

A photograph showing a pair of hands holding a tilapia fish. The fish is silver with a blueish tint and a dark spot near its eye. It is being held over a fishing net that contains several other fish. The background is a mix of green grass and brown straw.

# **MANUAL SOBRE REPRODUCCIÓN Y CULTIVO DE TILAPIA**



# MANUAL SOBRE "REPRODUCCIÓN Y CULTIVO DE TILAPIA"

Elaborado por:

**Su Hsien-Tsang**  
**Martín Quintanilla**

Técnico Misión Taiwán  
Técnico CENDEPESCA

El Salvador, Centroamérica, 2008

Publicado por el Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA). Correspondencia relacionada con este documento técnico, favor dirigirla a CENDEPESCA.

La información de éste manual ésta disponible para todas las personas.

Fondos para el Diseño provienen de la 2ª. Fase del Convenio entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en apoyo al Proyecto "Manejo Integral para el Desarrollo Sostenible en el Golfo de Fonseca y su área de influencia, Araucaria XXI"

Diseño y conceptualización:

**conceptos**  
diseno publicidades mercado

Tels.: 2286-5831, 2516-8196.

Se autoriza la reproducción y difusión del material, para fines educativos y otros fines no comerciales, sin previa autorización escrita de los titulares de derechos de autor, siempre que especifique claramente la fuente.

Se prohíbe la reproducción de éste material, para reventa u otros fines comerciales, sin previa autorización de CENDEPESCA. Autorizaciones dirigirlas al Director General de CENDEPESCA, Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador (MAG).

# PRESENTACIÓN

Para el Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA) la experiencia del cultivo de tilapia tiene su historia importante en el tiempo.

Allá por 1978, la institución rectora de la política de pesca y acuicultura en El Salvador inició la ejecución del “Proyecto acuícola de agua dulce”, con el que experimentó el cultivo de carpas chinas, en la Estación Acuícola de Izalco, Sonsonate.

En 1982, continuó con la implementación del cultivo de camarón de agua dulce entre los productores interesados. En el 1987, prosiguió el cultivo de camarón marino y en 1990, se estableció el primer laboratorio para la producción de post - larvas de camarón marino y de agua dulce en El Salvador, llegando a realizar en el 2004, el “curso regional sobre cultivo de camarón marino”, en la Estación de Maricultura Los Cóbano, Sonsonate.

A partir de 2006, CENDEPESCA, junto con la Misión Técnica de Taiwán, incursionan en nuevas áreas de cooperación, para el beneficio del sector pesquero y acuícola. Es así como en 2004, realizan la primera capacitación sobre el “procesamiento de productos pesqueros” que buscó dar valor agregado a los productos provenientes de la pesca y la acuicultura.

Desde el 2007, CENDEPESCA se orienta al mejoramiento de las tecnologías de cultivo y la ejecución de ensayos sobre engorde y desove de peces marinos. Simultáneamente, en el 2008, trabajó en el proyecto de introducir nuevas líneas de tilapia para producir semilla genéticamente mejorada y proveer mejores rendimientos a los productores del sector acuícola que la utilicen.

Tan importante es la pesca y la acuicultura en El Salvador, que todos los recursos provenientes de este sector experimentan una explotación comercial y de subsistencia.

Como país se dispone de 88,026 mil km<sup>2</sup> de superficie de mar territorial, 69 cuerpos de agua continentales con un área de 529.26 km<sup>2</sup> que se distribuyen entre lagos, lagunas, ríos y embalses. Para la acuicultura se reportan 1,212.9 hectáreas distribuidas en 1,381 estructuras productivas, sean estas estructuras como estanques, jaulas flotantes, canales y reservorios.

Durante el 2007, la producción acuícola ascendió a 3,729 Toneladas Métricas, con un valor que alcanza los 9,475,110.64 dólares. Dicha producción esta constituida, primeramente por el cultivo y comercialización de la tilapia y seguidamente por la de camarón marino y camarón de agua dulce.

Entre las acciones que tanto el CENDEPESCA como la Misión Técnica de Taiwán desarrollan, de manera conjunta, se mencionan:

- Producción de post-larvas de camarón marino (*L. vannamei*) y post-larvas de camarón de agua dulce (*M. rosembergii*).
- Asistencia técnica a productores acuícolas a nivel nacional.
- Capacitación sobre el cultivo de peces y camarones.
- Transferencia de tecnología sobre cultivos intensivos de peces y camarones.
- Ensayos sobre el desove y engorde de peces marinos.
- Ejecución de un programa de redoblamiento a los diferentes cuerpos de agua dulce a nivel nacional.
- Mejoramiento genético de la semilla de tilapia.

La publicación del presente documento denominado: “Manual sobre la Reproducción y Cultivo de Tilapia”, representa la divulgación de una de las técnicas acuícolas que ambas instituciones desarrollan en El Salvador, en beneficio del sector acuícola.

Para CENDEPESCA y la Misión Técnica de Taiwán, este manual traslada los conocimientos al productor o estudiante interesado en conocer la técnica de producción de alevines y el engorde de tilapia.

Atentamente,



Manuel Oliva

Director General CENDEPESCA

# INDICE

<b>Generalidades .....</b>	<b>8</b>
<b>1. Características Taxonómicas .....</b>	<b>11</b>
1.1 Tilapia nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	12
1.2 Tilapia aurea ( <i>Oreochromis aureus</i> ) .....	13
1.3 Tilapia roja ( <i>Oreochromis sp.</i> ) .....	14
<b>2. Diferenciación de Sexos .....</b>	<b>15</b>
<b>3. Hábitos Reproductivos .....</b>	<b>17</b>
<b>4. Reproducción Natural .....</b>	<b>22</b>
4.1 Selección de los Reproductores .....	22
4.2 Infraestructura de los Reproductores .....	23
4.3 Recolección y Pre-cría de los Alevines .....	24
<b>5. Reproducción Artificial .....</b>	<b>25</b>
5.1 Incubación Artificial .....	25
5.2 Métodos para la Obtención de Alevines Monosexuales .....	27
5.2.1 Combinación Híbrida .....	27
5.2.2 Reversión Sexual .....	28
5.2.2.1 Preparación de Alimento .....	28
5.2.2.2 Alimentación de los Alevines .....	29
5.2.2.3 Descripción de las infraestructuras .....	30
5.2.3 Tilapia genéticamente macho (TGM) .....	33
<b>6. Transporte y empaque de alevines .....</b>	<b>37</b>
<b>7. Producción de tilapia .....</b>	<b>39</b>
7.1 Sistemas de Cultivo .....	39

7.1.1	Cultivo Extensivo.....	39
7.1.2	Cultivo Semi-Intensivo.....	40
7.1.3	Cultivo intensivo .....	40
7.1.4	Cultivo Super-intensivo .....	41
7.2	La Alimentación en el Proceso de Engorde .....	42
7.2.1	Tiempo.....	42
7.2.2	Determinación de la Ración Alimenticia .....	43
7.3	Parámetros de Calidad del Agua.....	46
7.3.1	Temperatura .....	46
7.3.2	pH.....	47
7.3.3	Oxígeno Disuelto.....	48
7.3.4	Salinidad .....	51
7.3.5	Alcalinidad (dureza).....	52
<b>8.</b>	<b>Enfermedades .....</b>	<b>53</b>
8.1	Causadas por Parásitos .....	53
8.1.1	Argulosis .....	53
8.1.2	Leorneasis .....	54
8.2	Causadas por Hongos .....	56
8.3	Causadas por Bacterias .....	58
8.3.1	Estreptococosis .....	58
8.3.2	Aeromonosis.....	59
8.3.3	Staphylococosis .....	61
<b>9.</b>	<b>Referencia bibliográfica .....</b>	<b>63</b>



# GENERALIDADES

Se estima que el cultivo de la tilapia inició aproximadamente en **1,820** en las zonas tropicales de África y Palestina (Fig. 1).

Aunque se conocen más de **100** especies de tilapia en el mundo, sólo diez especies son de importancia económica y de producción de proteína animal para mejorar la alimentación de la población.

Normalmente las **10** especies con potencial importante se producen en condiciones controladas en las aguas tropicales y subtropicales del mundo.

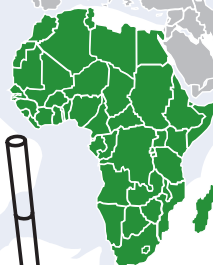
Por sus características favorables de adaptación, la tilapia es muy apropiada para la piscicultura. Tiene rápido crecimiento, es fácil su reproducción y tiene resistencia a enfermedades.

Otras bondades de la tilapia es su bajo costo de producción, la tolerancia a desarrollarse en condiciones de alta densidad, su habilidad para sobrevivir a bajas concentraciones de oxígeno y soportar un amplio rango de salinidades, por las condiciones extremas del agua marina.

Técnicamente, la tilapia tiene una enorme capacidad para nutrirse a partir de una gran gama de alimentos naturales y artificiales. Sin embargo, la gran desventaja de la tilapia es que no resiste el frío y generalmente cuando la temperatura se encuentra abajo de **10°C** siempre causa mortalidad.

La calidad de la carne de tilapia es sabrosa, puesto que su textura es firme, de color blanco y no posee espinas intermusculares, lo cual hace que constituya un pescado altamente apetecible.



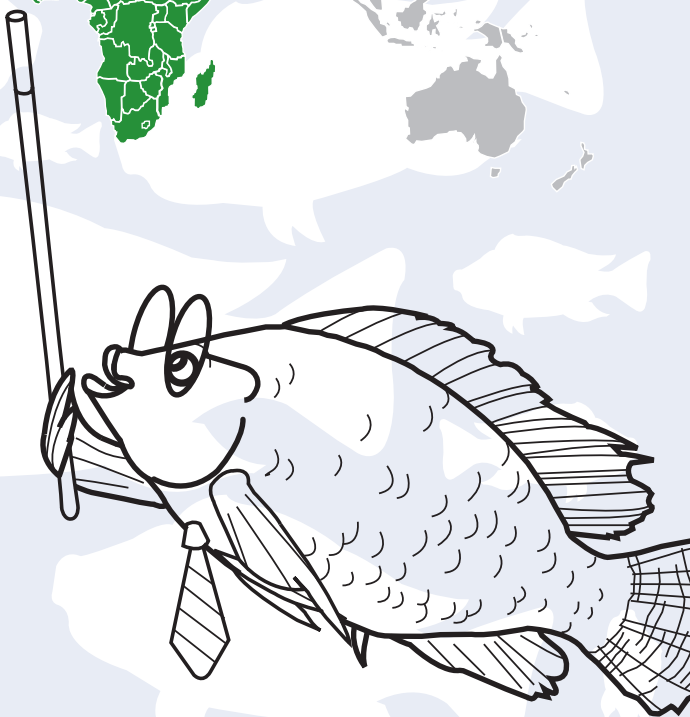



*Fig. 1. Distribución de origen de la tilapia en el mundo.*

El cultivo de tilapia promete convertirse en una de las principales fuentes de proteína animal para consumo humano, particularmente en los países en vías de desarrollo.

En el caso de El Salvador, hasta noviembre de **2008**, el departamento de La Libertad es donde se desarrollan más proyectos productivos de acuicultura, especialmente tilapia.

Las estadísticas indican **50** proyectos en La Libertad, generalmente influenciados por el Distrito de Riego de Atiocoyo Sur; seguido de **14** proyectos más en el departamento de Chalatenango, justo donde también opera el Distrito de Riego Atiocoyo Norte.





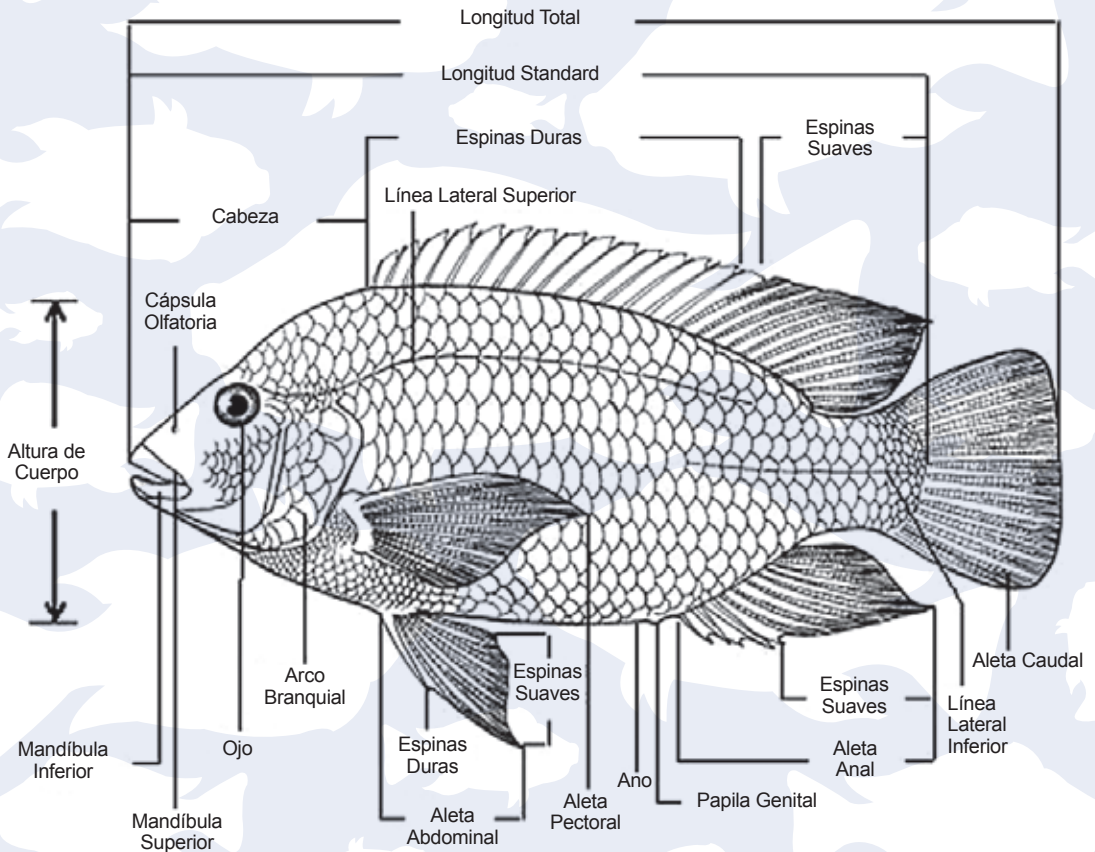
En total, **99** proyectos acuícolas tienen sus autorizaciones vigentes, de los cuales **76** proyectos cultivan en estanques. Otras modalidades de siembra son la jaula, el laboratorio, el corral, entre otros.

De las **99** autorizaciones acuícolas emitidas por CENDEPESCA, el **75%** corresponde a proyectos de tilapia. El **25%** restante se distribuye en camarón marino, con el **12.3%**; camarón de agua dulce, con el **8%**; peces ornamentales, con el **2.8%** y otras especies con el **1.9%**.

Dichas cifras denotan el crecimiento del sector acuícola, donde el sector privado es el protagonista, con **83** proyectos productivos, en contraste con **16** proyectos que se desarrollan en aguas nacionales.

Obviamente, CENDEPESCA ofrece asistencia técnica para el manejo de cultivos acuícolas. La Misión Técnica de Taiwán es un gran aliado.

# 1. CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS



*Fig. 2. Características Taxonómicas de la Tilapia.*

## 1.1 TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*)

Presenta bandas negras verticales en la aleta caudal; pecho blanco; extremo de la aleta abdominal anterior al ano; aleta dorsal con **16 a 18** espinas duras y **12 a 13** restantes suaves.

Se suma la aleta caudal con **3** espinas duras y restantes **8 a 11** suaves, **31 a 35** escamas a lo largo de la línea lateral, **5** escamas hacia arriba y **12** hacia abajo de la línea lateral (Fig. 3).



Fig. 3. *Tilapia nilótica* (*Oreochromis niloticus*).

## 1.2 TILAPIA AUREA (*Oreochromis aureus*)

En la parte posterior de la cabeza recta, pecho color gris plata; aleta pectoral gris suave y algo transparente; aleta dorsal con **15 a 16** espinas duras y **9** suaves; **29 a 32** escamas a lo largo de la línea, **5** escamas arriba de la línea lateral y **11 a 12** abajo (Fig. 4).



Fig. 4. *Tilapia aurea* (*Oreochromis aureus*).



### 1.3 TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*)

Con su cuerpo de color anaranjado, tiene aleta dorsal con **16** espinas duras y **12** a **13** suaves, una aleta anal con **3** espinas duras y **10** suaves; más **29** a **31** escamas a lo largo de la línea lateral; **5** escamas arriba y **12** hacia abajo de la línea lateral (Fig. 5).



Fig. 5. Tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

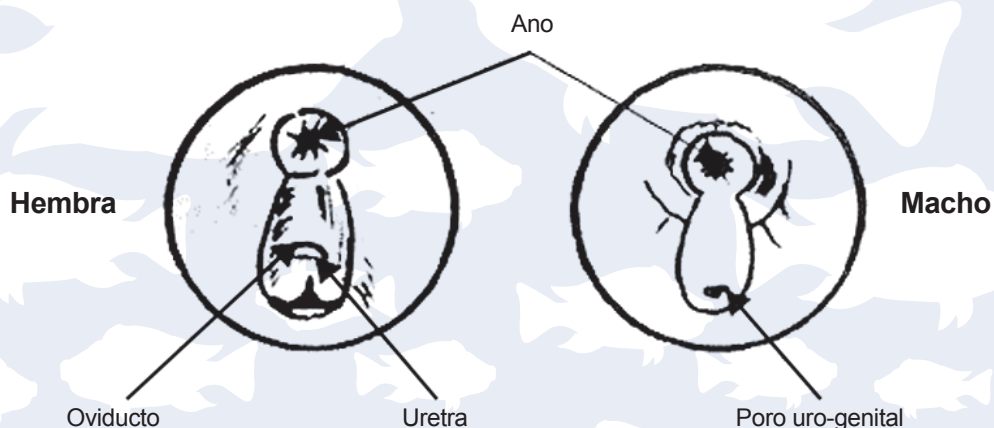
## 2. DIFERENCIACIÓN DE SEXOS

En muchas de las especies de tilapia que se cultivan, ambos sexos pueden ser diferenciados a simple vista, debido al desarrollo de la papila genital, cuando logra los **50** a **70** gramos.

En el caso del macho, la papila genital posee solamente un orificio, mientras que la hembra posee **2**, siendo generalmente la papila más pequeña.

La diferenciación sexual se debe realizar con personas que tengan experiencia en sexar tilapia.

Las siguientes fotografías y dibujos ilustran los órganos genitales de las tilapias hembras y machos (Fig. 6).



*Fig. 6. Papilas genitales en tilapias.*



**MACHO**



**HEMBRA**

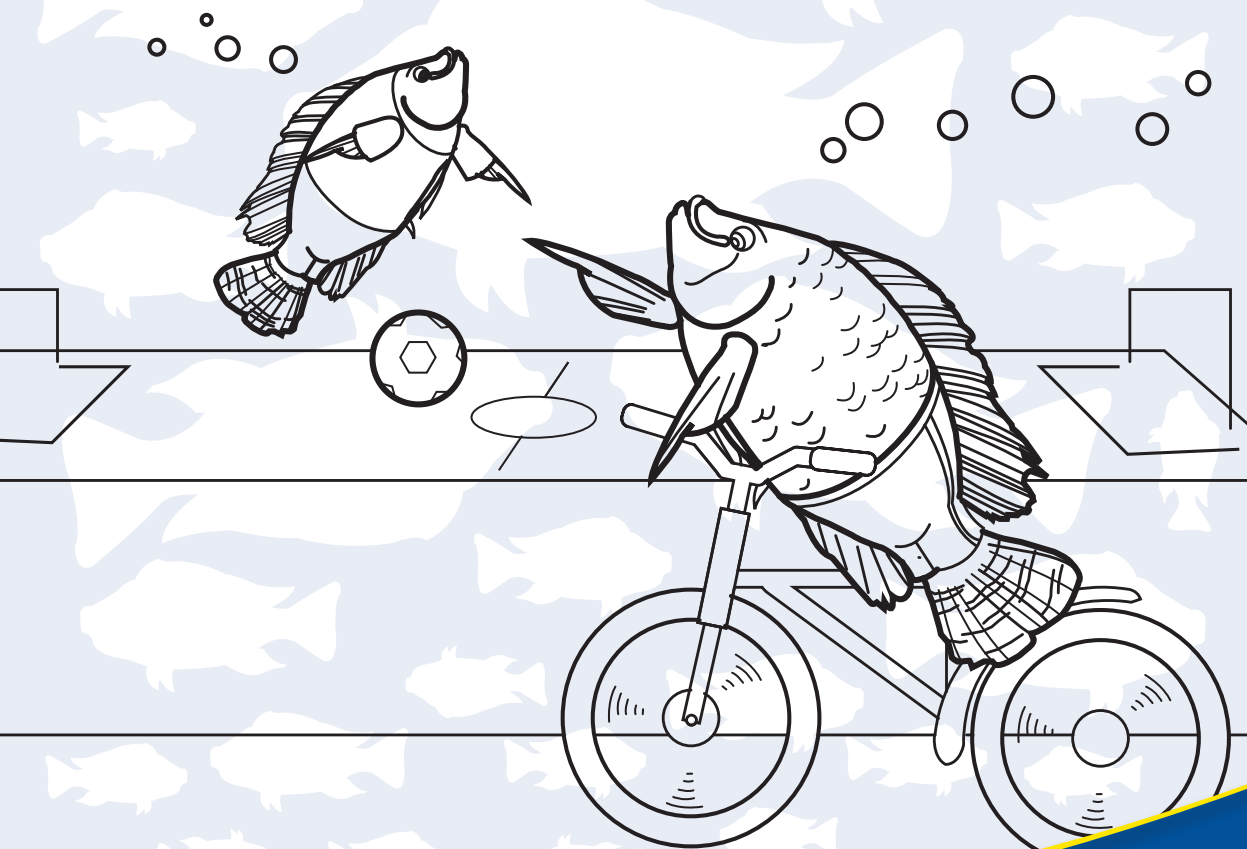


*Fig. 6. Papilas genitales en tilapias.*

### 3. HÁBITOS REPRODUCTIVOS

Los eventos característicos del comportamiento reproductivo (apareamiento) de la tilapia en cautividad:

Después de **3** a **4** días de sembrados, los reproductores se acostumbran a sus alrededores.

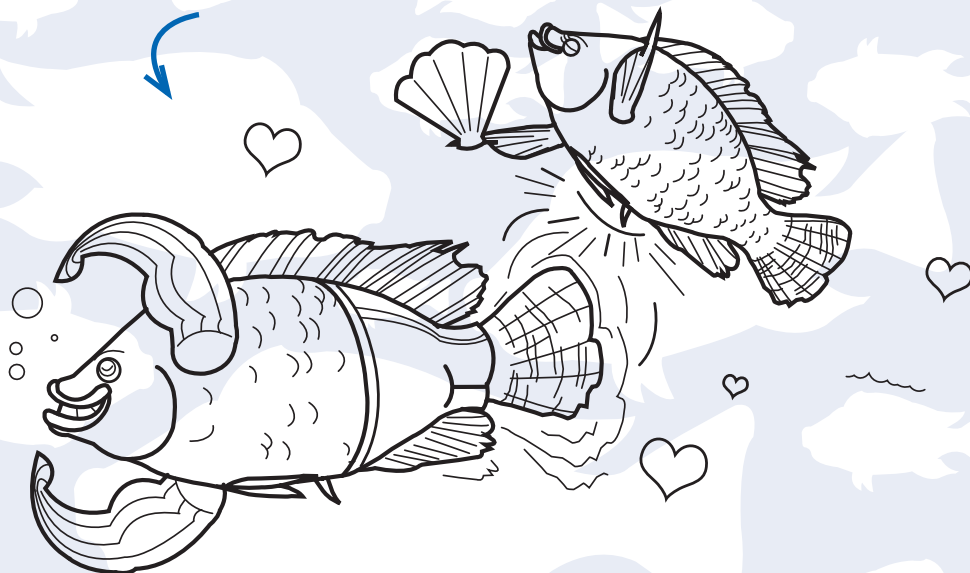


En el fondo del estanque, el macho delimita y defiende su territorio. Limpiando un área circular de **20 a 30** centímetros de diámetro y **5 a 8** centímetros de profundidad, ahí forma su nido.



La hembra es atraída hacia el nido, en donde es cortejada por el macho.

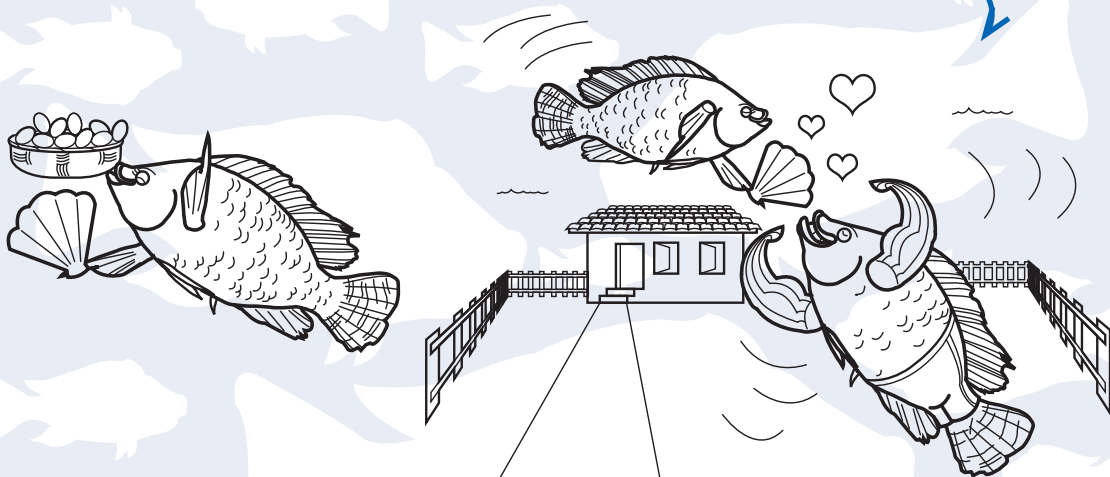
Durante el cortejo, el macho da pequeños golpes con su cola - en el abdomen de la hembra -, para inducir que la hembra expulse los huevos.



La hembra deposita sus huevos en el nido, para que inmediatamente sean fertilizados por el macho.



La hembra recoge los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido. El macho continua cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse.

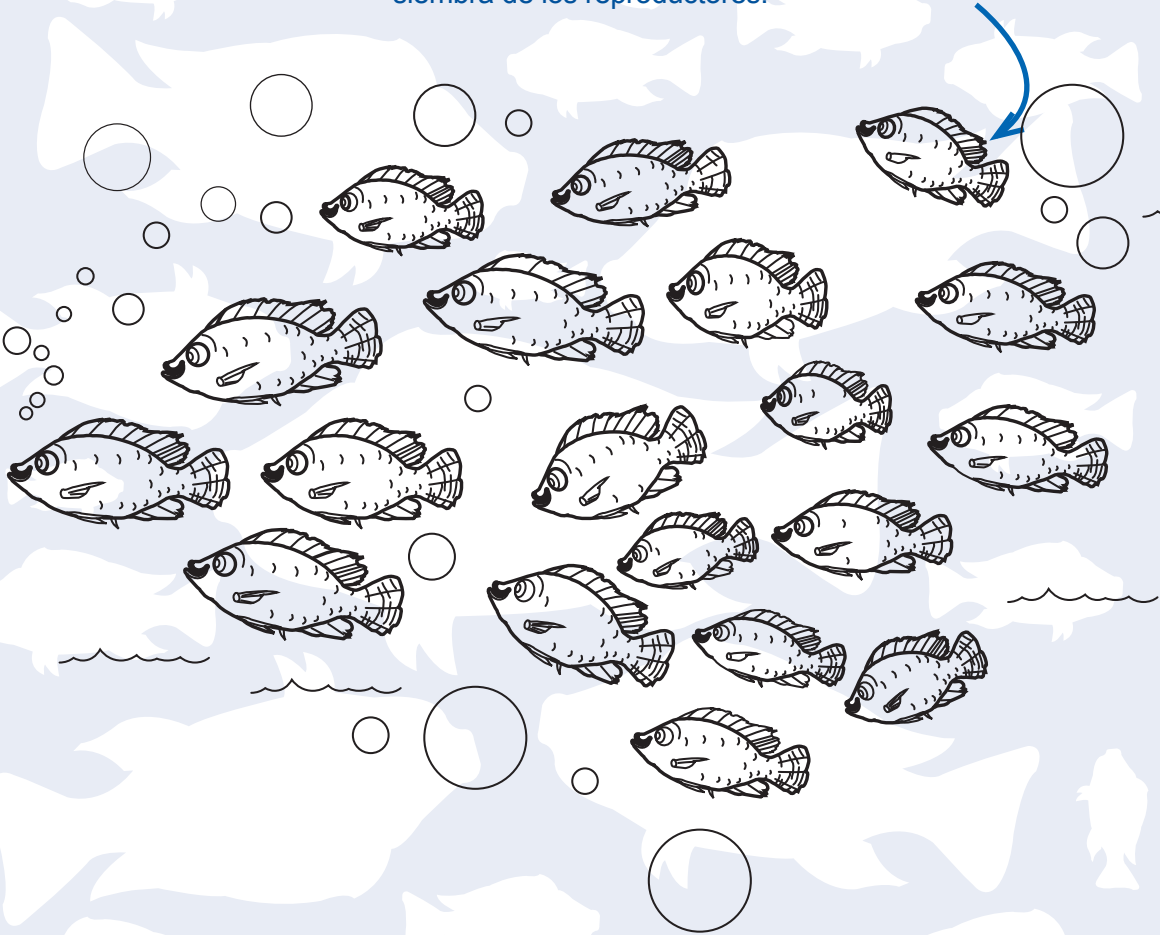


Antes de la eclosión, los huevos son incubados de **3 a 5** días dentro de la boca de la hembra. Las larvas jóvenes (con saco vitelino), permanecen con su madre por un período adicional de **5 a 7** días.

Las hembras no se alimentan durante los períodos de incubación y cuidado de las larvas.



Después de dejar a sus madres, los pececillos forman grupos (bancos) que pueden ser fácilmente vistos de **10** a **15** días después de la siembra de los reproductores.



## 4. REPRODUCCIÓN NATURAL

### 4.1 SELECCIÓN DE LOS REPRODUCTORES

Se seleccionan con un peso entre **200** a **400** gramos, con una edad aproximada de **4** a **6** meses, en el caso de los machos y las hembras entre **3** a **5** meses.

Los individuos sexualmente maduros, son fácilmente identificables: las hembras presentan una papila genital prominente y rojiza, mientras que en el macho, dicha coloración se observa al borde de la aleta caudal y dorsal.

Se recomienda elegir reproductores de cabeza angosta y pecho grueso, en relación al resto del cuerpo, que presente un aspecto sano, sin parásitos y malformaciones.

Además, para seleccionar a los reproductores, hay que seleccionar individuos del mismo ciclo y que presenten tallas más grandes.



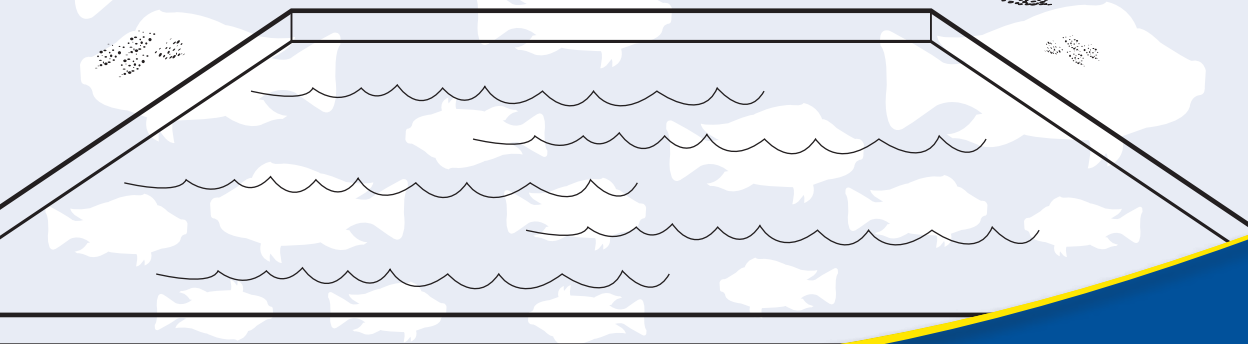


La proporción de siembra recomendada es de **3** a **5** hembras por macho, con una densidad de siembra de **3** reproductores por metro cuadrado.

## 4.2 INFRAESTRUCTURA DE LOS REPRODUCTORES

Los estanques a utilizar en este tipo de cultivo, deben ser pequeños para un manejo más sencillo. El área de espacio puede variar de **100** a **500** m<sup>2</sup>, con una profundidad máxima de **100** a **150** centímetros, donde se puede utilizar estructuras de concreto o jaula de malla.

Dichas estructuras se pueden cubrir el fondo con arena, para mejorar la producción de alevines, u ocupar estanques pequeños de arcilla, para facilitar el manejo y la reproducción de los mismos.



## 4.3 RECOLECCIÓN Y PRE-CRÍA DE LOS ALEVINES

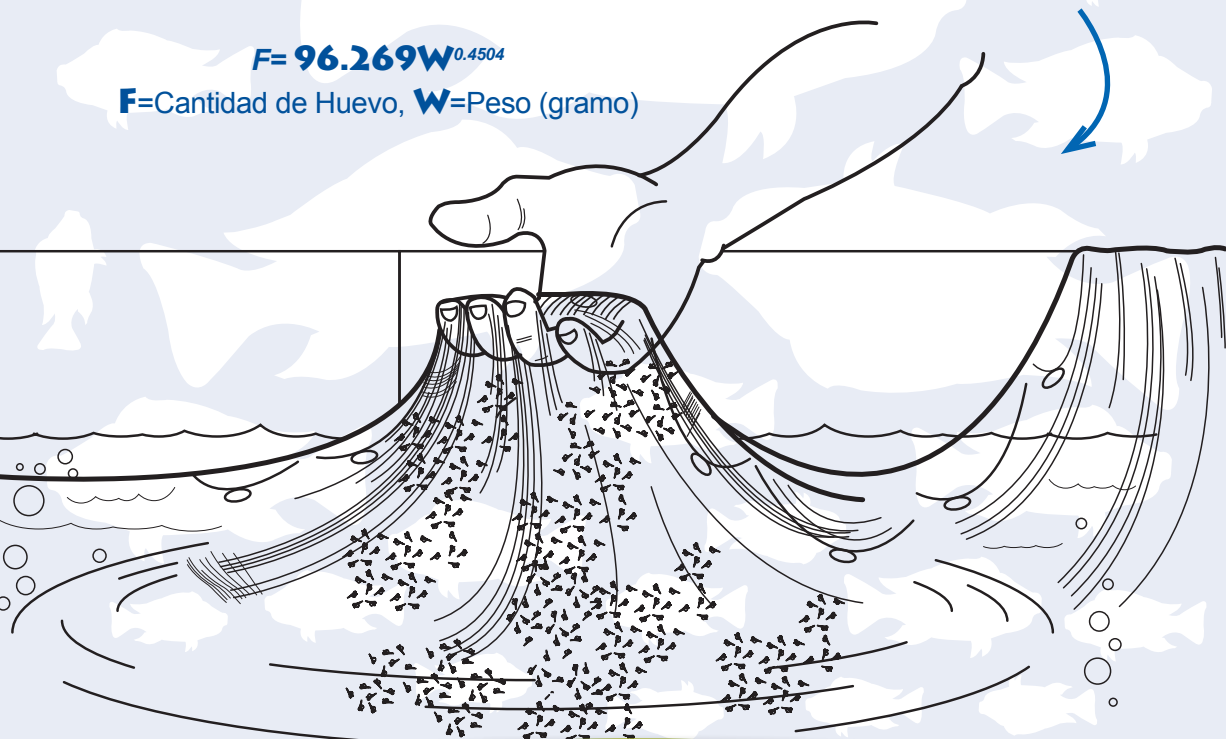
Después de **10 a 15** días de sembrados los reproductores, se puede ver en la orilla del estanque, grupos de alevines (llamados en esta etapa jaramugos) que acaban de salir de la boca de la hembra.

La recolección de jaramugos se realiza haciendo uso de una red fina y se trasladan a estanques de pre-cría, donde alcanzan un peso promedio de **1 a 2** gramos.

La cantidad de alevines a producir, se calcula en base al peso promedio de cada hembra. Se puede utilizar la siguiente formula (Njiru et al., 2006):

$$F = 96.269W^{0.4504}$$

**F**=Cantidad de Huevo, **W**=Peso (gramo)



# 5. REPRODUCCIÓN ARTIFICIAL

## 5.1 INCUBACIÓN ARTIFICIAL

Se capturan las hembras que tienen la boca inflada (por la presencia de huevos), para extraerles los huevos en una tina redonda, con agua limpia, la que se cambia por semana.

Mediante una manguera de cuarto de pulgada, se sifonea el fondo para eliminar cualquier desecho. Los huevos obtenidos, se colocan en un máximo de **5,000** unidades en cada incubador (**10 HUEVO/CM<sup>3</sup>**) (Fig. 7).

*Fig. 7. La Incubadora de los huevos de Tilapia.*



Las incubadores tienen forma de cono, con una altura de **50** centímetros, por **8** pulgadas de diámetro en la parte superior y media pulgada de diámetro en la parte inferior. Tiene la función de regular la entrada del agua.

En la parte superior de los incubadores, se hacen dos huecos cada uno, con una longitud de **20** centímetros y una altura de **5** centímetros, que se cubren con un cedazo de malla plástica de **32** mesh, para evitar la pérdida de los huevos.

Después de la siembra, la presión del agua en el incubador se controla ajustando la válvula.

Para que los huevos estén siempre moviéndose, es importante revisar que los huevos no estén pegados al hueco. Caso contrario, pueden morir al rozarse, especialmente por la pérdida de oxígeno.

Después de **5 a 7** días de depositados los huevos en la incubadora, se comienza a cosechar las larvas recién eclosionadas. Para esto, se practica el sifoneo con una manguera y se extraen hacia una tina.

Durante el período de incubación, se debe revisar constantemente la presión del agua y eliminar los huevos blancos (huevo muerto) y lo sucio.

## 5.2 MÉTODOS PARA LA OBTENCIÓN DE ALEVINES MONOSEXUALES

### 5.2.1 COMBINACIÓN HÍBRIDA

El método genético para obtener híbridos machos, consiste en el mejoramiento de sus características fenotípicas, es decir, revertir hormonalmente a un sexo, para emplearlo como progenitor y cruzarlo con organismos normales de la misma especie.

Los híbridos de tilapia, tienen la característica que presentan los progenitores híbridos, es decir, una tasa de crecimiento más elevada y más eficiente.

La conversión alimenticia, que en muchos casos tiende a ser más resistente, utiliza parámetros ambientales extremos que los progenitores de especies puras.

**Tabla 1.** Cruces de tilapia más comunes para la obtención de híbridos.

Hembra	Macho	Nota
<i>O. niloticus</i>	<i>O. aureus</i>	Resultado inconsistente
<i>O. niloticus</i>	<i>O. macrochir</i>	Los alevines 75-80% son machos
<i>O. niloticus</i>	<i>O. hornorum</i>	Los alevines mayoría son machos
<i>O. niloticus</i>	<i>O. variabilis</i>	Los alevines 100% son machos
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. aureus</i>	Los alevines 75-80% son machos
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. hornorum</i>	Los alevines 100% son machos
<i>O. spilurus niger</i>	<i>O. macrochir</i>	Los alevines 75-80% son machos
<i>O. spilurus niger</i>	<i>O. hornorum</i>	Los alevines 100% son machos
<i>O. aureus</i>	<i>O. hornorum</i>	Los alevines 75-80% son machos
<i>T. zillii</i>	<i>O. andersonii</i>	Los alevines 100% son machos

## 5.2.2 REVERSIÓN SEXUAL

### 5.2.2.1 PREPARACIÓN DE ALIMENTO

Se utiliza la hormona **17** alfa metiltestosterona (**60** miligramos = mg.) que se disuelve en alcohol al **90%** (**700** mililitros = ml) y se mezcla con el concentrado de **40-50%** de proteína (**1** kilogramo = kg) (Fig. 8).

Después de la mezcla, el alimento se deja secando durante **1 - 2** horas, a la sombra (Fig. 9) y moviéndola constantemente, para que las partículas de la hormona se adhieran completamente al alimento y se evapore el alcohol. Luego se refrigera para su conservación.



Fig. 9. Mezclar el concentrado y dejar secando.

Fig. 8. Pulverizar alcohol-hormona en el concentrado.



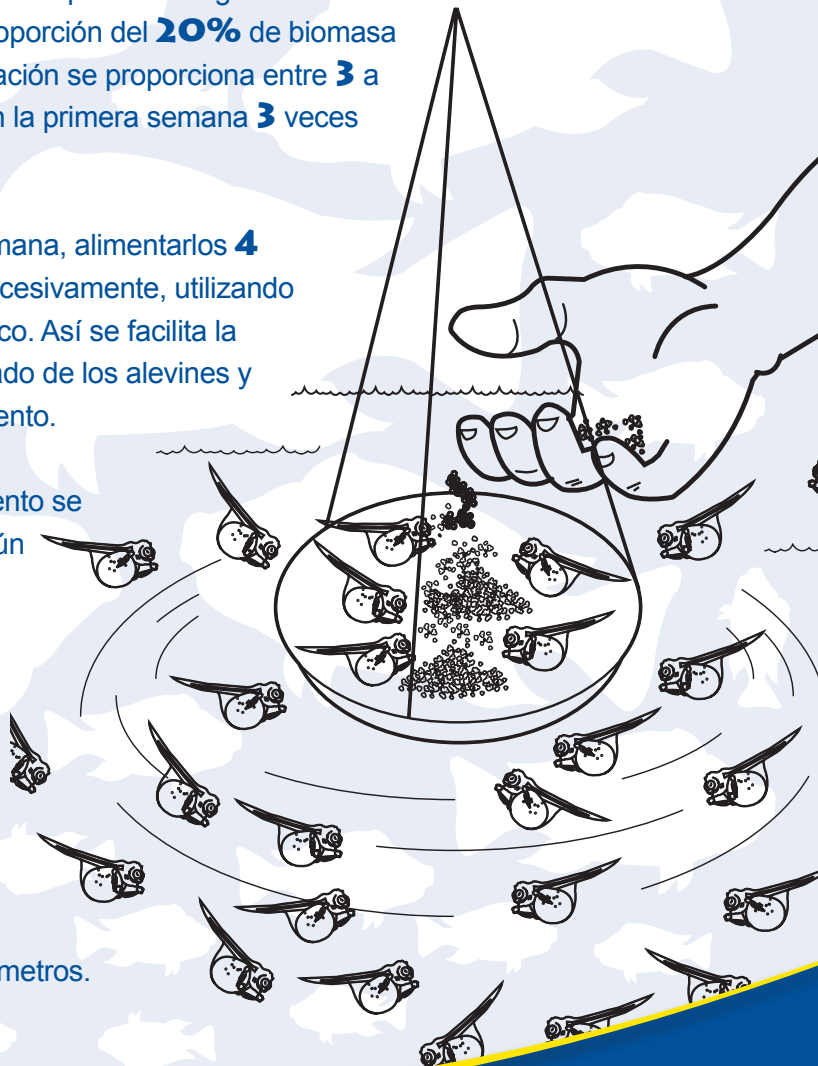
### 5.2.2.2 ALIMENTACIÓN DE LOS ALEVINES

Los jaramugos son recogidos de las infraestructuras de cruzamiento, con un tamaño aproximado de **3 a 5** milímetros (mm.) y un peso promedio de **0.015 a 0.025** gramos.

Se procede a alimentar a partir del segundo día de siembra, con una proporción del **20%** de biomasa corporal. La alimentación se proporciona entre **3 a 6** veces por día y en la primera semana **3** veces al día.

Para la segunda semana, alimentarlos **4** veces al día y así sucesivamente, utilizando comederos de plástico. Así se facilita la observación del estado de los alevines y el consumo del alimento.

La cantidad de alimento se va aumentando según el peso promedio y el consumo alimenticio de los alevines. El tratamiento se realiza durante **28** días, siendo recomendable que los alevines no excedan los **18** milímetros.





### 5.2.2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS

#### **PILAS:**

Se utilizan pilas de concreto, con un volumen total de **10 - 20** metros cúbicos (m<sup>3</sup>) (Fig. 10), e instala el sistema de aireación o agua corrida.

Posteriormente se llenan con agua para la siembra.

Luego se cubren con plástico transparente, para mantener una temperatura baja, en una zona fría. Lo ideal es colocar en las pilas, una densidad de siembra entre los **1,000 a 3,000** alevines por metro cúbico.



*Fig. 10. Reversión sexual de alevines en pilas.*

## JAULAS:

Para utilizar las jaulas se requiere de una malla de **32** mesh, de forma rectangular, con la que se cubre un área de **1.5 x 4 x 1m**, **2 x 5 x 1m**, para un volumen de **6 - 10** m<sup>3</sup> - metro cúbico - (Fig. 11).

Estas se anclan con varillas, en un estanque y se llenan a un nivel de **1.2 - 1.5** metros (m) de agua. De ese total, las jaulas solo alcanzan **0.90**m.

Después de la alimentación, cada semana se tiene que limpiar la malla, para preservar un movimiento constante de agua entre la parte interna y externa de la jaula.

Se recomienda colocar en las jaulas, una densidad de entre **3,000** a **5,000** alevines por metro cúbico.



*Fig. 11. Reversión sexual de alevines en jaulas.*

## ESTANQUES:

Los estanques para reversión pueden tener un área de **50 - 100** metros cuadrados - m<sup>2</sup> - (Fig. 12), con un nivel de agua de un metro.

Después de la alimentación, hay que realizar un recambio de agua por semana, para mantener el color del agua claro.

Con dicha actividad, se busca que no haya mucho alimento natural en el agua, para no interferir con el resultado de hormona a los alevines.

Lo ideal es colocar en las estanques, una densidad de **200 a 300** alevines por metro cúbico.



*Fig. 12. Reversión sexual de alevines en jaulas.*

### 5.2.3 TILAPIA GENÉTICAMENTE MACHO (TGM)

Los “supermachos” son machos que presentan el novedoso genotipo **YY**, con dos cromosomas que determinan el sexo masculino en lugar de uno, como normalmente ocurre en el genotipo masculino que se produce de forma natural (**XY**).

#### LA TÉCNICA PARA PRODUCIR LOS “SUPERMACHOS” SIGUE LA SIGUIENTE SECUENCIA:

Seleccionar los mejores peces, con las características óptimas de peso y talla deseadas y se hacen criar entre los peces.

A una parte de la generación obtenida (machos y hembras), se les suministra hormonas femeninas, lo que consigue convertir a cierto porcentaje de machos en hembras funcionales.

Tendremos de esta manera, un tanto por ciento de hembras **XX** y otro tanto por ciento de hembras **XY**, aunque genéticamente son **XY**, fenotípicamente son hembras con capacidad reproductora.

Estas hembras (**XY**) se cruzan ahora con machos normales, también **XY**.

Entre su descendencia habrá hembras (**XX**), machos normales (**XY**) y los supermachos (**YY**).

Para identificar los supermachos, entre el conjunto de machos, se cruzan con hembras normales (**XX**) y se observa la descendencia.

Mientras la generación filial procedente de los machos normales (**XY**) serán tanto hembras como machos, la descendencia de los “supermachos” serán todos genéticamente machos normales (**XY**).

Para perpetuar la línea de supermachos, se necesitan hembras que sean genéticamente supermachos (**YY**) y que al cruzarlas con los supermachos machos (**YY**) toda la descendencia sean supermachos (**YY**).

Toda la progenie de estos supermachos (**YY**) con hembras normales (**XX**) serán tilapias machos genéticamente mejorados (**TGM**). (Fig. 13).

Todo éste proceso, arroja alevines que luego se utilizarán para obtener los peces destinados al consumo humano.

La producción de machos **TGM** será un **58.8%** más que la tilapia con sexo mixto y un **31.03%** más que la tilapia con cambio de sexo hormonal (Graham et al., 1995).

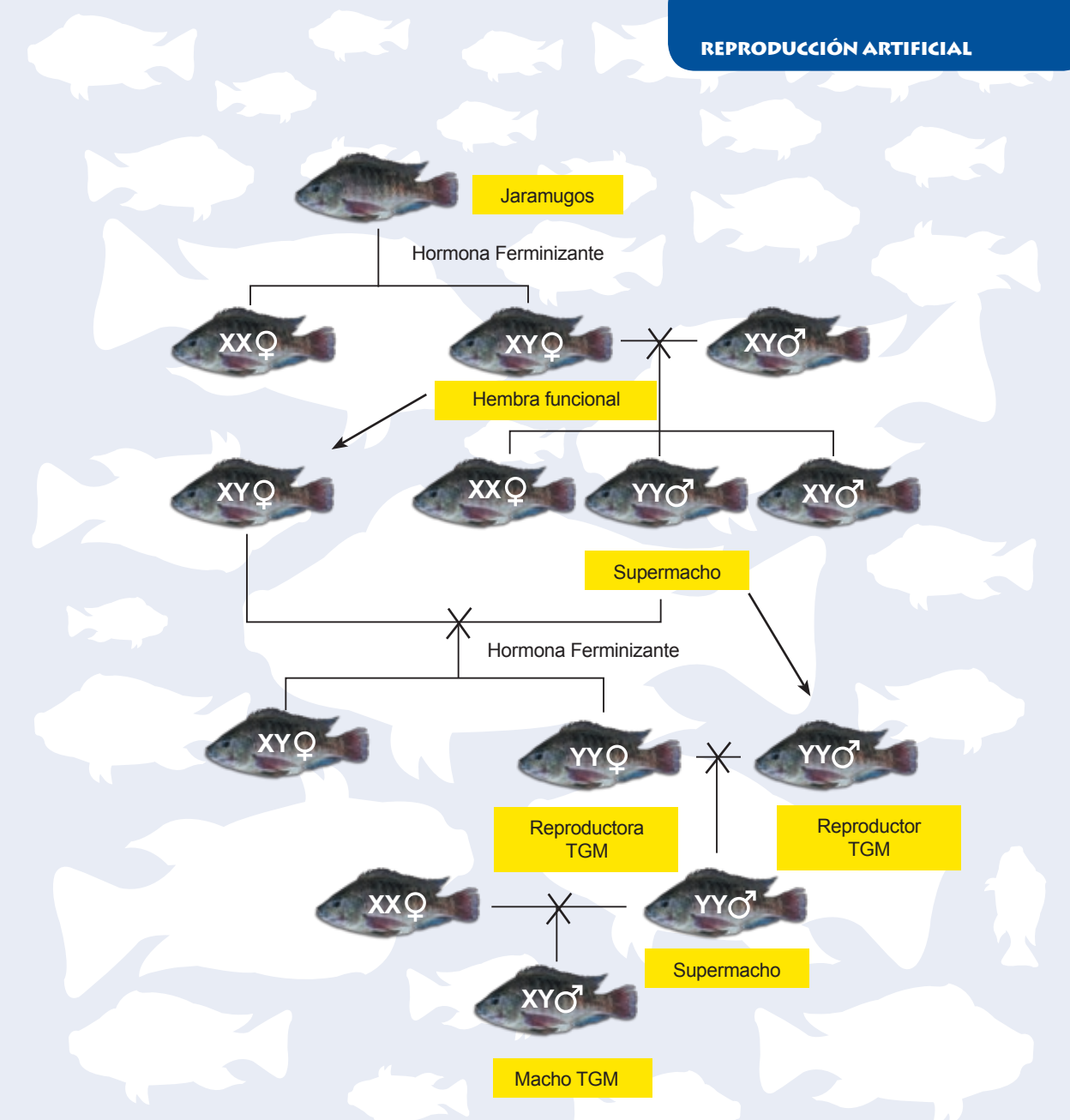


Fig. 13. Esquema del proceso de obtención de machos TGM para el cultivo.



El empleo de esta técnica, presenta grandes ventajas:

✓ **MAYOR VIABILIDAD DE LOS  
ESPECÍMENES CULTIVADOS**

✓ **MAYOR EFICIENCIA DE LA  
CONVERSIÓN DE ALIMENTO**

✓ **VARIACIÓN DE TAMAÑO MUCHO  
MENOR ENTRE LOS ESPECÍMENES**

✓ **ALTA TASA  
DE CRECIMIENTO**

✓ **MEJOR RENDIMIENTO  
COMERCIAL**



## 6. TRANSPORTE Y EMPAQUE DE ALEVINES

De preferencia, ésta actividad tiene que realizarse en horas frescas o tempranas, para evitar cambios bruscos de temperatura. Se debe trasladar en vehículo liviano, para evitar altas mortalidades.

Para solicitar alevines se hace con un mínimo de **3** días, previo a la entrega. Los alevines se recolectan y se colocan en pilas de lavado, con frecuentes recambios de agua.

La aplicación de desinfectantes como yodo, BKC, formalina o cloro, evita las infecciones causadas por parásitos y/o bacterias.

Antes del empaque y preparando el traslado, hay que equilibrar la temperatura del agua, con un poco de hielo, a promedios que rondan los **22 y 24°C**.

"RECUERDA NO ALIMENTAR LOS ALEVINES UN DÍA ANTES DE LA ENTREGA PARA EVITAR EL ESTRÉS Y ALTAS MORTALIDADES POR TRASLADO".



El conteo de los alevines se realiza por muestras, en un litro de agua, pesando un kilogramo de alevines para obtener la cantidad promedio de entrega.

Cuando los alevines son trasladados en bolsas plásticas, se debe suministrar el **25%** de agua y **50%** de oxígeno y el otro **25%** para amarre con banda de hule (Fig. 14).

Como se colocan **12** litros de agua en la bolsa plástica, (**60** cm x **90** cm x **0.8** mm) estas pueden soportar hasta **800** gramos de biomasa de alevines.

Por ejemplo, con alevines de **1** gramo, se puede trasladar **800** peces por bolsa. Con alevines de **2** gramos, se puede trasladar hasta **400** peces por bolsa.

Cuando los alevines son trasladados en bidones plásticos, de preferencia tiene que ser un tanque de **700** litros, al que se le suministra **600** litros de agua con aireación, para trasladar hasta **85** mil alevines por viaje. No obstante, todo depende de la talla del alevín y del tiempo de traslado.



Fig. 14. Empaque de los alevines.

# 7. PRODUCCIÓN DE TILAPIA

## 7.1 SISTEMAS DE CULTIVO

### 7.1.1 CULTIVO EXTENSIVO

Este tipo de cultivo requiere escasa inversión, principalmente porque se capturan del medio en que se desarrolla un importante porcentaje de nutrientes, necesarios para su dieta.

Para la estimulación de la productividad primaria del sistema, es común hacerlo mediante la fertilización orgánica de abonos animales y subproductos agrícolas.

De este modo, las densidades de cultivo son de **1 - 2** peces / m<sup>3</sup> (metro cúbico), dependiendo del tamaño comercial establecido. Las producciones alcanzadas varían en torno a los **2 a 3** Ton/ha/año (tonelada x hectárea x año).

## 7.1.2 CULTIVO SEMI-INTENSIVO

Este sistema requiere recambios de agua, cada semana, del **50** al **60%**.

Siempre será necesario incorporar sistemas de filtración, para eliminar especies ajenas al cultivo, como por ejemplo, chímbolos, plateada, guapote tigre, etc.

La alimentación, consiste en suministrar alimento artificial, con niveles de proteína acorde a la etapa del ciclo. La densidad de cultivo varía entre **3** y **8** peces / m<sup>3</sup> (metro cúbico) y se generan rangos de producción de **15** a **32** ton/ha/año (tonelada x hectárea x año), para factores de conversión alimenticia de **1.3** a **1.5** peces.

## 7.1.3 CULTIVO INTENSIVO

Para manejar un cultivo intensivo de tilapia, se requieren pilas de concreto que almacenen entre **100** a **500** m<sup>2</sup> (metros cuadrados) o estanques de **500** a **3,000** m<sup>2</sup> (metros cuadrados).

Al cultivo siempre se le incorpora un sistema de aireación, que funciona regido por el grado de intensidad de oxígeno. Este sistema está condicionado por la disponibilidad y calidad del agua.

También es necesario contar con fuentes de agua, sistemas de bombeo, agua, reciclaje y aireadores que garanticen la producción.

La alimentación se basa en productos artificiales que contienen niveles de proteína cercanos al **28** y **40%**. La presentación del alimento (harinas, pellet, granulado, etc.) debe concordar con el tamaño del pez.

Las densidades de siembra de los peces rondan los **10 a 15** peces / m<sup>3</sup> (metro cúbico) mientras que la producción puede alcanzar de **30 a 45** ton/ha/año-toneladas x hectárea x año-.

Los factores de conversión alimenticia es de **1.4 a 1.6**.

### 7.1.4 CULTIVO SUPER-INTENSIVO

En éste sistema se usan pilas de concreto de **100-500** m<sup>2</sup> (metro cuadrado) o jaula flotante de **48-180** m<sup>3</sup> (metro cúbico).  
Diariamente, los recambios de agua son continuos.

Las densidades de siembra de peces son de **30 a 100** peces / m<sup>3</sup> - metro cúbico -. Para el desarrollo de la piscicultura super-intensiva, se requiere un recambio de agua del **700%**, con una producción de **90-300** ton/ha/año (toneladas x hectárea x año).

La conversión alimenticia es de **1.6 a 2.0** y debe tener aireación de **8** HP/1,000 m<sup>2</sup> (caballos de fuerza x metro cuadrado).

## 7.2 LA ALIMENTACIÓN EN EL PROCESO DE ENGORDE

### 7.2.1 TIEMPO

La tilapia es un pez tropical que vive a niveles de temperatura altos.

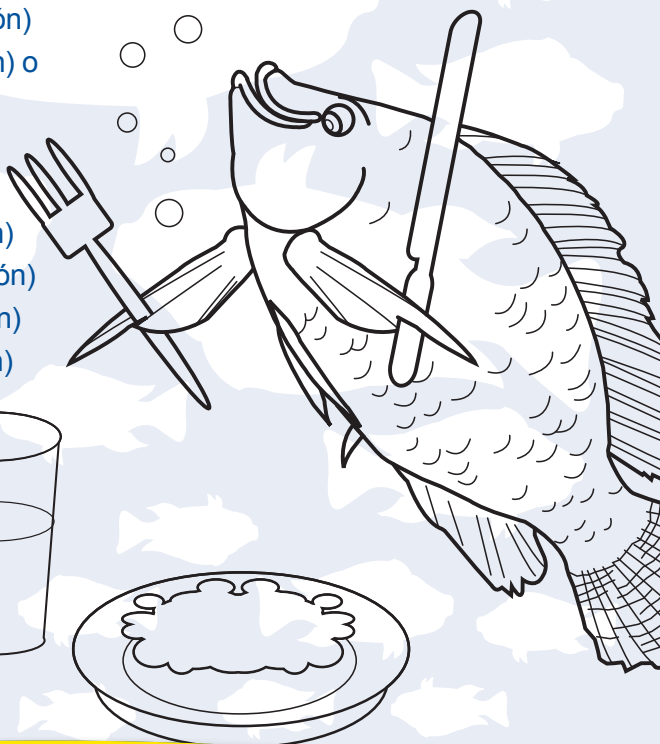
Cuanto más elevada sea la temperatura del agua, el apetito de las tilapias tiende a incrementarse.

Durante el cultivo se recomienda alimentar por lo menos **3** veces al día, de preferencia en los siguientes horarios:

- A) 8:00** a.m. (**30%** de la ración)
- B) 12:00** a.m. (**35%** de la ración)
- C) 4:00** p.m. (**35%** de la ración) o

**4** veces diarias en tipo tiempo

- A) 8:00** a.m. (**15%** de la ración)
- B) 11:00** a.m. (**30%** de la ración)
- C) 2:00** p.m. (**30%** de la ración)
- D) 5:00** p.m. (**25%** de la ración)





## 7.2.2 DETERMINACIÓN DE LA RACIÓN ALIMENTICIA

La alimentación de las larvas de tilapia, en sus primeros días de vida, está garantizada por los nutrientes contenidos en el saco vitelino.

Una vez la larva absorbe del **60-75%** del saco vitelino, esta presenta mayor actividad y por lo tanto, se debe comenzar a suministrar el alimento.

En el primer mes, se administra alimento para tilapia que contiene un nivel de proteína del **45%**.

Luego, durante **15** días, se aplica el **40%** de proteínas. Otros **30** días se aplica el **35%** de proteínas; mientras otros **45** días se suministra el **32%** de proteínas y el **28%** en el engorde final.

La cantidad de alimento a proporcionar, se calcula realizando muestreos de siembra cada **14** días (Fig. 15). Para ello se pesa un **1%** de la siembra total.

*Fig. 15. Imagen sobre la práctica del muestreo de tilapia con atarraya.*



Se verifica el crecimiento logrado por día y el factor de conversión alimenticia y así determinar el costo de producción.

Por ejemplo, en un estanque con un área de **2,000** m<sup>2</sup>, si se siembran **4** alevines / m<sup>2</sup>, el total de siembra es **8,000** alevines.

Considerando el tamaño de muestra del **1%**, el número a pesar es de **80** alevines. Si el peso promedio de siembra es de **2** gramos, equivale **16,000** gramos, igual que **35.24** libras de biomasa.

Si se aplica el **15%** de la tabla, son **5.28** libras de alimento que debe ser aplicado en **4** raciones / día. Es decir, **1.32** libra / ración.

**Tabla 2.** Alimentación recomendada para cultivos intensivos o semi-intensivos en los estanques.

Peso ( g )	Edad (semanas)	Porcentaje de alimento ( % )
1-10	2	15.0
11-35	4	10.0
36-75	6	5.0
76-125	8	3.5
126-180	10	2.8
181-230	12	2.5
231-260	14	2.3
261-290	16	2.0
291-345	18	1.8

**Tabla 3.** Alimentación recomendada para cultivos super-intensivos en las jaulas.

Peso ( g )	Edad (semanas)	Porcentaje de alimento ( % )
1-10	2	15.0
11-20	4	10.0
21-30	6	5.0
31-45	8	4.5
46-60	10	4.0
61-80	12	3.0
81-100	14	2.8
101-200	16	2.3
201-300	18	2.0
301-400	20	1.8

**Tabla 4.** Alimentación recomendada para cultivos intensivos en las pilas.

Peso ( g )	Edad (semanas)	Porcentaje de alimento ( % )
2-4	1	10.0
5-10	2	9.0
11-15	3	6.0
16-20	4	5.0
21-30	5	4.0
31-40	6	3.5
41-60	8	3.2
61-80	10	3.0
81-105	12	2.5
106-120	14	2.2
121-160	16	1.8
161-225	18	1.5

## 7.3 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

### 7.3.1 TEMPERATURA

Es el factor externo que más influye en la regulación del ciclo reproductivo.

En condiciones naturales, la tilapia vive en un rango de temperatura que oscila entre los **20** y **32°C**, siendo el rango de **24** a **30°C** para la reproducción de la especie.

La tilapia generalmente interrumpe su alimentación cuando la temperatura desciende hasta valores por debajo de **17°C**.

En condiciones controladas, la tasa reproductiva más óptima es entre **27** y **30°C**, siendo viable a temperaturas levemente inferiores.

Por el contrario, a temperaturas debajo de los **20°C**, toda actividad reproductiva queda suspendida.



Para las tilapias, la temperatura óptima puede oscilar entre los **28** y **31°C**.

En cuanto a la fase de crecimiento, se ha constatado que logra crecer, tres veces más rápido, si vive en un rango óptimo de temperatura situado a **22°C**.

Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica (cantidad de energía, necesaria para mantener el organismo en estado de reposo absoluto) y por ende, mayor consumo de oxígeno.

### 7.3.2 pH

El rango de pH adecuado para el cultivo de la tilapia es de **7** a **9**, debiéndose controlar las variaciones del pH del medio, ya que valores superior o inferiores a ese margen pueden generar cambios en el comportamiento de los peces, como letargia e inapetencia o implicar graves trastornos en las tasas de crecimiento, reproducción y supervivencia.

Valores cercanos a **5** provocan la muerte por fallos respiratorios en un período de **3** a **5** horas además de causar pérdidas de pigmentación y el aumento de las secreciones del mucus.

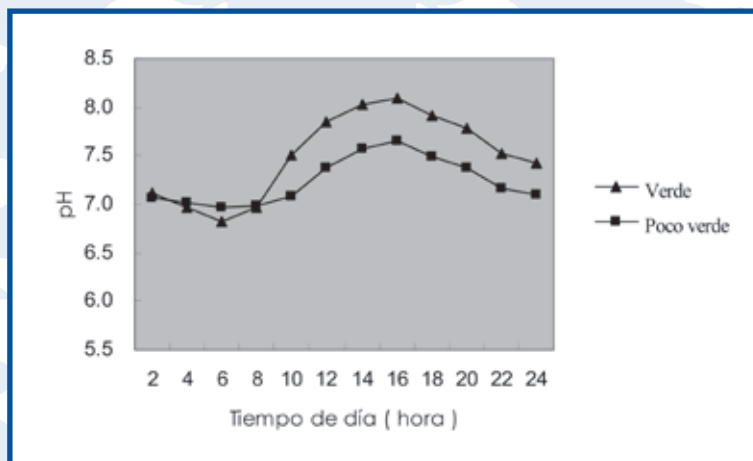


Fig. 16. pH en estanque con agua verde y poco verde, por cada hora de tiempo.

### 7.3.3 OXÍGENO DISUELTO

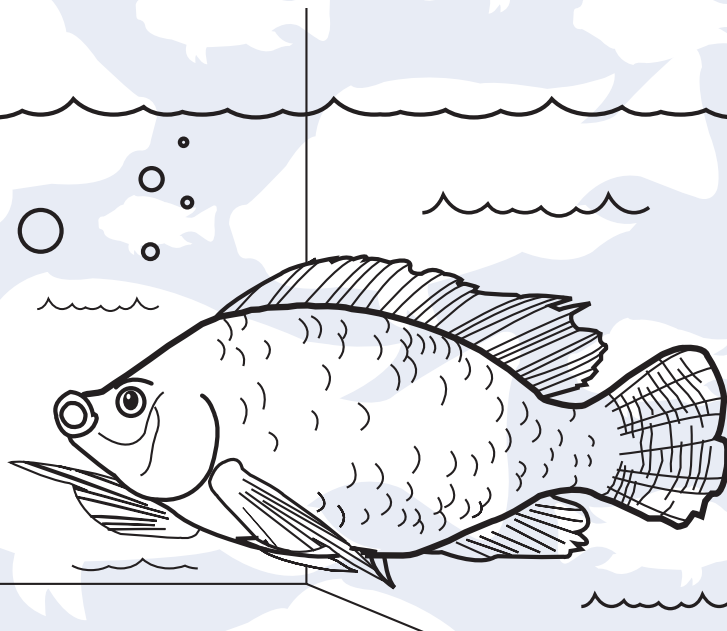
En general, las tilapias son capaces de sobrevivir a bajas concentraciones de oxígeno disuelto, por la capacidad que su sangre posee para saturarse de oxígeno, cuando la presión parcial de éste es baja. En esos casos, la tilapia tiene la facultad de reducir el consumo del mismo cuando las condiciones son adversas.

En concreto, la tilapia nilótica es capaz de sobrevivir en aguas cuya concentración de oxígeno disuelto es menor de **0.3** mg/l (miligramo x litro), considerablemente más baja que la requerida por la mayor parte de especies cultivadas.

Aunque la tilapia sea capaz de sobrevivir en condiciones de muy baja concentración de oxígeno disuelto, durante varias horas, los estanques de cría de tilapia deberían mantener una concentración por encima de **2** mg/l.



La actividad metabólica, el crecimiento y posiblemente la resistencia a enfermedades, se ven afectadas cuando los niveles de oxígeno disuelto en el agua descienden de ese valor, durante períodos prolongados.



### **LOS EFECTOS CAUSADOS POR LA BAJA CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO PUEDEN RESUMIRSE EN:**

- Aumento de la conversión alimenticia.
- Inapetencia y letargia.
- Patologías respiratorias.
- Provoca inmunodepresión e incrementa la susceptibilidad a las enfermedades.
- Reduce la capacidad reproductiva.

## LOS FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA EXPLOTACIÓN DE CULTIVOS DE TILAPIA, EN VIRTUD DE SU EFECTO NEGATIVO SOBRE LA CANTIDAD DE OXÍGENO DISUELTO SON:

- Velocidad de degradación de la materia orgánica.
- Generación de excedentes alimenticios.
- Presencia de heces.
- El incremento de la temperatura también reduce la solubilidad del oxígeno en el agua.
- Respiración de los organismos presentes en la columna de agua.
- Desgasificación del oxígeno del agua hacia la atmósfera.
- Cantidad de peces por unidad de volumen.
- Constante agitación del agua.

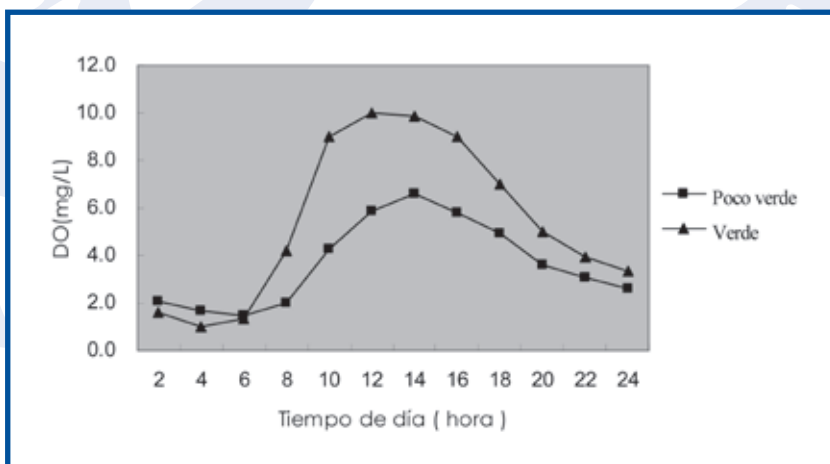


Fig. 17. Oxígeno disuelto en estanque con agua verde y poco verde por cada hora de tiempo.

## 7.3.4 SALINIDAD

Las tilapias son peces eurihalinos del orden perciforme, que se adaptan a varios niveles de salinidad y fácilmente viven en altas salinidades, o sin salinidades.

**Tabla 5.** *Compara la tolerancia de salinidad, según la variedad de tilapia.*

Especie	Tolerancia	Óptima salinidad	Rango de salinidad (reproducir)	Referencia
<i>O. niloticus</i>	0-36 <sup>1</sup>	5-10 <sup>2</sup>	13.5-29 <sup>3</sup>	<sup>1</sup> Al-Amoudi(1987), <sup>2</sup> Payne and Collinon(1983), <sup>3</sup> Balarin and Haller(1982) <sup>4</sup> Balarin andHaller(1982)
<i>O. aureus</i>	0-54 <sup>4</sup>	10-15 <sup>5</sup>	5-20 <sup>6</sup>	<sup>5</sup> Perry and Avault(1972), <sup>6</sup> McGeachin et al.(1987) <sup>7</sup> Whitefield and Blaber (1979)
<i>O. mossambicus</i>	0-120 <sup>7</sup>	17.5 <sup>8</sup>	49 <sup>9</sup>	<sup>8</sup> Caragaratnam (1966), <sup>9</sup> Popper and Lichatowich (1975)
<i>O. sp.</i> (tilapia roja)	0-35 <sup>10</sup>	15 <sup>10</sup>	35 <sup>10</sup>	<sup>10</sup> Alfredo and Hector(2002)

## 7.3.5 ALCALINIDAD (DUREZA)

Es la medida de la concentración de los iones de calcio (Ca) y magnesio (Mg), expresada en partes por millón (ppm) de su equivalente a carbonato de calcio.

Existen en aguas blandas (menores de **100** ppm) y en aguas duras (mayores de **100** ppm).

El rango de dureza para las tilapias es de **20-350** mg/l (miligramo x litro) de carbonato de calcio, siendo **75** mg/l, el valor óptimo para carbonato de calcio.

Por otra parte, los valores de alcalinidad oscilan entre **100-200** mg/l.

Alcalinidades superiores a los **175** mg/l carbonato de calcio resultan perjudiciales, ya que se producen formaciones calcáreas, que pueden dañar las branquias de los peces.

## 8. ENFERMEDADES

### 8.1 CAUSADAS POR PARÁSITOS

#### 8.1.1 ARGULOSIS

La argulosis es causada por *Argulus sp.* (Fig. 18), un parásito que penetra en la piel e inyecta sustancias tóxicas de acción celular, alrededor de las heridas o sangre. Los sitios de entrada, generalmente presentan úlceras o hemorragias, que son vías de entrada a otros parásitos, bacterias, hongos y virus.

En condiciones de estrés, como temperaturas altas, hacinamiento en los peces y baja concentración de oxígeno disuelto, el *Argulus sp.* se desarrolla con más rapidez.

El pez que presenta este síndrome, se caracteriza por aislarse del cardume. Este parásito es de aspecto blanquecino, de **3 a 4** milímetros (mm) de diámetro (disco), que se fija en el cuerpo del pez, principalmente en la cabeza donde chupa la sangre.

Se recomienda utilizar Dipterex o Masoten, a una ración de **0.3 a 0.5** ppm (partes por millón) durante **3 a 5** días.



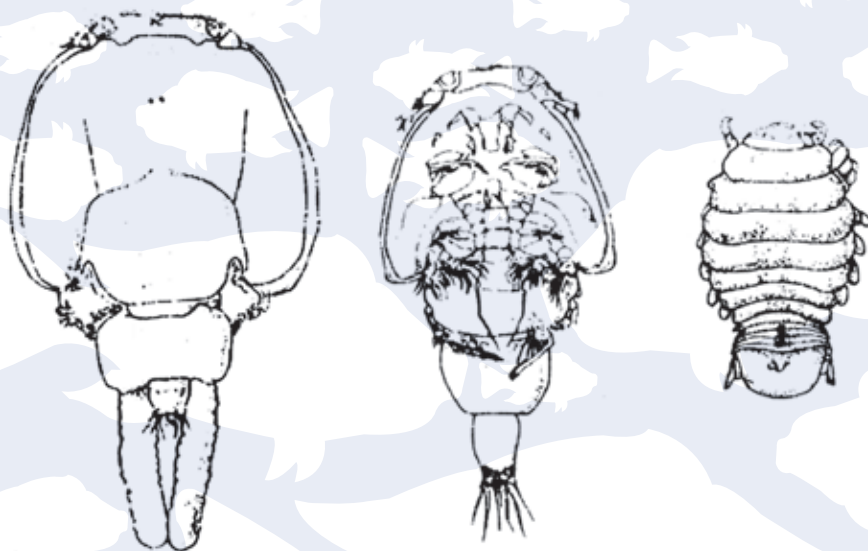


Fig. 18. *Argulus sp.*

## 8.1.2 LERNEASIS

La Lernaeosis es ocasionada por la *Lernaea sp.* (Fig. 19), parásito que tiene el cuerpo alargado y que se expande en la parte anterior para formar un par de anclas cefálicas. La transmisión ocurre al introducir al agua, escamas de peces infectados, durante los estadios libres natatorios como el nauplio, metanauplio o copepodito.

Se recomienda utilizar Dipterex o Masoten, a una ración de **0.3** a **0.5** ppm (partes por millón) durante **3** días, para lernaeidos adultos. La mejor prevención es excluir a los peces parasitados, así como realizar el filtrado de agua que entra a los estanques.





Fig. 19. *Lernaea* sp.

## 8.2 CAUSADAS POR HONGOS

La dermatomicosis (puede ser causada por *Saprolegnia spp.*, *Achlya spp.* y *Dictyuchus spp.*) (Fig. 20) es considerada como una infección secundaria, que se relaciona con condiciones de higiene deficiente o de un mal manejo de los peces en la granja.

Se ha observado que después de la captura y transferencia de las tilapias y en caso de infección, pueden resultar afectadas por dermatomicosis, hasta un **50%** de las tilapias que viven en un estanque.

Otras fuentes de infección pueden ser favorecidas por el descenso de temperatura, salinidad alta, variaciones bruscas de pH, enfermedades nutricionales y por infección de parásitos.

En los peces, la enfermedad se manifiesta por la presencia de lesiones de las aletas, boca y piel, que son cubiertas por una masa de aspecto algodonoso y de un color blanquecino, blanquecino-grisáceo, o amarillento, que corresponde al micelio del hongo.

En el tratamiento de tilapias heridas puede aplicar Yodo, a un ración de **0.2** ppm o **BKC** de **1** ppm (partes por millón). Cuando los peces ya están infectados, se sugiere realizar baños de formalina, a un ración de **30** ppm (partes por millón) o  $\text{CuSO}_4$  de **0.7** ppm.



Fig. 20. *Saprolegnia* spp.

## 8.3 CAUSADAS POR BACTERIAS

### 8.3.1 ESTREPTOCOCOSIS

La estreptococosis suele producir en las tilapias, una enfermedad crónica caracterizada por la presencia de granulomas, que daña el bazo, cerebro, hígado y riñón, a la vez que genera un exudado purulento en tejido muscular, con encapsulamiento melanizado cerca de la línea lateral.

Dentro de los signos que muestra dicha enfermedad está la hemorragia en la base de las aletas (fig. 21), intumescencia ocular y ojo blanco. Las tilapias afectadas pueden mostrar movimientos natatorios desorientados y erráticos. La estreptococosis ha sido confirmada en poblaciones de tilapias y sus híbridos con mortalidades de hasta un **50%**. Según observaciones personales, al parecer la especie *Oreochromis niloticus* es más resistente a la estreptococosis que *Oreochromis aureus*, así como la manifestación de los signos clínicos son algo diferentes.

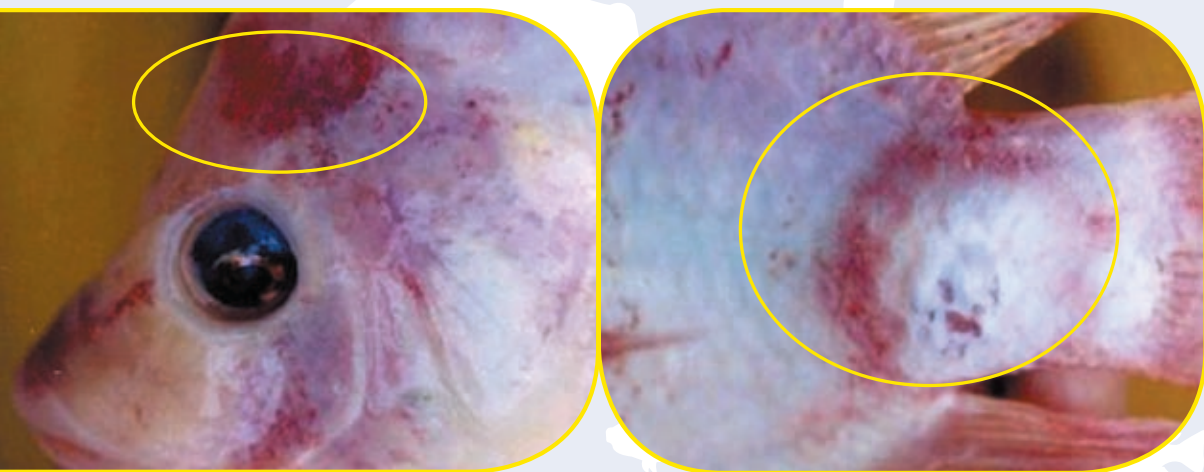


Fig. 21. Tilapia roja con petequias y hemorragias difusas en cabeza y cola.

La prevención de la estreptococosis se relaciona con un excelente manejo de las poblaciones ícticas, ambiente e higiene, incluyendo la remoción y destrucción de los ejemplares enfermos en los estanques.

Es importante que cualquier alimento húmedo que haya sido incorporado - pescado molido o vísceras de pescado -, sea precocido (pasteurizado), antes de ser suministrado a los peces cultivados.

El uso de antibióticos para el control de la estreptococosis, suelen ser difícil de dar resultados efectivos inmediatos, por la resistencia que han desarrollado las cepas.

Sólo da resultados positivos, el uso de antibióticos a bases de ampicilina, a una ración de **20** mg/día/kg (pez) - miligramo x día x kilogramo de carne de pez -.

Se sugiere mezclarlo con el alimento, durante **3 a 5** días (período de eliminación del medicamento es de **5** días).

También es recomendable el uso de Erythromycin de **50** mg/kg(pez), durante **3 a 5** días (período de eliminación del medicamento es de **20** días).

### 8.3.2 AEROMONASIS

Las tilapias afectadas por este síndrome, muestran signos de anorexia, hemorragias o úlceras en la piel y músculos, así como el deshilachamiento de aletas.



A nivel interno, es frecuente observar palidez hepática y la presencia de focos hemorrágicos (Fig. 22).

Se detecta necrosis del hígado, corazón, bazo y musculatura esquelética, así como necrosis en el tejido hematopoyético renal.

El tratamiento es factible mediante la administración de sustancias antibióticas de Oxitetraciclina, a un ración de **50** mg/día/kg(pez), mezcladas con el alimento, durante **3** a **5** días (período de eliminación del medicamento son **20** días).

Otra opción, es el uso de Sulfamonomethoxine de **100**mg/ kg(pez). En el primer día se usa **50** mg/ kg(pez), después de **2** a **4** días (período de eliminación del medicamento son **15** días) .

Estos procedimientos técnicos, pueden ser confiados a un profesional debidamente capacitado.



*Fig. 22. Áreas hemorrágicas de la piel en la zona abdominal.*



### 8.3.3 STAPHYLOCOCCOSIS

Las tilapias afectadas por la *Staphylococcus epidermidis*, casi no muestran signos de malestar, solamente en pocos peces se manifiesta la intumescencia ocular, ojo blanco, ascitis (fig. 24) y natación girante en fondo o superficie de agua.

La anatomía se caracteriza por la presencia de tubérculo blanco y granulomas en todos los órganos internos (fig. 23).

El tratamiento es aplicar antibióticos de Oxitetraciclina o Erythromycin, a una ración de **50** mg/día/kg(pez), mezcladas con el alimento, durante **3** a **5** días (período de eliminación del medicamento son **30** días).



*Fig. 23. Presencia de tubérculo blanco en los órganos internos.*



*Fig. 24. Intumescencia ocular, conocida como ojo blanco.*

## 9. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Al-Amoudi, M.M. (1987) Acclimation of commercially cultured *Oreochromis* species to sea water an experimental study, *Aquaculture* **65**: 333-342.

Balarin, J.D. and Haller, R.D. (1982) The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In: Muir, J.F. and Roberts, R.J. (eds) *Recent Advances in Aquaculture*. Croom Helm, London and Canberra, Westview Press, Boulder Colorado, pp 267-355.

Canagaratnam, P. (1966) Growth of *Tilapia mossambica* (Peters) in different salinities. Bulletin of the Fisheries Research Station Ceylon **19**: 47-50.

Cohen, D. (1999) Tilapia: a Sustainable aquaculture system for Peru. Workshop Acuicultura Sostenible: Desarrollo y Comercio—Ministerio de Pesquería. Lima, Perú. 11 pp.

Carolina Caldon, and Yang, G. C. (2000) Manual práctica sobre la reproducción artificial de tilapia. Dirección General de Pesca y Acuicultura, Comayagua, Honduras. 25 pp.

Graham, C. M., Jose, S. A., John, A. B. and David, O. F. S. (1995) Growth performance trials of genetically male tilapia(GMT) derived from YY-males in *Oreochromis niloticus* L.: On station comparisons with mixed sex and sex reversed male populations. *Aquaculture* **137**: 313-322.

McGeachin, R.B., Wicklund, R.I., Olla, B.L. and Winton, J.R. (1987) Growth of *Tilapia aurea* in seawater cages. Journal of the World Aquaculture Society **18**: 31-34.

Njiru M., Ojuok J. E., Okeyo-Owuor J. B., Muchiri M., Ntiba M. J., and Cowx I. G. (2006) Some biological aspects and life history strategies of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) in Lake Victoria, Kenya. African Journal of Ecology **44**: 30-37.

Payne, A.I. (1983) Estuarine and salt tolerant tilapias. In: Fishelson, L. and Yaron, Z. (eds) Proceedings of the international Symposium on Tilapia in Aquaculture. Tel-Aviv University, Israel, pp. 534-543.

Perry, W.G. and Avault, J.W. (1972) Comparison of stripped mullet and tilapia for added production in caged catfish studies. Progressive Fish Culturist **34**: 229-232.

Popper, D. and Lichatowich, T. (1975) Preliminary success in predator control of *Tilapia mossambica*. Aquaculture **5**: 213-214.

Suresh, A.V. and Lin, C.K. (1992) Effect of stocking density on water quality and production of Red Tilapia in a recirculated water system. Aquac. Eng. **11**:1-22.

Whitefield, A.K. and Blaber, S.J.M. (1979) The distribution of the freshwater cichlid *Sarotherodon mossambicus* in estuarine systems. Environmental Biology of Fishes **4**: 77-81.









# CENDEPESCA EN EL SALVADOR

## OFICINA CENTRAL

13ª. Calle Oriente, Final 1ª. Avenida Norte y  
Av. Manuel Gallardo, Santa Tecla, La Libertad.  
Tel.: 2228-1066 Fax: 2228-0074

## ACAJUTLA (SEDE ZONA 1)

Final Av. Pedro de Alvarado, Bo. Las Peñas, Acajutla, Sonsonate.  
Tel.: 2452-4704 Telefax: 2452-3745

## ATIOCOYO (ESTACIÓN ACUÍCOLA)

Final Distrito de Riego # 2, Estación Acuícola de  
Atiocoyo, San Pablo Tacachico, Depto. La Libertad.

## EL PARAÍSO

Av. Central, El Paraíso, Bo. El Centro, Depto. Chalatenango.

## ILOPANGO

Ctón. Dolores, dentro de Turicentro Apulo, Ilopango, San Salvador.  
Telefax: 2299-5412

## IZALCO (ESTACIÓN ACUÍCOLA)

Estación de Acuicultura de Izalco, Ctón. Talcomunca, Sonsonate.  
Telefax: 2420-8256

## LA HERRADURA

Prolongación Calle Principal, Barrio El Calvario, Villa San Luis,  
La Herradura, Ctgo. al muelle municipal. Telefax: 2365-0007

## LA LIBERTAD (SEDE ZONA 2)

Bldv. Conchalío, Calle La Almendrera,  
antiguo local del CENTA, Depto. La Libertad  
Tel.: 2346-1225 Fax: 2346-0463

## LA UNIÓN (SEDE ZONA 4)

Barrio El Centro, 5ª. Calle Pte. y Av. Gral. Cabañas,  
Centro de Gobierno, 2o. Nivel, Depto. de La Unión.  
Telefax: 2604-4330

## LOS CÓBANOS (ESTACIÓN ACUÍCOLA)

Proyecto Camaronero, Ctgo. a Salinitas, Acajutla, Sonsonate  
Tel.: 2420-8256

## PUERTO EL TRIUNFO (SEDE ZONA 3)

Colonia Las Palmeras, Puerto El Triunfo,  
Muelle MAG-Cendepesca, Ctgo. a Atarraya, Usulután.  
Telefax: 2663-6046

## SANTA CRUZ PORRILLO (ESTACIÓN ACUÍCOLA)

Carretera El Litoral Km. 73, Ctón. Santa Cruz Porrillo, Tecoluca, San Vicente  
Telefax: 2398-8010