

# SISTEMAS DE CULTIVO

# 1. extensivo

- Este tipo de cultivo se desarrolla por lo general con **muy baja inversión**, en donde se espera proporcionar a la población un alimento de bajo costo, en donde no es importante la talla final del pez, en tanto sea comercial, ni tampoco el tipo de alimento utilizado en su producción.
- En este sistema se utilizan densidades de **0.5 a 3.0 peces por m<sup>2</sup>**, dependiendo del tamaño del pez se utilizan estanques de 1 - 5 hectáreas con poco recambio. Se utilizan **fertilizantes orgánicos** como gallinaza, cerdaza, vacaza, etc. En la actualidad se están utilizando **subproductos agrícolas como alimento complementario**, como por ejemplo afrecho (arroz), acemite de trigo, etc.
- La producción de este sistema suele ser de **4 000 - 10 000 kg/ ha/ año**, con factores de conversión de 1 - 1.4.

## 2. semi intensivo

- En este sistema de producción se utilizan estanques de 0.5 a 3 hectáreas con **recambios del 15 al 30% diario** de todo el volumen del estanque y se utilizan aireadores dependiendo del grado de intensidad del sistema (se utilizan desde 2 HP a 12 HP por hectárea). Las densidades utilizadas son muy variables y se encuentran en el rango de **4 a 15 peces/ m<sup>2</sup>** obteniendo una producción en el rango de **20 a 50 toneladas/ ha/ año** con factores de conversión de 1.6 a 1.9 para peces de 700 gramos.
- En este sistema es muy importante el monitoreo de los niveles de amonio, pH, temperatura y el nivel de oxígeno disuelto. Para este sistema se utiliza alimento peletizado o extruido, con niveles de proteína desde 35 a 30% de proteína dependiendo de la fase de producción.

# 3. intensivo

- En este sistema se utilizan estanques pequeños de **500 a 1 000 m<sup>2</sup>** con alto recambio de agua (recambios de 250 a 600 litros/ segundo). En este sistema las densidades de peces se encuentran en el rango de **80 - 150 peces/ m<sup>3</sup>**, lo que equivale a cargas máximas de hasta 90 kg/ m<sup>3</sup>.
- En este sistema la cantidad y calidad del agua suministrada a los peces es sumamente importante, así como el cuidado y atención que se le debe proporcionar al sistema.
- En este sistema es de gran importancia conocer constantemente el **oxígeno disponible** para el cultivo de la tilapia y poder ajustar las densidades, tasa de alimentación y reducir así la mortandad. La concentración del oxígeno en la salida de los estanques debe ser mayor a 3.5 mg/ litro para asegurar una buena incorporación de nutrientes en el organismo y de poder realizar los procesos metabólicos.
- En este sistema se utilizan **alimentos extruidos** flotantes con niveles de proteína de 30 - 35% con alta calidad de molienda, con porcentajes definidos menores a 1%, y tamaños variados dependiendo del tamaño del pez (tamaños de 1.5 x 1.5 mm para pez pequeño y 4 x 4 mm para pez adulto).
- La producción del sistema intensivo va a depender de la cantidad de agua disponible, así como de sus características. En un sistema intensivo se pueden producir en un rango de **200 - 400 toneladas de pez/ m<sup>3</sup>/ año**.

## 4. superintensivo

- De acuerdo a Cohen (1999) para el desarrollo de piscicultura superintensiva se requiere estanques de concreto de 100 a 500 m<sup>3</sup>, requiere un recambio de agua de **700 %**, la producción es de **500 TM/Ha/año**, la conversión alimenticia es de **2.2 a 1** y deben tener una aereación de 8 HP/1000 m<sup>2</sup>.
- En el Perú se viene realizando este tipo de cultivo en el distrito de Lancones, provincia de Sullana, departamento de **Piura**, con la especie ***O. aureus (machos)*** . ***Esta tilapia es la que soporta*** temperaturas más frías que las demás tilapias (se alimenta y crece a 18° C y desova a temperaturas superiores a los 22°C).



# Formas de cultivo

## MONOCULTIVO

Se han desarrollado muchas experiencias de esta forma de cultivo. Lovshin, (1980), obtuvo una producción de **10 TM/Ha/año**, sembrando 31,000 alevines/Ha, llegando a pesos de 400 g en promedio. El alimento empleado fué un compuesto en base a harina de frejol y torta de semilla de algodón, sub productos que dieron buenos resultados y son económicos.

Experiencias realizadas en el departamento de San Martín realizado por Loayza, (1989), con un híbrido *O. hornorum x O. niloticus*, a una tasa de siembra de 3 peces/ m<sup>2</sup>, obtuvieron una producción de 8.8 TM/Ha/año. En Colombia están obteniendo de **17 a 19 TM/Ha/año** (Franco, 2001); estas producciones se refieren a cultivos semi intensivos; en cultivos super intensivos se llegan a obtener hasta 600 TM/Ha/año.

## POLICULTIVO

La tilapia se ha cultivado con gran variedad de peces en diferentes partes del mundo, estos cultivos han estado bastante difundidos en Asia y Latinoamérica. En nuestro país como en otros países sudamericanos se ha cultivado **con carpas, gamitana, paco, sábalo cola roja boquichico, paiche, tucunaré**, entre otros.

En Brasil, Lovshin (1980), comparó dos policultivos, utilizando el híbrido de ***O. u. hornorum x O. niloticus***, asociado separadamente con gamitanas y pacos. Se sembraron 5,000 tilapias con 5,000 gamitanas/Ha y con 5 000 pacos en forma separada (1 pez/m<sup>2</sup>), dándoles a los peces un alimento con 17% de proteína.

El policultivo gamitana-tilapia obtuvo 8.9 TM/Ha/año y con el policultivo pacotilapia logró 8.4 TM/Ha/año; la tilapia tuvo una conversión alimenticia de 1.2 a 1.

En otro policultivo en Brasil se probaron tres especies: gamitana, un híbrido (***O. hornorum x O. niloticus***) y la **carpa** espejo, alcanzando producciones de 13.3 TM/Ha/año, (Silva et al,1984) op cit (Barthem, 1994).



# **LUGARES DE CULTIVO**

# Cultivo en jaula

# CULTIVO DE TILAPIAS EN JAULAS

## VENTAJAS

- UTILIZAN OTROS ESPACIOS
- BAJO COSTO DE MANEJO: SIEMBRA, ALIMENTACION Y CAPTURA
- MEJOR OBSERVACION DE LOS PECES
- MEJOR CONVERSION ALIMENTICIA
- BAJA INVERSION INICIAL
- TRATAMIENTOS PROFILACTICOS Y TERAPEUTICOS MAS ECONOMICOS
- SE UTILIZAN MACHOS Y HEMBRAS DE TILAPIA

## DESVENTAJAS

- MAYOR RIESGO: ROBO, DAÑOS POR PREDADORES O TORMENTAS
- UTILIZACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS
- MAYOR RIESGO EN LA APARICION DE ENFERMEDADES
- MENOR TOLERANCIA A BAJAS CALIDADES DE AGUA

# **CULTIVO COMERCIAL DE TILAPIA EN JAULAS**

**PESO FINAL DE TILAPIAS SEMBRADAS A RAZON DE 600/m<sup>3</sup>  
DURANTE 28 SEMANAS, SEMBRADAS DE 3 PESOS DIFERENTES**

## **PESO FINAL OBTENIDO (gr)**

<b><u>DIAS</u></b>	<b><u>30 gr</u></b>	<b><u>60 gr</u></b>	<b><u>100 gr</u></b>
<b>80</b>	<b>200</b>	<b>270</b>	<b>350</b>
<b>120</b>	<b>250</b>	<b>340</b>	<b>440</b>
<b>160</b>	<b>310</b>	<b>410</b>	<b>520</b>
<b>200</b>	<b>375</b>	<b>480</b>	<b>600</b>
<b>220</b>	<b>420</b>	<b>550</b>	<b>690</b>





# Cultivo de tilapia



Variedades de tilapia



Jaulas de engorde



Tilapias juveniles

# Cultivo en estanques





# CULTIVO COMERCIAL EN ESTANQUES RUSTICOS

## VENTAJAS

- UTILIZACION DE ALIMENTO NATURAL
- UTILIZACION DE ALIMENTOS SUPLEMENTARIOS
- COSECHAS PARCIALES

## DESVENTAJAS

- REPRODUCCION EN LOS ESTANQUES
- DIFICIL CAPTURA
- SABOR A "LODO"
- UTILIZAN GRANDES ESPACIOS Y VOLUMENES DE AGUA
- COSTOSOS

## DENSIDADES EN LOS ESTANQUES RUSTICOS

PECES/Ha	Pi (gr)	Pf (gr)	DIAS	BIOMASA TOTAL (Kg/Ha)
5,000	20	480	210	2,000
10,000	20	420	210	4,200
20,000	20	385	210	7,600
30,000	20	350	210	10,500*

\*SE UTILIZO AEREACION Y CAMBIOS CONTINUOS DE AGUA





# Cultivo en tanques

# CULTIVO COMERCIAL EN TANQUES

## VENTAJAS

- SE UTILIZAN MACHOS Y HEMBRAS
- FACIL MANEJO
- MEJOR CONTROL SOBRE:  
°C, OD, pH, desechos
- MEJOR CONVERSION ALIMENTICIA
- FACIL CAPTURA
- TRATAMIENTOS TERAPEUTICOS MAS ECONOMICOS
- SE PRODUCEN MUCHOS Kg EN ESPACIOS REDUCIDOS

## DESVENTAJAS

- DIETAS COMPLETAS Y COSTOSAS
- ALTA INVERSION INICIAL
- PERSONAL CALIFICADO
- ALTOS COSTOS DE PRODUCCION
- MAYOR RIESGO EN LA APARICION DE ENFERMEDADES







# REPRODUCCION

## SELECCIÓN DE REPRODUCTORES:

- Los reproductores deben tener entre 10 y 20 meses de edad.
- Provenir de lotes seleccionados previamente, que hayan tenido una alimentación baja en grasa para llegar a su edad reproductiva con una buena capacidad abdominal.
- Estos animales deben ser levantados en lotes con condiciones superiores a los demás. El porcentaje de proteína debe estar cercano al 32% para que tenga el desarrollo corporal adecuado al momento de alcanzar la etapa reproductiva.
- Es importante luego de cada ciclo, separar los reproductores y proporcionarles 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.

# CARACTERÍSTICAS DE UN REPRODUCTOR

- Cuerpo proporcionalmente ancho comparado con su longitud: su cabeza quepa más de 1.5 veces el ancho del cuerpo.
- Tener cabeza pequeña y redonda.
- Buena conformación corporal (buen filete, cabeza pequeña, pedúnculo caudal corto, etc.).
- Libre de toda malformación.
- Ser cabezas de lote y estar sexualmente maduro.
- Buena coloración y en el caso de la tilapia roja estar libre de manchas.



# ESTANQUES DE REPRODUCCION

- Deben tener un área entre 500 y 1,500 m para facilitar la recolección de alevines y la cosecha. Para asegurar una producción alta y constante, es importante monitorear con frecuencia parámetros como oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos.
- Los estanques pueden ser exteriores e interiores.
- Se emplean estanques exteriores para las fases de **maduración de reproductores y desove**.
- Los estanques interiores se utilizan para los procesos de **reversión y precría** y son cubiertos con algún tipo de plástico para mantener la temperatura constante.
- En los estanques de reproducción es necesario tener sistemas antipájaros como mallas, para evitar la depredación de camadas y ataques a reproductores adultos.

# SIEMBRA DE REPRODUCTORES

- Para obtener una buena producción de larvas se recomienda emplear una proporción de 1.5 a 2 machos por 3 hembras, sin exceder 1.0 kg de biomasa por metro cuadrado, debido a que se disminuye la postura.
- 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).
-

- La proporción sexual de hembras: machos de 3:1 es la más empleada por los acuicultores de Tilapia. Costa-Pierce y Hadikusumah (1995) hacen notar que proporciones inferiores (2:1 o 3:1 comparadas con 4:1 o más) dan como resultado una producción de semilla mayor. Salama (1996) hace constar que la producción de larvas desciende cuando la proporción de hembras:machos cambia de 5:1 a 2:1.
- 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 3 a 6 días dependiendo de la temperatura del agua.
- Para la reproducción de la tilapia se recomienda una temperatura de 28 a 31°C.

# RECOLECCION DE SEMILLAS

- 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, cucharas de anjeo y copos de 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.



- Las hembras de *Oreochromis* incuban las larvas en su boca durante 10 días, tiempo en el que no consumen alimento. Finalizada esta etapa, **requieren dos semanas** para reacondicionarse antes de volver a desovar , esto conduce a que los intervalos entre los desoves sean muy largos y se disminuye la vida reproductiva de las hembras.



**Production, collection and rearing of GMT eggs**





Fig. 13 Centro de Acuicultura Tambo de Mora FONDEPES

# Destete (Clutch-removal)

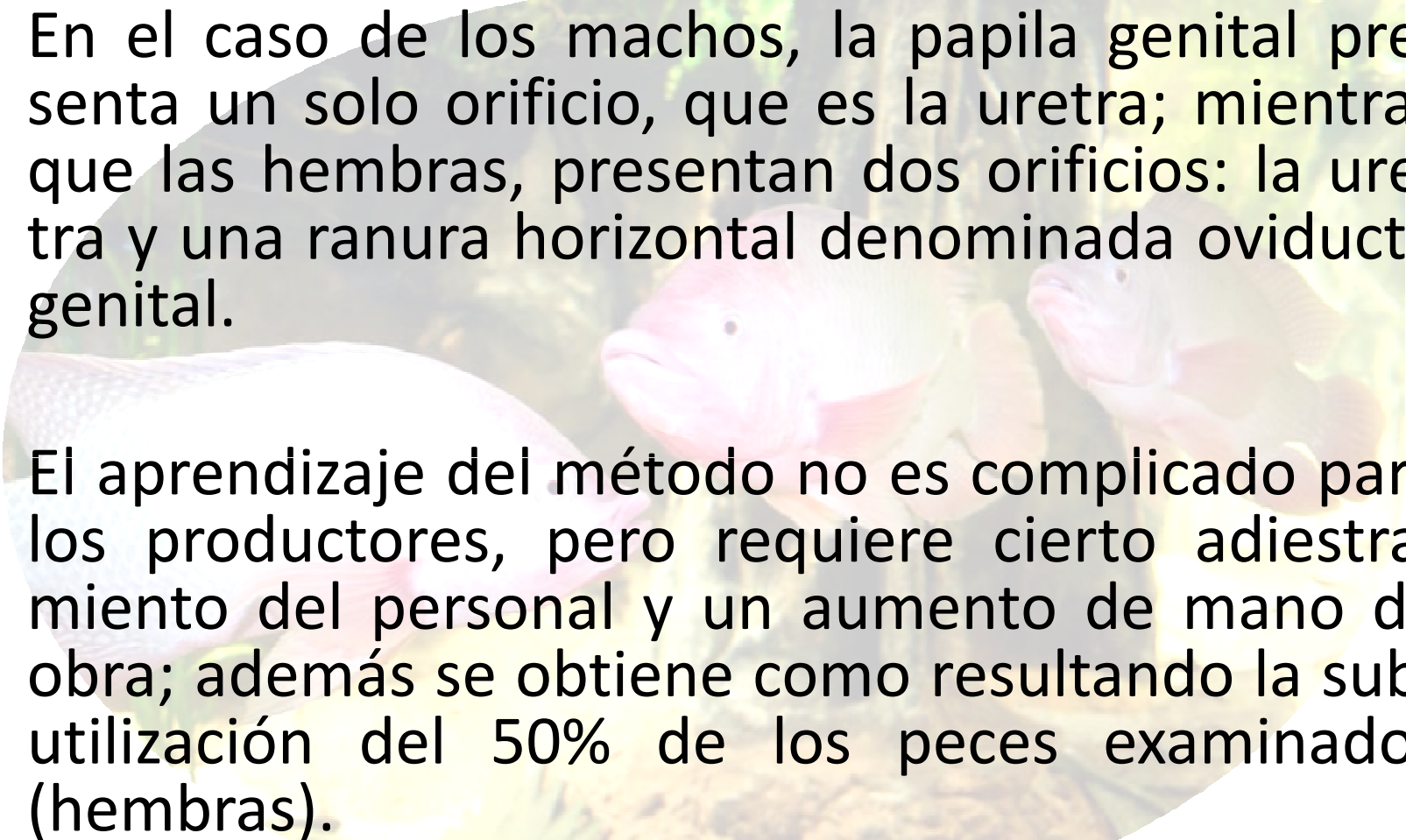
- Una de las principales causas de pérdidas en la productividad de semilla de Tilapia es la incubación bucal.
- La hembra utiliza normalmente 20 a 25 días incubando los huevos y las larvas con saco vitelino. Durante este tiempo, su ingesta de alimento se reduce. Como resultado, precisa de otros 5-10 días para reacondicionar sus ovarios.

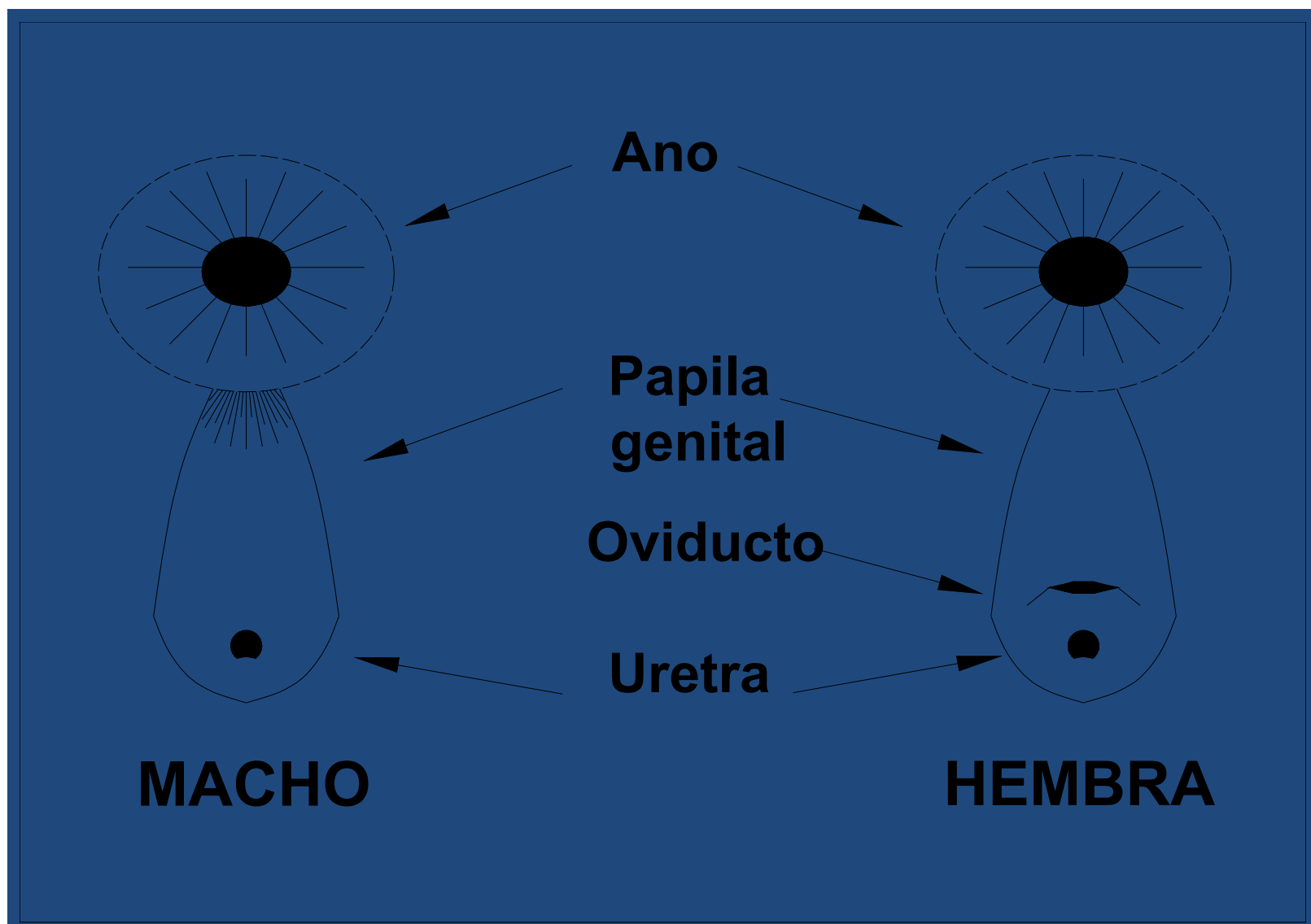
- Está bien establecido que el destete, la práctica de retirar los huevos y larvas recién eclosionadas de la boca de los reproductores de *Oreochromis spp.*, dan como resultado el aumento en la producción de semilla.
- Watanabe et al. (1992) compararon los métodos de incubación natural y de destete, sobre la producción de semilla de la Tilapia Roja de Florida, en tanques de agua salobre y encontraron que el primero sólo obtenía una producción de 3,3 semillas/ m<sup>2</sup>/día, mientras que el segundo método 91,7 semillas/m<sup>2</sup>/ día.
- En ambos métodos, las larvas libres se colectaban del tanque cada 8--16 días mientras que los huevos y las larvas con saco vitelino se recogían una sola vez cada 15 o 16 días en el método de destete.

# FORMAS DE OBTENER MONOSEXO

## 1. Sexado manual

- Consiste en revisar la papila urogenital de ejemplares de tilapia mayores de 10 cm, la hembra posee tres orificios mientras que el macho sólo dos por lo tanto esta diferencia se puede observar coloreando la papila con violeta de genciana. Este método trae muchos problemas y depende de la experiencia de los técnicos.
- Cultivo monosexo: cultivo de sólo machos para el mercado.
- Oviducto: tubo que sirve para el paso de los huevos del ovario.
- Papila: pequeño apéndice carnoso que se proyecta del interior del pez, a través del cual la hembra pasa huevos y orina y el macho pasa esperma y orina.
- Poro urogenital: abertura para la salida de orina y esperma.
- Sexar: Separación manual de peces de ambos sexos en grupos de sólo machos y sólo hembras.

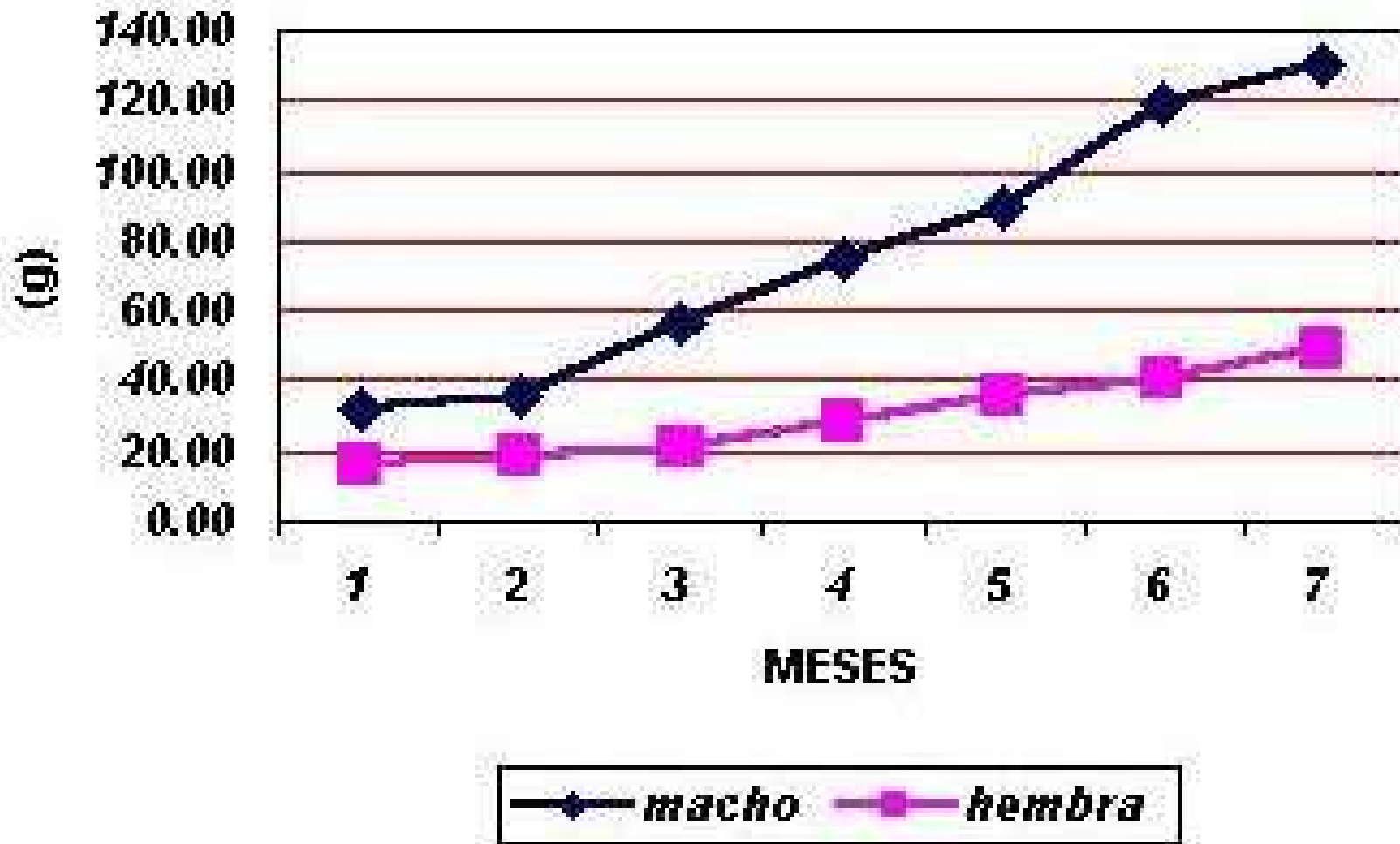
- 
- En el caso de los machos, la papila genital presenta un solo orificio, que es la uretra; mientras que las hembras, presentan dos orificios: la uretra y una ranura horizontal denominada oviducto genital.
  - El aprendizaje del método no es complicado para los productores, pero requiere cierto adiestramiento del personal y un aumento de mano de obra; además se obtiene como resultando la subutilización del 50% de los peces examinados (hembras).



Genitales de Tilapia (*Oreochromis niloticus*).



## DIFERENCIA DE CRECIMIENTO DE MACHOS Y HEMBRAS DE TILAPIA NILOTICA

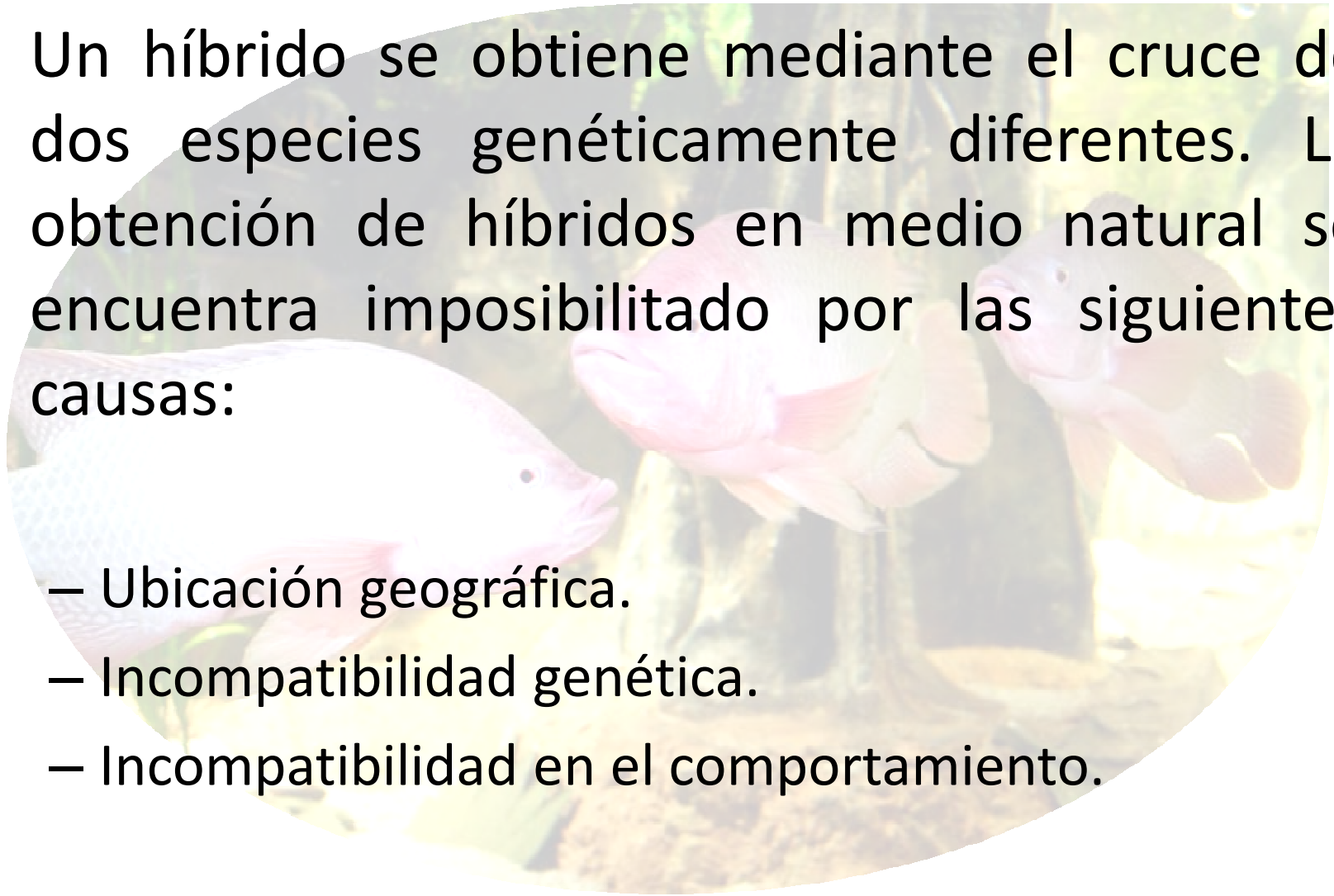


## 2. Hibridación

- Un híbrido es un pez que se obtiene mediante el cruce de dos o más especies genéticamente diferentes; el entrecruzamiento es realizado con la finalidad de producir 100% machos, evitando los problemas de sobrepoblación y enanismo que se presentan en los cultivos de ambos sexos de tilapia. Esta técnica busca el incremento del vigor híbrido, obteniendo especies que tienen mejores atributos que sus progenitores (longitud, altura, crecimiento, hábitos alimenticios, etc.) y coloración externa atractiva. Marcillo (2000).
- Entre los principales híbridos grises machos producto del cruce de dos especies tenemos:
- ***O. u. hornorum (macho) x O. niloticus (hembra)***
- ***O. u. hornorum (macho) x O. mossambicus (hembra)***

- Un híbrido se obtiene mediante el cruce de dos especies genéticamente diferentes. La obtención de híbridos en medio natural se encuentra imposibilitado por las siguientes causas:

- Ubicación geográfica.
- Incompatibilidad genética.
- Incompatibilidad en el comportamiento.



- En las tilapias rojas comerciales existen especies mejoradas genéticamente y mutantes e híbridos de dos o tres especies, entre estas tenemos:
- Roja Florida: ***O. mossambicus ALBINA x O. urolepis hornorum (Sipe, 1985).***
- Roja Manzala: ***O. aureus ROJA., O. niloticus (Egipcia) Roja (Mc Andrew, et. al 1988; Tave, 1991).***
- Roja Jumbo No 1: Roja Florida x ***O. niloticus (Castillo, 1990).***
- Roja Jumbo No 2: Roja Florida **USA x Red Florida ISRAEL**
- Roja Taiwanesa y Filipina: ***O. mossambicus ALBINA x O. niloticus (Kuo, 1984; Galman, Moreau***
- **y Avtalion, 1988; Pruginin, et. al, 1989).**

### **3. Reversión sexual**

- El método para realizar la reversión sexual es suministrar oralmente el complejo hormonal, el cual es fijado en una dieta con los requerimientos alimenticios que necesitan las post larvas, convirtiendo el tejido gonadal de hembras genéticas, en testículos o sea a machos fisiológicos con tejido testicular indiferenciado. La hormona debe suministrarse inmediatamente después de la cosecha en forma continua durante 30 días; las larvas o post-larvas no deben de tener más de 13 mm de longitud total para el comienzo del tratamiento, la cantidad de alimento tratado con hormona es de 250 a 400 gramos por cada 1,000 alevines; esto generará poblaciones de 100% machos (Franco, 2001).

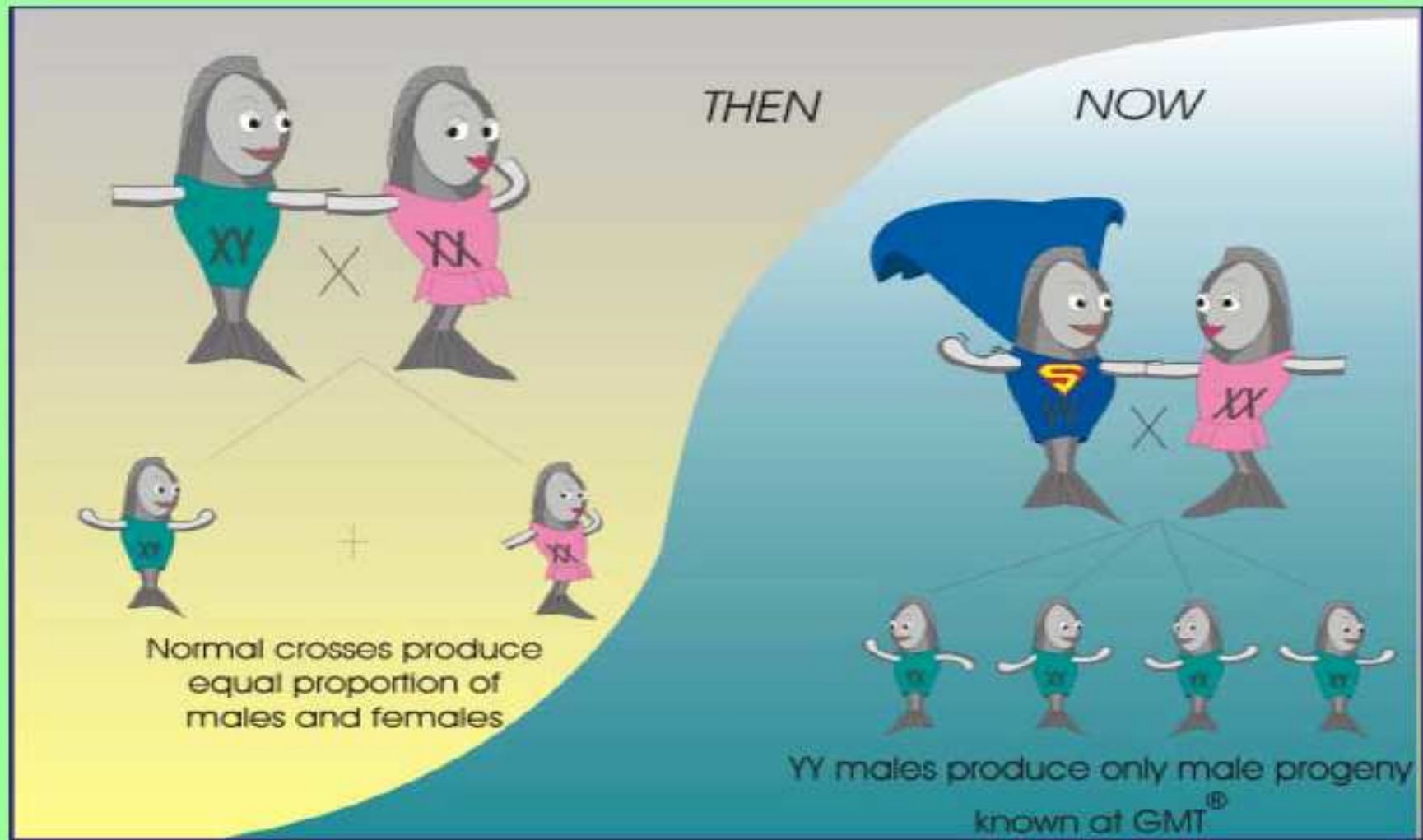
### **4. Ginogénesis**

- Este método se basa en la utilización de rayos ultravioleta para estimular a los huevos a desarrollarse inactivando el esperma. Además existen otros métodos de manipulación cromosómica, como son la androgénesis y la poliploidía que no son tan empleados.

## 5. Supermachos

- Actualmente, la industria de la tilapia se está trasladando del tratamiento hormonal y está adoptando uno de los más recientes avances que involucran el uso de stock de progenie masculina YY conocidos como “supermachos”, que engendran progenie con ratios sexuales superiores al 95 % de machos estas progenes son denominadas Tilapia Genéticamente Macho (GMT) y son peces normales, la cual es una tecnología en armonía con el ambiente.
- Esta tilapia ha sido probadas en el Sudeste Asiático; demostrando un 97% de superioridad en promedio de retornos de (GMT) sobre las tilapias revertidas sexualmente con hormonas, esta tecnología esta siendo desarrollado en EEUU donde la industria ha crecido más de 300 por ciento en los últimos 5 años, (Fitzmons, 2000) y (Roderick, 2000), op cit (Pesca Responsable, 2001)

# GMT Production



# PROCESO DE REVERSION SEXUAL

- 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). En la producción de tilapia es posible realizar el cultivo monosexo. **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 un mayor rendimiento de filete.**
- La reversión sexual se realiza utilizando alimento con 60 ppm de 17-a-metil-testosterona durante los primeros 30 días de edad. Esta hormona es incluida 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 mínimo 8 raciones.



# PREPARACION

- Al alimento molido y tamizado, se le adicionan entre 60 y 120 miligramos de la hormona 17-a-metil testosterona 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.
- Eventualmente se puede adicionar algún tipo de antibiótico como la oxitetraciclina o la terramicina, como preventivo. También se agregan aceite de pescado y de origen vegetal como fuente adicional de energía. Es común adicionar vitamina C disuelta con el alcohol a razón de 250 ppm, como activador del sistema inmunológico y promotor natural de crecimiento.

## EFFECTOS EN EL HOMBRE DEBIDO AL CONSUMO DE PESCADO TRATADO CON HORMONAS

- La dosis mínima recomendada de testosterona, para el hombre es 100 veces mayor que para el total consumido por la tilapia durante la reversión química del sexo. En realidad, la mayor cantidad de dosis de hormona es metabolizada y eliminada antes que el pez alcance su tamaño comercial. Paralelamente, el hígado convierte al compuesto androgénico en sustancia más soluble; y al final es eliminado en la orina o en la bilis.

## EFFECTOS EN EL HOMBRE DEBIDO AL CONSUMO DE PESCADO TRATADO CON HORMONAS

- Cuando la metiltestosterona es suministrada oralmente durante el tratamiento de reversión química del sexo, el 90% de la hormona es excretada a las 24 horas siguientes, y sólo 3 semanas después menos del 1% de la hormona permanece en el cuerpo del pez (Cheryl, 1.984).
- Al pasar el pez por las diferentes fases de crecimiento como: alevín, juvenil y adulto, éste continúa eliminando el remanente del 1% de hormona restante.