



**Fondo Nacional
de Desarrollo Pesquero**

**PROTOCOLO DE REPRODUCCIÓN Y REVERSIÓN DE ALEVINOS DE TILAPIA
Oreochromis spp. , CON EL USO DE HORMONAS MASCULINIZANTES**



*Sub Dirección de Asistencia
Técnica y Transferencia
Tecnológica*

PROTOCOLO:

REPRODUCCIÓN Y REVERSIÓN DE ALEVINOS DE TILAPIA *Oreochromis spp.* , CON EL USO DE HORMONAS MASCULINIZANTES

I. Introducción

La tilapia roja es un híbrido distribuido en todo el mundo; atractivo por su color y sus características que la convierten en una especie con gran mercado y de gran importancia para su investigación.

El cultivo a escala comercial de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) ha cobrado gran importancia dentro de la producción de organismos acuáticos.

Debido a que cuenta con características muy apreciadas por el mercado como son: textura firme, coloración blanca de la carne, pocas espinas intramusculares, sabor suave y alto valor nutritivo; la demanda de esta especie se ha incrementado tanto por los consumidores nacionales como extranjeros y como consecuencia de ello, y por ende la producción de alevines, es vital.

A esto se le suma que la especie posee un alto grado de adaptabilidad a medios en donde exista una baja concentración de oxígeno y rangos variados de salinidad; además de contar con una alta resistencia física y acelerado crecimiento; motivos por los cuales es preferida en cultivos de baja inversión comparado con otras especies.

La producción de semilla de tilapia en el país se ha desarrollado de una manera artesanal y sin la utilización de técnicas adecuadas que permitan la reversión sexual de las mismas para controlar la población y obtener poblaciones homogéneas.

En la actualidad existen empresas que producen alevines de tilapia, pero no existen muchas que realicen dicha actividad de manera apropiada y con garantía para la obtención de una población revertida cercana o igual al 100%, que pueda brindar un cultivo controlado mejorando de esta manera la productividad de los criaderos de Tilapia.

II. Antecedentes

A partir del año 2000 se inician los trabajos de cultivo de la tilapia roja, en el Centro de Acuicultura Tambo de Mora, en el distrito de Tambo de Mora, provincia Chíncha, región Ica, con la finalidad de promover y fomentar la acuicultura a nivel nacional, logrando contar con un laboratorio de producción de semilla de tilapia roja, con un adecuado manejo de reproductores en estanques de geomembrana acondicionados en invernaderos, en épocas de bajas temperaturas, a fin de garantizar un continuo abastecimiento de semilla a lo largo de todo el año.

Este protocolo, resume la experiencia y la información sobre los resultados logrados en el Ex Centro de Acuicultura Tambo de Mora.

III. Objetivo General

Determinar los lineamientos específicos que permitan establecer criterios básicos para la reproducción y obtención de alevines revertidos de tilapia.

IV. Aspectos geográficos

El ex Centro de Acuicultura Tambo de Mora, se encontraba ubicado en la zona de Canchamana, distrito de Tambo de Mora, provincia Chincha, región Ica.

V. Datos Físico-Químicos y climáticos

- **Salinidad:** Salinidades de 0 ‰ (Agua de subsuelo)

- **Temperatura del agua:** En el laboratorio el agua debe tener temperaturas superiores a 25 °C, debiéndose utilizar termostatos o calentadores, cuando la temperatura del agua es menor.

En los estanques de reproductores la temperatura del agua recomendable deberá estar entre 23 a 30°C, utilizándose en la temporada de invierno, invernaderos para mantener dichas temperaturas.

La reproducción tiene buen desempeño con temperatura superior a 25 °C y no ocurre por debajo de 20 °C.

- **Oxígeno Disuelto:** Las concentraciones de oxígeno deberán mantenerse altas a fin de generar un buen crecimiento.

Los valores recomendables de oxígeno disuelto son de 5 a 8 mg./l,

Se ha observado que concentraciones muy bajas de oxígeno mantenidas por largo tiempo no solo reduce el crecimiento sino también la resistencia a enfermedades. Es necesario el uso de blowers (aireadores), por lo menos, en los estanques a fin de mantener una buena oxigenación.

- **pH:** En general el pH del cultivo deberá encontrarse entre 6 y 9.

Alcalinidad total: 100-200 mg de CaCO₃/l.

Amonio: Se tenía valores de 0.1 mg/l. Puede ocurrir mortalidad si los peces son transferidos directamente al agua con una concentración de amoníaco (NH₃) de 2 mg/l. Sin embargo si es paulatinamente adaptado, puede sobrevivir hasta 4 días con valores de 3 y 4 mg/l.

VI. Materiales, equipos y semovientes

Equipos:

- Calentadores o termostatos
- Blower o aireadores
- Electrobombas
- Motobombas

Materiales (Venta de alevines):

- Bolsas plásticas
- Jebes o ligas
- Cajas de cartón
- Tanque de oxígeno

Materiales de cultivo:

- Bandejas de incubación
- Cálcales
- Tinajas, tazones, coladeras y baldes plásticos

Semovientes:

La especie trabajada es la *Oreochromis mossambica* x *O. hornorum*, tilapia roja, traída de Colombia (Alevinos del Valle-Cali) y la tilapia gris, de la variedad Chitralada (*Oreochromis niloticus*).

Talla promedio de siembra: 2-3cm. (lo ideal sería tener 60% de hembras, 40% machos).

Insumos químicos:

- Hormona de reversión sexual: 17 alfametiltestosterona

Infraestructura de cultivo:

- Estanques rectangulares de geomembrana (10m x 2m)
- Tanques circulares (4m³) de fierro galvanizado recubiertos con geomembrana.
- Estanques de tierra de 200 a 2500 m² (éstos últimos con divisiones de malla o red).

VII. Controles en el proceso productivo

- **Calidad del agua:** La fuente de agua para el abastecimiento a los estanques o tanques para el laboratorio, debe ser de buena calidad, por lo que es conveniente realizar los análisis de agua antes de iniciar una actividad de acuicultura. También se debe tener en cuenta que la tilapia es una especie tropical por lo que la temperatura del agua no debe ser menor de 20 °C, caso contrario es preferible la utilización de invernaderos, en las temporadas frías.
- **Monitoreo de parámetros del agua:** Los principales parámetros que deben medirse diariamente son la temperatura y el oxígeno, semanalmente el pH y el amonio, los otros parámetros de nitritos, nitratos, alcalinidad, etc., se deben registrar una vez al mes por lo menos, dependiendo de las densidades de cultivo.
- **Monitoreos biométricos:** Determinación de la talla y peso para realizar el cálculo de la biomasa y con ésta, el alimento balanceado en las distintas fases del proceso productivo.
- **Alimentación:** Verificar el estado del pez al momento de la alimentación para tomar medidas preventivas y no incurrir en sobrealimentación o subalimentación.
- **Vegetación:** Si existiera vegetación sumergida, como el pelillo y cola de zorro, deberán ser extraídos cada 15 días, ya que prolifera continuamente.

VIII. Metodología

8.1 Proceso productivo

8.1.1 Selección de reproductores

Un reproductor debe cumplir con las siguientes características:

- Poseer un cuerpo proporcionalmente ancho comparado con su longitud, es decir, que su cabeza quepa más de 1.5 veces el ancho del cuerpo.
- Tener cabeza pequeña y redonda.
- Poseer buena conformación corporal (buen filete, cabeza pequeña, pedúnculo caudal corto, etc.).
- Libre de toda malformación.
- Ser cabezas de lote y estar sexualmente maduro.
- Poseer buena coloración y en el caso de la tilapia roja estar libre de manchas.
- Preferentemente se deben adquirir alevines importados de 2 a 3 cm. para que luego conformen parte del lote de reproductores. Se debe hacer una renovación de reproductores mínimo cada dos años a fin de conservar la consanguinidad de la especie.

8.1.2 Reproducción

Las tilapias presentan un comportamiento reproductivo muy particular, los machos eligen el sitio de desove. Construyen el nido en forma de batea y defiende el área con movimientos agresivos, el cual es limpiado constantemente esperando atraer a una hembra, la cual después del cortejo deposita los huevos en el nido. El macho la sigue inmediatamente expulsado el esperma en la cercanía de los huevos para su fecundación. Una vez fertilizados los huevos son recogidos y colocados en la boca de la hembra para su incubación, la que tiene una duración de 5 a 10 días dependiendo de la temperatura del agua. Para la reproducción de la tilapia se recomienda una temperatura de 28 a 31°C.

Los reproductores deben tener entre 10 y 20 meses de edad y provenir de lotes seleccionados previamente, que hayan tenido una alimentación baja en grasa para llegar a su edad reproductiva con una buena capacidad abdominal.

El número de huevos promedio por desove es variable, pudiendo llegar a ser el doble del peso de la hembra. Con el manejo de 1000 reproductores (40% machos y 60% hembras), se estima una producción anual de 600,000 alevines aproximadamente.

Es importante luego de cada ciclo, separar los reproductores y proporcionales un descanso de 15 días como mínimo, para mantener picos de producción constantes y para realizar tratamientos preventivos con el fin de evitar cualquier tipo de enfermedad.

A nivel práctico, se ha visto la importancia del estímulo ambiental sobre la reproducción de la tilapia, el cual consiste en una buena calidad del agua; básicamente se requiere una alta productividad primaria, además, para inducir la reproducción se debe eliminar los alevines

residentes de camadas anteriores (recolección con mallas), ya que los mismos producen un efecto inhibitor en las hembras.

De las características genéticas y de la condición nutricional del reproductor va a depender la tasa de crecimiento, la resistencia a las enfermedades y forma del pez adulto. Por lo tanto, se recomienda una selección constante de los reproductores que se utilizaran, así como una dieta especial rica en proteína.

8.1.2.1 Estanques de reproducción

Deben tener un área entre 200 y 1000 m², para facilitar la recolección de alevines y la cosecha. Para asegurar una producción alta y constante, es importante monitorear con frecuencia los parámetros como oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos.

Los estanques pueden ser exteriores e interiores. Generalmente se emplean estanques exteriores para las fases de maduración de reproductores y desove. Los estanques interiores se utilizan para los procesos de reversión, los cuales son cubiertos con plástico para mantener la temperatura constante. En el ex C. A. Tambo de Mora se utilizaban estanques de geomembranas de 20 m², cada uno con sus sistemas de ingreso y salida de agua, así como de aireación, a través de mangueras con piedras difusoras y en las temporadas de invierno se utilizaban invernaderos.

En los estanques de reproducción es necesario tener sistemas antipájaros como mallas, para evitar la depredación de camadas y ataques a reproductores adultos.

8.1.2.2 Siembra de Reproductores

Para obtener una buena producción de larvas se recomienda emplear una proporción de 1 macho por 3 hembras, sin exceder 1.0 Kg. de biomasa por metro cuadrado, debido a que se disminuye la postura. En cada estanque de geomembrana de 20 m² se trabajaba con 45 hembras y 15 machos.

Es necesario tener un plantel de reproductores de reemplazo para ponerlos a producir mientras los otros se encuentran en período de descanso. Alcanzar más de 200 - 300 alevines efectivos por hembra/ciclo, es difícil y requiere un manejo muy selectivo (trabajo genético eficiente en los parentales).

8.1.2 Alimentación de reproductores

Los reproductores deberán ser alimentados con una tasa alimenticia del 2 % de la biomasa, con 30 a 35 % de proteína bruta. Es importante no sobrealimentar, para evitar la obtención de huevos inviábiles con altas mortalidades, por el exceso de grasa en el pez.

8.1.3 Recolección de semilla.

Después de 3 a 8 días, del cortejo y dependiendo de la temperatura del agua, se hace el seguimiento de las hembras de tilapias para el “destete” (colecta) de los huevos maduros o larvas, de la boca de la tilapia, recolectándolos en tazones plásticos con agua limpia y

temperada, transportándolos a las bandejas de incubación del laboratorio, hasta la reabsorción total del saco vitelino, momento en el cual son trasladados a los estanques de tratamiento para la reversión sexual.

Una vez eclosionados los huevos, la hembra mantiene las larvas en la boca, hasta que terminan de absorber el saco vitelino.

Se deben recolectar los lotes máximo cada 5 días para entrar en la fase de reversión. Un número mayor de días implica problemas con la eficiencia de la hormona en el proceso de reversión y pérdida de alevines en los estanques de reproducción por efectos de canibalismo. La recolección de la semilla debe realizarse en la mañana, antes de alimentar, con sistemas de redes muy finas, mangueras de plástico para el sifoneo (eliminar desechos), coladeras, tela mosquitera, para evitar el maltrato de los alevines y su mortandad.

Luego de sacar los alevines del estanque de reproducción, es necesario separar los reproductores (machos y hembras) en estanques independientes para darles el descanso necesario.

Se deben realizar medidas profilácticas sobre cada uno de los estanques, artes de pesca y utensilios de recolección, para evitar una epidemia por reproductores que han estado enfermos.

Luego de la pesca se debe realizar una selección a través de un tamiz de 8-10 milímetros. Los animales que no logren atravesarlo, se descartan y los que pasen, entran al proceso de reversión.

8.1.4 Reversión

Debido a las diferencias de crecimiento entre el macho y la hembra, es necesario que los cultivos de tilapia sean monosexo (mayor porcentaje posible de machos). El cultivo de sólo machos se recomienda debido a una mayor tasa de crecimiento, una mayor eficiencia en la tasa de conversión de alimento, además, es posible alcanzar tamaños de hasta un kilogramo de peso vivo en un año de producción y por ende un mayor rendimiento de filete. El cultivo monosexo se puede lograr de varias formas:

- a. Realizando un sexado manual de los peces al tener un tamaño de 30-50 gramos de peso, para lo cual se requiere mucha experiencia para esta actividad.
- b. Realizando reversión sexual utilizando alimento con 60 ppm (mg.) de 17-alfa-metil-testosterona durante los primeros 30 días de edad. Esta hormona es diluida a través de un vehículo (alcohol) en el alimento, cuyo nivel de proteína es generalmente alto (45%) y se suministra a razón de un 15% de la biomasa/ día, repartido en 8 raciones mínimo.
- c. Realizando producción de híbridos que garantizan reproductores genéticamente manipulados.

La tilapia es sexualmente madura entre los 80 a 100 gramos, o a la edad de 5 a 6 meses y de ahí en adelante puede producir crías cada 4 semanas dependiendo de las condiciones del estanque y de la condición nutricional del reproductor.

Los procesos de inducción sexual (mal llamada reversión sexual) se relacionan directamente con la DIFERENCIACIÓN GONADAL y consiste en el suministro temprano de esteroides en el alimento por un corto periodo (Mundo Tilapia 2008 – Genética de Tilapia).

Debido a que en tilapia es importante el cultivo de machos, se utiliza la hormona masculinizante 17 alfametiltestosterona la cual se suministra en el alimento con la finalidad de obtener lotes cercanos o iguales al 100% de machos.

La hormona androgénica 17 alfametiltestosterona modifica directamente las características sexuales secundarias (Fenotipo), y tiene un efecto adicional sobre las gónadas, al afectar su normal desarrollo, pero en ningún momento afecta el Genotipo, por lo que los individuos genéticamente mantienen la segregación normal esperada en el momento de la fertilización, lo que ocasiona una disparidad de tallas típica de machos y hembras, pero con menor incidencia de enanismo (Phelps and Popma, 2000; Castillo, 2001).

Los alevinos de tilapia roja inician su alimentación mas o menos a los 3 días después de haber reabsorbido el saco vitelino, y es en esos momentos que aun no desarrollan sus órganos reproductores (testículos y ovarios), por lo que la hormona actúa mas eficazmente, para poder obtener alevinos machos, para esto se debe mezclar el alimento concentrado pulverizado, con un 45 % de proteínas, con la hormona masculinizante y proceder a alimentar durante los primeros 28 a 30 días de vida, y antes de que alcancen los 13 mm., de talla.

Los estanques de tratamiento pueden ser circulares de planchas de fierro galvanizado, revestidos internamente con geomembranas, de 4 m de diámetro.

La tabla de alimentación debe ser ajustada según las experiencias de cada productor, en el caso del ex C. A. Tambo de Mora, se utilizaba la siguiente tabla, que puede servir de ejemplo, para otros piscicultores.

TABLA DE ALIMENTACION PARA ALEVINOS DE TILAPIAS

Peso prom. (gr.,) del pez	Tasa Alimenticia (%)	Frecuencia de alimentación
< 1	15 - 20	10
1 a 5	10 - 15	9
5 a 8	8 - 10	8

Para saber la cantidad de raciones diarias, debemos saber la biomasa (o peso vivo) de los alevines, que tenemos en cada estanque, para posteriormente hallar la ración diaria a suministrar. Luego la cantidad de alimento a dar por cada frecuencia de alimentación.

Por lo tanto:

$$B = P \times N$$

Donde: B = Biomasa

P = Peso promedio de los peces
N = Numero total de peces en el estanque

Ejemplo: Tenemos 1000 alevines de tilapia con un peso promedio de 0.9 gr., entonces la biomasa en este estanque es:

$B = 0.9 \text{ gr.} \times 1000 \text{ peces}$
 $B = 900 \text{ gr.}$

Luego encontramos la ración diaria (RD)

$RD = B * \% / 100$ (Biomasa x porcentaje/100)
 $RD = 900 \text{ gr.} \times 18 \% / 100$
 $RD = 162 \text{ gr. diarios}$

Ahora hallamos la cantidad de alimento por frecuencia

$162/10 = 16.2 \text{ gr.}$, de alimento por ración diaria (10 veces)

Preparación del alimento para la reversión

Para la preparación del alimento para la reversión son necesarios los siguientes insumos:

- Alimento concentrado molido o pulverizado (40 a 45% de proteína).
- Alcohol (etanol al 90%), es recomendable el etanol absoluto.
- Hormona 17-alfa-metiltestosterona.

REVERSARINA = Alimento + Hormona + Alcohol

Procedimiento:

Al alimento molido y tamizado, se le adicionan entre 60 y 120 miligramos de la hormona 17 alfametilttestosterona por kilogramo de alimento, la cual se ha disuelto previamente en 500 a 800 ml de etanol por kilogramo, tratando de hacer una mezcla muy homogénea. Posteriormente, se seca a temperatura ambiente por espacio de 1 a 2 días, tratando de que este proceso se realice a la sombra para asegurar una adherencia completa de la hormona a cada una de las partículas de alimento, con el fin de que el alcohol se volatilice lo más lentamente posible.

La hormona se diluye en el alcohol; la concentración a usar de hormona es 60 mg., por cada Kg., de concentrado, según Pinto et al., 2000.

IX. Problemas

- **Depredadores:** Se debe proteger con mallas antipajaros, a los estanques de cultivo, para la depredación aérea por aves, así como la constante vigilancia para la depredación terrestre (ratas, el hombre, etc.).
- **Enfermedades:** Asimismo darle un manejo adecuado en cuanto a los recambios de agua y alimentación de los peces adecuadamente, para prevenir casos de enfermedades y/o mortalidades: por tal motivo, el alimento debe ser de buena calidad, al igual que la fuente de agua para el abastecimiento hacia los estanques de cultivo e incluso tener que utilizar filtros UV, aireación, etc., para el manejo de la reproducción (eclosión de huevos, larvas y alevinaje).

X. Recomendaciones

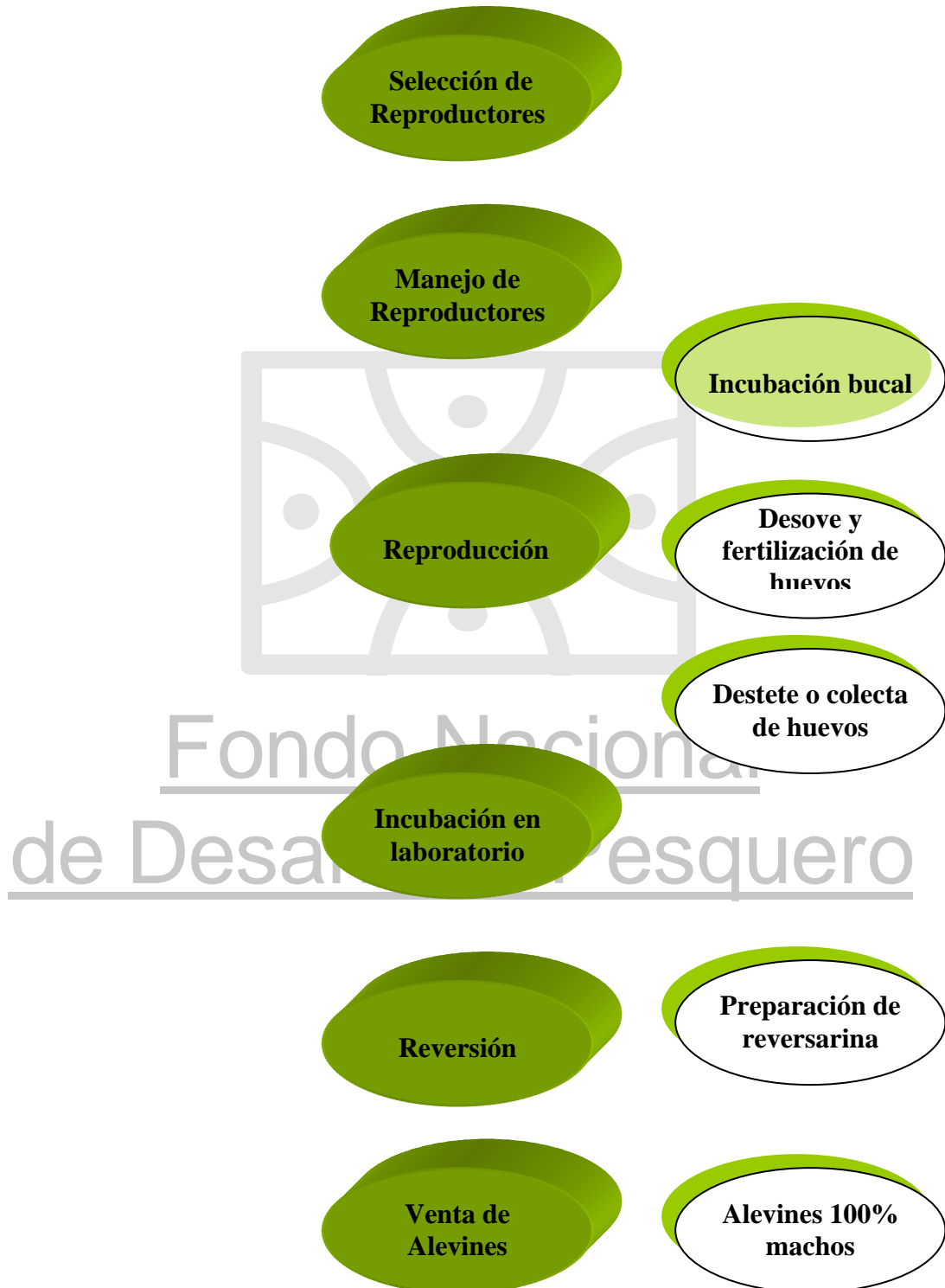
- Es necesario contar con energía eléctrica en la piscigranja para reducir costos de producción, en caso se tenga que utilizar equipos para bombeo, con combustibles, lubricantes y mantenimiento de los mismos.
- La piscigranja o centro de producción debe estar ubicado en una zona tropical para favorecer el crecimiento de las tilapias. Asimismo la fuente de agua debe ser de buena calidad, libre de contaminación, y perenne (durante todo el año).
- Trabajar con semovientes de buena calidad (de ser posible con mejoramiento genético), homogéneo y saludables.

Fondo Nacional
de Desarrollo Pesquero



Fondo Nacional
de Desarrollo Pesquero

**FLUJOGRAMA: PROCESO GENERAL DE OBTENCIÓN DE ALEVINES
MONOSEXO**



FOTOS:



Estanques de tierra para reproductores, en el proceso de descanso, divididos con malla mosquitera



Estanques de concreto para la reversión sexual



Invernadero con los estanques de geomembranas para el proceso de reproducción

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO - FONDEPES

Autor: Blgo. Carlos Calderón Deza
Lugar y Fecha: Lima, Julio del 2009



Estanque de geomembrana con reproductores de tilapia roja



Recolección de huevos de la boca de la tilapia hembra



Tanque de fierro galvanizado recubierto de geomembrana, para el proceso de inducción sexual



Laboratorio húmedo para la eclosión de los huevos



Bandejas de incubación

SUB DIRECCIÓN DE ASISTENCIA TÉCNICA Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA – SDATTT

Av. Petit Thouars N° 115 – Lima – Teléfono: +51 1 7068516

www.fondepes.gob.pe

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN