES

Un criadero de peces marinos debe tener agua de buena calidad. Para ello, lo primero que se ha de tener en cuenta es su ubicación: que esté en un sitio no contaminado, con agua limpia, a ser posible oceánica.

El agua ha de ser filtrada por arena y posteriormente por filtros de cartucho hasta 5 ó 1  $\mu$ . En algunas especies como rodaballo y lenguado, que requieren condiciones más estrictas, puede considerarse la posibilidad de esterilizar el agua. Otras especies, como dorada y lubina no requieren estas condiciones, y cuando están próximas al destete, puede ser suficiente con un agua de menor calidad de filtración (10  $\mu$ ).

Existen criaderos que utilizan recirculación de agua. Esto presenta la ventaja de que el gasto energético en

calentamiento de agua es menor, pero se requiere un filtro biológico para eliminar los compuestos nitrogenados tóxicos y un sistema para reoxigenar y esterilizar el agua. Cuando se usa un sistema de recirculación, la cantidad de agua recirculada no debe exceder del 80-90%, introduciendo el 10-20% restante de agua nueva.

Los peces consumen oxígeno y excretan al medio, amoníaco. El aporte al medio de cultivo de oxígeno y la eliminación del amoníaco, se realiza mediante la renovación de agua (el aire aporta poco oxígeno, y además el cultivo larvario no admite una aireación enérgica). Así, el caudal debe de estar regulado en cada momento en función de:

- Oxígeno, que no debe bajar de 4-5 mg/l
- Amoníaco, cuyo nivel tóxico varía en función de la salinidad, pH y temperatura. En general, el amoníaco no debe exceder de 0,01 mg/litro.
- Nitritos, cuyo valor debe ser inferior a 0,1 mg/l (aunque algunas especies resisten bien hasta 0,25 - 0,5 mg/l).

Al crecer muy rápidamente las larvas en estas primeras fases, el caudal debe de aumentarse progresivamente. Se comienza con caudales bajos o incluso con flujos cerrados en los que se realizan renovaciones parciales. Al final del cultivo larvario, los caudales utilizados son mucho mayores, pudiendo llegar hasta 0,2 -0,5 renovaciones/hora.

En los primeros días de cultivo larvario, es común mantener a las larvas sin renovación de agua y añadir fitoplancton al medio (**técnica del agua verde**). Solamente se realizará alguna renovación parcial del agua, si los nitritos o el amoníaco aumentan demasiado. El fitoplancton presentan varias acciones beneficiosas sobre el cultivo:

- Permite que los rotíferos se sigan alimentando dentro de los tanques de cultivo.
- Mejora la calidad del agua (disminuye la concentración de los metabolitos nitrogenados tóxicos).
- Aumenta la concentración de oxígeno, debido a la fotosíntesis del fitoplancton, ya que esta técnica se realiza siempre con fotoperíodo continuo.
- Puede constituir un filtro eficaz contra una intensidad luminosa demasiado fuerte.

Las especies de fitoplancton más comúnmente utilizadas son *Chlorella sp.*, *Tetraselmis suecica* e *Isochrysis galbana*, y se añaden a razón del 1-2% del volumen total del tanque al día.

#### 2.4. INICIACION DEL CULTIVO LARVARIO

El cultivo comienza al eclosionar las larvas. Como la incubación de los huevos de peces marinos se realiza en tanques diseñados al respecto, lo primero que se tiene que hacer es transferir los huevos a punto de eclosionar, o las larvas ya nacidas, desde los incubadores a los tanques de cultivo larvario:

- La transferencia de los huevos antes de su eclosión presenta la ventaja de que los huevos son más resistente al manejo que las larvas. Sin embargo, tiene el inconveniente de que todos los restos de la eclosión (cáscaras vacías, huevos que no eclosionan y mueren, etc) se acumulan en el tanque de cultivo larvario, y pueden ocasionar problemas de infecciones. Además, el tanque de cultivo larvario no siempre está preparado para poder introducir los huevos sin eclosionar (los huevos requieren unas condiciones adecuadas de temperatura y aireación).

- La transferencia de la larva eclosionada es el procedimiento más comúnmente usado. La larva puede transferirse recién eclosionada o bien esperar unos días. En cualquier caso, hay que cambiarla siempre antes de que comience la alimentación exógena. El transporte de los tanques de incubación a los tanques de cultivo larvario, hay que realizarlo con mucho cuidado y sin utilizar salabres (se realiza en cubos de plástico).

La densidad inicial en los tanques de cultivo larvario oscila entre 20 a 100 larvas/litro.

#### 2.5. ALIMENTACION

Recién nacidas se alimentan de sus reservas vitelinas, y a los 3-6 días ya pueden capturar presas del medio, comenzando la alimentación exógena (en la lubina se retrasa un poco más). En un principio, ésta consta de rotíferos o nauplius de *Artemia*, según el tamaño de la boca de la larva (mientras que la dorada y el rodaballo comienzan siempre a alimentarse del rotífero, la lubina y el lenguado pueden capturar desde el principio nauplius de *Artemia*).

Al ir creciendo la larva, se les cambia progresivamente la alimentación, pasando de rotífero a nauplius de *Artemia* y a continuación a metanauplius de *Artemia* de dos días. Esta alimentación con metanauplius de *Artemia* no se realiza en muchos criaderos, que prefieren emplear nauplius durante todo el cultivo larvario. El motivo es que el cultivo de metanauplius es más dificultoso que el cultivo de nauplius. Por otro lado, los cambios en el tipo de presa no se realizan bruscamente, sino que se solapan ambos durante algunos días.

Las presas se administran "ad libitum" (a saciedad), intentando mantener niveles altos de las presas dentro de los tanques para que las larvas puedan comer todo lo que quieran. Las concentraciones que se intentan mantener son de 10-20 rotíferos/ml de cultivo y 1-5 *Artemia*/ml, según el tamaño de la larva.

Para ello se procede diariamente al conteo de la densidad de presas en el tanque, completándolos hasta los niveles descados. Este proceso debería realizarse varias veces al día, añadiendo el zooplancton en varias dosis para mantener permanentemente las concentraciones. No obstante, esto ocasionaría mucho trabajo y en la práctica lo que se hace es contar una cantidad de zooplancton que han

ingerido las larvas, de tal modo que nunca les falte alimento. Se han probado distintos sistemas de dosificación automática del alimento vivo, pero aún no se ha encontrado ninguno que funcione adecuadamente.

Las larvas de los peces marinos requieren en su dieta elevadas cantidades de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. Normalmente, la cantidad de estos ácidos grasos en la *Artemia* y rotífero es moderada o baja, por lo que se tiende a enriquecerlos con diferentes productos que los contengan antes de adicionárselos a las larvas.

Este enriquecimiento a veces también incluye otras sustancias como vitaminas, minerales, etc. Estas técnicas de enriquecimiento mejoran considerablemente la calidad del alimento vivo.

También pueden utilizarse otra especie de zooplankton distintas al rotífero y la *Artemia* para la alimentación larvaria. Las más usadas son los copépodos, ya que presentan un perfil nutricional muy adecuado (tienen un elevado contenido en ácidos grasos poliinsaturados), pero su cultivo es difícil. Así, suelen usarse como complemento a la alimentación tradicional con rotífero y *Artemia* cuando es posible recolectarlos del medio.

## 2.6. CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA

En general, el crecimiento larvario de estas especies es bastante rápido y se ve favorecido por fotoperíodos largos, por unas buenas condiciones del medio de cultivo y por una alimentación adecuada, tanto en cantidad como en calidad.

La supervivencia varía mucho de una especie a otra, aunque no suele ser muy elevada. Una excepción la constituye el lenguado, con supervivencias que pueden superar el 60-70%. La especie que presenta una menor supervivencia es el rodaballo, que a menudo no alcanza el 10-15%.

Los principales picos de mortalidad larvaria aparecen en los cambios de alimentación, siendo especialmente crítico el paso de alimentación endógena (reservas vitelinas) a alimentación exógena. Otras mortalidades están relacionadas con el manejo inadecuado de las larvas, con una mala calidad del medio (tanto sanitaria como calidad de agua) o con una deficiente alimentación, bien porque escasee o bien porque sus características nutritivas no sean las más adecuadas.

## 2.7. TAREAS DIARIAS EN EL CULTIVO LARVARIO

Los trabajos rutinarios que se han de realizar diariamente en una planta de cultivo larvario de peces son:

- Limpieza de los filtros y del fondo del tanque y recuento de las larvas muertas. La limpieza del fondo del tanque se realiza por medio del desagüe central, abriendo un momento la válvula de purga. Cuando esto no es suficiente, se recurre a sifonarlo mediante una manguera fina, de 8 a 10 mm al inicio del cultivo larvario.

- Control de los parámetros físico-químicos del agua como temperatura, oxígeno, nitritos, amoníaco, etc. En función de estos parámetros, se procede a realizar la renovación del agua.

- Recuento de presas en el cultivo y ajuste de la alimentación hasta la cantidad deseada. La adición del alimento debe efectuarse en varias dosis, y previamente hay que enriquecer las presas vivas.

- Observación del estado general de las larvas.

Una hoja de control del cultivo larvario de un tanque, podría ser como la indicada en este capítulo.

# 3 DESTETE

El paso de alimento vivo a alimento inerte comienza a realizarse, según las especies, entre los 30-60 días. Mientras que en algunas especies esta adaptación es relativamente rápida, en otras es mucho más lenta y dificultosa.

## 3.1. TANQUES

Son de fibra de vidrio, circulares o cuadrados con las esquinas redondeadas. El volumen oscila, según las especies entre 2 y 20 m<sup>3</sup>. Están dotados de varios puntos de aireación y, a menudo, de alimentadores automáticos. El fondo suele ser bastante plano, teniendo una ligera inclinación hacia el centro donde presentan un desagüe. Este desagüe está dotado de un filtro con una malla que suele oscilar entre las 150 y las 300  $\mu$  durante los primeros días del destete. Luego se sustituye por una malla mayor (500  $\mu$ ) o una rejilla fina.

Es frecuente, sobre todo en aquellas especies en las que el destete comienza cuando aún no ha terminado la metamorfosis, que el destete se inicie en los tanques de cultivo larvario. Entonces, se dota a éstos de un filtro con la malla indicada y unos días después, cuando ya no se suministra *Artemia* a los tanques y las larvas están próximas al final de la metamorfosis (mejor cuando ya la han terminado), se transfieren los alevines a los verdaderos tanques de destete.

El motivo fundamental de este traslado es que los alevines son más resistentes al manejo que las larvas, pudiéndose realizar éste mediante pequeños salabres, cuando lo que trasladamos son alevines. Los tanques de destete se dotan entonces directamente de la malla central de mayor tamaño o de la rejilla.

## 3.2. FACTORES FISICOS

Estudiaremos la influencia de la temperatura, luz, salinidad y pH.

La temperatura es similar a la utilizada en el cultivo larvario, oscilando entre 16 y 21 °C. Hacia el final del



M: MAÑANA  
T: TARDE

HOJA DE CONTROL DE CULTIVO LARVARIO

TANQUE: ..... MES: .....

| DIA | T | NO <sub>2</sub> | NH <sub>3</sub> | O <sub>2</sub> | Caudal | Densidad de Presas |   | Alimento Añadido |   | Muertas | N. <sup>o</sup> larvas | OBSERVACIONES |
|-----|---|-----------------|-----------------|----------------|--------|--------------------|---|------------------|---|---------|------------------------|---------------|
|     |   |                 |                 |                |        | M                  | T | M                | T |         |                        |               |
| 1   |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 2   |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 3   |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 4   |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 5   |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 6   |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 7   |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 8   |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 9   |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 10  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 11  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 12  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 13  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 14  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 15  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 16  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 17  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 18  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 19  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 20  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 21  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 22  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 23  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 24  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 25  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 26  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 27  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 28  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 29  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 30  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| 31  |   |                 |                 |                |        |                    |   |                  |   |         |                        |               |
| DIA | T | NO <sub>2</sub> | NH <sub>3</sub> | O <sub>2</sub> | Caudal | M                  | T | M                | T | Muertas | N. <sup>o</sup> larvas | OBSERVACIONES |
|     |   |                 |                 |                |        | Densidad de presas |   | Alimento añadido |   |         |                        |               |

destete, cuando los alevines van a ser transferidos a la instalación de preeengorde(nursery), se les suele disminuir poco a poco la temperatura hasta dejarlos a la temperatura del mar.

Al inicio del destete, los fotoperíodos suelen ser largos, de 12 a 16 horas, y para ello, los tanques tienen encima tubos fluorescentes. Al final del destete, y si el criadero presenta luz natural abundante, suelen dejarse de utilizar los fluorescentes, permaneciendo los alevines con fotoperíodo e intensidad luminosas naturales.

La salinidad y el pH son las propias del agua del mar.

### 3.3. CALIDAD DEL AGUA. RENOVACIONES

La calidad del agua varía según las especies. En especies delicadas como el rodaballo, se suele mantener una calidad elevada, similar a la utilizada en cultivo larvario, introduciendo agua menos filtrada conforme van terminando la metamorfosis. En otras especies, como la dorada o la lubina, se suele utilizar agua menos filtrada (10 $\mu$ ) desde el principio, introduciendo al final del destete agua filtrada por arena o agua cruda, sin filtrar.

El caudal depende de la especie, de la densidad y de la temperatura y calidad del agua. En general utilizan ya renovaciones elevadas, que pueden llegar a 0,5 - 1 renovación/hora al final del período. Al utilizar caudales tan elevados, interesa que la temperatura del cultivo sea, tan pronto como se pueda, la misma del agua del mar, ya que si no es así, el gasto energético por calentamiento de agua será muy elevado.

### 3.4. INICIACION DEL DESTETE

Sobre esta cuestión han de hacerse dos precisiones previas:

- Generalmente, cuando más tarde se comience el destete, mayor será la supervivencia del mismo.
- Cuando antes se realice, antes se dejará de añadir presas vivas. Esto supone un ahorro importante ya que la Artemia es bastante cara y, además, supone un ahorro considerable de mano de obra.

Por tanto, se debe optar por una solución intermedia, de tal modo que el destete se realice lo antes posible sin afectar excesivamente a la supervivencia. Se ha comprobado que los destetes realizados antes del comienzo de la metamorfosis dan resultados bastante peores en cuanto a supervivencia. Es por esto que el destete se suele iniciar una vez comenzada la metamorfosis, entre los días 30-60 de vida, según las especies (en el lenguado, que realiza muy pronto la metamorfosis, se espera a que ésta haya terminado).

La densidad inicial suele oscilar entre los 1.000 a 2.500 alevines/m<sup>2</sup> utilizados en rodaballo, y los 5.000 a 10.000 alevines/m<sup>3</sup> que pueden utilizarse en dorada y lubina.

### 3.5. ALIMENTACION

Normalmente, se realiza una adaptación progresiva a los gránulos de pienso, de tal modo que se mantiene unos días la adición de Artemia a las larvas. Poco a poco, se va disminuyendo el número de tomas y la cantidad de Artemia, al tiempo que se aumenta la dosis de alimento inerte.

Es importante que el alimento sea atrayente a los peces, que se mantenga el mayor tiempo posible estable en el agua y en suspensión, y que tenga una buena palatabilidad. De lo apetecible que sea este primer alimento o **dieta de arranque** para el pez, depende en gran medida el éxito del destete.

La dieta de arranque puede ser muy variada. En muchos criaderos, está constituida primeramente por plancton (Artemia y copépodos) congelado. De este modo, se consigue que la transición hacia el pienso sea menos traumática.

A continuación se puede pasar a dar pienso directamente, o bien continuar con dietas de arranque consistentes en alguna pasta húmeda compuesta por carne de moluscos (fundamentalmente mejillón) o carne de pescado mezclados con los gránulos. Estas pastas húmedas son aceptadas muy bien por los peces, pero presentan el inconveniente de que ensucian mucho el agua. Se tiende a utilizarlas cada vez menos, ya que actualmente se están comercializando dietas de arranque compuestas por gránulos secos o rehidratables que dan buenos resultados.

| ESQUEMA DE ALIMENTACIÓN DURANTE EL DESTETE |
|--|
| 1. Artemia viva                            |
| 2. Artemia viva + dieta de arranque        |
| 3. Dieta de arranque + pienso              |
| 4. Pienso                                  |



La dieta suele suministrarse "ad libitum", y se distribuye a mano hasta adaptar a los alevines al pienso. Una vez adaptados, la dosificación del alimento suele realizarse mediante comederos automáticos. El número de tomas suele ser bastante elevado (5 a 10 tomas al día).

Unos días después de que coman regularmente el pienso y estén bien adaptados a él, se les disminuye la ración, dejándola en el porcentaje correspondiente al peso y temperatura del agua de cada especie concreta. El tamaño del gránulo también depende de cada especie, observando que sea lo suficientemente pequeño como para poder ser ingerido por el pez.

### 3.6. CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA

En las especies de que tratamos, y excepto en el caso del lenguado, los alevines con un peso medio de 0,5 g o inferior, suelen estar ya perfectamente destetados y alimentándose con pienso seco.

La supervivencia oscila entre el 40 y el 85% según las especies. En esta fase hay que extremar los cuidados sanitarios, ya que los alevines son bastante sensibles a infecciones. La limpieza del tanque es muy importante, sobre todo si se utilizan pastas húmedas, ya que los restos de comida no ingeridos por los peces pueden ensuciar el agua y pudrirse en el fondo del tanque.

### 3.7. TAREAS DIARIAS EN EL DESTETE

Las tareas diarias son similares a las realizadas en el cultivo larvario, teniendo en cuenta que al principio del destete se acentúan las tareas de limpieza, y que el tipo de alimentación es distinta.

Las pastas húmedas utilizadas como dieta de arranque, son preparadas en el criadero, y esto conlleva bastante trabajo. Además, las primeras alimentaciones inertes requieren mucha paciencia por parte del operario, dosificando la comida poco a poco y en distintos lugares del tanque, y observando cual es la respuesta a la misma por parte de los peces.

En esta fase, ya empiezan a realizarse muestreos y clasificaciones de alevines para distribuirlos por tallas y ajustarles la ración de alimento. La no clasificación de los alevines, en algunas especies, conlleva pérdidas de crecimiento en la población y disminuciones en la supervivencia por problemas de canibalismo.

El muestreo de los tanques suele realizarse cada quince días, tomando un número suficiente de peces; cuando la dispersión de tamaños encontrada es grande, se procede a la clasificación de los alevines. Asimismo, si la carga (Kg de pez/m<sup>3</sup>) es elevada, se desdobra el tanque.

Al final del destete, y previamente al paso de los alevines a los tanques de precorrede, se debe realizar una clasificación. En algunos criaderos (sobre todo de dorada y lubina), se realizan más clasificaciones, comenzando ya durante la metamorfosis, al comienzo del destete.

## 4 MALFORMACIONES Y PROBLEMAS PATOLOGICOS

Entre las malformaciones esqueléticas, las más comunes son la **escoliosis**, deformación dorso-ventral de la espina y la **lordosis**, deformación lateral de la misma. Aunque se ha demostrado que algunas de estas malformaciones pueden deberse a causas muy diversas (parasitosis, enfermedades bacterianas, temperaturas y salinidades extremas, etc), los motivos fundamentales son el estrés mecánico en la recogida de huevos, la ausencia de vejiga natatoria y una alimentación inadecuada, deficiente en ácidos grasos poliinsaturados.

Otro problema, especialmente patente en el rodaballo, es la **ausencia de pigmentación**. A pesar de que en un principio se pensaba que estaba relacionado con el color

de los tanques y con la intensidad luminosa, actualmente se sabe que fundamentalmente es un problema nutricional ya que las larvas alimentadas con copépodos recolectados del medio natural, presentan una incidencia mucho menor de esta falta de pigmentación.

En los últimos años, con las nuevas técnicas de enriquecimiento, ha disminuido considerablemente el porcentaje de estas dos malformaciones.

Otros problemas que pueden presentarse son la **enfermedad de la burbuja** y las **infecciones causadas por bacterias**.

La enfermedad de la burbuja y las mortalidades por embolias gaseosas, se deben fundamentalmente a un exceso de saturación de gases en el agua del mar. En la mayoría de las especies se ha comprobado que una presión de gases superior al 102% ocasiona problemas y mortalidades de las larvas. Para disminuir la sobresaturación de gases, se puede recurrir a distintos procedimientos: columnas desgasificadoras, aireación de la masa de agua, aumento de la superficie de contacto agua/aire, etc.

Entre las enfermedades causadas por bacterias, la más común es la **vibriosis**. Estas infecciones son especialmente frecuentes al final del cultivo larvario y en el destete, y pueden ocasionar mortalidades bastante elevadas en la población. El tratamiento contra ellas consiste en antibióticos, que pueden administrarse vía oral o en baño, o agentes quimioterapéuticos como el formol, que se administra en baño. No obstante, para evitar estas infecciones lo más importante es seguir una serie de criterios sanitarios.

## 5 CRITERIOS SANITARIOS

Un manejo inadecuado en los tanques de larvas y alevines puede ocasionar infecciones muy graves en la población cultivada. Habrá que tener mucho cuidado en observar los siguientes criterios sanitarios:

- Controlar la calidad sanitaria del alimento, sobre todo las presas vivas, disminuyendo su carga bacteriana si es elevada.
- Renovar adecuadamente los tanques. Esto es muy importante en el destete si se usan pastas húmedas, ya que ensucian mucho el agua.
- Limpiar bien los filtros, fondo y paredes de los tanques, de tal modo que no se acumule suciedad, restos de comida, ni organismos muertos en los mismos. Hay que mantener los tanques lo más limpios posible, no usando filtros más tupidos de lo necesario.
- Desinfectar los utensilios después de usados. Esto es especialmente importante si se usan los mismos utensilios para tanques distintos.

- Aunque no es imprescindible, se puede esterilizar el agua durante el cultivo larvario si presenta una carga bacteriana elevada. Si se usa agua recirculada, hay que esterilizar siempre.

- Desinfectar muy bien los tanques después de usados y antes de introducir nuevas larvas.

- Limpiar y desinfectar la red de agua y las dependencias de alimento vivo y cultivo larvario todos los años. Si es posible, realizar esta operación tantas veces como ciclos de utilización de los tanques se empleen.

- Realizar períodos de "cuarentena" si se introducen en el criadero huevos o larvas que provienen de otras instalaciones.

- Evitar variaciones bruscas de los parámetros de cultivo, ya que podrían estresar a los alevines y debilitarlos, con el consiguiente riesgo de contraer enfermedades.

- Observar en general todos los criterios sanitarios de una planta de cultivo de peces, teniendo en cuenta que larvas y alevines son más sensibles.

## 6 TRANSPORTE DE LARVAS Y ALEVINES

Las instalaciones de cultivo larvario de peces, suelen transportar a los alevines una vez que han terminado la metamorfosis y están destetados.

Este transporte se realiza a otras instalaciones diferentes, las instalaciones de preengorde y engorde, donde se completará el ciclo de cultivo y serán mantenidos hasta que alcancen la talla comercial. El transporte se realiza en camiones isotermos con cubas o tanques de agua de mar.

### ELEMENTOS DE QUE DEBEN ESTAR DOTADOS LOS CAMIONES DE TRANSPORTE DE ALEVINES

- Un filtro biológico
- Una bomba para crear un circuito cerrado de agua
- Un compresor de aire
- Un sistema de inyección de oxígeno

Lo que se hace es crear un circuito cerrado de agua, de tal modo que el agua del tanque de transporte esté constantemente en movimiento y pasando por el filtro biológico. Así, se logra eliminar el amoníaco que excretan los peces. El tanque está también provisto de varios puntos de aireación y de oxigenación, de tal modo que se pueda inyectar oxígeno, proveniente de alguna botella, en el tanque. Si el transporte es largo, el camión deberá parar en el camino para cambiar el agua e introducir agua limpia.

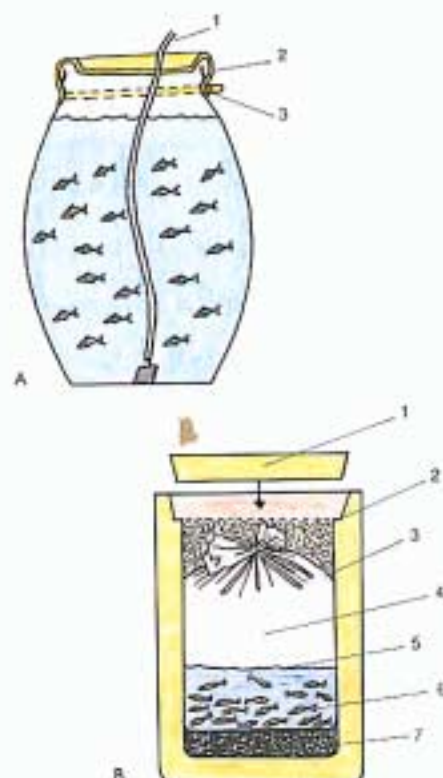
Cuando se va a realizar un transporte, no se debe alimentar a los peces, ni el día antes, ni durante el transporte. Asimismo, se debe mantener la temperatura baja (es por esto que se utilizan camiones isotermos), evitando que suba durante el transporte. Durante el mismo, además de la

temperatura se debe controlar la concentración de oxígeno, del tal modo que se mantenga entre un 70 y un 100% de saturación, y el nivel de amoníaco, cambiando el agua si aumenta por encima de los niveles aconsejables.

En la práctica es fácil medir el oxígeno rápidamente con la ayuda de un electrodo, pero el amoníaco es más difícil de medir, ya que requiere un tiempo. Se debe intentar que los alevines viajen sin ser molestados, de tal modo que no se estresen y su consumo de oxígeno sea lo menor posible.

La cuba o tanque de transporte ha de ir herméticamente cerrada, para no perder agua. Está dotada de una pequeña tapa que se puede quitar con facilidad para medir el oxígeno, y es conveniente que quede alguna parte transparente en el tanque sin tener que abrir la tapa.

Cuando lo que se traslada son larvas, el transporte puede realizarse en barreños o cubas pequeñas con agua de mar, a los que se les inyecta aire u oxígeno durante el viaje (no es necesario el filtro biológico ni la bomba para recircular el agua). También puede hacerse en bolsas de plástico que se rellenan hasta la mitad con agua y la otra mitad con oxígeno, cerrándolas herméticamente. Las larvas pueden transportarse a densidades elevadas, de hasta 2.000 a 5.000 larvas por litro, en los casos de dorada y lubina, siempre que el tiempo de transporte no exceda de las 24 horas.



**A. Barreño o cuba para transporte de larvas.**

1. Aire u oxígeno. 2. Tapa a presión. 3. Anillo tensor.

**B. Bolsa para el transporte de larvas.**

1. Tapa. 2. Material de sellado. 3. Bolsa de plástico. 4. Atmósfera de oxígeno. 5. Nivel de agua. 6. Peces. 7. Capa aislante.

## Actividades

### Autoevaluación

- 1** Relaciona ambas series de términos

|   |                               |   |           |  |  |
|---|-------------------------------|---|-----------|--|--|
| A | <i>Sparus aurata</i>          | 1 | Lenguado  |  |  |
| B | <i>Dicentrarchus labrax</i>   | 2 | Rodaballo |  |  |
| C | <i>Scolophthalmus maximus</i> | 3 | Dorada    |  |  |
| D | <i>Solea solea</i>            | 4 | Lubina    |  |  |

- 2** Coloca por el verdadero orden en que suceden los siguientes términos referidos al desarrollo y fase de cultivo de un pez:

Cultivo larvario - Preengorde - Destete - Incubación - Eclosión

- 3** Compara los tanques de cultivo larvario y los tanques de la sala de destete, en los siguientes aspectos:

|                      | CULTIVO LARVARIO | DESTETE |
|----------------------|------------------|---------|
| Materiales           |                  |         |
| Forma                |                  |         |
| Volumen              |                  |         |
| Aireación            |                  |         |
| Malla de los filtros |                  |         |
| Iluminación          |                  |         |

### Aplicaciones

- 1** Prepara un recipiente de unos pocos litros como si fuera un tanque de cultivo larvario, incorporándole todos los aparatos que permiten el control de los distintos factores físico-químicos del agua que pueden afectar a los peces.

- 2** Sobre el recipiente anterior, escribe las tareas que habría que realizar durante las primeras semanas, suponiendo que en dicho recipiente pudiera disponerse de agua circulante.

- 3** Diseña un recipiente para el transporte de larvas en coche desde, p.ej., Vigo-Madrid. ¿Podrías realizar un transporte de larvas de peces que durara, p. ej., 72 horas? ¿Cómo?

### Conoce tu entorno

- 1** El empleo de comederos automáticos está muy extendido en todas las industrias de cultivo o cría de animales. Cita algunas de las instalaciones de este tipo que, ubicadas en tu entorno, empleen comederos automáticos y otras que empleen comederos con distribución manual del alimento.

- 2** Para la cría de peces es importante que el pienso suministrado de calidad nutritiva y atractivo para el animal. Lo mismo sucede en la preparación de piensos para la cría de otros animales. Investiga en tu entorno sobre algunos de los piensos empleados en la cría de animales no marinos y estudia que elementos "atractantes" se le añaden.

# 2

## Cultivo de Rodaballo

### 1 DESARROLLO LARVARIO

El desarrollo de la larva de rodaballo dura unos 40-50 días a una temperatura de cultivo larvario de 19 °C. En los primeros estadios, la larva es pelágica, y va a ir sufriendo progresivamente profundos cambios hasta hacerse bentónica al final de la metamorfosis.

En los primeros estadios de vida, la larva es simétrica y pelágica. Hacia el día 15 - 20 de vida (a una temperatura de 19 °C), la larva comienza la metamorfosis. Progresivamente se volverá asimétrica, completará la migración del ojo y se volverá bentónica. La metamorfosis se completa en 40 o 50 días, adquiriendo el alevín un peso entre 0,1 y 0,15 g.

### 2 CULTIVO LARVARIO

#### 2.1. TANQUES Y DENSIDAD

Los tanques son de fibra de vidrio, circulares y con el fondo cónico o redondeado. Presentan un desagüe central y un rebosadero. El filtro tiene una malla que al principio del cultivo es de unas 80  $\mu$  y que se aumenta progresivamente hasta terminar con una de 150 a 300  $\mu$ . Los tanques tienen varios puntos de aireación, de poca intensidad. Su volumen oscila entre 2 y 5 m<sup>3</sup>, con alturas de agua no superiores a 1 - 1,2 m. Su color suele ser oscuro, aunque no está bien demostrada la incidencia del color sobre las larvas. Parece ser que un fondo de color negro ayuda a una mejor visualización de las presas por parte de las larvas.

La densidad inicial de siembra debe oscilar entre las 40 ó 50 larvas/litro, aunque en algunos criaderos se utilizan densidades menores, de 20 a 30 larvas por litro.

#### Contenido

##### 1. Desarrollo larvario

##### 2. Cultivo larvario

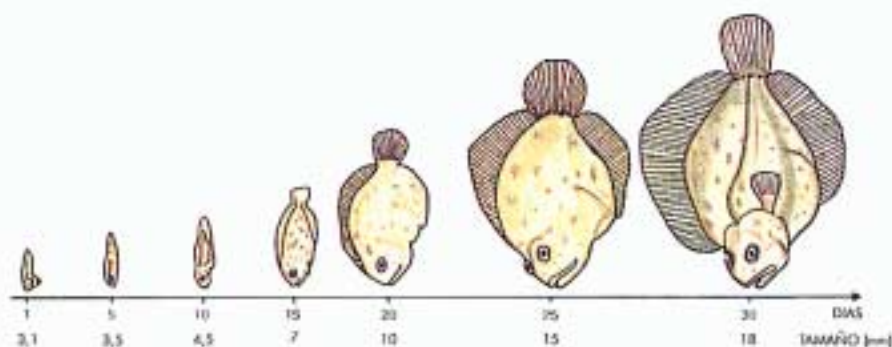
- 2.1. Tanques y densidad
- 2.2. Factores físico-químicos. Renovaciones
- 2.3. Alimentación
- 2.4. Crecimiento y supervivencia

##### 3. Destete

- 3.1. Tanques y densidad
- 3.2. Factores físico-químicos. Renovaciones
- 3.3. Alimentación
- 3.4. Crecimiento y supervivencia

##### 4. Malformaciones y problemas patológicos

##### 5. Cultivo extensivo y semiextensivo



Desarrollo larvario de rodaballo. (Según Barnabé)

## 2.2. FACTORES FISICO-QUIMICOS. RENOVACIONES

El rango de temperaturas oscila entre los 16 y los 20 °C, estando el óptimo sobre los 18-19 °C. Como la incubación se realiza a temperaturas más bajas, hay que aumentarla poco a poco, progresivamente. Como se indicó anteriormente, y para tener una reabsorción más eficaz del vitelo, interesa efectuar este proceso a partir de la primera alimentación. En el resto del cultivo larvario, la temperatura se mantiene constante.

Las larvas suelen cultivarse a una salinidad de 34 a 38‰, aunque a veces se cultivan a salinidades menores, del orden del 20‰ sin observar diferencias significativas.

La intensidad luminosa más conveniente no está suficientemente demostrada en el rodaballo. De un lado se sabe que la captura de las presas por parte del rodaballo aumenta con altas intensidades de luz, pero por otro lado se ha visto que intensidades fuertes lo estresan, tendiendo las larvas a irse al fondo buscando la oscuridad. Normalmente se utilizan pantallas fluorescentes encima de los tanques y la intensidad luminosa oscila entre 1.000 y 2.000 lux.

El fotoperíodo suele ser continuo hasta el inicio de la metamorfosis, momento en el cual se comienza a disminuir el mismo, dejando a los peces cada día 6 a 8 horas de oscuridad.

Las renovaciones de agua en los tanques de cultivo han de ser tales que mantengan una buena calidad de agua. Deben medirse diariamente amoníaco, nitritos y oxígeno, y ajustar el caudal para que se mantengan en límites aceptables.

En general, se suele mantener el cultivo en flujo cerrado durante los 5 a 10 primeros días, realizando solamente renovaciones parciales si el nivel de los compuestos nitrogenados se eleva demasiado. A partir de este momento comienzan a darse renovaciones continuas, empezando con renovaciones bajas del orden de un 5% a la hora y aumentando la tasa de renovación hasta finalizar el cultivo larvario con caudales del orden de 0,2 a 0,3 renovaciones/hora o incluso superiores. Sobre este esquema existen variaciones, y hay criaderos que mantienen renovaciones continuas desde el primer día.

Las larvas de rodaballo son bastante exigentes en cuanto a filtración del agua, utilizándose normalmente agua filtrada a 1-5 µ. En ciertos criaderos se esteriliza el agua, pero no en todos, ya que la esterilización del agua es un proceso costoso. En general, bastará con filtrar el agua a 1 µ si el criadero está ubicado en un sitio adecuado. Algunos criaderos utilizan agua recirculada y, en este caso, si que es aconsejable esterilizar el agua después de la filtración.

## 2.3. ALIMENTACION

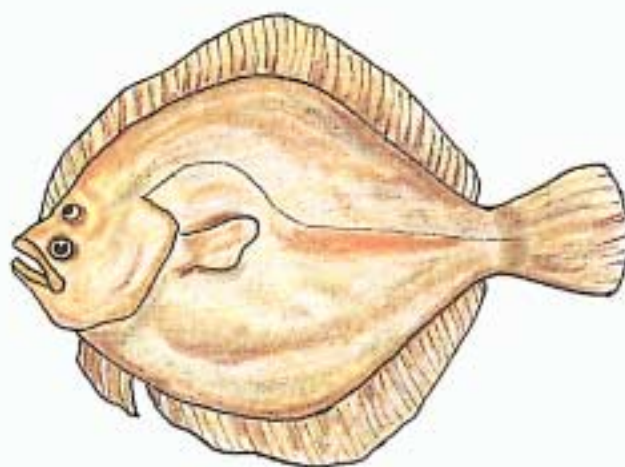
La larva recién eclosionada es incapaz de alimentarse del medio, y se nutre de sus reservas vitelinas. La ali-

mentación exógena comienza el tercer día, aunque hasta 1 ó 2 días después, la larva es poco eficaz en la captura de presas.

La alimentación exógena comienza con el rotífero, *Brachionus plicatilis* y dura hasta el día 12-15. El rotífero deba mantenerse en el tanque a una concentración de 10 rotíferos/ml, para lo cual se ha de añadir en varias dosis. Normalmente, sobre todo si se mantiene el tanque en circuito cerrado, se adiciona también fitoplancton. Algunos cultivadores colorean el rotífero (con carofilo rojo) para aumentar su percepción por parte de la larva, pero no es una técnica muy extendida.

Hacia el día 10, se comienza a añadir a los tanques nauplius enriquecidos de *Artemia*. Las larvas de rodaballo se acostumbran rápidamente a *Artemia*, prefiriéndola antes que el rotífero. La alimentación con *Artemia* dura ya hasta el destete. La concentración de los nauplius en los tanques de cultivo oscila entre 1-3 nauplius/ml al principio, hasta 5 o más nauplius/ml al final del cultivo larvario. A partir del día 20 de vida pueden comenzar a sustituirse los nauplius por metanauplius de dos días, pero la mayoría de los criaderos utilizan durante todo el período solamente nauplius.

Está demostrado que el uso de copépodos en la alimentación larvaria de rodaballo, mejora los resultados en cuanto a crecimiento y supervivencia. Pueden utilizarse nauplius de copépodos en lugar de rotífero, así como copepoditos y copépodos adultos en lugar de la *Artemia*. El principal problema es que el cultivo de copépodos es difícil y no se realiza a nivel industrial. Algunos criaderos recurren a recolectarlo del medio y utilizarlo como un suplemento en la alimentación larvaria tradicional de rotífero y *Artemia*. Las técnicas extensiva y semiextensiva (que se tratarán más adelante), si que usan los copépodos como principal fuente de alimentación.



Rodaballo.

## 2.4. CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA

El crecimiento de la larva de rodaballo es muy rápido. Recién nacidas pesan entre 0,1 y 0,2 mg. A los 20 días, su peso ha aumentado hasta 6-8 mg, y al final de la metamorfosis, su peso oscila entre 0,1 y 0,15 g. Su talla también aumenta considerablemente, pasando de los 3 mm que miden al nacer, hasta unos 25 mm al final del período larvario.

En general, la supervivencia en el cultivo larvario del rodaballo es bastante baja. A nivel experimental se han conseguido supervivencias de hasta un 25 o un 30%, pero en la práctica y a nivel industrial, raramente se sobrepasa el 10-15%.

## 3 DESTETE

El destete suele iniciarse en el rodaballo cuando la metamorfosis está próxima a finalizar (hacia los 40 días de vida). Se ha observado que si el destete se comienza antes, sobre los 25-30 días de vida con un peso de las larvas inferior a 50 mg, los resultados obtenidos en cuanto a la supervivencia, son peores. Otros criaderos retrasan el inicio del destete hasta el día 60 de vida, cuando los peces han terminado la metamorfosis. En este caso, la mortalidad se disminuye ligeramente, pero se alarga excesivamente el período de alimentación con Artemia.

### 3.1. TANQUES Y DENSIDAD

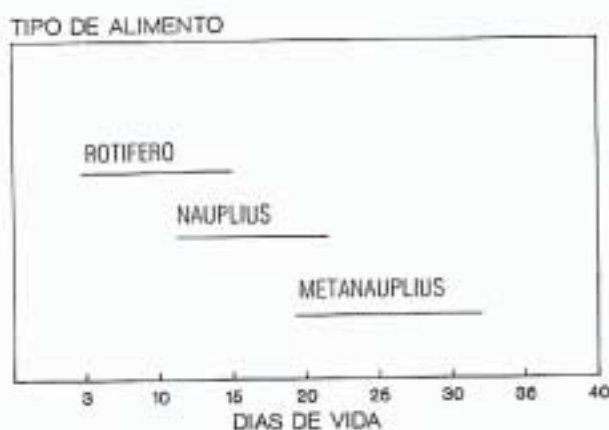
Se utilizan tanques circulares o cuadrados con las esquinas redondeadas, y con el fondo plano con una ligera inclinación hacia el centro, donde se coloca un desagüe. Están dotados de aireación, y el desagüe central está provisto de un filtro de malla. Este filtro es al principio del destete (cuando aún se añade Artemia) de unas 200 a 300  $\mu$ , sustituyéndolo más adelante por una fina rejilla. Si se inicia el destete en los tanques de cultivo larvario, habrá que tener en cuenta que el alevín es bentónico, a fin de transferirlos a estos nuevos tanques de fondo aplanado cuando esté terminada la metamorfosis.

El volumen de estos tanques de destete oscila entre 2 y 4  $m^3$ , y la densidad inicial oscila entre 1.000 y 2.500 alevines/ $m^3$ .

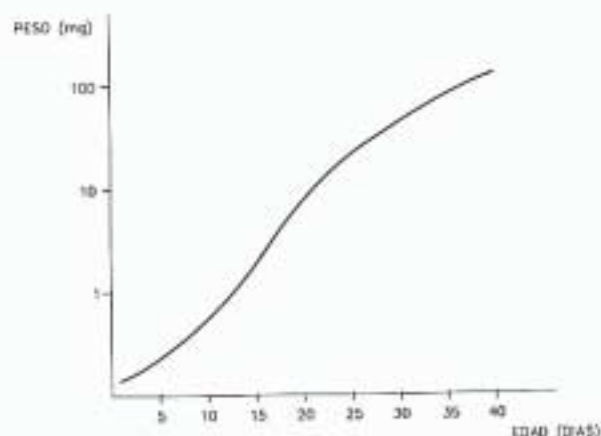
### 3.2. FACTORES FISICO-QUIMICOS. RENOVACIONES

La temperatura es similar o ligeramente inferior a la utilizada durante el cultivo larvario, 16-18 °C. Al final del destete se les puede ir disminuyendo la temperatura hasta equipararla a la del agua del mar.

La luz puede ser natural o artificial. Cuando se utiliza luz artificial, se recurre a fotoperíodos largos, de 14 a 16 horas, y a intensidades luminosas inferiores a las utilizadas en cultivo larvario, del orden de 500 a 1.000 lux.



Alimentación en el cultivo larvario del Rodaballo



Curva de crecimiento del Rodaballo (*Scophthalmus maximus*).



Al principio se usa una calidad de filtración en el agua similar a la empleada en cultivo larvario, disminuyéndoles poco a poco el grado de filtración. Es importante mantenerles agua filtrada, ya que en esta fase son muy susceptibles a contraer enfermedades.

La renovación de agua es mayor que la usada en cultivo larvario. Hay que mantener al menos 4 mg de oxígeno/litro a la salida del tanque. Al inicio se realizan 0,2 o 0,3 renovaciones por hora, aumentándolas hasta llegar al final a 0,5 o incluso más renovaciones/hora (lógicamente esto depende entre otros factores de la densidad de alevines en el tanque).

### 3.3. ALIMENTACION

La adaptación a la dieta inerte, depende fundamentalmente de la edad y del estado general del rodaballo. Cuanto mayor y mejor estado fisiológico presente, más rápida será la adaptación.

Al inicio del destete se utilizan gránulos con un diámetro de 0,4 a 0,5 mm, y se suministran "ad libitum",

para ir pasando, al transcurrir el tiempo, a gránulos mayores de 0,6 a 0,8 mm, y a una disminución de la ración. El número de tomas ha de ser elevado, y se hace aconsejable el uso de alimentadores automáticos una vez que el alevín acepta los gránulos con regularidad.

### 3.4. CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA

El período de destete dura aproximadamente 20 días, terminando a los 60 días de vida del alevín, cuando tienen un peso medio cercano a los 0,5 g. La supervivencia es alta, oscilando entre el 50 y el 85%, dependiendo del estado de los alevines.

## 4 MALFORMACIONES Y PROBLEMAS PATOLOGICOS

La larva de rodaballo es muy sensible, y hay que mantener unas condiciones sanitarias adecuadas durante todo el cultivo. De no ser así, la larva está expuesta a contraer infecciones bacterianas, entre las cuales, la **vibriosis** es la más común. Estas precauciones hay que extenderlas a la época del destete, siendo conveniente vacunarlas oralmente contra la vibriosis tan pronto sea posible (al finalizar el destete).

En cuanto a malformaciones, el problema más común es la **falta de pigmentación**. Hace unos años, el porcentaje de alevines mal pigmentados era muy grande, afectando a menudo a la mayoría de la población. Actualmente este problema ha disminuido notablemente. Se cree que era debido a un problema de nutrición, y con las nuevas técnicas de enriquecimiento y alimentación a base de copépodos, se están consiguiendo en muchos sitios lotes de alevines con un porcentaje superior al 90% de bien pigmentados.

## 5 CULTIVO EXTENSIVO Y SEMIEXTENSIVO

Estos cultivos se realizan fundamentalmente en Noruega y Dinamarca, y se basan en alimentar las larvas de rodaballo con copépodos. Utilizan tanques grandes, de unos 20 m<sup>3</sup> o superiores, que llenan con agua y abonan para producir un bloom de fitoplancton. Posteriormente añaden a estos tanques zooplancton que han recolectado previamente del mar mediante el uso de mallas de 60 a 800 µ de diámetro.

Unos días más tarde añaden a estos tanques las larvas de tres días de vida, de tal modo que se alimenten desde el principio de estos copépodos. La concentración de larvas es muy baja, del orden de 0,1 larva/litro o inferior, y las dejan desarrollarse y alimentarse en estos tanques hasta que tienen aproximadamente un mes de vida. Si durante este tiempo observan que en algún momento disminuye la concentración de copépodos dentro del tanque, añaden nuevos individuos capturados del mar.

## Supervivencia en el cultivo larvario del Rodaballo

La escasa supervivencia de las larvas de rodaballo (apenas un 15%) en los cultivos industriales, está relacionada con la existencia de tres períodos críticos:

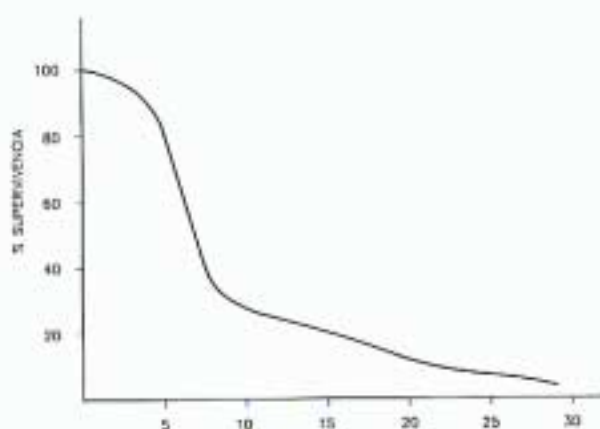
- En los primeros días, hasta la apertura de la boca. En esta fase, la mortalidad suele oscilar entre un 5-20%, y se debe fundamentalmente a larvas defectuosas.

- Hacia los días 6 a 8, la mortalidad puede ser muy elevada, de hasta un 60% o más. Es la fase más crítica, debiéndose esta baja supervivencia al inicio de la alimentación exógena.

- El tercer período crítico se produce a los 15-20 días. La mortalidad en este período es muy variable, y se ocasiona por problemas patológicos del tipo de infecciones o por problemas nutritivos relacionados con una mala calidad del rotífero o la Artemia. Si se mantiene el cultivo en unas condiciones asépticas y se obtiene una buena calidad nutritiva en el zooplancton, la mortalidad será baja, pero si no es así, la mortalidad puede dispararse y ser muy alta. En esta fase las larvas son también muy sensibles a la calidad del agua y, problemas del tipo de sobresaturaciones de gases pueden ocasionar pérdidas importantes.

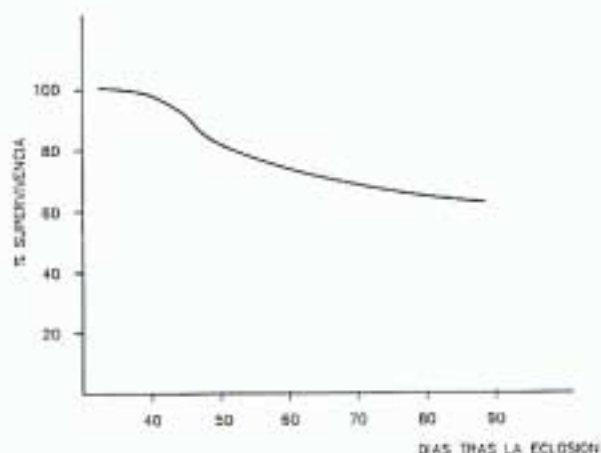
Al cabo del mes, cuando extraen las larvas, obtienen supervivencias muy elevadas, que pueden llegar hasta el 40 - 60%, y tasas del 95-100% de rodaballos bien pigmentados.

Otra variante también utilizada, consiste en cerrar una superficie grande de agua, a modo de un gran estanque de agua salada. La fertilizan para producir un bloom de fitoplancton y un posterior bloom de zooplancton, y añaden al medio sustancias selectivas que maten a los posibles depredadores de este zooplancton.



Curva de supervivencia del rodaballo durante el cultivo larvario.

El cultivo larvario del rodaballo lo realizan en tanques de volúmenes intermedios en los que mantienen a las larvas con un flujo continuo de agua cargada de zooplancton (en su mayoría copépodos) que toman del estanque. De este modo, están introduciendo continuamente con el agua una elevada concentración de copépodos que servirá para la alimentación larvaria. Los resultados obtenidos en cuanto a supervivencia y porcentaje de alevines bien pigmentados, suelen ser también muy elevados.



Curva de supervivencia del rodaballo durante el destete.

## Alimentación del Rodaballo en la fase de Destete

Lo más usual es comenzar la alimentación añadiendo el alimento inerte a partir de los 40 días de vida. Durante 5 a 10 días se continúa alimentándolos con Artemia viva, para pasado este período, dejarlos exclusivamente con una dieta inerte. En general pueden usarse tres tipos de dietas de arranque:

### • Gránulos o pastas húmedas

Presentan un contenido en agua superior al 40% y se fabrican a partir de carne de mejillón, vitaminas, aceites de pescado y a veces Artemia congelada. Son bien aceptados por los alevines, pero presentan el inconveniente de que son muy inestables en el agua y la ensucian mucho.

### • Gránulos secos rehidratables

De bajo contenido en agua, son peor aceptadas por el rodaballo, por lo cual a menudo se les incorpora algún atrayente justo antes de suministrársela. Son bastante estables en el agua.

### • Gránulos encapsulados

Estas micropartículas son muy estables, pero son mal aceptadas por el rodaballo y su valor nutritivo no es constante. No son muy utilizadas.

## Actividades

### Autoevaluación

- 1** Señala las magnitudes ideales en el cultivo de rodaballo para cada uno de los enunciados que se propone:

| CONCEPTO                                      | MAGNITUD |
|---|----------|
| Densidad de larvas en el cultivo larvario     |          |
| Duración del desarrollo larvario              |          |
| Densidad de alevines durante el destete       |          |
| Temperatura en tanques de cultivo larvario    |          |
| Temperatura del agua durante el destete       |          |
| Horas de oscuridad en el cultivo larvario     |          |
| Horas de oscuridad durante el destete         |          |
| Renovaciones/hora durante el cultivo larvario |          |
| Renovaciones/hora hacia el final del destete  |          |
| Peso medio del rodaballo al final del destete |          |

- 2** ¿Qué es la técnica del agua verde? ¿Por qué recibe ese nombre?

### Aplicaciones

- 1** Señala algún otro animal marino que durante su desarrollo pase de una a otra fase:

| FASE 1 / FASE 2         | ANIMALES |
|-------------------------|----------|
| Pelágica a Bentónica    |          |
| Planctónica a Bentónica |          |
| Planctónica a pelágica  |          |

- 2** Señala las principales ventajas e inconvenientes de emplear en la dieta de arranque del rodaballo:

- A. Gránulos húmedos
- B. Gránulos secos hidratados
- C. Gránulos encapsulados

### Conoce tu entorno

- 1** La migración del ojo y la asimetría de la larva de rodaballo son manifestaciones típicas de un determinado mecanismo en la evolución de las especies animales. ¿Podrías decir cuál es ese mecanismo y qué otros animales presentan fenómenos semejantes?

- 2** Establece las similitudes y diferencias entre las metamorfosis de las siguientes especies y grupos de animales:

- A. Rodaballo
- B. Rana
- C. Mariposa de la seda
- D. Nécora
- F. Mejillón

# 3

## Cultivo de la dorada

### Contenido

#### 1. Desarrollo larvario

#### 2. Cultivo larvario

- 2.1. Tanques y densidad
- 2.2. Factores físico-químicos. Renovaciones
- 2.3. Alimentación
- 2.4. Crecimiento y supervivencia

#### 3. Destete

- 3.1. Tanques y densidad
- 3.2. Factores físico-químicos. Renovaciones
- 3.3. Alimentación
- 3.4. Crecimiento y supervivencia

#### 4. Malformaciones y problemas patológicos

- 4.1. Lordosis y escoliosis
- 4.2. Ausencia de vejiga natatoria
- 4.3. Infecciones bacterianas

### 1 DESARROLLO LARVARIO

El desarrollo larvario de la dorada dura entre 50 y 60 días a la temperatura de 20 °C., desde que mide unos 2,5 a 3,0 mm y pesa entre 0,1 y 0,15 mg, hasta que sufre la metamorfosis, cuando las larvas miden ya unos 10 o 15 mm.

### 2 CULTIVO LARVARIO

#### 2.1. TANQUES Y DENSIDAD

Los tanques son similares a los usados en el cultivo larvario de otros peces marinos. Son de poliéster, circulares y con el fondo redondeado, presentando una salida central y otra en superficie. El filtro para el desagüe tiene una malla cuyo diámetro aumenta a lo largo del cultivo, desde 62-80  $\mu$  al principio, hasta 150-200  $\mu$  al final. El color de los tanques es claro.

El volumen oscila entre 1-2 m<sup>3</sup> hasta 5-10 m<sup>3</sup>. La altura de los tanques varía entre 80 y 120 cm. La densidad inicial en los tanques de cultivo larvario suele variar entre 50 y 100 larvas/litro.

#### 2.2. FACTORES FISICO-QUIMICOS. RENOVACIONES

La temperatura óptima de cultivo es de 19-21°C y la salinidad oscila entre 30-38‰. El fotoperíodo suele ser continuo, hasta el comienzo de la alimentación con Artemia. En éste momento se pasa a un fotoperíodo discontinuo, con 12-16 horas de luz y el resto de oscuridad. La intensidad es moderada ya que, como se ha dicho, las larvas tienden a refugiarse en aquellos lugares del tanque con menos luz. En general, no debe superar los 1.000 lux.

El agua suministrada a los tanques debe ser de elevada calidad, usualmente filtrada por cartuchos hasta 1  $\mu$ , y puede provenir de un circuito abierto, del exterior, o de un circuito cerrado (agua recirculada). En éste último caso, debe pasar por filtros biológicos y ser esterilizada por luz ultravioleta. Hacia el final del cultivo larvario y comienzos del destete, se suele utilizar ya agua con un menor grado de filtración (5-10  $\mu$ ).

El caudal dependerá de los niveles de nitritos, amoníaco y oxígeno. Suele comenzarse con flujos cerrados o renovaciones muy pequeñas, del orden de un 3-5% a la hora, para terminar, ya iniciado el destete, con renovaciones del orden de un 25 a un 50%/hora.

Durante los primeros 10 a 15 días de cultivo es muy utilizada la técnica del agua verde. Como ya se explicó, consiste en mantener los tanques en flujo cerrado, sin renovación de agua, manteniendo en el tanque una mezcla de agua y fitoplancton (un 1-2%). Cada día se añade un poco de fitoplancton, y si los niveles de amoníaco y nitritos aumentan, se procede a dar alguna renovación parcial, del orden de un 25 a 50% del tanque. Alrededor del 10 al 15 día, ya se deja el tanque con renovación continua.

### 2.3. ALIMENTACION

Hacia el tercer o cuarto día, cuando la larva abre la boca, se hace necesaria la presencia de alimento en el tanque. Las larvas se alimentan primeramente de rotífero, *Brachionus plicatilis*, que se debe de mantener en el tanque a concentraciones que oscilan entre 10 a 20 rotíferos por mililitro. El rotífero se debe adicionar en varias tomas, para que la concentración en el mismo se mantenga siempre a esos niveles.

También se suele añadir en estos primeros días fitoplancton al tanque, a razón de aproximadamente el 1% del volumen al día.

Recién nacida, la larva de dorada tiene la boca muy pequeña, con un diámetro aproximado de 100  $\mu$ . Debido a esto, muchos cultivadores prefieren usar, en los 5 primeros días de alimentación, cepas de rotífero de pequeño tamaño.

Hacia el día 25-30, comienza a sustituirse el rotífero por nauplius enriquecidos de Artemia. El cambio de alimentación no es brusco, realizándose a lo largo de 4 a 5 días en los cuales se va disminuyendo la concentración de rotífero en los tanques y aumentando la de nauplius. Al principio, se añade a razón de 1 nauplius/ml, aumentando esta cantidad hasta llegar a 3-5 nauplius/ml.

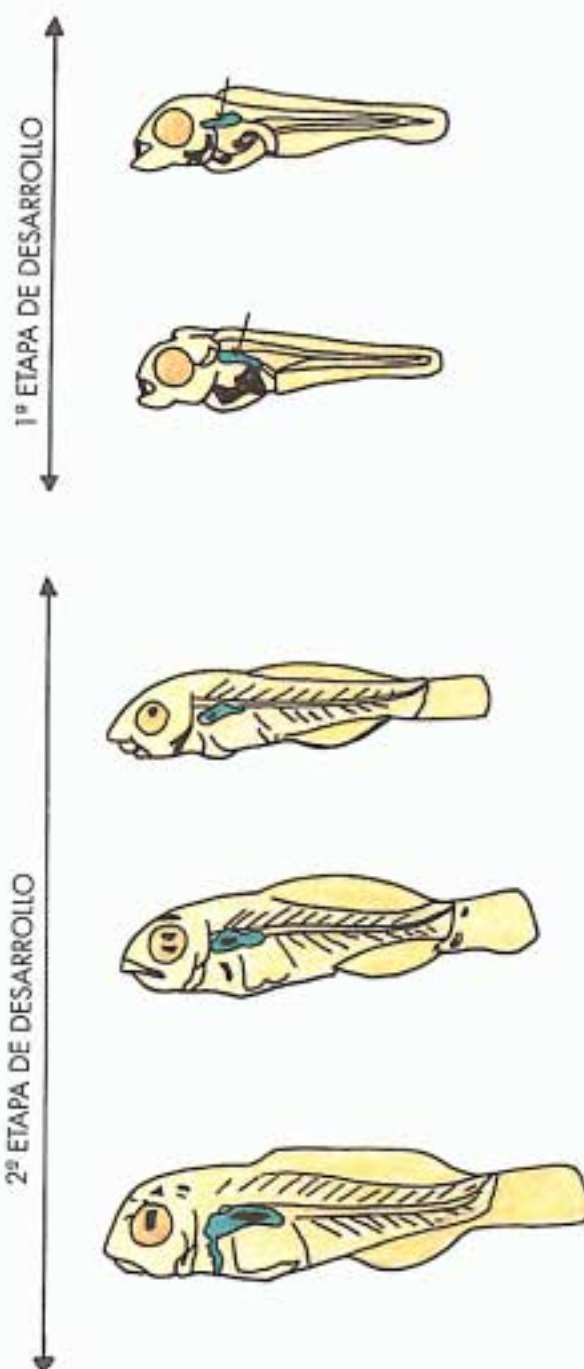
Hacia el día 35-40, se pueden sustituir los nauplius por metanauplius de 2 días, con el cuidado de hacerlo progresivamente y manteniendo una concentración similar hasta el destete. No obstante, ya se ha comentado que el cultivo de metanauplius es más dificultoso y, por esto, muchos criaderos prefieren utilizar nauplius enriquecidos, aunque esto les suponga gastar más cantidad de Artemia para alimentar a las larvas.

En muchos criaderos, es común usar nauplius recién eclosionados en la transición entre rotífero y nauplius enriquecidos. Estos nauplius recién eclosionados pueden comenzar a añadirse entre los días 18 y 20, y se mantiene su adición hasta el día 30. En éste caso, se puede dejar de suministrar rotífero unos días antes, pero al no poder enriquecer estos nauplius, pues tienen la boca cerrada, hay que elegir cepas de Artemia con un gran contenido de ácidos grasos poliinsaturados.

### 2.4. CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA

Al igual que las demás larvas de peces marinos, su crecimiento es bastante rápido. Tras la eclosión miden entre 2,5 y 3,0 mm y su peso es de 0,1 a 0,15 mg. Al final del cultivo larvario miden entre 10-15 mm, y su peso es de 30-60 mg.

La supervivencia ha aumentado mucho en los últimos años, pudiendo situarse actualmente entre un 15 y un 35%. Las mayores mortalidades se centran en los cambios de alimentación, principalmente en los primeros días de alimentación exógena.



Desarrollo de la vejiga natatoria en dorada (*Sparus aurata*). (Según Chatain)

### 3 DESTETE

Suele comenzar entre los días 45 a 60, coincidiendo con la metamorfosis y el final del desarrollo larvario. Su duración es de unos 15-30 días, estando las larvas adaptadas totalmente a la alimentación inerte hacia los 70-80 días, cuando tienen un peso medio de 0,1 a 0,3 g.

#### 3.1. TANQUES Y DENSIDAD

Los tanques son también de fibra de vidrio, circulares o cuadrados con las esquinas redondeadas. El fondo es ligeramente redondeado o plano con una pequeña inclinación hacia el centro, donde existe una salida que hace de desagüe y sirve para regular el nivel. Está dotada con una malla con un diámetro de 125 a 200  $\mu$ , que se cambia por otra mayor cuando termina la adición de Artemia. Cuando se aproxima el final del destete, se puede sustituir por una rejilla fina.

El volumen oscila entre 4 y 15 m<sup>3</sup>. La entrada de agua es tangencial a la superficie para producir una mejor circulación en el mismo. Están dotados de aireación.

Al igual que ocurre en otras especies, el destete puede comenzarse en los tanques de cultivo larvario, y la densidad inicial oscila entre 5-10 larvas/litro. En algunos criaderos, coincidiendo con el paso de los tanques de cultivo larvario a los tanques de destete, ya se realiza una primera clasificación de las doradas.

#### 3.2. FACTORES FISICO-QUIMICOS. RENOVACIONES

Al principio del destete, los parámetros físicos son los mismos que se utilizaban en cultivo larvario, tendiendo a lo largo del mismo a adaptar a los alevines a la temperatura del mar y a la luz natural.

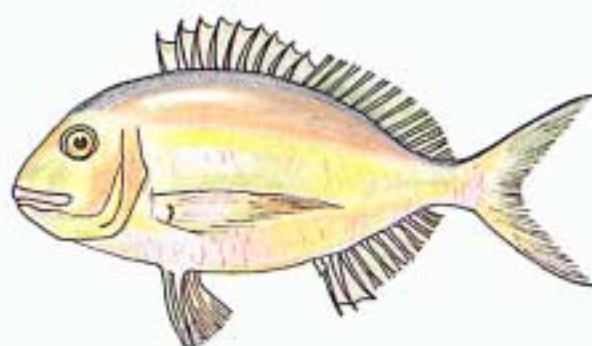
El agua se filtra al principio a 5-10  $\mu$ , utilizando al final del destete agua sin filtrar o filtrada por arena. Las renovaciones son superiores, terminando el destete con caudales del orden de 0,5 a 1 renovación/hora, manteniendo siempre la concentración de oxígeno igual o superior a 4 mg/litro a la salida del tanque.

#### 3.3. ALIMENTACION

##### SECUENCIA PROGRESIVA DE ALIMENTACION

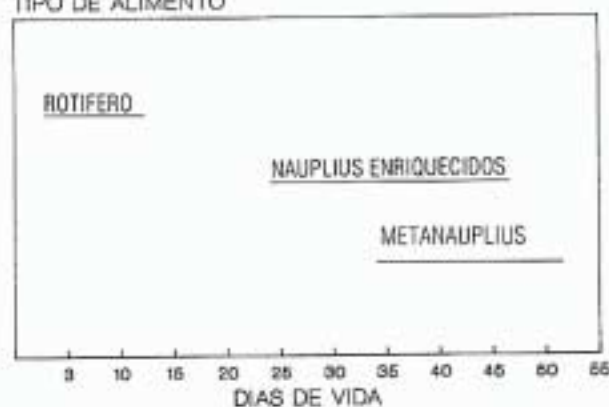
1. Artemia viva
2. Artemia + dieta de arranque
3. Dieta de arranque + pienso
4. Pienso

La dieta de arranque suele estar constituida por Artemia adulta congelada, aunque a veces se utiliza una mezcla de carne de pescado o moluscos con pienso a modo de pasta húmeda. El pienso que se utiliza suele ser pienso seco, no utilizándose, como en otras especies, gránulos rehidratables. Al comienzo se suministra "ad libitum", y



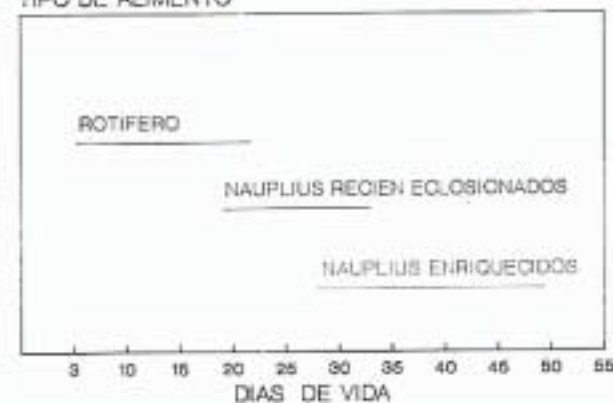
Dorada.

##### TIPO DE ALIMENTO



Alimentación de larvas de dorada.

##### TIPO DE ALIMENTO



Alimentación de larvas en dorada.

## Desarrollo larvario de la dorada

### 0 - 1 días

Recién nacida la larva no tiene formado el aparato digestivo, y se nutre a expensas de sus reservas vitelinas (alimentación endógena). Sus ojos no están pigmentados, presentan poca actividad y se mantienen flotando en la superficie del agua. Conforme consumen sus reservas alimenticias van distribuyéndose por toda la columna de agua.

### 2º día

Se abre el ano y los ojos empiezan a pigmentarse. Al siguiente día aparece la aleta pectoral, y al final de este tercer día o al cuarto, abre la boca. La larva comienza a nadar y a desplazarse, y ya es capaz de capturar las primeras presas. Su visión es muy limitada, prestando sólo atención a las presas móviles.

### 5º día

Hacia el día quinto, la larva termina de reabsorber la vesícula vitelina, pero el glóbulo de grasa permanece aún dos o tres días más. La larva va progresivamente haciéndose más activa, nada en grupos y tiende a colocarse en aquellos lugares del tanque donde la luz es menos intensa.

En estos primeros días de vida aparece la vejiga natatoria. Esta es muy primitiva, y la larva debe proceder a inflarla. Este inflamiento de la vejiga se produce en dos etapas.

### 10º día

Alrededor del 10 al 15 día de vida, cuando la larva ha terminado de reabsorber la gota de grasa y mide aproximadamente 4-5 mm, se produce la 1ª inflación de la vejiga. Para ello, la larva debe subir a la superficie y "tragar" una burbuja de aire. Si no se produce esta primera inflación, la vejiga no seguirá desarrollándose y conservará durante toda la vida del pez su aspecto primitivo.

Alrededor del 50 día de vida, cuando la larva mide alrededor de 10-15 mm, se produce la verdadera inflación de la vejiga, que adquiere la forma de una vesícula elíptica, y conforme el alevín va creciendo, irá estirándose progresivamente hacia atrás, hasta alcanzar su longitud máxima (sobre el 20-30% de la longitud total del pez) cuando el alevín mide unos 5 cm).

### 50º día

La metamorfosis se realiza entre los 50 y 60 días de vida, cuando las larvas miden entre 10-15 mm.

una vez que el alevín se ha acostumbrado a él, se disminuye la ración. Se debe dosificar en muchas tomas, y a ser posible utilizar comederos automáticos.

### 3.4. CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA

Al final del destete, el peso medio del alevín oscila entre 0,1 y 0,3 g. En este momento y a ser posible un poco antes, se hace ya imprescindible una clasificación, ya que suele haber una gran dispersión de tamaños. La supervivencia oscila entre un 50-85%.

## 4 MALFORMACIONES Y PROBLEMAS PATOLOGICOS

Destacan, entre otras posibles malformaciones e infecciones, la lordosis y escoliosis, la ausencia de vejiga natatoria y las infecciones bacterianas.

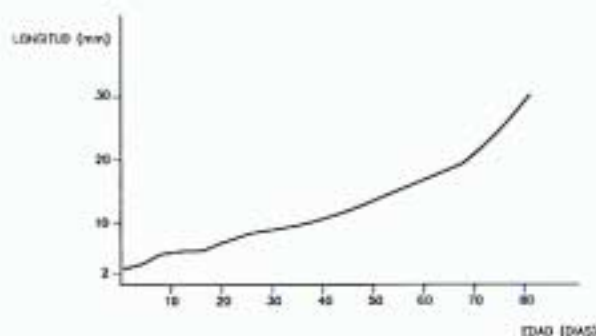
### 4.1. LORDOSIS Y ESCOLIOSIS

Son deformaciones de la columna y están fundamentalmente relacionadas con problemas nutricionales. Con las técnicas de enriquecimiento de presas vivas, su incidencia ha disminuido considerablemente. La lordosis parece estar relacionada con la ausencia de vejiga natatoria.

### 4.2. AUSENCIA DE VEJIGA NATATORIA

La vejiga natatoria es un órgano cuya principal misión es la de ayudar al pez en su movimiento y a mantenerse a la profundidad deseada. Los peces sin vejiga natatoria funcional, deben de gastar más energía para realizar estos procesos, y es por ello que su crecimiento es más lento. Hasta hace pocos años, la mayoría de las doradas de criadero no presentaban vejiga natatoria funcional pero, actualmente, el porcentaje de doradas criadas con vejiga funcional ha aumentado mucho.

La explicación es sencilla: como ya se ha visto, para que la dorada desarrolle normalmente su vejiga y pueda realizar el primer inflado ha de subir a la superficie



Curva de crecimiento de la dorada (*Sparus aurata*).

del tanque y tragar una burbuja de aire. Cuando esto sucede, hacia los 10-15 días de vida, la superficie del tanque suele estar muy sucia con fitoplancton o restos de enriquecedores, que crean una película de grasa, que impide a la dorada "captar" la burbuja de aire. Para evitar este proceso, lo que se debe hacer es mantener limpia continuamente la superficie, con lo que al ascender la larva podrá ingerir sin dificultad la burbuja.

La ausencia de vejiga natatoria funcional no trae consigo, directamente, una disminución en la supervivencia, pero sí provoca un menor crecimiento, una menor resistencia a factores estresantes y una mayor incidencia de

malformaciones como la lordosis.

#### 4.3. INFECCIONES BACTERIANAS

Al igual que ocurre con otras especies, la más común es la vibriosis. Son tratadas con antibióticos u otros agentes quimioterapéuticos (como el formol) bien vía oral, bien mediante su administración en baño. Lo más eficaz es seguir una buena política sanitaria, observando los criterios generales que se mencionan al comienzo de este texto.

Otras malformaciones menos comunes son el secuestro del opérculo, la hiperdilatación de la vejiga natatoria, etc.

## Actividades

### Autoevaluación

**1** Relaciona ambas series de términos:

|   |                               |   |                    |
|---|-------------------------------|---|--------------------|
| A | <i>Brachionus plicatilis</i>  | 1 | Larva de crustáceo |
| B | Nauplius                      | 2 | Vibriosis          |
| C | Deformación columna vertebral | 3 | Rotífero           |
| D | Artemia                       | 4 | Lordosis           |
| E | Infección bacteriana          | 5 | Copépodo           |

**2** Señala las magnitudes ideales en el cultivo larvario de la dorada para cada uno de los enunciados que se proponen:

| CONCEPTO               | MAGNITUD |
|------------------------|----------|
| Densidad de larvas     |          |
| Duración               |          |
| Temperatura en tanques |          |
| Horas de oscuridad     |          |
| Renovaciones/hora      |          |

### Aplicaciones

**1** Compara los desarrollos larvarios de la dorada y el rodaballo, día a día. Elabora un cuadro con las principales semejanzas y diferencias.

**2** ¿Por qué el color de los tanques de cultivo larvario de rodaballo suele ser oscuro, mientras que los de cultivo larvario de la dorada suelen ser de color claro?

### Conoce tu entorno

**1** ¿Qué papel cumple la vejiga natatoria en los peces? ¿Cómo funciona?

**2** ¿Hay peces que de adultos carezcan de vejiga natatoria? ¿Cuáles? ¿Qué sistema emplean para sustituir la función que aquella realiza en los otros peces?

**3** Son muchos los animales que presentan hábitos alimenticios diferentes en los primeros tiempos de vida y cuando ya son adultos. ¿Podrías citar algunos casos entre los seres de tu propio entorno?

**3** ¿Consideras factible que en Galicia se generalicen los criaderos de Dorada. ¿Cuáles son, a tu juicio, las principales dificultades para que esa generalización se produzca?



# 4

## Cultivo de la Lubina

### 1 DESARROLLO LARVARIO

Cuando nace, la larva de lubina tiene un tamaño aproximado de 4 mm. Son inactivas, flotan en la superficie del tanque y no están pigmentadas. La boca la abre hacia el quinto y sexto día, teniendo ya desarrolladas las aletas pectorales. Progresivamente comienza a adquirir la pigmentación.

Hacia el séptimo y octavo día termina de reabsorber sus reservas vitelinas y se produce el primer inflado de la vejiga. En estos momentos la larva mide entre 5 y 6 mm. El glóbulo de grasa se reabsorbe totalmente unos días después, siendo la pigmentación de la larva perfectamente patente.

La metamorfosis comienza entre los días 30 y 35, cuando la larva tiene un tamaño aproximado de 10-12 mm, terminando entre los días 60 y 80, cuando el alevín mide 20-25 mm. El alevín presenta ya los caracteres del adulto, y su color es más claro.

### 2 CULTIVO LARVARIO

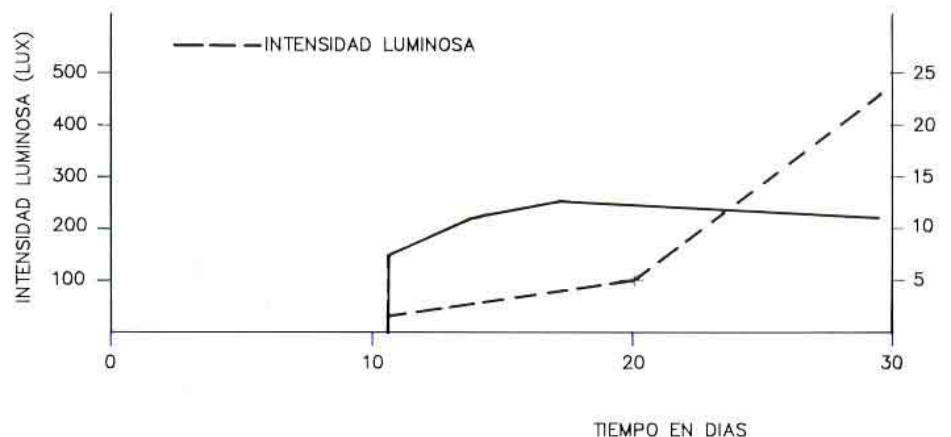
Se utilizan tanques negros de fibra de vidrio con un volumen comprendido entre 5 y 20 m<sup>3</sup>. La forma es similar a los utilizados para las demás especies.

El cultivo larvario se comienza en oscuridad, y a una temperatura de 16 a 17 °C. Las larvas se mantienen en estas condiciones, sin añadir alimento, hasta el día 9 ó 10. De este modo se consigue que la larva reabsorba perfectamente sus reservas vitelinas y se mantiene limpia la superficie del agua, con lo que las larvas pueden realizar perfectamente el inflado primero de la vejiga.

A partir del día 10 comienza la alimentación. Para ello se empieza a iluminar los tanques alargando progresivamente el fotoperíodo (hasta llegar a las 12 horas) y aumentando la intensidad luminosa. Esta ha de ser moderada, no sobrepasando los 500 lux. La temperatura también se aumenta ligeramente, llegando a los 19 - 20 °C.

#### Contenido

- 1. Desarrollo larvario
- 2. Cultivo larvario
  - 2.1. Alimentación
- 3. Destete
- 4. Malformaciones



**Variaciones de la intensidad de luz y del tiempo de iluminación durante el cultivo larvario de la lubina (*Dicentrarchus labrax*).**

El cultivo se realiza siempre en flujo continuo de agua, comenzando con un 2 a 5% de renovación a la hora, para terminar, al inicio del destete, con un 25 - 50%/hora. La concentración de oxígeno ha de ser siempre superior a 4-5 mg/l.

La densidad inicial oscila entre las 40-50 larvas/litro, y la supervivencia es alta, elevándose a un 40-50% a menudo.

## 2.1. ALIMENTACION

A pesar de que la mayoría de los cultivadores comienzan el cultivo suministrando rotífero, la lubina es capaz de tomar desde el primer día nauplius de Artemia. Lo más usual es alimentar los 4 ó 5 primeros días con rotífero, pasando después a suministrar los nauplius enriquecidos. A partir del día 20 ó 25 se puede empezar a sustituirlos por metanauplius de dos días. La concentración de Artemia en los tanques, debe oscilar entre 3-5 Artemia/ml.

Hay que tener en cuenta que las larvas de lubina son muy voraces e ingieren gran cantidad de Artemia muy rápidamente (en sólo 15 ó 20 minutos tras la alimentación, todas las lubinas tienen el estómago lleno de Artemia. Esto hace difícil mantener concentraciones en los tanques, y lo

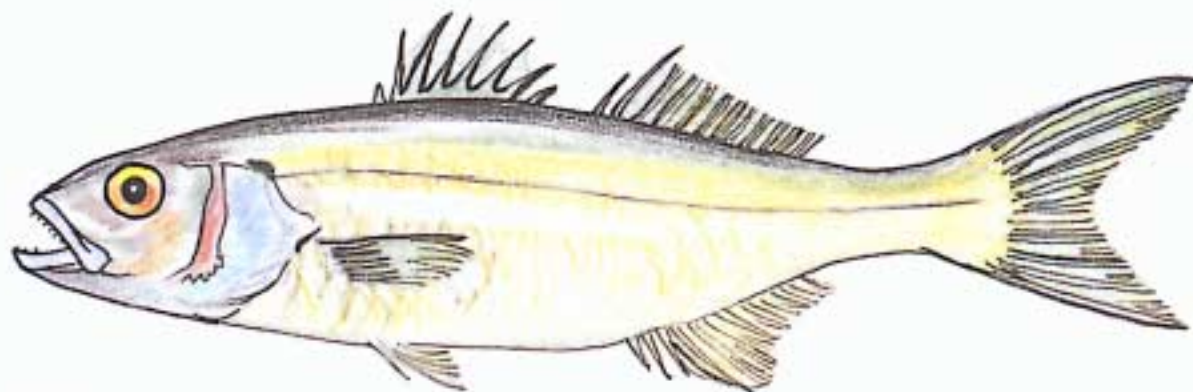
que se hace normalmente es dosificarles la Artemia en varias tomas, suministrando en cada una de ellas la cantidad suficiente para que se alimenten bien todas las larvas.

## 3 DESTETE

Suele comenzar entre los días 40 y 50, cuando la larva pesa entre 10 y 30 mg, aunque algunos cultivadores lo comienzan hacia el día 30 (si bien los resultados son peores) y dura unos 20 días, terminando entre los días 60 y 70. El peso medio de la larva es entonces de 50-100 mg. La densidad inicial es de unas 10 larvas/litro, y la supervivencia es elevada, alcanzando un 60 u 80%.

Los tanques, condiciones físico-químicas y renovaciones son similares a las usadas en la dorada. La única diferencia significativa es que el caudal puede ser un poco superior, llegando a 1 renovación/hora.

El esquema alimenticio es también similar al usado para el destete de la dorada, pasando de Artemia viva a una dieta de arranque compuesta por Artemia o copépodos congelados, y a continuación al pienso seco. La lubina se adapta bastante bien al alimento inerte, y este cambio de alimentación no es muy problemático.



Lubina.

Es importante resaltar la importancia de las clasificaciones. La lubina es un pez muy voraz, y si no se clasifican adecuadamente se pueden presentar problemas de canibalismo, debido a la dispersión de tallas. Lo más usual es realizar una clasificación recién terminado el destete, coincidiendo con el final de la metamorfosis.

## 4 MALFORMACIONES Y PROBLEMAS PATOLOGICOS

Entre las malformaciones destaca la **hiperdilatación de la vejiga natatoria**, en la que este órgano aumenta anormalmente de tamaño, ocasionando la muerte de la larva por aplastamiento de los demás órganos internos. Este problema suele presentarse entre los días 20 y 40 de cultivo. Suele deberse a deficiencias nutricionales o a factores estresantes en el cultivo, tales como, excesiva luz o temperatura, manejo inadecuado, etc.

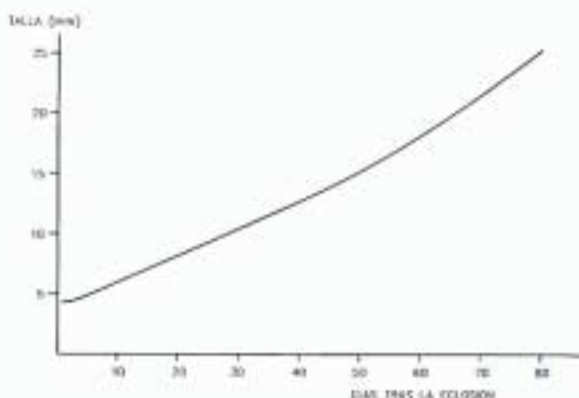
La lubina es bastante sensible a contraer infecciones bacterianas del tipo de vibriosis, sobre todo si la temperatura de cultivo es elevada. Este riesgo se acentúa al efectuar las clasificaciones, ya que las descamaciones sufridas por roces con el salobre y paredes de los tanques constituyen una puerta para la entrada de bacterias. Además, el estrés causado por el manejo, debilita al pez y lo hace más susceptible. Es conveniente tomar medidas profilácticas del tipo de baños preventivos en formol antes y después de las clasificaciones. En caso de que se presente la infección, se trata con antibióticos.

Otros problemas que pueden presentarse son infestaciones por parásitos, enfermedad de la burbuja, etc. Deformaciones esqueléticas y ausencia de vejiga natatoria eran problemas muy comunes, pero las nuevas técnicas de cultivo, han disminuido mucho su incidencia.

TIPO DE ALIMENTO



Alimentación en cultivo larvario de Lubina.



Curva de crecimiento de la Lubina (*Dicentrarchus labrax*).

# 5

## Cultivo del Lengüado

### 1 DESARROLLO LARVARIO

El desarrollo larvario del lenguado dura unos 30 días. Recién nacida, la larva, que mide de 3 a 3,5 mm, es pasiva, simétrica y vive a expensas del vitelo. Hacia el tercer día, se le abren la boca y el ano, apareciendo las aletas pectorales y adquiere movilidad. Es una larva pelágica.

La metamorfosis comienza muy pronto, hacia los días 10 al 15, volviéndose progresivamente bentónica y asimétrica. El ojo izquierdo emigra al lado derecho y la boca sufre una torsión. El lenguado se apoya sobre el lado izquierdo, que se queda totalmente despigmentado. La duración de la metamorfosis es de unas dos semanas.

### 2 CULTIVO LARVARIO

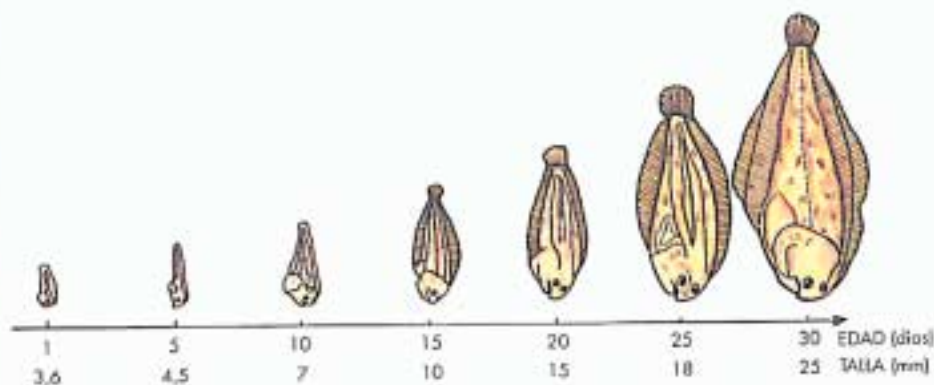
Los tanques de cultivo larvario del lenguado son similares a los de otras especies. La temperatura óptima es de 18 °C, elevándola poco a poco desde los 13 °C a los que se realiza la incubación, una vez que larva ha reabsorbido sus reservas vitelinas y comienza a alimentarse exógenamente. La salinidad normal es de un 35‰, pero se adaptan bien a cualquiera comprendida entre 20 y 40‰. Los tanques están dotados de luz mediante fluorescentes.

El lenguado es muy exigente en cuanto a calidad de agua, por lo que necesario emplear agua de mar filtrada hasta 1µ y, muy frecuentemente, se esteriliza. Los primeros días de cultivo no se suelen dar renovaciones al agua, a no ser que los niveles de amonio y nitritos lo hagan necesario. Sin embargo, a partir de los días 8 ó 10, se van aumentando las renovaciones hasta un 25% a la hora, con el transcurso de la metamorfosis.

A partir del tercer día comienza a alimentarse del medio. Debido al tamaño de su boca, se puede alimentar desde el primer día con nauplius de *Artemia*. Hacia

#### Contenido

1. Desarrollo larvario
2. Cultivo larvario
3. Destete



Esquema del desarrollo larvario del lenguado a la temperatura de  $19 \pm 1$  °C.  
[Según Barnabé]

el día 20, cuando ya está bastante avanzada la metamorfosis, se cambian los nauplius por metanauplius de dos días, y, cinco o diez días después, se puede comenzar a alimentar con *Artemia* adulta, si es que se dispone de ella.

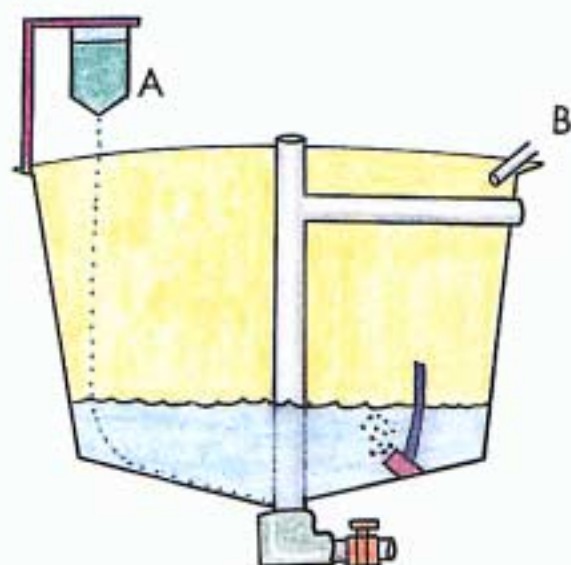
Las densidades utilizadas en el cultivo larvario varían entre 10 y 50 larvas/litro, según el volumen del tanque. El crecimiento es muy rápido. Al nacer tiene un peso de 0,65 mg, alcanzando los 75 mg al día treinta de vida, cuando ha terminado la metamorfosis. La supervivencia durante este primer mes de vida es muy elevada, del orden del 60 al 70%.

### 3 DESTETE

El destete se inicia hacia el día 30 de vida, una vez que ha finalizado la metamorfosis. Los alevines se transfieren entonces a los tanques de alevinaje, en los que se realizará el destete. Estos tanques son circulares, de fondo plano con una ligera inclinación hacia el desagüe central. Son poco profundos, con entrada tangencial del agua y dotados de débil aireación.

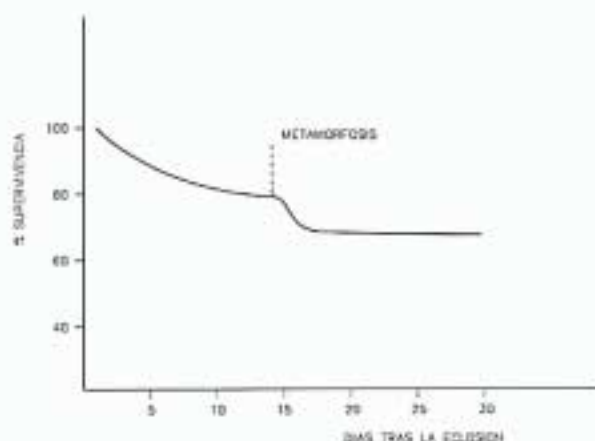
Las condiciones de cultivo son similares a las observadas en cultivo larvario, disminuyendo la calidad de agua conforme se acerca el final del destete. En este momento, los caudales son mayores, llegando a ser de 0,4 a 0,5 renovaciones/hora.

El destete es muy problemático, y su duración puede llegar a ser de tres meses, terminando cuando el alevín tiene ya un peso superior a 1 gr.

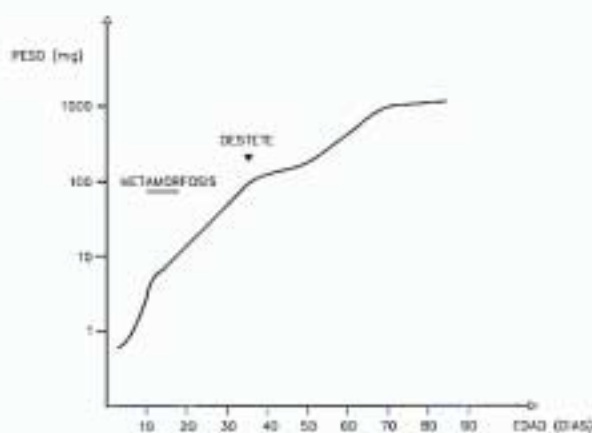


Tanque de destete de lenguado (*Solea solea*).  
A. Alimentador automático. B. Agua.

El principal problema es que con la adquisición del carácter bentónico, el lenguado se alimenta en el fondo, por lo que el alimento que se adicione tiene que tener una gran retención en el agua, y no ensuciar mucho el medio. Se les suele mezclar con algún atrayente como glicina o betaína. Muchos criaderos alimentan el alevín de lenguado con un oligoqueto (*Lumbricillus rivalis*) a partir del día 50. La primera etapa de adaptación a un alimento inerte consistente en plancton congelado, lo realizan bastante bien, con una supervivencia de un 70 u 80%, pero el paso a pienso es mucho más complicado, ya la supervivencia no suele alcanzar el 50%.



Supervivencia de Lenguado (*Solea solea*) durante el cultivo larvario.



Curva de crecimiento de las larvas de lenguado (*Solea solea*). (Según Girin)

## Actividades

### Autoevaluación

- 1** Señala las magnitudes ideales en los cultivos de lubina y lenguado para cada uno de los enunciados que se proponen:

| CONCEPTO                                | LUBINA | LENGUADO |
|---|--------|----------|
| Temperatura de cultivo larvario         |        |          |
| Renovación al final de cultivo larvario |        |          |
| Concentración de oxígeno                |        |          |
| Densidad de larvas en los tanques       |        |          |
| Duración del destete                    |        |          |

- 2** ¿Qué diferencias esenciales encuentras en la calidad del agua requerida por los cultivos larvarios de rodaballo, dorada, etc y del lenguado?

### Aplicaciones

- 1** Compara el desarrollo larvario del rodaballo, lubina y lenguado. Elabora un cuadro con las principales semejanzas y diferencias.

- 2** Solicita un catálogo de lámparas (fluorescentes, de filamento, etc) y compara las intensidades de luz. ¿Cuál de ellas elegirías para un criadero de peces y sobre qué instalaciones las aplicarías?

### Conoce tu entorno

- 1** Con ayuda de la bibliografía adecuada busca las definiciones de **enfermedad**. ¿Cuál de ellas te parece más apropiada para el concepto de enfermedad empleado en el texto?

- 2** Cita 2 ejemplos de cada clase que afecten a los grupos de animales que se señalan:

|                      | HOMBRE | PECES | CRUSTACEOS | MOLUSCOS |
|----------------------|--------|-------|------------|----------|
| Infección Bacteriana |        |       |            |          |
| Parasitosis          |        |       |            |          |
| Infección vírica     |        |       |            |          |
| Malformaciones       |        |       |            |          |

- 3** ¿Qué es un antibiótico? Señala algunos antibióticos empleados en piscicultura marina. ¿Alguno de los nombrados se aplica en medicina? ¿Cuáles?

## Términos del texto recogidos en el glosario

### A

Aleta  
Acido graso  
Aireación  
Alevín

### B

Bentos  
Bentónico

### C

Carga  
Caudal  
Clase  
Compresor de aire  
Criadero

### D

Destete  
Dieta  
Dieta de arranque  
Dosificación

### E

Eclosión  
Enfermedad de la burbuja  
Engorde  
Escoliosis  
Especie  
Esterilización  
Estrés

### F

Fase vitelina  
Fibra de vidrio  
Filtración  
Filtración biológica  
Filtración mecánica  
Filtración química  
Filtro  
Filtro de arena  
Filtro de cartucho  
Fitoplancton  
Fotoperíodo  
Fotosíntesis

### H

Hermafrodita  
Huevo

### I

Incubación  
Incubador  
Inducción

### L

Larva  
Lordosis

### M

Metabolito  
Metamorfosis  
Metanauplius

### N

Nauplius

### P

Parásito  
Patógeno  
Pelágico  
pH  
Pienso  
Plancton  
Poliéster  
Preengorde  
Presión total de gases

### S

Salabre  
Salinidad  
Saturación  
Saturómetro de Weiss  
Soplante

### T

Talla comercial  
Técnica del agua verde  
Termostato

### U

Ultravioleta

### V

Vitelo

### Z

Zooplancton