



**MANUAL SOBRE
INDUCCIÓN SEXUAL DE LA
TILAPIA GRIS**
(*Oreochromis niloticus*)

**EN DIFERENTES
INFRAESTRUCTURAS**

MANUAL SOBRE “INDUCCIÓN SEXUAL DE LA TILAPIA GRIS (*Oreochromis niloticus*) EN DIFERENTES INFRAESTRUCTURAS”

Compilación del trabajo de:

María Romelia Méndez Méndez Bióloga

Martín Quintanilla Montes Biólogo

Asesores:

Su Hsien-Tsang Técnico Misión Taiwán

David Rosales Arévalo Docente Universidad de El Salvador, FMOcc

Ulises Quintanilla Jefe Estación Acuícola Izalco, CENDEPESCA

Cecilia Aguillón Coordinadora Unidad de Acuicultura, 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:  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).

INDUCCIÓN SEXUAL: MULTIPLICACIÓN DE PECES Y BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

Independientemente que la acuicultura y la pesca artesanal, presentan un gran aporte a la seguridad alimentaria nacional, con tendencias similares en el resto del mundo, la reproducción de peces es una necesidad actual que comparativamente recuerda el antaño milagro de la multiplicación de peces. No en vano la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), considera que “la pesca y la acuicultura, son decisivas para la seguridad alimentaria y para combatir a la pobreza”, especialmente si se analizan las cifras.

Más de 852 millones de personas en el mundo, no tienen suficientes alimentos, lo que significa que la demanda es alta y hay un mercado de oportunidades.

Para el caso de El Salvador, también se registra desnutrición proteica, que crea el desafío de ser autosuficientes en la producción de nuestros propios alimentos.

Y en ese contexto, de oportunidades de mercado, que representa para los interesados en la acuicultura un margen de retorno, hasta ahora rentable, también surge la inquietud de cómo hacer técnicamente, para multiplicar los peces, sin perder de vista la responsabilidad de practicar una pesca responsable y sostenible.

En éste dilema, los procesos de inducción sexual, popularmente conocidos como “reversión sexual”, se relaciona directamente con la expectativa de producir rápido, de forma responsable, sin que las producciones afecten la salud de la población.

La “inducción sexual”, que técnicamente consiste en el suministro temprano de esteroides u hormonas a los peces, durante un período muy corto, garantiza crecimientos más rápidos de las tilapia, reduce el tiempo de crianza o engorde y permite alcanzar tallas de mercado que proveen abundancia de carne.

Con esas milagrosas ventajas, ganan los consumidores por la disponibilidad de alimentos; los productores porque optimizan su tasa interna de retorno; a la vez que generan empleos directos e indirectos en la zona rural del país.

Pero eso sí, no cualquiera puede decidir cuándo, cómo y dónde hacerlo. La inducción sexual, por implicar el manejo de esteroides u hormonas a los peces, mismos que se destinan al consumo humano, implica una gran responsabilidad en su manejo.

No es asunto sólo de decir, aplicaré hormonas en el alimento, por un corto periodo. Los interesados tienen que apegarse al cumplimiento de la Ley General de Ordenación y Promoción de la Pesca y la Acuicultura.

En sus artículos 50, 51 y 52, la normativa claramente explica que para la producción de larvas o alevines, los interesados, además de tener autorización extendida por CENDEPESCA, tienen que preservar los ecosistemas acuáticos.

En esos casos, CENDEPESCA autorizará la reproducción de las especies u organismos que puedan ser cultivados y regulará los métodos y técnicas a emplearse en dicha actividad.

Por el tema de seguridad alimentaria para los salvadoreños, CENDEPESCA también impulsa la creación de establecimientos para la fase de reproducción.

En ese contexto, la población tiene la seguridad que la ingesta de alimentos, en éste caso, tilapias inducidas sexualmente y tratadas con hormonas para lograr revertirlas de hembras a machos, será practicada de forma responsable por los interesados.

CENDEPESCA inspecciona técnicamente las granjas acuícolas, lo que además de garantizar a la población alimentos oportunos y seguros, también permite a los acuicultores, embarcarse en un negocio con especies exóticas altamente rentables y activamente producidas en el país.

Tengo la certeza que éste documento, que también se enriquece con las tendencias mundiales de expertos en la materia, le será de utilidad si está motivado a practicar la inducción sexual de la tilapia, especialmente en diferentes infraestructuras.

¿Cómo, cuándo y dónde hacerlo?, es un tema que ahora se queda en sus manos. En todo caso, CENDEPESCA está en la disposición de contribuir con asistencia técnica.

Cordialmente,



Manuel Oliva
Director General CENDEPESCA

INDICE

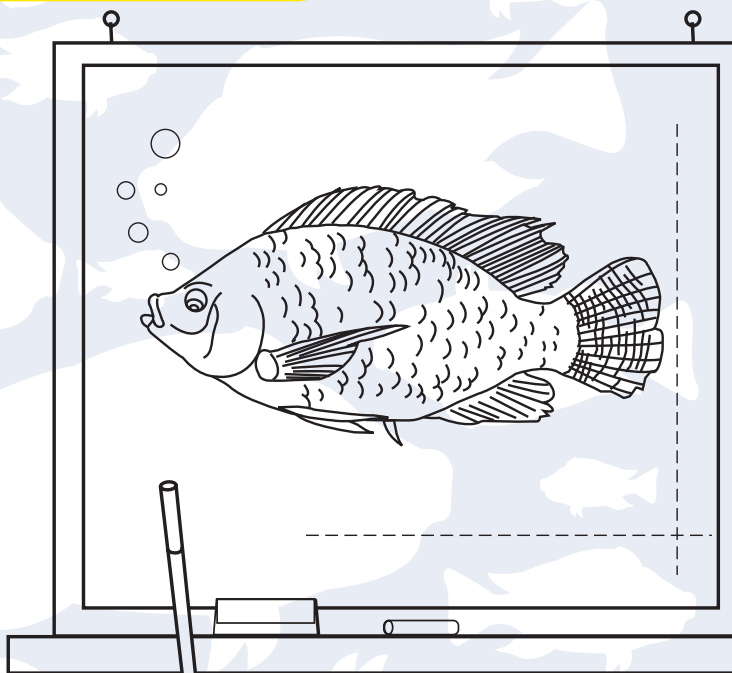
1.	Generalidades	8
2.	¿Qué es la inducción sexual?	11
3.	Proceso de inducción sexual	12
3.1	Selección de reproductores y obtención de jaramugos	12
3.2	Proceso de inducción sexual	15
3.2.1	Infraestructuras para realizar la inducción sexual	16
3.2.1.1	Inducción sexual en pilas	16
3.2.1.2	Inducción sexual en jaulas	17
3.2.1.3	Inducción sexual en estanques de tierra	18
3.2.2	Preparación de alimento	19
3.2.3	Alimentación	20
3.2.4	Muestreos	21
3.3	Etapas de precría	21
4.	Consumo de organismos tratados con hormonas	23
5.	¿Cómo ocurre la inducción sexual?	24
6.	Inducción sexual vrs. Reversión sexual	28
7.	Recomendaciones al manipular hormonas	29
8.	Inversión económica al realizar inducción sexual	30
9.	Glosario	32
10.	Bibliografía	34

1. GENERALIDADES

Las tilapias son peces endémicos originarios de África. Por sus características, son ideales para la piscicultura y es la más representativa para los cultivos acuícolas de agua dulce. Pertenecen a la familia *Cichlidae*, que abarca más de 100 especies distribuidas en zonas tropicales de África, América y Asia.

Según estadísticas del Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), los volúmenes de producción pesquera en cuanto al concepto de acuicultura continental, indican un incremento año con año, a partir del 2002.

La importancia radica en que la piscicultura, como rubro de producción, va ganando auge. Por un lado, es una alternativa alimenticia y por otro, es una fuente de ingresos para muchas familias salvadoreñas.



Por experimentar una madurez sexual temprana, la tilapia, por sí misma, no alcanza tallas comerciales. Su precoz reproducción, genera gasto de energía (Fig. 1 y 2).



Fig. 1. Nidos hechos por los machos de tilapia.



Fig. 2. Hembra de tilapia con huevos en la boca.

Por esa razón, muchos productores utilizan la técnica de sexado manual, para lidiar con dicho comportamiento, en aras de obtener cultivos de monosexo (sólo machos). La técnica de inducción sexual (reversión sexual), es una alternativa que permite garantizar la obtención de altos porcentajes de machos.

La técnica de inducción sexual se conoce comúnmente como **reversión sexual**, lo cual es incorrecto, tal como se expone en ésta guía técnica.

La reversión sexual indica un cambio de sexo a individuos que ya tienen uno definido.

Actualmente, la inducción sexual es practicada por CENDEPESCA en las instalaciones de las Estaciones Acuícolas de Izalco (Cantón Talcomunca, Caserío El CEGA - Izalco, Sonsonate) y Atiocoyo (Distrito de Riego Atiocoyo Sur, La Libertad). En el caso de Izalco, la estación opera 21 estanques de tierra, 11 pilas de concreto, y dispone de todos los requerimientos para su buen funcionamiento (Fig. 3)



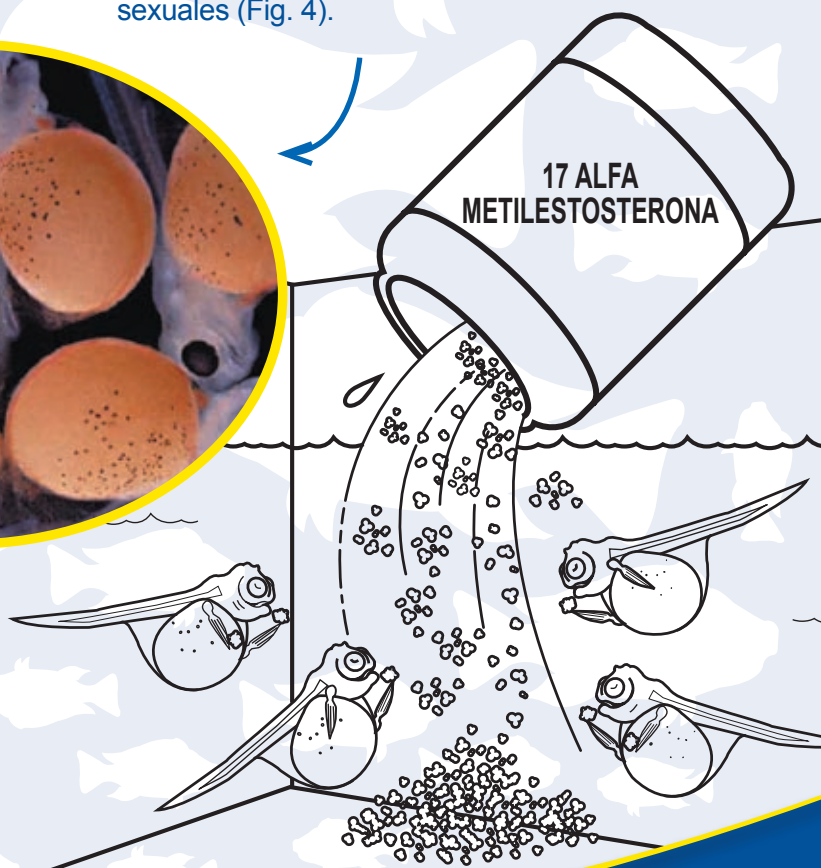
Fig.3. Fotografía satelital de las instalaciones de la Estación Acuícola de Izalco.

2. ¿QUÉ ES LA INDUCCIÓN SEXUAL?

La inducción sexual es el proceso que consiste en adicionar andrógenos (17 alfa metiltestosterona) al alimento que se le suministra diariamente a los alevines, durante **28** días (después que el alevín a consumido su saco vitelino). Durante éste período, la tilapia no ha desarrollado sus gónadas sexuales (Fig. 4).



Fig. 4. Micrografía de jaramugos de tilapia.



3. PROCESO DE INDUCCIÓN SEXUAL

El proceso de inducción se desarrolla en un período de **28 a 30 días**.

Sin embargo, para determinar la efectividad, la investigación se desarrolla en **4 etapas**: **1- Selección de reproductores y obtención de jaramugos**, **2- Inducción sexual (reversión sexual)**, **3- Precría** y **4- Engorde**.

3.1 SELECCIÓN DE REPRODUCTORES Y OBTENCIÓN DE JARAMUGOS

Inicia con la preparación de estanques de cruzamiento, siendo necesario limpiar el fondo del estanque; sellar la salida del agua o muñeco; desinfectar el estanque con cal y luego proceder al llenado del mismo.

Generalmente una piscigranja tiene peces apropiados para seleccionar reproductores. De no ser así, se adquieren de alguna granja que los tenga.



Seleccionados los reproductores, debemos asegurarnos que reúnen las mejores características: buena salud, buena actividad física, sin ningún tipo de malformación o daños físicos, pesos promedio de **300 a 400** gramos y una longitud de **20 a 25** cm. (tabla 1)

Tabla 1. Características técnicas para la selección de reproductores y obtención de jaramugos.

Parámetros	Requerimientos
Especie	<i>Oreochromis niloticus</i>
Cantidad de reproductores	150 individuos
Relación hembra : macho	2-1
Peso promedio	400 g.
Longitud	25 cm.
Tiempo	28 días
Jaramugos a obtener	75,000 Aprox.
Edad de jaramugos seleccionados	No mayor de 3 días
Peso de jaramugos	de 0.013 a 0.025 mm.

Tras la selección, hembras y machos deben sembrarse en los estanques de tierra, previamente preparados, a una relación de **2-1** (**2** hembras por **1** macho) para que inicien su proceso de apareamiento (Fig. 5).

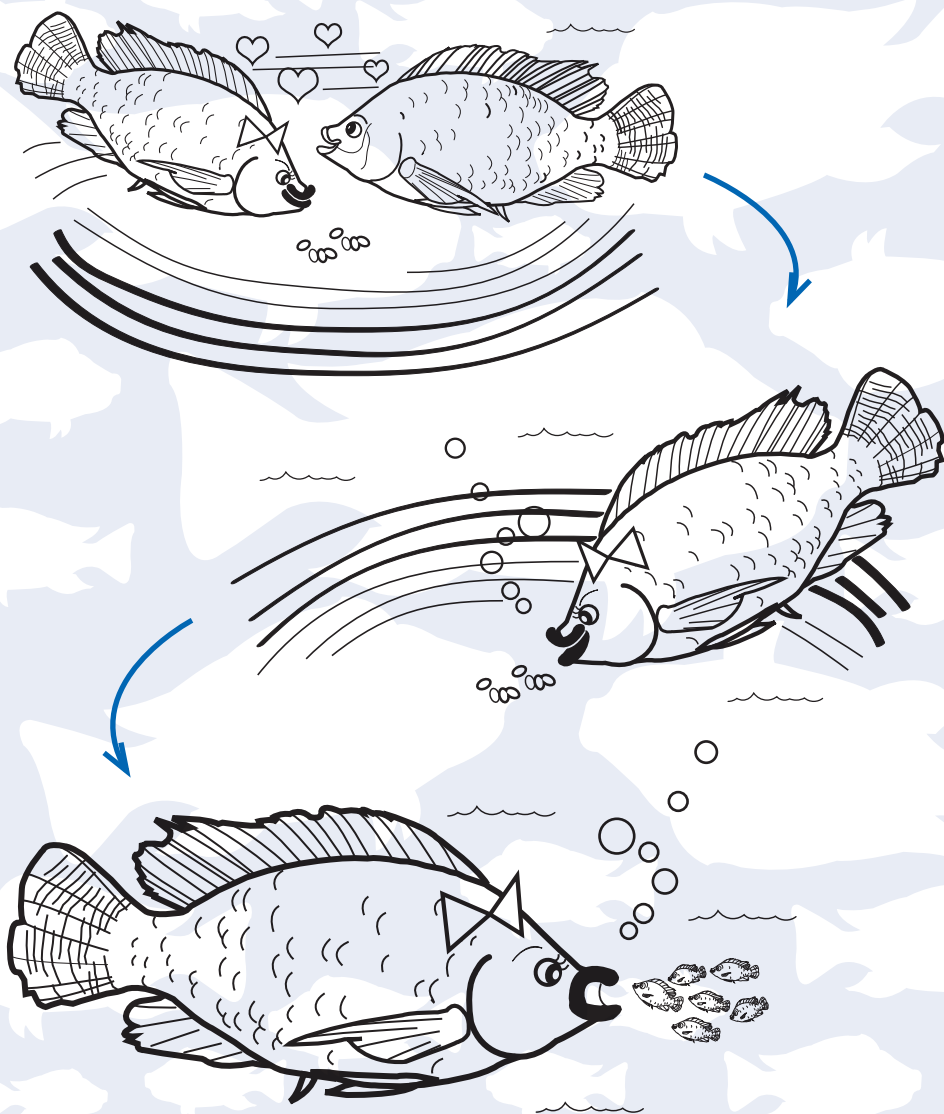


Fig. 5. Proceso de apareamiento de la tilapia.

Entre los **15-20** días de iniciado el cruce, comienzan a observarse las crías (jaramugos) en las orillas del estanque. Se recogen con una malla fina para no ser maltratados.

Es necesario realizar esta etapa, porque es casi imposible comprar jaramugos. Su manipulación es muy delicada y pueden morir en el traslado.

3.2 PROCESO DE INDUCCIÓN SEXUAL

Con la técnica de **INDUCCIÓN SEXUAL** se desarrollan alevines machos, alimentándolos después de haber absorbido su saco vitelino, con una mezcla de alimento concentrado y hormona masculina (17 alfa metiltestosterona). Puede realizarse en diferentes infraestructuras de cultivo: pilas, jaulas, estanques de tierra, etc.

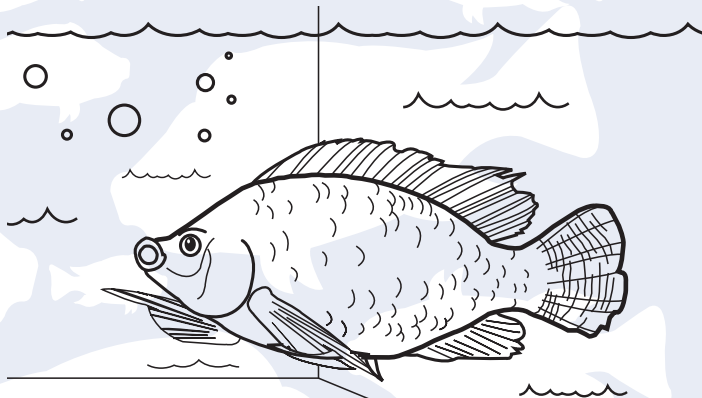
Los jaramugos se recogen de los estanque de cruzamiento, con un tamaño aproximado de **3 a 5** mm y no deben exceder los **3** días de nacidos. Se seleccionan a través de un tamiz de **5** mm. El que no pase por el tamiz se descarta (Fig. 6). Luego se colocan en cada una de las infraestructuras.



Fig. 6. Obtención de jaramugos.

3.2.1 INFRAESTRUCTURAS PARA REALIZAR LA INDUCCIÓN SEXUAL

La infraestructura a utilizarse dependerán de los recursos que disponga el piscicultor. En nuestro caso, la inducción se realiza en pilas, jaulas y estanques.



3.2.1.1 INDUCCIÓN SEXUAL EN PILAS

Se utilizan pilas de concreto (de forma rectangular) (Fig. 7) que deben lavarse y desinfectarse con cloro. Se instala el sistema de aireación (aireador, tuberías pvc, mangueritas flexibles de **5 mm**, plomos y piedras aireadoras), posteriormente se llenan a **0.50 m** de volumen de agua. Las densidades de siembra con las que se puede trabajar son de **3 MIL** jaramugos por m^3 .



Fig. 7. Inducción sexual en pilas

Luego de la siembra, las pilas se cubren con plástico para generar un efecto invernadero y mantener una temperatura adecuada para los alevines. Generalmente en las pilas se presenta mayor riesgo de mortandad masiva, ocasionada por infestación de hongos, bacterias y ciliados, siendo importante la limpieza diaria del fondo de la pila, retirando las heces y los restos de comida.

3.2.1.2 INDUCCIÓN SEXUAL EN JAULAS

Se utilizan jaulas de malla fina de nylon de forma rectangular (Fig. 8). Se anclan con varillas en un estanque de tierra, desinfectarse y llenarse a un nivel de **1** metro de agua, del que las jaulas solo alcanzarán **0.50** metros. Las densidades de siembra para ésta infraestructura son de **3 MIL** jaramugos por m³, con recambio de agua constantes.



Fig. 8. Inducción sexual en jaulas

Las jaulas se limpian periódicamente, para eliminar las algas que se fijan a la malla. Así se logra mantener una buena circulación de agua, porque al taparse la malla, los alevines corren el riesgo de morir o ser atacados por bacterias y hongos, debido al deterioro del agua, ocasionada por acumulación de heces y alimento no consumido. Las jaulas requieren de menor mano de obra y su manejo es más sencillo y cómodo.

3.2.1.3 INDUCCIÓN SEXUAL EN ESTANQUES DE TIERRA

Utilizar estanques desinfectados (Fig. 9). El nivel de agua para ésta infraestructura es de un metro. Tiene la ventaja de alcanzar alta supervivencia y es de bajo costo de instalación. Sin embargo, las densidades de siembra son menores a **400** jaramugos por m², requiere mayor mano de obra y más control de especies extrañas (sapos, aves, insectos).



Fig. 9. Inducción sexual en estanques de tierra.

Finalmente, en cada una de las infraestructuras (pilas, jaulas y estanque) se debe colocar **6** comederos (platos). En los estanques, por tener más área, se colocan además de platos, tubos de pvc, cortados a la mitad.

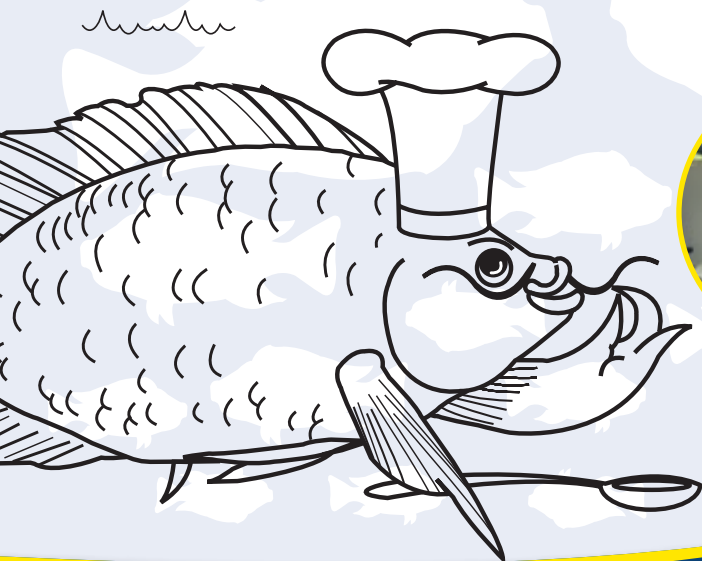
3.2.2 PREPARACIÓN DE ALIMENTO

La hormona se disuelve en etanol de **90%** (**700** ml) y se mezcla con el alimento concentrado de **50%** de proteína cruda. La cantidad de hormona a utilizar es de **60** mg por kilogramo de alimento. La mezcla de la hormona-etanol-alimento se deja secando durante **24** horas, a la sombra y a temperatura ambiente.

Se mueve con frecuencia para evaporar el alcohol y que las partículas de la hormona se adhieran completamente al alimento. Luego se refrigera para conservarlo en buen estado durante el proceso de inducción sexual. (Fig. 10)



Fig. 10. Preparación de alimento



3.2.3 ALIMENTACIÓN

Los alevines ingieren alimentos a partir del segundo día de siembra, con una proporción del **20%** de biomasa corporal, en base a una tasa alimenticia.

Se proporcionan **3** raciones diarias durante la primera semana y se aumenta **1** ración más cada semana, hasta concluir el proceso.

La forma de alimentar a los alevines, consiste en remojar el alimento preparado con agua, haciendo una masa y formar bolitas, para después colocarlas en los comederos. Se procede así, porque el alimento está en polvo y de aplicarse así, el polvo se esparciría y no sería aprovechado por los alevines (Fig. 11).

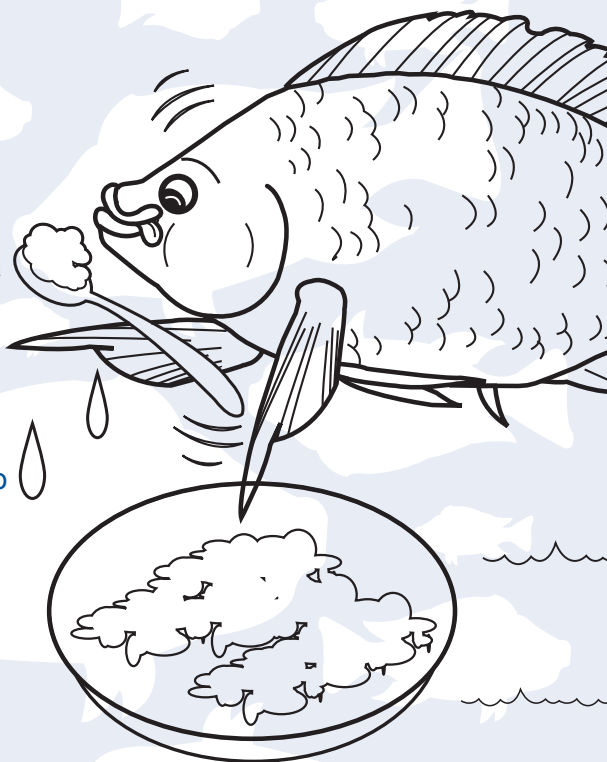


Fig. 11. Alimentación en pilas

3.2.4 MUESTREOS

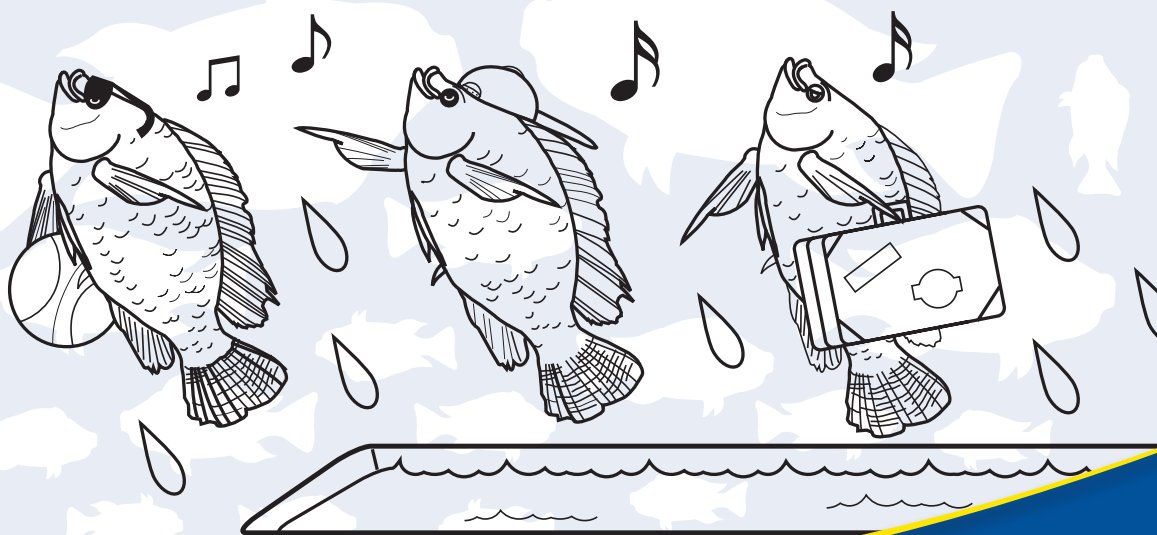
Se sugiere realizar muestreos semanales y tomar una muestra representativa del total de la población de alevines (**10%**).

Luego se pesan para controlar el crecimiento, lo que determina la cantidad de alimento a proporcionar. Además, semanalmente se debe controlar los parámetros físico-químicos como temperatura, pH y oxígeno disuelto, en cada una de las infraestructuras.

El objetivo: mantener condiciones para el desarrollo de los alevines.

3.3 ETAPA DE PRECRÍA

Terminada la etapa de inducción sexual en todas las infraestructuras (**28 días**), los alevines son cosechados y luego sembrados en estanques de tierra, a una densidad de **5** por m³. Al azar se seleccionan los alevines procedentes de cada una de las infraestructuras.



Los alevines seleccionados, se siembran en estanques de tierra, donde pasan **60** días como parte de su proceso de precría, esperando que los individuos alcancen pesos promedios de **50** gramos.

En esta etapa se utiliza alimento peletizado, de **5** milímetros, al **40%** de proteína. Por el tamaño de los alevines, el alimento se muele a un tamaño que ronda los **0.5 a 1** mm.

Según crecen, se aumenta el tamaño del pellet y la proporción es acorde al peso corporal. Completados los **60** días, se cosechan para su conteo y determinación del porcentaje de machos, por medio del sexado manual. Se les aplica azul de metileno. Los que no pueden identificarse, por el método antes mencionado, se procede a la disección (división en partes de un animal muerto, para examinarlo y estudiar sus órganos) de estos individuos, para su posterior identificación por medio de un microscopio compuesto, tratando de identificar *tejido testicular* (Fig. 12).

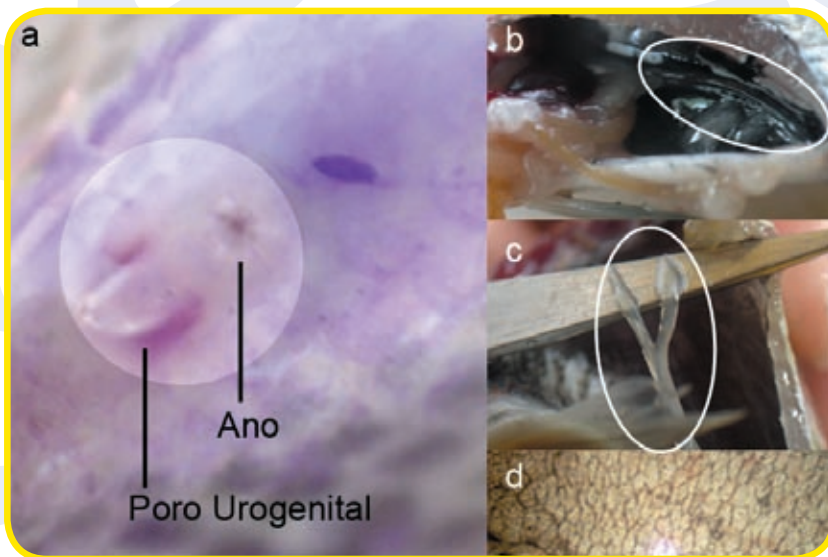


Fig. 12. a) Identificación de machos por sexado manual. Estructura sexual masculina. b, c y d) gónada sexual masculina. Estructura de células testiculares (40x)

4. CONSUMO DE ORGANISMOS TRATADOS CON HORMONAS

Una interrogante que hace la mayoría de personas es si **¿HAY RIESGO DE CONSUMIR ORGANISMOS QUE HAN SIDO TRATADOS CON HORMONAS?**. Según Curtis, et al. 1991, de acuerdo a la metodología empleada para la inducción sexual, donde los individuos fueron sometidos a **28** días de tratamiento, con **17** alfa metiltestosterona, un análisis arrojó que **10** días después de terminado el tratamiento, aún se encuentra el **97%** de residuos metabólicos presentes en la bilis, mientras el **100%** de **17** alfa metiltestosterona ha desaparecido.

Arboleda Obregón, D.A. 2005, indica que los adultos de tilapia inducidos sexualmente, no poseen niveles más altos de testosterona que los producidos por su propio organismo. La empresa DISQUE TECNOLOGIA, 2005, dice que aparentemente no ocurre daño para el consumidor, después que el pez ha sido retirado del tratamiento con esteroides.

Arboleda Obregón, D.A. 2005, menciona que el tratamiento con hormonas es un buen método, pero siempre queda una población de hembras que hay que eliminar del cultivo, para evitar la reproducción que ocasiona la sobrepoblación.

El tratamiento con hormonas en peces, es prohibido por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA). Entonces, si se desea exportar, no se debe inducir sexualmente a las tilapias. El desafío es buscar mejores métodos para obtener machos.

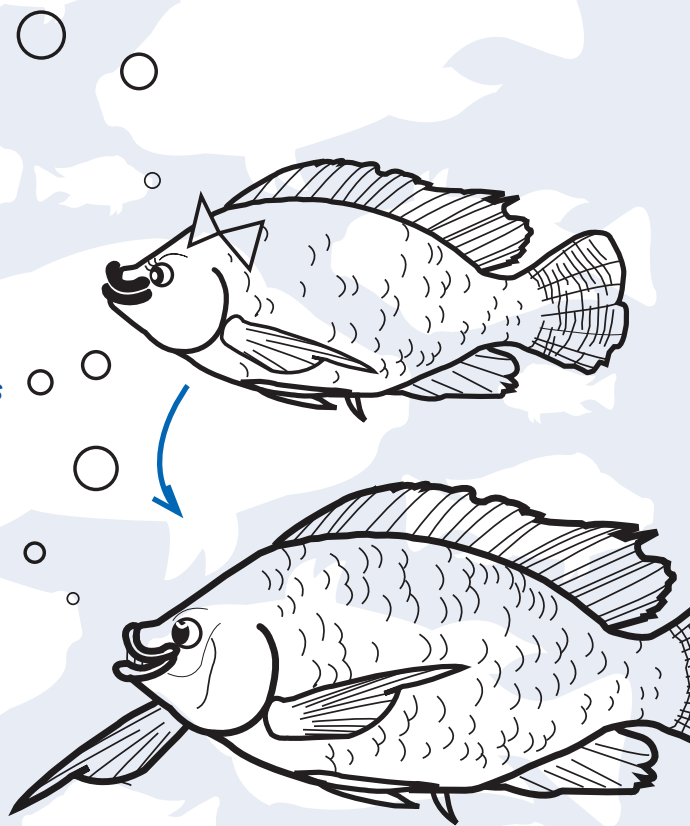
5. ¿CÓMO OCURRE LA INDUCCIÓN SEXUAL?

Gracias a la inducción sexual es posible hacer que individuos genéticamente hembras, se desarrollen fenotípicamente como machos (Proença & Bittencourt, 1994, citado por DISQUE TECNOLOGIA 2005).

La efectividad de la inducción sexual es similar para *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus* y *Oreochromis mossambicus*.

Una limitante en el proceso de reversión sexual, es obtener una adecuada cantidad de postlarvas, sexualmente indiferenciadas, para iniciar el tratamiento hormonal correspondiente (Prieto, C.A. & Olivera Angel, M. 2002).

Durante este proceso, la administración de esteroides masculinos, a las larvas recién nacidas que poseen tejido gonadal aún no diferenciado, hará que estas hembras genéticas, desarrollen tejido testicular; produciendo individuos que crecen y funcionan reproductivamente como machos.



Este procedimiento debe iniciar, antes de diferenciado el tejido gonadal primario, dentro del tejido del ovario que, en condiciones de temperatura de **24 a 28° C**, se produce en la tilapia nilótica a una talla de sólo **11-13 mm** y unas **3-4** semanas de nacidas.

Las evidencias muestran que en peces no es convenientes generalizar, pero se afirma que los casos de cromosomas sexuales son esporádicos (*Burbano, C. 2001*). En el momento de la fertilización, cuando el espermatozoide se une con el oocito, surge la segunda división meiótica y se produce la expulsión del segundo cuerpo polar. El cigoto resultante, es diploide y contiene información genética aportada por el padre y la madre. (*Carrillo Ávila, 2001*)

Castillo Campo, L.F. (2004), afirma que hasta el momento se reconocen **44** cromosomas autosómicos en las tilapias, y la no presencia de cromosomas sexuales. Pero si no hay presencia de cromosomas sexuales, tiene que existir algún cromosoma autosómico, es decir, uno o varios genes sexuales que son transferidos por los progenitores y que puede no expresarse por diversas causas (inducción sexual o temperatura).

Castillo Campo, L.F. (2004), menciona que para comprender los mecanismos de definición sexual en las tilapias, es importante independizar los términos determinación sexual y diferenciación sexual, que son afectados por factores genéticos, ambientales, de comportamiento y fisiológicos.

Independiente de la especie, variedad, o línea de tilapia, los machos tienen la propiedad de crecer más rápido que las hembras, e invertir menos energía en reproducción.

El mecanismo genético tradicional para la determinación del sexo, se explica normalmente por los ejemplares heterogaméticos y es determinada por dos mecanismos sexuales diferentes en el género *Oreochromis* que influencia sobre la determinación del sexo de los genes autosómicos y al factor determinante de testículos (Fig.13).

17 alfa metiltestosterona

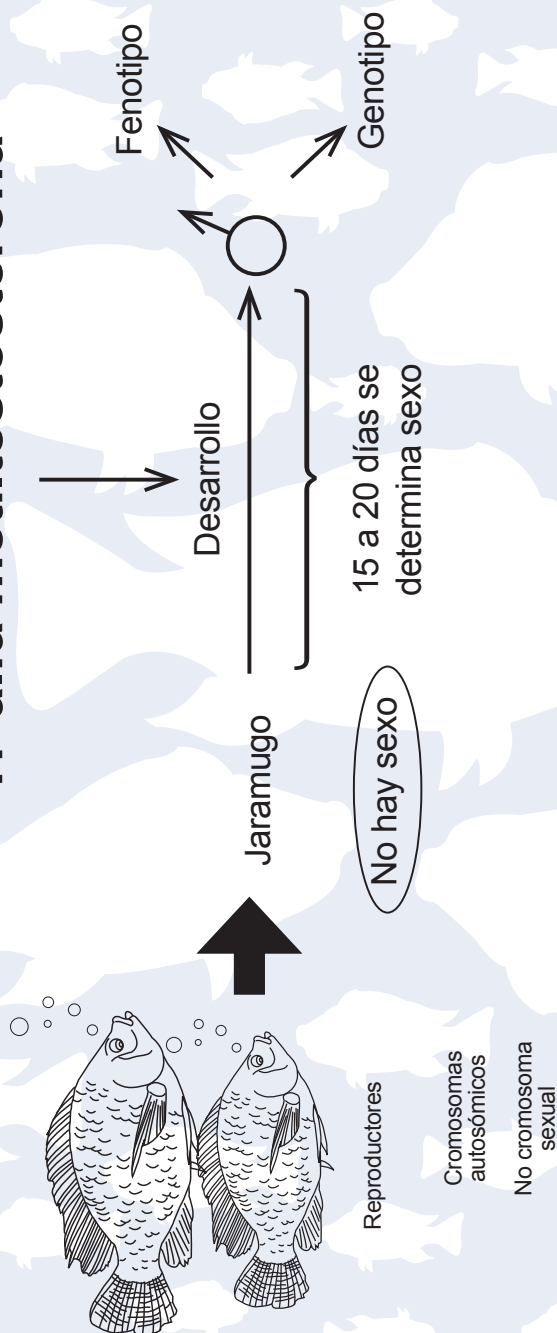


Fig. 13. Inducción sexual de *Oreochromis niloticus*.

Castillo Campo, L.F. (2004), menciona que el medio ambiente influye en la determinación del sexo, siendo el factor más importante la temperatura (TSD = Temperature Sex Determination), especialmente en especies termosensitivas, incluidas los *Cíclidos*, lo que indica una fuerte interacción entre la temperatura y el genotipo.

En los procesos de inducción sexual (conocida como reversión sexual), se relaciona directamente con la diferenciación gonadal. La hormona androgénica 17-alfa-metiltestosterona modifica directamente las características sexuales, secundarias (fenotipo), y tiene un efecto adicional sobre las gónadas, al afectar su normal desarrollo, pero no afecta el genotipo. Genéticamente los individuos mantienen la segregación normal, tal como se espera en el momento de la fertilización.

A nivel celular fácilmente se identifican hembras y machos. Cuando se encuentra un individuo con tendencia femenina, es lógico pensar que son hembras que no alcanzaron a desarrollarse como machos por “x” factores, a tal grado que no lograron cambiar las estructuras que identifican a la hembra.

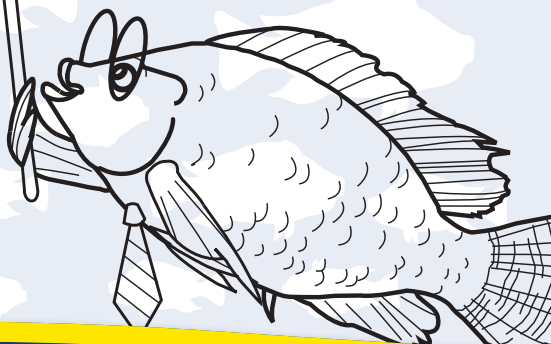
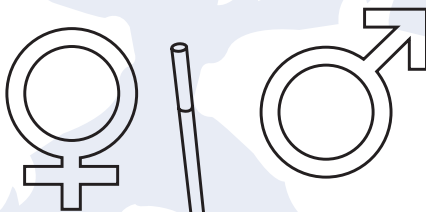
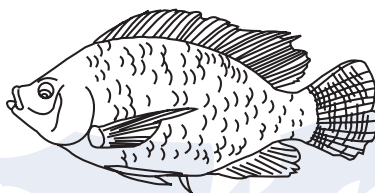
Algo característico de éste grupo, es que tienden a registrarse tamaños pequeños, posiblemente porque no consumieron suficiente alimento (competencia) o porque simplemente son hembras.

6. INDUCCIÓN SEXUAL VRS. REVERSIÓN SEXUAL

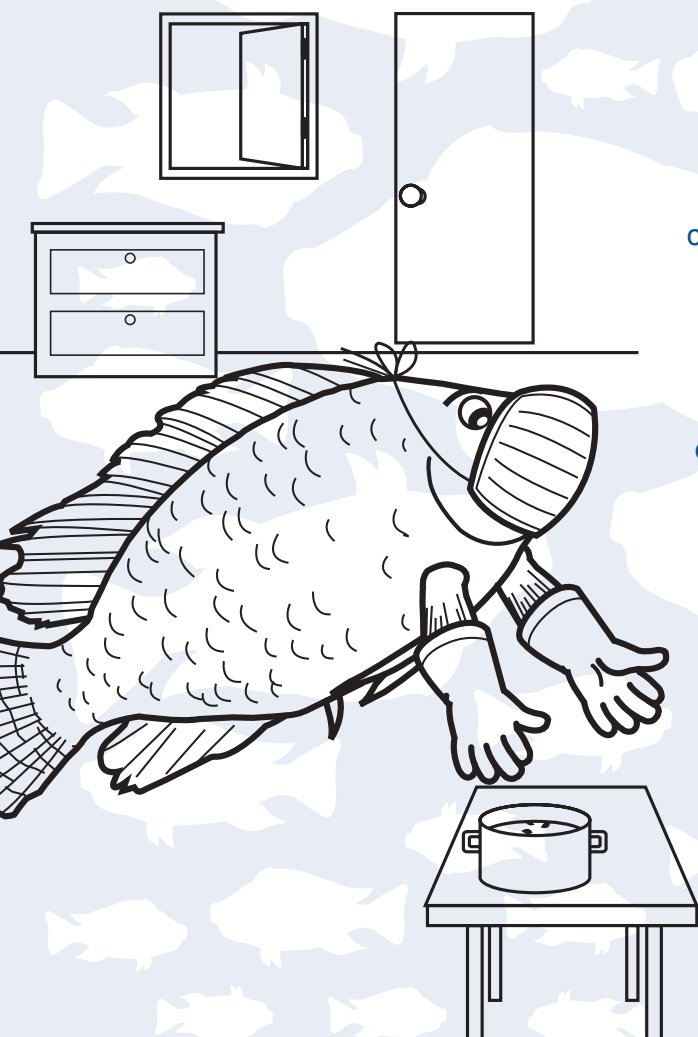
También se mencionó el término *inducción sexual*, conocida como *reversión sexual*. Se recomienda, en ésta etapa, llamar al proceso como *inducción sexual* ya que los alevines todavía no han desarrollado sus gónadas sexuales.

Al llamarlo inducción, se refiere a que los cambios son a nivel fenotípico y no genético. Otro caso es el término *atrofiación*, el cual es incorrecto, porque cuando se inicia con el tratamiento, no podemos decir que se han seleccionado machos o hembras para someterlas a tratamiento.

La atrofización sexual, se refiere al hecho de identificar a un individuo como macho o hembra y que éste cambia sus estructuras sexuales, sea de forma natural o inducida; de tal manera que lo ocurrido es la *inducción a un desarrollo gonadal*.



7. RECOMENDACIONES AL MANIPULAR HORMONAS



La cantidad mínima de hormona utilizada en el proceso de inducción (**60** mg x kg. de alimento), pueden no traer efectos graves cuando se manipula. Es importante acatar las recomendaciones, respecto de la preparación del alimento como son el usar mascarillas, guantes de hule, estar en un espacio con suficiente ventilación pero sin el contacto directo de los rayos del sol, refrigeración para después de preparado el alimento, para su conservación durante el proceso de inducción. Si la persona que manipula el alimento con hormona, tiene heridas, es mejor no intervenir en el proceso de elaboración y administración del alimento.

8. INVERSIÓN ECONÓMICA AL REALIZAR INDUCCIÓN SEXUAL

Los costos de la inducción sexual son porcentualmente bajos, teniendo en cuenta que el personal (mano de obra) y el transporte, son costos corrientes que la institución ejecutora tiene normalmente. Los jaramugos pueden producirse por la institución o granja y los insumos fijos, son costos que se hacen para la preparación de las infraestructuras.

Este gasto se hace solo la primera vez que se va a realizar la inducción (elaboración de jaulas, instalación de sistemas de aireación, mallas para separación, aperos de pesca y otros).

Los porcentajes de inversión han sido evaluados para la producción de **1,000** alevines, en un período de **28** días (tabla 2).

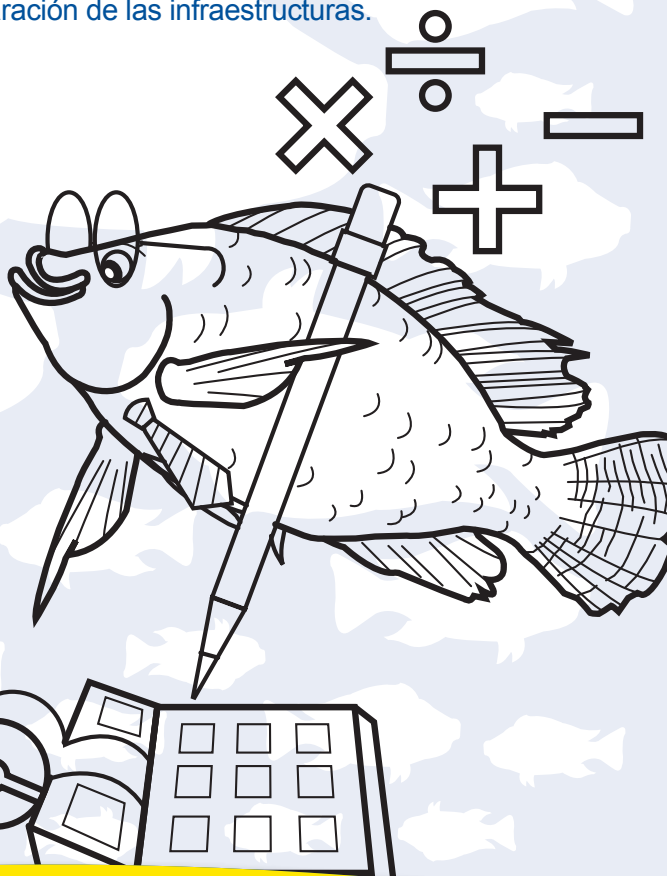


Tabla 2. Estructura de costos para la realización de inducción sexual en diferentes infraestructuras

	Pila	Jaula	Estanque
Personal	0.00%	0.00%	0.00%
Jaramugos	0.00%	0.00%	0.00%
Alimento	3.61%	1.18%	7.51%
Hormona	3.16%	1.03%	6.65%
SUBTOTAL	6.77%	2.21%	14.16%
Insumos fijos	93.23%	97.79%	85.84%
Transporte	0.00%	0.00%	0.00%
Varios	0.00%	0.00%	0.00%
TOTAL EGRESO	100.00%	100.00%	100.00%

9. GLOSARIO

Acuicultura: Técnica del cultivo de especies acuáticas.

Alevín: Pez sexualmente no desarrollado.

Andrógeno: Referido a las hormonas masculinas.

Cromosoma: Filamento condensado de ácido desoxirribonucleico, visible en el núcleo de las células durante la mitosis. Su número es constante para cada especie animal o vegetal.

Cultivo monosexo: Cultivo de individuos de un solo sexo, machos o hembras.

Engorde: Etapa en la piscicultura, que logra que la especie cultivada alcance talla comercial.

Estanque: Embalse artificial para almacenar agua, que se pueden llenar y vaciar fácilmente, según las necesidades. Debe ser un medio favorable para el desarrollo de organismos que se estén cultivando. El tamaño es variable.

Fenotipo: Manifestación visible del genotipo en un determinado ambiente.

Genotipo: Conjunto de genes de un individuo, incluida su composición alélica.

Gónada: Órgano formador de gametos masculinos o femeninos.

Inducción sexual: Técnica que por medio de la ingesta de hormonas, logra el desarrollo de individuos de un sólo sexo, durante su primer mes de vida.

Jaramugo: Cría de cualquier pez, que aún tiene saco vitelino.

Jaula: Infraestructura fabricada a partir de un chasis (cuadrado, rectangular o circular), que se cierra por los lados con malla de diferente luz, dependiendo del uso.

Oreochromis niloticus: nombre científico que se utiliza para identificar la tilapia gris.

pH: Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. Entre 0 y 7 la disolución es ácida, y de 7 a 14, básica.

Pila: Infraestructura de concreto de volumen variado.

Piscicultura: Rama de la acuicultura que se encarga del cultivo de peces.

Pecría: Fase en la que se prepara a ciertos individuos (tilapia) para que alcancen cierto peso y en su etapa posterior, la etapa de engorde.

Reversión sexual: Término que identifica a la inducción sexual. Inducir al cambio de sexo a un individuo con sexo ya determinado.

Saco vitelino: Reserva alimenticia de jaramugos.

Sexado manual: Técnica que seleccionan machos y hembras, por medio de la observación de sus órganos genitales externos. Requiere de destreza y práctica.

10. BIBLIOGRAFÍA

Anónimo (2003). *Acerca del cultivo de tilapia nilótica y tilapia roja*. Consultado en 05, 04,06 en www.aquaticalf.org

Arboleda Obregón, D.A. (2005). *Reversión sexual de las tilapias rojas (Oreochromis sp.), una guía básica para el acuicultor*. Revista electrónica veterinaria REDVET, pp. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.

Burbano, C. (2001). *Citogenética aplicada a peces. Fundamentos de acuicultura continental, Serie de fundamentos No1, 2a ED., Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura de la Republica de Colombia*, Pág. 219-232.

Carrillo Ávila, M. (2001). *Manipulación cromosómica aplicada a la piscicultura. Fundamentos de acuicultura continental, Serie de fundamentos No1, 2a ED., Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura de la República de Colombia*, Pág. 233-242.

Castillo Campo, L.F. (2004). *Tilapia roja 2003, una evolución de 23 años, de la incertidumbre al éxito*. Cali, Colombia: <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/reports/Castillo.pdf> consultado el 27, 11,06

Disque Tecnología (2005). *Servico Brasileiro de Respostas Técnicas, Solucoes Tecnológicas para su empresa*. Consultado en 15, 12,06 en <http://www.sbrt.ibict.br>.

Méndez Méndez, M.R. & Quintanilla Montes, S.M. (2007). *Inducción sexual de Oreochromis niloticus por administración oral de 17 alfa metiltestosterona, en diferentes infraestructuras de cultivo en la Estación Acuicola de Izalco, de agosto 2006 a marzo 2007. (Tesis de Licenciatura en Biología de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador)* 76pp.

Prieto, C.A. & Olivera Angel, M (2002). *Incubación artificial de huevos embrionados de tilapia roja Oreochromis sp.* Rev Col Cienc Pec, 15 (1), 115.

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
Atioco, 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. Talcomuna, 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)

Bld. 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