



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

**UNIDAD ACADEMICA DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
(CAREN)**

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**TESIS DE GRADO
PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TITULO
REVERSION SEXUAL EN TILAPIAS
CON HORMONA 17ALFA METILTESTOSTERONA
A DIFERENTES DOSIS 40-60-80 mg/Kg. De alimento
En Tena sector Uglopamba**

**AUTOR
DARWIN XAVIER MONTOYA TOAPANTA**

**DIRECTOR DE TESIS
DOCTOR RAFAEL GARZON**

**FECHA DE INICIO
MARZO 2013**

LATACUNGA - ECUADOR

2014

AUTORÍA

El presente trabajo de tesis con Tema “**REVERSION SEXUAL EN TILAPIAS CON HORMONA 17ALFA METILTESTOSTERONA A DIFERENTES DOSIS**” **40-60-80 mg/Kg. de alimento**, corresponde única y exclusivamente a Darwin Montoya.

Atentamente

DARWIN XAVIER MONTOYA TOAPANTA

C.I. 150047925-6

CARTA DE APROBACION

DEL TRIBUNAL DE TESIS

En calidad de Miembros del Tribunal de grado aprueben el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por cuanto el postulante **DARWIN XAVIER MONTOYA TOAPANTA**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes al acto de defensa de tesis.

Por lo antes expuesto se autoriza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga 26 de Mayo del 2013.

Atentamente

Dr. Xavier Quishpe
Presidente del Tribunal

Dra. Jaine Labrada
Miembro del Tribunal

Dr. Jorge Armas
Miembro del Tribunal

CARTA DE APROBACION
DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de director de tesis con el tema, **REVERSION SEXUAL EN TILAPIAS CON HORMONA 17ALFA METILTESTOSTERONA A DIFERENTES DOSIS 40-60-80mg/Kg. de alimento.** Presentada por el postulante **DARWIN XAVIER MONTOYA TOAPANTA** portador de la Cédula de identidad N° 150047925-6. Como requisito previo a la obtención del grado de Médico Veterinario Zootecnista de acuerdo con el reglamento de títulos y grados considero que el trabajo mencionado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador.

Atentamente

Dr. Rafael Garzón.

DIRECTOR.

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta Tesis a toda mi familia.

Para mi madre por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos.

Me ha enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

A mi esposa e hijos que siempre llenan de felicidad mi entorno y me inspiran valor para seguir adelante en la carrera de la vida sin temor a nuevos retos a ellos especialmente les dedico esta Tesis.

A la gente de mi pueblo natal Tena, a mis compañeros de Colegio, amigos y conocidos que nunca han perdido las esperanzas de que algún día pueda culminar mis estudios Universitarios y que siempre han confiado en mí.

AGRADECIMIENTOS

*Esta tesis doctoral, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación por parte del Autor y su director de tesis, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que han sido un soporte en mis estudios. Primero, dar gracias a **Dios**, por estar conmigo en cada paso que doy.*

Me gustaría agradecer sinceramente a mi director y tutor de Tesis, Dr. Rafael Garzón, su esfuerzo y dedicación.

Los consejos recibidos a lo largo de los últimos años por otros profesores y compañeros de la Universidad Técnica de Cotopaxi que de una manera u otra han aportado su granito de arena a mi formación.

Agradecer al Dr. msc Enrique Estupiñan director Académico de la UTC, a la Doctora Mercedes Toro, al doctor Víctor Pallango, al Doctor Xavier Quishpe, al personal que labora en la UTC y a muchos otros Doctores docentes y compañeros ya profesionales con los cuales compartí mi vida de estudios y que siempre han estado pendientes de mi persona.

A todos ellos, muchas gracias de todo corazón.

INDICE PRELIMINAR

	Pg.
Portada.....	i
Autoria.....	ii
Carta de aprobación del tribunal de tesis.....	iii
Carta de aprobación del director de tesis.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice preliminar.....	vii
Índice.....	vii
Indice de Tablas.....	ix
Indice de cuadros.....	ix
Indice de gráficos.....	ix
Resumen.....	x
Summary.....	xi

INDICE

	Pg.
Introducción.....	1
Objetivos.....	2

Capítulo I

Revisión bibliográfica.....	3
1. Generalidades.....	3
1.1. La Tilapia.....	3
1.2. Taxonomía de la tilapia.....	4
1.3. Biología de la tilapia.....	3
1.4. Hábitos reproductivos.....	6
1.5. Hábitos alimenticios.....	7

1.6. Requerimientos medioambientales.....	8
1.7. Infraestructura de producción.....	9
1.8. Sistemas de producción.....	11
1.9. Manejo de estanques.....	12
1.10. Manejo de los alevines	14
1.11. Densidades de siembra.....	15
1.12. Alimentación.....	16
1.13. Sanidad.....	18
1.14. Reversión sexual en tilapias.....	21
1.15. Andrógenos.....	22
1.16. Testosterona.....	25
1.17. Glosario de términos.....	32

Capítulo II

2. Materiales y métodos.....	34
2.1. Tipo de investigación.....	34
2.2. Características del área de experimento.....	34
2.3. Materiales y reactivos.....	36
2.4. Universo de estudio.....	36
2.5. Unidad de estudio.....	37
2.6. Metodología.....	37
2.8. Trabajo campo.....	37

Capítulo III

3. Resultados discusión	49
4. Conclusiones.....	57
5. Recomendaciones.....	59
7. Referencias y Bibliografía.....	60
8. Anexos y fotos.....	62

INDICE DE TABLAS

	Pg.
Tabla N°1. Taxonomía de la tilapia.....	4
Tabla N°2. Recambio de agua.....	16
Tabla N°3. Porcentajes por biomasa.....	17
Tabla N°4. Datos Geográficos.....	35

INDICE DE CUADROS

	Pg.
Cuadro N°1 Cronograma de actividades... ..	45
Cuadro N°2 Distribución de los grupos al inicio del proceso 1° día... ..	46
Cuadro N°3 Presupuesto	48
Cuadro N°4 Resultados obtenidos al final del experimento 60 días... ..	49
Cuadro N°5 Porcentaje de mortalidad.....	51
Cuadro N°6 Numero de tilapias machos a los 60 días.....	53
Cuadro N°7 Análisis Económico costo/beneficio.....	55

INDICE DE GRAFICOS

	Pg.
Grafico 1. Estructura Química de la hormona 17 alfa metil testosterona.....	24
Grafico 2. Peso inicial de biomasa.....	47
Grafico 3. Peso final de biomasa.....	50
Grafico 4. Porcentaje de mortalidad.....	52
Grafico 5. Porcentaje de machos y hembras.....	54
Grafico 6. Relación costo/beneficio.....	56

RESUMEN

La presente investigación se realizó, en la Provincia de Napo, Cantón Tena, sector Uglopamba a una altitud de 518 m.s.n.m. Temperatura promedio 25°C, Humedad relativa 90%, Precipitación: 4000 a 5000 m.m. anuales en. El tipo de investigación realizado es descriptivo, ya que el estudio se enfocó a la observación directa de los caracteres morfológicos de los peces especialmente a lo que se refieren los poros genitales de la tilapia.

La investigación consistió en probar la hormona 17 alfa metil testosterona a diferentes dosis (40, 60, 80 mg), como método para producir reversión sexual, aplicando conjuntamente con el alimento, para el diseño de la investigación se elaboró 3 tratamientos y un grupo testigo, conformado por 100 alevines de tilapia de 3 días de edad. (1)

La hormona se aplicó desde el cuarto día hasta los 28 días, se realizó pesaje promedio, medición de tamaño, y el sexage se realizó al finalizar la etapa de Precria a los 60 días, donde los poros genitales están completamente desarrollados.

Se logró obtener un porcentaje de casi el 100% de Reversión Sexual para los grupos experimentales 2 y 3, con dosis de 60mg/Kg y 80mg/Kg de alimento. Para el grupo experimental 1 se obtuvo un porcentaje del 86% de reversión sexual con dosis de 40mg/Kg de alimento.

Después del proceso de reversión sexual comparamos los tres grupos experimentales versus el grupo testigo, en relación con el peso, talla, y tipo de sexo obtenido, se obtuvo un mejor peso de 27gr con una dosis de 60mg/Kg de alimento, en el grupo experimental 2 en relación con el peso promedio del grupo testigo que es de 21 g. (9)

SUMMARY

The present investigation was made, in the Province of Napo, Tena Corner, to an altitude of 518 m.s.n.m. Temperature average 25°C, relative Humidity 90%, Precipitation: 4000 to 5000 m.m. annual in. The made type of investigation is descriptive, since the study I focus specially to the direct observation of the morphologic characters of the fish to which the genital pores of tilapia talk about pías.

The investigation consisted of proving hormone 17 metil alpha testosterone to different doses (40, 60, 80 mg), like method to produce sexual reversion, applying jointly with the food, for the design of the investigation I am elaborated 3 treatments and a group witness, conformed percent alevines of tilapia of 3 days of age.

The hormone I am applied from the fourth day to the 28 days, was made pesaje average, measurement of size, and sexage was made when finalizing the stage of recría to the 60 days, where the genital pores completely are developed.

Profit to obtain a percentage of the 100% of Sexual Reversion for experimental groups 2 and 3, with dose of 60mg/Kg and 80mg/Kg of food. For experimental group 1 a percentage of 90% of sexual reversion with dose of 40mg/Kg of food was obtained.

After the process of sexual reversion we compared the three experimental groups versus the group witness, in relation to the weight, carves, weight of biomass and type of obtained sex, obtained a better weight of 27gr with a dose of 60mg/Kg of food, in experimental group 2 in relation to the weight average of the group 21 witness who is of g.

INTRODUCCION

En la actualidad los cultivos de tilapia mono-sexo (solo machos) ha sido de mucha importancia en toda crianza de tilapia, debido a que tienen un mayor rendimiento de talla y peso que la hembra y un mayor control en la sobrepoblación. Muchos productores utilizan la técnica de sexado manual para obtener cultivos mono-sexo (cultivo de solo machos). (8)

Ya que la tilapia madura antes de la talla comercial (300 500gramos) por lo cual el pez gasta energía en productos sexuales y no en carne la hembra incuba los huevos ya fertilizados en su boca y no se alimenta, las tilapias maduran desde los 3 a 4 meses de edad y la hembra madura más temprano además que tiene menor rendimiento en el cultivo que el macho. (12)

En la presente investigación se va administrar a alevines de tilapia la hormona 17 alfa - metil testosterona a diferentes dosis, teniendo como objeto establecer una dosis óptima, que permita mayor rendimiento en carne y logre reducir costos de producción a través del proceso de reversión sexual.

Son importantes los estudios sobre la cantidad de hormona administrada, ya que se hacen necesarios para evaluar el verdadero impacto que esta hormona pueda tener sobre la salud humana constituyéndose en la base para recomendar medidas de control en procesos de reversión sexual. Además por medio de éste estudio completaré uno de los requisitos para la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista. (16)

OBJETIVOS

General.-

- Producir alevines de tilapia fenotípicamente machos. con el uso de la hormona 17 alfa metiltestosterona a diferente dosis 40-60-80 mg/Kg de alimento.

Específicos.-

- Determinar cuál de las tres dosis 40, 60,80 mg de la hormona alfa metil testosterona con administrada a los alevines de tilapia con el alimento. permite obtener un mayor porcentaje de reversión sexual.
- Realizar el análisis económico en la relación costo/beneficio.

Hipótesis.-

Ho: El uso de la hormona 17 alfa metil testosterona no ayuda a la inducción de tilapias machos.

Ha: El uso de la hormona 17 alfa metil testosterona ayuda a la inducción de tilapias machos.

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

1. GENERALIDADES

1.1. La tilapia es el nombre genérico con el que se denomina a un grupo de peces de origen africano, que consta de varias especies, algunas con interés económico, pertenecientes al género **Oreochromis**. Habitan mayoritariamente en regiones tropicales , donde se dan las condiciones favorables para su reproducción y crecimiento. Entre sus especies destacan la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), la tilapia azul(*Oreochromis aureus*) y la tilapia de Mozambique (*Oreochromis mossambicus*). (12)

Sus extraordinarias cualidades, como crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades poblacionales, adaptación al cautiverio y a una amplia gama de alimentos, resistencia a enfermedades, carne blanca de calidad y amplia aceptación, han despertado gran interés comercial en la acuicultura mundial. **Son** peces de aguas cálidas, que viven tanto en agua dulce como salada e incluso pueden acostumbrarse a aguas poco oxigenadas. (2)

En cuanto al dimorfismo sexual de la especie, se ha mencionado que los machos son más grandes y poseen mayor brillo y color, que las hembras. La reproducción se caracteriza por ocurrir una incubación bucal, además de que se cuida la cría. Respecto a su alimentación, la tilapia, come todo tipo de alimentos vivos, frescos y congelados. Asimismo aceptan alimentos secos para peces, en particular pellets humectados previamente. Los machos de la tilapia crecen más rápidamente y alcanza un tamaño mayor que la hembra. (16)

TABLA N° 1

1.2. TAXONOMÍA DE LA TILAPIA (4)

REYNO	Animali	ORDEN	Perciformes
PHYLUM	Vertebrata	SUBORDEN	Percoide
SUBPHYLUM	Craneata	FAMILIA	CICHLIDAE
SUPERCLASE	Gnathostomata	GENERO	Oreochromis
SERIE	Piscis	ESPECIE	Niloticus
CLASE	Teleostomi	SUBCLASE	Actinopteryguiui

1.3. Biología de la tilapia

1.3.1. *Morfología externa*

Presenta un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido y discooidal, raramente alargado. La boca es pro táctil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios gruesos; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos. Para su locomoción poseen aletas pares e impares. Las aletas pares las constituyen las pectorales y las ventrales; las impares están constituidas por las aletas dorsales, la caudal y la anal.

La parte anterior de la aleta dorsal y anal es corta, consta de varias espinas y la parte terminal de radios suaves, disponiendo sus aletas dorsales en forma de cresta. La aleta caudal es redonda, trunca y raramente cortada, como en todos los peces, esta aleta le sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación y al lanzarse en el agua.

1.3.2. Caracteres sexuales

La diferenciación externa de los sexos se basa en que el macho presenta dos orificios bajo el vientre: el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario. El orificio urogenital del macho es un pequeño punto, el orificio urinario de la hembra es microscópico, apenas visible a simple vista, mientras que el poro genital se encuentra en una hendidura perpendicular al eje del cuerpo.

1.3.3. Morfología Interna

El sistema digestivo de la tilapia se inicia en la boca, que presenta en su interior dientes mandibulares y continúa con el esófago y el estómago. El intestino es en forma de tubo que se adelgaza después del píloro. El aparato reproductor está constituido por un par de gónadas que en las hembras son ovarios de forma tubular alargada de diámetro variable. En los machos los testículos también son pares y tienen el aspecto de pequeños sacos de forma alargada. (12)

1.3.4. Desarrollo Embrionario

La penetración del espermatozoide en el óvulo es llamada *impregnación*, presentándose una reacción cortical para evitar la entrada de otro espermatozoide. El huevo pasa a través de un proceso de dilatación para posteriormente formarse dos partes de la masa central, que se distingue por su forma y color.

El polo animal se alza como un pequeño glóbulo sobre la masa vitelina y adquiere una coloración amarillo oscuro; tras un breve intervalo cuya duración depende de la temperatura del agua, comienza la segmentación del polo animal, dividiéndose sucesivamente en dos, cuatro, ocho, dieciséis y treinta y dos células respectivamente. En esta fase el embrión presenta el aspecto de "mora", conociendo por lo tanto este estadio como *mórula*. (3)

1.3.5. *Etapas de crecimiento*

- **Alevín.** Se llama así al pez recién salido del huevo y que aún conserva el saco vitelino, el cual es la fuente de alimentación del pez durante días.
- **Cría.** Se denomina de esta manera al pez cuando absorbió por completo el saco vitelino y comienza a alimentarse por sí mismo.
- **Juvenil.** El organismo sigue creciendo; sus necesidades nutritivas se van diferenciando y se asemejan más a las de un organismo adulto.
- **Adulto.** El pez alcanza su madurez sexual

1.4. **Hábitos reproductivos**

Es una especie muy prolifera, a edad temprana y tamaño pequeño.

Se reproduce entre 20-25°C (trópico). La madurez sexual se da a los 2 ó 3 meses.

Con un peso de 250 a 500 gr y talla de 12 a 13 cm.

La luz también influye en la reproducción, el aumento de la iluminación o disminución de 8 horas dificultan la reproducción.

A continuación se describe la secuencia de eventos del comportamiento reproductivo (apareamiento) de *Oreochromis niloticus* en cautividad:

- En el fondo del estanque el macho delimita y defiende un territorio, limpiando un área circular de 20 a 30 cm de diámetro forma su nido.
- En estanques con fondos blandos el nido es excavado con la boca y tiene una profundidad de 5 a 8 cm.
- La hembra es atraída hacia el nido en donde es cortejada por el macho.

- La hembra deposita sus huevos en el nido para que inmediatamente después sean fertilizados por el macho.
- La hembra recoge a los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido. El macho continúa cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse.
- Para completarse el cortejo y desove requieren de menos de un día.
- Antes de la eclosión los huevos son incubados de 3 a 5 días dentro de la boca de la hembra.
- Las hembras no se alimentan durante los períodos de incubación y cuidado de las larvas. Las larvas jóvenes (con saco vitelino) permanecen con su madre por un periodo adicional de 5 a 7 días, escondiéndose en su boca cuando el peligro acecha.
- La hembra estará lista para aparearse de nuevo aproximadamente una semana después de que ella deja de cuidar a sus hijos.
- Después de dejar a sus madres los pececillos forman grupos (bancos) que pueden ser fácilmente capturados con redes de pequeña abertura (ojo) de malla.(13)

1.5. Hábitos alimenticios

El género *Oreochromis* se clasifica como Omnívoro, por presentar mayor diversidad en los alimentos que ingiere, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton. Las tilapias son peces provistos de branquia-espinas con los cuales los peces pueden filtrar el agua para obtener su alimentación consistiendo en algas y otros organismos acuáticos microscópicos.

Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Esto ayuda en el proceso de absorción en el intestino, el cual mide de 7 a 10 veces más que la longitud del cuerpo. Una característica de la mayoría de las tilapias es que aceptan fácilmente los alimentos suministrados artificialmente. Para el cultivo se han empleado diversos alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria. (7)

1.6. Requerimientos medioambientales

Para el óptimo desarrollo de la tilapia se requiere que en el sitio de cultivo se mantengan los requerimientos medio ambientales en los siguientes valores:

- ***Temperatura:***

Los rangos óptimos de temperatura oscilan entre 20-30 °C pueden soportar temperaturas menores. A temperaturas menores de 15 °C no crecen.

La reproducción se da con éxito a temperaturas entre 26-29 °C

Los límites superiores de tolerancia oscilan entre 37-42 °C.

- ***Oxígeno Disuelto:***

Soporta bajas concentraciones, aproximadamente 1 mg/l, e incluso en períodos cortos valores menores. A menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce, por consiguiente el crecimiento de los peces.

Lo más conveniente son valores mayores de 2 o 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz.

- ***pH:***

Los valores óptimos de pH son entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de 5, pero sí pueden resistir valores alcalinos de 11.

- ***Turbidez:***

Se deben mantener 30 centímetros de visibilidad (lectura del Disco Secchi).

- ***Altitud:***

850 a 2,000m.s.n.m.

- ***Luz o Luminosidad:***

La radiación solar influye considerablemente en el proceso de fotosíntesis de las plantas acuáticas, dando origen a la **productividad primaria**, que es la cantidad de plantas verdes que se forman durante un período de tiempo. (9)

1.7. Infraestructura de producción.

Hay tres formas de producir peces de acuerdo con las instalaciones y son:

- ***Estanque en tierra.***

La producción de peces en estanques de cultivo puede proveer proteína y ganancias para los granjeros. La tilapia es fácil de cultivar y da buenos rendimientos si se sigue un plan de manejo.

- ***Corrales.***

Se puede construir un corral en la parte menos profunda de un arroyo, un río, un lago o un embalse.

La profundidad del agua en un corral no deberá exceder de 1.5 m en la parte más honda, también deberá asegurarse de que la misma nunca sea inferior a 1 m, incluso durante la estación seca. El corral deberá colocarse en un lugar donde la corriente de agua sea suave y no rápida. Tendrá que estar protegido del viento, de manera que la superficie del agua se mantenga tranquila y no se agite.

- ***Jaulas flotantes.***

Las jaulas se pueden construir en una gran variedad de formas, utilizando materiales como el bambú o tablas de madera y alambre, nylon u otras mallas sintéticas. Las estructuras de soporte sostienen las jaulas sobre el agua. Pueden variar de tamaño entre uno a varios cientos de metros cúbicos y pueden ser de cualquier forma. (9)

1.7.1. Fuente de Agua:

El agua debe proceder de un lugar ubicado más alto que el estanque, de tal forma que pueda llegar a él por gravedad. El abastecimiento de agua debe estar ubicado lo más cercano posible, tener disponibilidad de agua todo el tiempo y que no esté contaminada. Puede provenir de fuentes como: manantiales, quebradas, ríos y reservorios. El agua debe ser conducida por acequia, manguera o tubería plástica desde la fuente de agua más próxima. La cantidad de agua necesaria varía de acuerdo al número de peces por m², a mayor densidad de siembra, mayor cantidad de agua o mayor recambio de agua. (8)

1.7.2. Calidad del suelo:

Los mejores suelos para la construcción de estanques son los franco-arcillosos, puesto que retienen bien el agua y son fáciles de trabajar. El suelo debe tener por lo menos un 20% de arcilla, un método muy sencillo para determinar el sitio donde pensamos construir nuestro estanque es:

- a. Se toma un puñado de tierra de la superficie y se aprieta hasta formar una bola, se tira hacia arriba la bola y se recoge al caer. Si la bola se deshace quiere decir que el suelo contiene demasiada arena o grava y por esto no nos sirve. Si la bola no se rompe, aún no se puede estar seguro si el suelo es apto para la construcción, así que se hace una segunda prueba.

- b. Se cava un hoyo de unos 80 cm de profundidad y se llena de agua, luego se cubre con ramas frondosas. A las 12 horas el agua se habrá filtrado, entonces se debe llenar y tapar nuevamente. Si a las 12 horas de hacer esto la mayor parte del agua está todavía en el hoyo, quiere decir que el suelo retiene el agua lo suficiente para que se pueda construir un estanque.(13)

1.7.3. Forma y tamaño del estanque:

La forma ideal de un estanque es rectangular, sin embargo, muchas veces la forma depende del relieve y del tamaño del predio. Las ventajas del estanque rectangular son las siguientes: Es más fácil y rápida la cosecha, mejor aprovechamiento del agua de recambio, puesto que recorre toda la totalidad del estanque. El tamaño puede ser de varias hectáreas hasta unos cuantos metros cuadrados, dependiendo del tipo de piscicultura, la especie a cultivar, la topografía de la finca.

1.7.4. Profundidad:

La profundidad ideal es de un metro promedio, es decir de 0.8 metros en la parte más profunda y 1.2 en la parte más profunda. Estanques con profundidad inferior a 0.5 metros son propicios para el fácil calentamiento del agua y proliferación de plantas acuáticas. Estanques con profundidades superiores a 2 metros son muy difíciles de manejar (pesca), son costosos y se pierde el espacio de 1.5 hacia abajo, puesto que la luz solar no llega hasta allá y por supuesto los peces tampoco. (8)

1.8. Sistemas de producción

1.8.1. Extensivos:

Se realiza con fines de repoblamiento de un cuerpo de agua determinado. Se realiza en embalses y reservorios, dejando que los peces subsistan de la oferta de alimento natural que se produzca. El estanque tiene un sistema de drenaje, no hay control sobre el abastecimiento del agua; la tasa de siembra varía de 10,000 a 20,000 peces/Ha.

1.8.2. Semi-intensivos:

Se practican en forma similar a la extensiva pero en estanques construidos por el hombre, en donde se hace abonamiento y algo de alimento de tipo casero o concentrado. Las tasas de siembra en estos sistemas varían de 50,000 a 100,000 peces/Ha, generalmente la duración del ciclo de producción es de cinco a seis meses. El tamaño de los estanques es desde 2Ha hasta pocos metros cuadrados. (12)

1.8.3. Intensivos:

Se efectúa con fines comerciales en estanques construidos, la alimentación básicamente es concentrada con bajos niveles de abonamiento. La densidad de siembra final va de 5 a 20 peces /m² dependiendo del recambio y/o aireación suministrada al estanque. En este sistema se pueden utilizar estanques de tierra, de concreto o jaulas flotantes.

1.8.4. Súper intensivos:

Aprovecha al máximo la capacidad del agua y del estanque. Se hace un control total de todos los factores y en especial a la calidad del agua, aireación y nutrición. Se utilizan alimentos concentrados de alto nivel proteico. Las densidades de siembra finales están por encima de 20 peces/m². Deben hacerse recambios diarios de agua, también se utilizan aireadores mecánicos. Los estanques son de concretos y de tipo “race-ways” (12).

1.9. Manejo de estanques

1.9.1. Elementos que conforman un estanque

a.- Dique:

Es un terraplén compacto para retener el agua, su altura es igual a la profundidad del agua más una porción de borde libre para evitar el desbordamiento. A la parte superior del dique se le denomina Corona y el Talud es la parte lateral o parte inclinada de los estanques.

b.- Entrada y salida de agua:

Deben ubicarse en extremos opuestos al estanque, esto permite una mejor circulación y adecuado recambio de la misma. El tubo de la salida del agua debe ser giratorio de tal manera que al querer desocupar el estanque tan solo se necesita acostarlo sobre el fondo. (12)

c.- Rebosadero:

Para evitar que el agua sobrante de lluvias o de exceso de caudal cause desbordamientos se construye un rebosadero unos 5 a 10 centímetros por encima del nivel del agua.

d.- Caja de pesca:

Es una estructura localizada en la parte profunda del estanque, cerca del desagüe, generalmente 30 cm por debajo del fondo. Sirve para recoger la cosecha cuando se desocupa un estanque.

e.- Bocatoma:

Es la estructura que se localiza en la fuente de agua, su dimensión depende del caudal a tomar.

f.- Desarenador:

En pisciculturas a gran escala, con altas densidades y fuentes de agua que se enturbian en invierno, el desarenador que consiste en un estanque con diferentes barrenas para retener los sedimentos y partículas en suspensión.

g.- Canal de conducción:

Es la estructura que conduce el agua desde la fuente hasta los estanques. Puede ser canal abierto o por tubería. (12)

1.9.2. Preparación del estanque

a.-Desinfección:

La apropiada desinfección del estanque, entre los ciclos de cultivo, reduce la probabilidad de que se transmitan tóxicos metabólicos a la subsiguiente población de peces.

b.- Secado:

Después de cada cosecha, debe permitirse que el fondo del estanque se seque y se resquebraje para oxidar el material orgánico que se ha sedimentado a través del ciclo de cultivo anterior. (9)

c.- *Remoción del suelo.*

Utilizando un rastrillo se deberá remover la capa superficial hacia abajo y levantar el lodo inferior hacia arriba, para efectuar la oxidación completa de la capa inferior del fango anaeróbico.

d.- *Encalado:*

Es una medida de conservación de los estanques y tiene una acción muy beneficiosa sobre el estado sanitario de los peces, por otro lado favorece la producción y sus factores biológicos. El encalado, efectuado con cal viva, tiene una acción antiparasitaria, actúa destruyendo todo tipo de parásitos de los peces.

e.- *Fertilización:*

Fertilizando el agua con abono orgánico o fertilizantes químicos, se puede subir la producción de fitoplancton y zooplancton. Una vez fertilizado el estanque se debe controlar, mediante la coloración del agua que debe ser verde esmeralda; también se utiliza el método artesanal de introducción del codo para determinar a qué punto se pierde la visibilidad de la mano que está relacionada con la turbidez del agua. (9)

1.10. Manejo de los alevines

1.10.1. *Recolección de alevines.*

Se lleva a cabo en las orillas de los estanques se recolecte a los alevines y se los selecciona cerniéndolos con una tela de 3 mm,

Y que no sobrepasan los 13 mm de longitud y se cuentan, depositándose en los tanques de cemento. Se van a recolectar 400 alevines de 3 días de nacido.

1.10.2. *Empaque y transporte de alevines.*

Una de las actividades en el cultivo de peces es su transporte; pueden utilizarse diferentes recipientes. Los alevines son colocados en bolsas plásticas (dobles) con 1/3 de agua y 2/3 de oxígeno puro, sellada con ligas de hule. El empaque se debe efectuar muy temprano para evitar que la siembra se realice con altas temperaturas.

1.10.3. *Aclimatación y siembra.*

Antes de la siembra de los peces se debe igualar la temperatura del agua de transporte y del agua donde los peces van a ser sembrados.

Por lo general, esto requiere de 15 a 30 minutos. Una diferencia de temperatura no mayor a 3° C es tolerable.

Durante el procedimiento de recambio del agua y aclimatación de los peces, las bolsas plásticas tienen que estar flotando sobre la superficie del agua donde estos van a ser soltados. Luego, se permite a los peces nadar afuera de las bolsas hacia su nuevo ambiente.

Por ningún motivo arroje a los peces, a su nuevo ambiente, desde cualquier altura.

En esta etapa, los peces pueden ser fácilmente heridos por un manejo áspero, ya que estarán débiles debido al transporte. Por lo tanto, permítales nadar tranquilos.

1.11. *Densidades de siembra.*

El más importante es la cantidad de agua, (Litros / segundo) que entre al estanque. La cantidad de peces a sembrar por metro cuadrado depende en forma importante del mercado que se pretenda manejar y del caudal de agua disponible que pueda entrar al estanque, lo ideal es aprovechar al máximo el área del estanque, tener más cantidad de peces por metro cuadrado, con esto nos evitamos la construcción y el manejo de otros estanques. Para cada región la densidad de siembra es totalmente diferente, porque las propiedades físico-químicas del suelo y agua cambian de un lugar a otro, de una finca o la otra. Lo mejor que se puede hacer es sembrar poco a poco a los peces, e ir subiendo la población. (13).

TABLA N° 2

1.11.1. REFERENCIA PARA SIEMBRA DE ALEVINOS EN ESTANQUES CON RECAMBIO CONSTANTE DE AGUA: (17)

<i>Entrada de agua</i>	<i>Densidad de siembra</i>
1 – 3 litros/segundo	Hasta 4 peces por metro cuadrado
6 – 10 litros/segundo	Hasta 15 peces por metro cuadrado
40 - 60 litros/segundo	Hasta 20 peces por metro cuadrado. (Aunque en varias piscícolas han retado los estanques con este recambio de agua hasta 30 peces por metro cuadrado).

1.12. Alimentación

Para tener éxito y rentabilidad en el cultivo es importante controlar al parámetro quizá más costoso, la alimentación. El mejor método para saber cuánto alimento suministrar al día es utilizar el muestreo de población, que consiste en sacar el 10% de los peces, tomar su peso promedio, multiplicarlo por el número total de animales del estanque obteniendo la **BIOMASA** que nos sirve para ajustar la ración diaria según un porcentaje establecido para cada peso promedio.

Tomaremos un Ejemplo: Peso promedio = 60 gramos.

Número de peces en el estanque = 100 $60 \times 100 = 6000$ gramos

La biomasa es de 6000 gramos en el estanque y se le saca el porcentaje. (12)

TABLA N° 3

1.12.1. PORCENTAJES POR BIOMASA

Peso promedio en gramos (tilapia)	% de biomasa
Menos de 5 gramos	10
De 5 a 20 gramos	8
De 20 a 50 gramos	6
De 50 a 100 gramos	4
De 100 a 200 gramos	3.5
De 200 a 300 gramos	3
De 300 a 500 gramos	2.5

Entonces tomando el ejemplo anterior tenemos que: 6.000 gramos de biomasa x 4% = 240 gramos. Es decir, la ración de concentrado es 240 gramos al día, repartidos en 3 o 4 raciones. Es de anotar que a mayor temperatura del agua el suministro de alimento es mayor. (12)

1.13. Sanidad.

1.13.1. Control y normas sanitarias

La tilapia es una especie muy resistente a enfermedades y si se siguen controles y normas sanitarias es poco probable que puedan presentarse problemas.

- Mantener estabilidad de las condiciones ambientales.
- En la siembra, eliminar predadores y/o competidores.
- Mantener siempre el suministro principal de agua.
- Observar en las horas críticas, la presencia de peces en la superficie.
- Tomar las muestras de agua en horas regulares, de superficie y fondo.
- Realizar limpieza diaria de filtros.
- No permitir una turbidez menor a 20 cm de visibilidad.

a.- Factores *No Biológicos del medio exterior:*

La luz, el contenido de oxígeno, la mineralización del agua y la reacción activa del medio (pH). Estos factores pueden ejercer una real influencia sobre los alevines.

b.- Factores *Biológicos:*

juegan un gran papel en el surgimiento de una plaga; entre ellos son de gran importancia: - Densidad de población - Edad y especie.

3.13.2. Síntomas de enfermedad

El comportamiento del pez enfermo visualmente se diferencia del comportamiento de los peces saludables:

- El ascenso de los peces del fondo a la superficie
- La flacidez de su inmovilidad
- Sus movimientos giratorios
- Capa de mucosidad
- Presencia de manchas
- Cambios en el color de la dermis. (6)

1.13.3. Principales enfermedades de las tilapias

a.- Enfermedad:

ERGASILOSIS

Causa: Varias especies de Ergasilus

Sintomatología: Los peces se aíslan, dejan de comer, los parásitos se alojan en las branquias, miden de 1 a 3 mm.

Tratamiento: Dipterex o Masoten (Polvo) dosis de 0.5 mg por litro de agua en el estanque por semana, hasta su erradicación.

b.- Enfermedad:

ASCITIS INFECCIOSA

Causa: Bacterias Aeromonas Pseudomonas

Sintomatología: Abultamiento del vientre, forma crónica, lesiones ulcerosas en la piel. Forma aguda: líquido sanguinolento en el vientre, ojos hundidos, inflamación de órganos.

Tratamiento: Oxitetraciclina (Polvo) terramicina mezclar de 3 a 8 en un kg de alimento en proporción al 3% del peso total del pez durante 7 días. (6)

c.- Enfermedad:

SAPROLENIASIS OMICOSIS

Causa: Hongo saprolenia

Sintomatología: Manchas blancas algodonosas, sobre el cuerpo, aletas y cabeza. Aislamiento del pez, no come y su nado es lento.

Tratamiento: Permanganato de potasio en cristales, en concentraciones de 2mg por litro de agua en el estanque.

d.- Enfermedad:

TRICODINIASIS

Causa: Parásito Protozoario Trichodina ssp.

Sintomatología: Exceso de mucosidad en cuerpo de branquias. Desprendimiento de escamas y enrojecimiento en zonas afectadas.

Tratamiento: Dipterex o Masoten (Polvo) dosis de 0.5 mg por litro de agua en el estanque por semana, hasta su erradicación. (6)

1.14. Reversión sexual en tilapias.

1.14.1. Selección y características de los organismos para la reversión sexual

Es deseable que los peces que vayan a ser tratados, sean gonocóricos o hermafroditas, que son formas de definición sexual en peces, la primera se caracteriza por que el organismo presenta la potencialidad de definir su gónada hacia ovario o testículo. Y la segunda es en la que los peces poseen tejido ovárico o testicular en la misma.

En general para todas las investigaciones se han usado crías las cuales aún no absorben el saco vitelino, con la finalidad de que el primer alimento artificial que consuman contenga el esteroide deseado que iniciara el cambio fisiológico dentro del organismo. (14)

1.14.2. Selección del Esteroide, dosis y tiempo de aplicación

Los andrógenos más usados para lograr la inducción sexual a machos son los siguientes:

17 alfametiltestosterona. -11 ketotestosterona. -17 etiniltestosterona.

Testosterona-propionato. -Androsterona. -Metil-androstandiol.

La potencia de estos andrógenos para producir la inversión sexual varía.

El esteroide masculinizante más usado en la reversión sexual en tilapias ha sido la 17 alfa metiltestosterona, ya que es eficaz y fácil de conseguirse.

1.14.3. Métodos de aplicación del esteroide

Se definen tres formas principales de aplicación de los esteroides en peces:

- La Inyección subcutánea de los cristales de esteroide bajo la piel la cual fue muy usada antes de que se fabricaran los esteroides sintéticos.
- La Inmersión de los organismos en agua que contenga los esteroides.
- Dar alimento balanceado tratado con el esteroide. Este método es el más frecuente para la mayoría de las especies en las que se ha hecho inversión sexual y muy especialmente en la tilapia.

1.14.4. Formas de comprobación de la reversión sexual

La forma más frecuente de comprobar la inversión sexual es por medio del análisis de los caracteres sexuales secundarios. Estas pueden ser modificaciones en las aletas, presencia de accesorios en alguna parte del cuerpo, modificación de las mandíbulas, etc.

Estas características se pueden apreciar cuando los peces han crecido, por ejemplo en la tilapia se puede definir el sexo por medio de la observación de los poros ventrales, ya que las hembras presentan tres y los machos solamente dos y una papila bien definida. Estos se definen claramente cuando se tiñe con azul de metileno el vientre del pez para tener mayor seguridad de apreciación. (11)

1.15. Andrógenos

Los andrógenos son compuestos derivados del ciclo pentano – per hidrofrenanteno, se encuentran estructurados por cuatro anillos unidos entre sí, de designación literal; los anillos: A y B y C se encuentran conformados por seis átomos de carbono, mientras que el anillo D contiene cinco átomos de carbono.

Los andrógenos pertenecen al grupo de los compuestos denominados C19 derivados del androstano.

La testosterona, hormona sexual masculina en forma natural se caracteriza por presentar un grupo hidróxilo en la posición de C17.

1. Mediante la esterificación con el ácido propionico o con el ácido enántico se obtiene compuestos androgénicos de elevada actividad con diferente duración.
2. Introduciendo un grupo metilo en posición C17 se obtiene la metiltestosterona, andrógeno de gran efectividad por vía oral.
3. Introduciendo un grupo etinilo en la posición del C17, y además eliminando en forma simultánea el grupo metilo en la posición de C19, se obtiene un gestágeno, que también presenta efectividad por vía oral. Los órganos testiculares y los ovarios segregan testosterona. (5)

1.15.1. Acción hormonal

La acción fundamental de los andrógenos consiste en el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios; comportamiento, reproducción, maduración de los gametos en los machos, los andrógenos también contribuyen al crecimiento general y a la síntesis de proteína presentado por la mayor masa muscular de los machos en relación a las hembras en muchos de los Vertebrados. En el sexo femenino se produce el fenómeno de virilización y puede inhibir y suprimir la maduración de los folículos ováricos.

1.15.2. Relación entre la Estructura Química y Acción Farmacológica.

Para que exista acción androgénica es necesario que las sustancias deriven del androstano y posean oxígeno en la posición 3 y 17. La potencia androgénica aumenta cuando el oxígeno se encuentra en la posición del carbono 17 formando un grupo hidroxilo en posición seis o beta, dicha potencia se eleva mucho con el agregado de un halógeno con el flúor en posición 9. Una sustitución en las posiciones 1 y 2 y/o el agregado de un doble enlace en el anillo A del sistema anular esteroide, aumenta la

acción anabólica y disminuye la androgénica, por lo que se denomina anabólicos.

El agregado de un grupo alquilo, metilo o etilo en carbono 17 en posición trans o alfa confiere al elemento actividad por vía bucal, pero también la propiedad eventual de provocar trastornos hepáticos (ictericia), en cambio si el grupo metilo se encuentra en posición 1 del compuesto, este se vuelve activo por vía bucal no afectando al hígado.

1.15.3. *Andrógenos utilizados en el proceso de la inducción química del sexo*

Dentro de la tecnología de producción de alevines mono sexo de tilapia, se utilizan los andrógenos que son activos por vía oral.

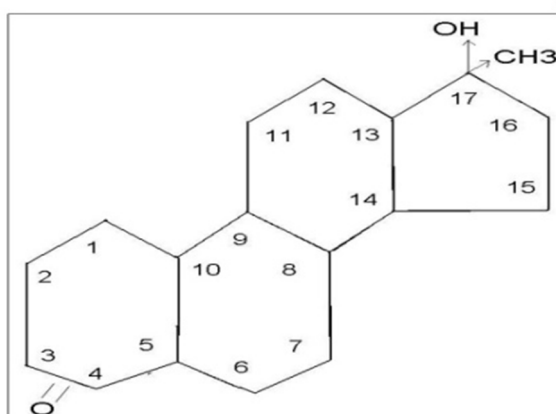
- Metiltestosterona (Mt) Etiltestosterona (Et)

1.15.4. *Estructura química de la hormona 17 alfa metil testosterona*

Es el andrógeno que más se emplea en los procesos a escala comercial, por las ventajas que presenta este fármaco, como es la inmediata disolución de sus cristales en el alcohol. El 17 – alfa – metiltestosterona, se caracteriza porque posee el grupo metilo en el carbono 1. (1)

GRAFICO 1

ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA



17 α - Metiltestosterona (17 α - hidroxil – 17 - α - metil 4 – androstan 3 – ona).-

1.16. Testosterona.

La testosterona es una hormona androgénica producida por los testículos. En realidad es una prohormona, ya que para realizar su acción fisiológica o farmacológica debe reducirse en posición 5-alfa-dihidrotestosterona, que es la hormona activa. Es una hormona propia del género masculino, que permite desarrollar los músculos del hombre con muy poco esfuerzo. Las mujeres producen una cantidad mucho menor, que cumple también importantes funciones en la regulación de aspectos como su humor, apetito sexual y sensación de bienestar. La testosterona es un andrógeno, esteroide derivado del ciclopentanoperhidrofenantreno, que tiene 19 átomos de carbono, un doble enlace entre C4 y C5, un átomo de oxígeno en C3 y un radical hidroxilo (OH) en C17. Su fórmula es C₁₉H₂₈O₂. Esta estructura es necesaria para el mantenimiento de la actividad androgénica. El papel del estradiol en el hombre aún no está aclarado, pero su exceso absoluto o relativo puede provocar feminización. Los estrógenos del testículo son probablemente producidos por las células de Leydig, pero también son sintetizados en otros tejidos a partir de los andrógenos circulantes.

1.16.1. Derivados Sintéticos de la Testosterona.

Los derivados de la testosterona se originan a partir de modificaciones de su estructura química.

a) Testosterona oral: El agregado de grupos metilos en C1, C7 y C17 aumenta la actividad biológica. La 17-alfa-metiltestosterona es un derivado especial porque conserva su acción androgénica y es activa por vía oral.

La fluoximesterona es un derivado fluorado en C9 de la metiltestosterona.

Estos derivados alquilados de la testosterona son metabolizados lentamente en el hígado, después de su absorción oral. Sin embargo la hepatotoxicidad, ictericia colestásica principalmente, y la incidencia de adenocarcinoma hepático aumenta en pacientes tratados durante períodos prolongados de tiempo con estos andrógenos 17-alquil-sustituidos. La testosterona natural, en cambio, sufre una rápida degradación en su primer paso por el hígado y no produce prácticamente estos efectos adversos.

b) Testosterona parenteral: La esterificación de la testosterona en posición del OH en C17 aumenta la liposolubilidad de la testosterona y prolonga su acción.

El propionato de testosterona es particularmente activo por vía parenteral y de acción relativamente corta, 1-2 días.

El ciclopentilpropionato o cipionato y el enantato son andrógenos de acción prolongada.

Administrados por vía intramuscular profunda producen efectos androgénicos durante 2 o 3 semanas. Los ésteres son convertidos en testosterona libre en la circulación.

La testosterona se ha administrado también por vía subcutánea y últimamente se ha administrado testosterona por vía transdérmica a través de un parche autoadhesivo que se aplica en la piel del escroto aprovechando que en esta superficie la absorción es considerablemente mayor que en el resto de la piel.

1.16.2. Síntesis, Secreción y Circulación de la Testosterona.

Las células de Leydig del testículo son el lugar de síntesis principal de la testosterona a partir del colesterol. También se puede sintetizar en la zona rugosa de la corteza suprarrenal, en las células tecales del ovario y en la placenta.

La gonadotropina hipofisaria LH, hormona luteinizante, es la hormona reguladora específica de la producción de la testosterona.

La acción de la LH, está mediada por la activación de la adenilciclase y proteínas específicas reguladoras de nucleótidos de guanina (proteínas G), para la producción intracelular de AMPc. Además la acción de la LH, también puede precipitar la activación de fosfolipasa C e incremento de la producción de los segundos mensajeros, diacilglicerol (DAG) e inositol trifosfato (IP3) a partir de fosfoinositoles de la membrana plasmática.

La LH y la FSH tienen también efectos tróficos al estimular el crecimiento testicular, en el que también interviene la hormona del crecimiento. La testosterona a través de un mecanismo de retroalimentación negativa inhibe la secreción de gonadotropinas aunque este mecanismo no ha sido completamente aclarado.

1.16.3. Mecanismo de Acción.

La testosterona (hormona sexual masculina) y los andrógenos atraviesan fácilmente la membrana celular y se unen a receptores intracelulares específicos. Estos receptores que han sido purificados, son proteínas con un peso molecular de aproximadamente 120 kilodaltons. Su síntesis está determinada genéticamente en el cromosoma X. La DHT se une en un sitio el receptor cerca de un grupo carboxilo terminal. El complejo receptoresteroides se activa y es transportado al núcleo celular y se une en un sitio receptor del ADN, aumentando la actividad de la ARN polimerasa y la formación de ARN mensajeros estimulando la síntesis de proteínas celulares responsables finales de las acciones fisiofarmacológicas.

La testosterona no se administra por vía oral ya que es rápidamente metabolizada en el hígado. En cambio los ésteres, propionato, cipionato o enantato administrados por vía intramuscular son activos farmacológicamente.

La metiltestosterona, fluoximesterona y los andrógenos anabólicos pueden administrarse por vía oral, son de acción corta y generan importantes efectos adversos después de un uso prolongado.

La biotransformación ocurre en el hígado por oxidación del grupo 17-OH, reducción del anillo A o del grupo cetónico en C3. Los principales metabolitos que se eliminan por orina, previamente conjugados con ácido glucurónico y sulfatos, son la eticolonalona, metabolito de la testosterona y la androsterona, metabolito de la dihidrotestosterona, (ambos inactivos).

Estos son 17-cetoesteroides que se encuentran en orina con otros 17 cetoesteroides procedentes de la corteza suprarrenal, metabolitos de la androstendiona y de la dihidroepiandrosterona. Los de origen testicular constituyen aproximadamente el 30 % de los 17-cetoesteroides urinarios. La metiltestosterona y la fluoximesterona se metabolizan más lentamente, en menor grado, y por lo tanto poseen una vida media mayor que la testosterona.

1.16.4. Acciones Fisiofarmacológicas.

Acciones sexuales: La testosterona es necesaria para el normal desarrollo de los genitales externos. Ello incluso durante el primer trimestre de la vida fetal. Si la síntesis fetal de andrógenos es insuficiente, por un error enzimático congénito o por defectos del receptor, el fenotipo genital puede ser femenino o ambiguo. Son los llamados pseudohermafroditas (síndrome de Morrison), los verdaderos hermafroditas tienen ovario y testículo. En la época prepuberal hay una secreción mínima de testosterona. A través de mecanismos no bien conocidos, las secreciones de LH y FSH aumentan progresivamente en la pubertad. El tamaño testicular crece también por acción de la hormona de crecimiento, el número de células de Leydig aumenta y la concentración plasmática de testosterona también se incrementa progresivamente dando lugar a la maduración sexual.

Resumiendo la testosterona produce los siguientes efectos sobre los órganos sexuales primarios.

- Promueve el crecimiento del escroto, pene y glándulas secretorias sexuales.
- Aumenta el peso y crecimiento testicular.
- Estimula la espermatogénesis en los túbulos seminíferos.
- Estimula la maduración de la espermática en espermatozoide.
- La testosterona completa las características del semen y estimula la constitución definitiva en su paso por el epidídimo y los conductos deferentes.
- La testosterona aumenta la libido o deseo sexual.
- Además la testosterona produce los siguientes efectos sobre las características sexuales secundarias.
- El envejecimiento se asocia con una disminución de la función testicular, con una bajada de la concentración de testosterona plasmática y una disminución del número de células de Leydig intersticiales.

1.16.5. Acciones Metabólicas.

Los andrógenos y la testosterona producen en general efectos anabólicos y de tipo mineral corticoide:

- Aumento de la síntesis de proteínas.
- Incremento de la retención de nitrógeno y balance de N positivo.
- Acción miotrófica: Aumento de la masa muscular.
- Aumento de la estatura corporal: Efecto sobre huesos largos.
- Aumento del peso corporal.
- Retención de sodio, cloro y agua: acción mineral corticoide.
- Retención de fósforo y potasio.

Las acciones anabólicas de los andrógenos pueden ser útiles ocasionalmente en terapéutica. Las drogas más usadas por su actividad anabólica son derivados de la 19-nor-testosterona, la nandrolona, oximetolona, metenolona y estanozolol.

Su utilización sin embargo debe ser sumamente prudente.

La acción miotrófica es buscada frecuentemente por atletas provocando normalmente un abuso peligroso para la salud.

El uso indiscriminado de los andrógenos puede ocasionar varias consecuencias nefastas, entre ellas el cierre prematuro de las epífisis y detención del crecimiento en adolescentes.

Debido a la inhibición de la secreción de las gonadotropinas FSH y LH pueden producir disminución de la espermatogénesis, hipotrofia y atrofia testicular, ginecomastia y feminización en el hombre.

Estos últimos efectos se producen por una elevación en la producción de estrógenos a nivel periférico.

1.16.6. Efectos que tiene el Consumo de Pescado Tratado con Hormona en la alimentación del Hombre.

El justificativo uso de los compuestos androgénicos en la inducción química del sexo en las tilapias, que establece que sea apto para el consumo humano, se basa en las consideraciones de la cantidad total de hormona que es suministrado a los peces durante el proceso y la tasa de eliminación, finalizado el tratamiento de la inducción, es pequeña en comparación con las dosis normales usados en los humanos.

La dosis mínima recomendada de testosterona, para el hombre es 100 veces mayor que para el total consumido por la tilapia durante la inducción química del sexo.

En realidad, la mayor cantidad de la dosis de hormona es metabolizada y eliminada antes que el pez alcance su tamaño comercial; paralelamente el hígado convierte al compuesto. Androgénico en sustancias más solubles, y al final es eliminado en la orina y en la bilis.

Cuando la Metil-testosterona es suministrado oralmente durante el tratamiento de la reversión química del sexo, el 90 % de la hormona es excretado en las 24 horas siguientes, y solo 3 semanas después menos del 1% de la hormona permanece en el cuerpo del pez.

En el engorde a tamaño comercial, alevinos, juveniles y adultos, el pez continúa eliminando el remanente de 1 % de la hormona.

En el momento de captura de poblaciones inducidas, el contenido de hormona es insignificante en los peces, si se toman en relación con la cantidad de hormona que los peces presentan en un medio natural para un adulto macho de tilapia.

El uso de Metil-testosterona para la reversión química del sexo de los peces para consumo ha sido aprobado por el departamento de drogas y alimento de los EEUU.

1.16.7. Hepatotoxicidad.

Ictericia colestásica. Los andrógenos 17-alquil-sustituidos como la metiltestosterona y la fluoximesterona pueden producir ictericia colestásica, caracterizada por ictericia, acumulación y espesamiento de la bilis en los canaliculos biliares de los lobulillos hepáticos. Este efecto puede ser una respuesta idiosincrática.

En principio no hay agresión a los hepatocitos, ni obstrucción de los canaliculos biliares mayores. La ictericia se acompaña de hiperbilirrubinemia, aumento de Aspartato aminotransferasa y fosfatasa alcalina.

La ictericia colestásica no se observa con la administración parenteral de la testosterona. Los andrógenos de uso oral por lo tanto, deben ser solamente utilizados en tratamientos de corta duración y están contraindicados en pacientes con enfermedad hepática.

1.16.8. Feminizantes.

En tratamientos prolongados con andrógenos se suprime la secreción de gonadotropinas que provoca hipotrofia testicular, disminución del peso de los testículos y supresión de la espermatogénesis.

La inhibición de la secreción de gonadotropinas puede también ocasionar azoospermia e incremento de la conversión de andrógenos en estrógenos.

Por eso la concentración plasmática de estrógenos aumenta en el ser que recibe el andrógeno. La actividad de la enzima aromatasa que provoca la aromatización de la testosterona y su conversión a estradiol es mayor.

Los efectos secundarios feminizantes son a veces importantes y los abolizante androgénico esteroideo pueden producir los mismos efectos.

Acuicultura. Conjunto de técnicas y actividades encaminadas al cultivo de especies acuáticas

Alevino. Larva de pez tras el desove.

Aclimatación. Proceso por el que los peces de agua dulce se acostumbran al agua de mar o viceversa.

Alevines. Crías con saco vitelino, peces muy jóvenes que todavía no han adsorbido sus sacos vitelinos.

Cultivo monosexo. Cultivo de solo machos.

Conversión alimenticia. Es la cantidad de alimento que permite una variación de peso.

Cosecha. Recolección de tilapias que alcanzan su peso comercial.

Crecimiento. Talla o peso que alcanza un individuo durante su ciclo de vida.

Cultivo monosexo. Cultivo de solo machos para el mercado.

Densidad de población. Número de peces por unidad de volumen de agua, se suele medir como el número que hay en un metro cúbico, o los kilos de peces por metro cúbico.

Densidad de siembra. Número de tilapias por metro cuadrado que fueron sembrados en un estanque.

Desove. Liberación de gametos al medio para su fecundación.

Embrión. Pez en desarrollo dentro del huevo.

Tanque de engorde. Estructura utilizada para el crecimiento de organismos acuáticos hasta el tamaño del mercado.

Fitoplancton. El componente vegetal del plancton.

Formulación alimentaria. Conjunto de operaciones realizadas para lograr un nivel adecuado de cada insumo que finalmente se utilizan en el procesamiento de alimento artificial de peces, según el requerimiento de la especie.

Hormona. Molécula biológicamente activa presente en todos los organismos superiores que regula el proceso de la vida.

Larva. Pez recién eclosionado que pesa menos de un gramo o mide menos de 2.5 cm de largo total.

Hormona masculinizante (andrógenos). Sustancia con la que se alimenta a las larvas de tilapia para desarrollar gónadas masculinas (testículos) en tejidos indiferenciados.

Incubación. La fase de producción piscícola durante la cual los organismos acuáticos salen de los huevos y se desarrollan hasta un tamaño adecuado para su cría.

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.

Piscicultura. La producción controlada de organismos acuáticos como por ejemplo peces o camarones, en instalaciones construidos en cautividad.

Plancton. Organismos acuáticos (plantas o animales) usualmente microscópicos que sirven de alimento para organismos acuáticos mayores y peces.

Programa de producción. Es la programación de los lotes a sembrar y cosechar en una actividad acuícola.

Ppm Partes por millón o microgramos por litro (mg/l).

PH. Medida de concentración de iones en el agua o de la alcalinidad de la misma.

Reproductores. Machos y hembras maduros sexualmente conservados con el propósito de producir huevos fertilizados, peces jóvenes destinados a utilizarse con este propósito.

Sexar. Separación manual de peces de ambos sexos en grupos de solo machos y solo hembras.

Siembra. Acción en la cual las semillas son colocadas en estanque para su engorde.

Sexado manual. Examen visual del pez para determinar su sexo.

Tasa de mortalidad. Número de individuos que mueren en un período determinado, ya sea por la pesca o causas naturales.

Tilapia. Originario de África, es utilizado en todo el mundo en sistemas de piscicultura comercial, caracterizados por tasas de crecimiento rápido, conducta relativamente agresiva, alta fecundidad y sensibilidad de bajas temperaturas.

Saco vitelino. Bolsa membranosa que contiene la yema en el interior del huevo, el saco permanece unido al intestino del alevín, proporcionándole alimento hasta que es capaz de nadar y buscarlo por sí mismo.

Zooplancton. Componente animal del plancton.

CAPITULO II

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es **DESCRIPTIVO**, ya que el estudio está enfocado a la observación directa de los caracteres morfológicos de los peces especialmente a lo que se refieren los poros genitales de la tila pías. La observación es una técnica que consiste en describir los fenómenos que ocurren a través de la observación directa del fenómeno, hecho o caso que ocurren en los alevines, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

2.2. Características del área de experimento:

La presente investigación se realizó, en la Provincia de Napo, Cantón Tena, sector Uglopamba, en una zona de clima húmedo Tropical, rodeado de extensa vegetación, con una temperatura que va en promedio de 20° a 25° en el día y de 15° a 20° en la noche.

A veces con precipitaciones intensas que hacen que cambie la temperatura del agua y por lo tanto cambie el comportamiento de los alevines de tilapia en cuanto a consumo de alimento se refiere.

TABLA N° 4

DATOS GEOGRÁFICOS DEL ÁREA DE EXPERIMENTO

Provincia	Napo
Cantón	Tena
Altitud	518 m.s.n.m.
Temperatura	Promedio 25°C
Humedad	Relativa 90%
Precipitación	4000 a 5000 m.m. anuales
Zona de vida	Bosque húmedo tropical (bht)
Latitud	- 0.983333
Longitud	-77.8167
Altura media	599

2.3. Materiales y reactivos

Materiales y reactivos

- Probeta y botella de vidrio para guardar el alimento
- Guantes de hule y Mascarilla
- Malla fina para colar alimento
- 4 tanques de concreto de 1m² llenados con un volumen de agua de 0.50 m³
- Potenciómetro.
- Alimento en polvo para alevín con un 43% de proteína
- Alimento para tilapia con 40% de proteína cruda (etapa de pre cría)
- Alcohol etílico al 95%
- hormona 17 alfa metiltestosterona, dosis de 40-60-80gr/Kg.
- Azul de metileno para identificación de alevines machos

2.4. Factor de estudio

Dosis de la hormona 17 alfa metil testosterona

D1: 40gr/kg

D2: 60gr/kg

D3: 80gr/kg

D0: Testigo

2.5. Universo de estudio y unidad de estudio

El universo de estudio lo constituyen los 400 alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) de 3 días de nacidos con un peso promedio de 0.013gr a 0.025gr y una talla promedio de 3 a5 mm, que fueron distribuidas en 4 grupos de 100 alevines cada uno, a los cuales se les administro alimento hormonado: 1 experimental 40 mg/Kg de alimento, 2 experimental 60 mg/Kg de alimento, 3 experimental 80 mg/Kg de alimento, 4 grupo testigo alimento sin hormona.

Cada tilapia constituye una unidad de estudio. El proceso se planteó en 4 cultivos, con una densidad de 100 alevines cada uno, tres grupos experimentales con hormona androgénica 17 alfa metiltestosterona a dosis de: 40-60-80 mg/kg., versus 100 alevines que corresponde al grupo testigo.

2.6. Metodología

El método utilizado fue el de observación directa y la recolección de datos antropométricos, edad, tamaño, peso final, sexaje al finalizar la etapa de pre cría a los 60 días mediante la observación de poros genitales.

2.7. Trabajo de campo

2.7.1. Construcción de los tanques de reversión

Estructuramos 4 tanques de concreto enlucidas y empastados de coloración blanca, reforzadas con una pintura impermeable, cada tanque tiene 1m².

Este trabajo lo realizamos durante la primera semana contratando un albañil para la construcción de los tanques, utilizamos bloques, cemento, tierra, empaste y la mano de obra. Luego de un tiempo de que se ha terminado de construir los tanques y se ha endurecido se procede al siguiente paso.

a.- Adecuación de los tanques para la realización del proceso

Implementamos un sistema de aireación para oxigenar el tanque de cultivo y varias adecuaciones como son, recolector de agua, desfogue, un plástico para mantener una temperatura óptima o sea crear una especie de invernadero.

Esto con el fin de que las tilapias tengan un sistema controlado de supervivencia y de administración de alimento.

b.- Calcificación o preparación de los tanques

Para esto se utiliza $\frac{1}{2}$ libra de cal por m², se es polvea en toda la periferia del tanque y se deja por un día, este va a actuar como un bactericida, matando todo tipo de parásitos y haciendo una desinfección de varias enfermedades.

Después de dos semanas de haber puesto la cal se procederá a la colocación de los alevines, no debemos colocar alevines antes de las dos semanas porque mueren.

c.- Llenado de los tanques de reversión

Llenamos los tanques con agua limpia, cogida de la llave, a un volumen de 0,50m³ de agua. Se mezcla el agua con agua de sequía porque a veces puede venir el agua de llave con mucho cloro, mantener el agua estable durante unos días para que los alevines puedan adaptarse.

d.- Fertilización de los tanques de reversión

Utilizamos abono inorgánico el cual lo colocamos en los tanques a una proporción de $\frac{1}{2}$ libra por metro cuadrado y lo dejamos actuar por tres días antes de colocar los alevines. También se puede utilizar abono inorgánico, esto con el fin de que nazca y se prolifere el fitoplancton o vegetal acuático que servirán de alimento a los alevines de tilapia.

2.7.2. Preparación de la hormona 17 alfa metil testosterona con el alimento

- Cogemos el alimento balanceado lo pesamos y lo tenemos listo en un recipiente para que sea mezclado con la hormona, este balanceado debe ser ideal para alevines, debe contener un 43% de proteína.
- Diluimos 40-60-80 mg. de la hormona respectivamente en 500 ml de alcohol, para preparar cada kilogramo de alimento. En un recipiente plástico mezclamos lentamente el alimento con las diferentes dosis de hormona durante 10 a 15 minutos. Asegurándose que la mezcla esté homogénea y mojada, para esto utilizamos guantes de hule y mascarilla.
- El alcohol actúa como solvente de la MT y sirve para distribuir la hormona uniformemente en el alimento.
- Dejamos secar el alimento mojado con el alcohol en la sombra por 24 horas aproximadamente. El alimento seco lo dejamos listo para ser utilizado posteriormente, para esto lo guardamos en un envase de vidrio y en refrigeración.

2.7.3. Manejo de los alevines

a.- Recolección de alevines

Se llevó a cabo en las orillas de los estanques, se los selecciono cerniéndolos con una malla de 3 mm y se contaron, después se los deposito en los tanques de reversión sexual. Se recolectaron 400 alevines de 3 días de nacido.

Esto lo realizamos a los 15 días, durante un tiempo en que los huevos de alevines de tilapia comienzan a eclosionar.

b.- Densidad de siembra

Trasladamos 400 alevines de tilapia en una funda plástica llenada con aire hacia los tanques destinados al proceso de reversión sexual.

Contamos con cuatro tanques de concreto. Sembramos 100 alevines en cada tanque, colocando las fundas con los alevines dentro sobre la superficie del agua para que se aclimaten, luego abrimos las fundas y soltamos poco a poco los alevines.

2.7.4. Administración del alimento preparado con la hormona

Se alimentó con la hormona desde el 2do día de siembra, hasta el día 28. La cantidad de alimento proporcionado se lo cálculo de acuerdo a la biomasa. Proporcionando 3 raciones diarias durante la 1ra semana, aumentando una ración más cada semana hasta concluir el proceso. La forma de alimentación consistió en remojar el alimento preparado con agua haciendo una masa y formando bolitas, y después los colocamos en los comederos, damos una ración en la mañana, otra al mediodía y la última ración en la tarde tratando de que no exista sobrante de alimento porque esto ocasiona falta de oxígeno.

2.7.5. Cálculo de la BIOMASA

Procedimiento.- Tomamos 10 alevines de cada grupo de 100 alevines y los pesamos, sumamos los pesos y el resultado lo dividimos para 10, obteniendo el peso promedio para cada grupo experimental, este peso lo multiplicamos por 100 obteniendo así el peso de biomasa en gramos al inicio del proceso de reversión.

Luego este resultado multiplicamos por el porcentaje de biomasa obteniendo el resultado en gramos.

1.-Calculo de la biomasa inicial.

-Para el experimental 1 tenemos un promedio de 4 gramos con un peso de biomasa de 400 gramos, multiplicamos por el 10% de biomasa y obtenemos 40 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 2 tenemos un promedio de 4 gramos con un peso de biomasa de 400 gramos, multiplicamos por el 10% de biomasa y obtenemos 40 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 3 tenemos un promedio de 5 gramos con un peso de biomasa de 500 gramos, multiplicamos por el 8% de biomasa y obtenemos 40 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 4 tenemos un promedio de 4 gramos con un peso de biomasa de 400 gramos, multiplicamos por el 8% de biomasa y obtenemos 40 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

2.-Calculo de la biomasa a los 15 días

-Para el experimental 1 tenemos un promedio de 12 gramos con un peso de biomasa de 1200 gramos, multiplicamos por el 8% de biomasa y obtenemos 96 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 2 tenemos un promedio de 13 gramos con un peso de biomasa de 1300 gramos, multiplicamos por el 8% de biomasa y obtenemos 104 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 3 tenemos un promedio de 13 gramos con un peso de biomasa de 1300 gramos, multiplicamos por el 8% de biomasa y obtenemos 104 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 4 tenemos un promedio de 12 gramos con un peso de biomasa de 1200 gramos, multiplicamos por el 8% de biomasa y obtenemos 96 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

3.-Calculo de la biomasa a los 28 días

-Para el experimental 1 tenemos un promedio de 24 gramos con un peso de biomasa de 1200 gramos, multiplicamos por el 6% de biomasa y obtenemos 144 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 2 tenemos un promedio de 27 gramos con un peso de biomasa de 2700 gramos, multiplicamos por el 6% de biomasa y obtenemos 162 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 3 tenemos un promedio de 24 gramos con un peso de biomasa de 1200 gramos, multiplicamos por el 6% de biomasa y obtenemos 144 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 4 tenemos un promedio de 21 gramos con un peso de biomasa de 2100 gramos, multiplicamos por el 6% de biomasa y obtenemos 126 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

2.7.6. Control en los tanques de reversión

Se realizó una observación diaria de los alevines de tilapia durante la reversión sexual, para vigilar su comportamiento y la manera de cómo se alimenta el alevín a veces existen alevines que están inmóviles y no quieren comer, es porque algo les sucede y puede ser que tienen alguna enfermedad ocasionando mortalidades, cuando a un alevín se lo encuentra muerto se lo retira del agua y se lo registra, todo este proceso de observación se lo realiza para detectar con anticipación la presencia de parásitos o enfermedades, que nos permita tomar las medidas del caso a tiempo, también se controla la temperatura, el PH del agua, la turbidez.

2.7.7. Etapa de Pre cría

Terminada la etapa de reversión sexual en los tanques destinados para este proceso (28 días) en donde se les administro alimento hormonado, pasan 60 días más en los tanques como parte de su proceso de pre cría.

Ya en esta etapa de crecimiento administramos a los alevines alimento con un 40% de proteína pele tizado de 5mm pero ya no hormonado, igual observamos su comportamiento y si existen mortalidades para llevarlas en los registros

1.-Calculo de la biomasa a los 45 días

-Para el experimental 1 tenemos un promedio de 86 gramos con un peso de biomasa de 8600 gramos, multiplicamos por el 4% de biomasa y obtenemos 344 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 2 tenemos un promedio de 88 gramos con un peso de biomasa de 8800 gramos, multiplicamos por el 4% de biomasa y obtenemos 352 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 3 tenemos un promedio de 84 gramos con un peso de biomasa de 8400 gramos, multiplicamos por el 4% de biomasa y obtenemos 336 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 4 tenemos un promedio de 76 gramos con un peso de biomasa de 7600 gramos, multiplicamos por el 4% de biomasa y obtenemos 312 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

2.-Calculo de la biomasa a los 60 días

-Para el experimental 1 tenemos un promedio de 155 gramos con un peso de biomasa de 15500 gramos, multiplicamos por el 3.5% de biomasa y obtenemos 543 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 2 tenemos un promedio de 166 gramos con un peso de biomasa de 16600 gramos, multiplicamos por el 3.5% de biomasa y obtenemos 581 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 3 tenemos un promedio de 160 gramos con un peso de biomasa de 16000 gramos, multiplicamos por el 3.5% de biomasa y obtenemos 560 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

-Para el experimental 4 tenemos un promedio de 143 gramos con un peso de biomasa de 14300 gramos, multiplicamos por el 6% de biomasa y obtenemos 497 gramos de alimento hormonado, repartido en tres raciones.

2.7.8. Sexage

El sexage se realizó después de terminada la etapa de pre cría, a los 60 días, secamos cada tanque de 100 alevines y procedemos hacer el conteo cogiendo uno por uno y realizando el sexage respectivamente, que consiste en la observación de los poros ventrales, el macho presenta dos el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario, se utilizó azul de metileno para teñir el vientre del pez para tener mayor seguridad de apreciación.

2.7.9. Observación de los caracteres sexuales secundarios

Consiste en cambios que se producen en las tilapias machos en relación con las hembras por la administración de la hormona.

Se pudo apreciar modificaciones en las aletas, presencia de accesorios en alguna parte del cuerpo, modificación de las mandíbulas. Estos caracteres se definen claramente cuando los animales miden 5 cm.

2.7.10. Recolección de datos

Una vez completado el tiempo de precría (60 días) Se realizó una recopilación de datos obtenidos, analizando los alevines uno por uno, como son pesaje, medición de tamaño, conteo y determinación del número de machos utilizando el sexado manual, una vez cogido todos los datos, lo anotamos en el registro y hacemos la comparación de obtención de alevines machos en cada tanque en los cuales se utilizó la hormona, cada quién con su respectiva dosis.

CUADRO N° 1

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PROCESO DE REVERSION SEXUAL EN ALEVINES DE TILAPIA

Fecha de inicio: 1° de Mayo del 2013

Fecha de finalización: 20 de Julio del 2013

5 de Junio	<i>Calculo de la biomasa a los 15 días, Administración de alimento hormonado.</i>
1° de Mayo	<i>Construcción de los tanques de reversión</i>
8 de Mayo	<i>Adecuación de los tanques para la realización del proceso</i>
10 de Mayo	<i>Calcificación o preparación de los tanques</i>
13 de Mayo	<i>Llenado de los tanques de reversión</i>
15 de Mayo	<i>Fertilización de los tanques de reversión</i>
18 de Mayo	<i>Preparación de la hormona 17 alfa metil testosterona con el alimento</i>
20 de Mayo	<i>Recolección de alevines</i>
20 de Mayo	<i>Siembra de alevines en los tanques</i>
21 de Mayo	<i>Trabajo diario: Administración del alimento hormonado, Control de la temperatura del agua, PH, turbidez, mortalidad de alevines. Cálculo de la biomasa inicial, peso inicial, tamaño.</i>
18 de Junio	<i>Calculo de la biomasa a los 28 días, Administración de alimento hormonado.</i>
19 de Junio	<i>Etapa de pre cría, administración de alimento no hormonado.</i>
20 de Julio	<i>Secado de los tanques de reversión, observación de los caracteres sexuales secundarios, recolección de datos, determinación de machos mediante la observación de los poros ventrales. Cálculo de la biomasa final, peso y tamaño de la tilapia.</i>

CUADRO N° 2

Presupuesto

Construcción de los tanques destinados para la reversión sexual Cuatro tanques o pilas de 1 m. cada uno.	- 4 sacos de Cemento. - 60 bloques - 1 saco de Pintura Impermeable - Sementina	50 dólares
Adecuación de los tanques para la realización del proceso.	Sistema de aireación (aireador, tuberías pvc, mangueritas flexibles de 5mm), plástico para cubrir	20 dólares
Calcificación o preparación	1/2 libra de cal por m2, se es polvea y se deja por un día.	Saco 10 dólares
Recolección de alevines	400 alevines de 3 días de nacidos	20 dólares
Alimento	Alimento Concentrado en polvo de 43%	1 saco de 10 libras 20 dólares
Hormona	17 alfa metil testosterona 60-70-80 mg/Kg/ kg de alimento	Frasco de 10 gramos. 50 dólares
Materiales	-Recipientes de plástico para mezclar el alimento - Probeta y biker tipo Erlenmeyer (500ml capacidad) - Guantes de hule -Mascarilla - Malla fina para colar el alimento - Papel tornasol	25 dólares
Reactivos	- Azul de metileno para Identificación de machos -Alcohol etílico al 95%	10 dólares
Etapas de pre cría	Alimento pele tizado de 5mm al 40% de proteína.	2 sacos de 45 kilos 27 dólares

TOTAL 232 dólares

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

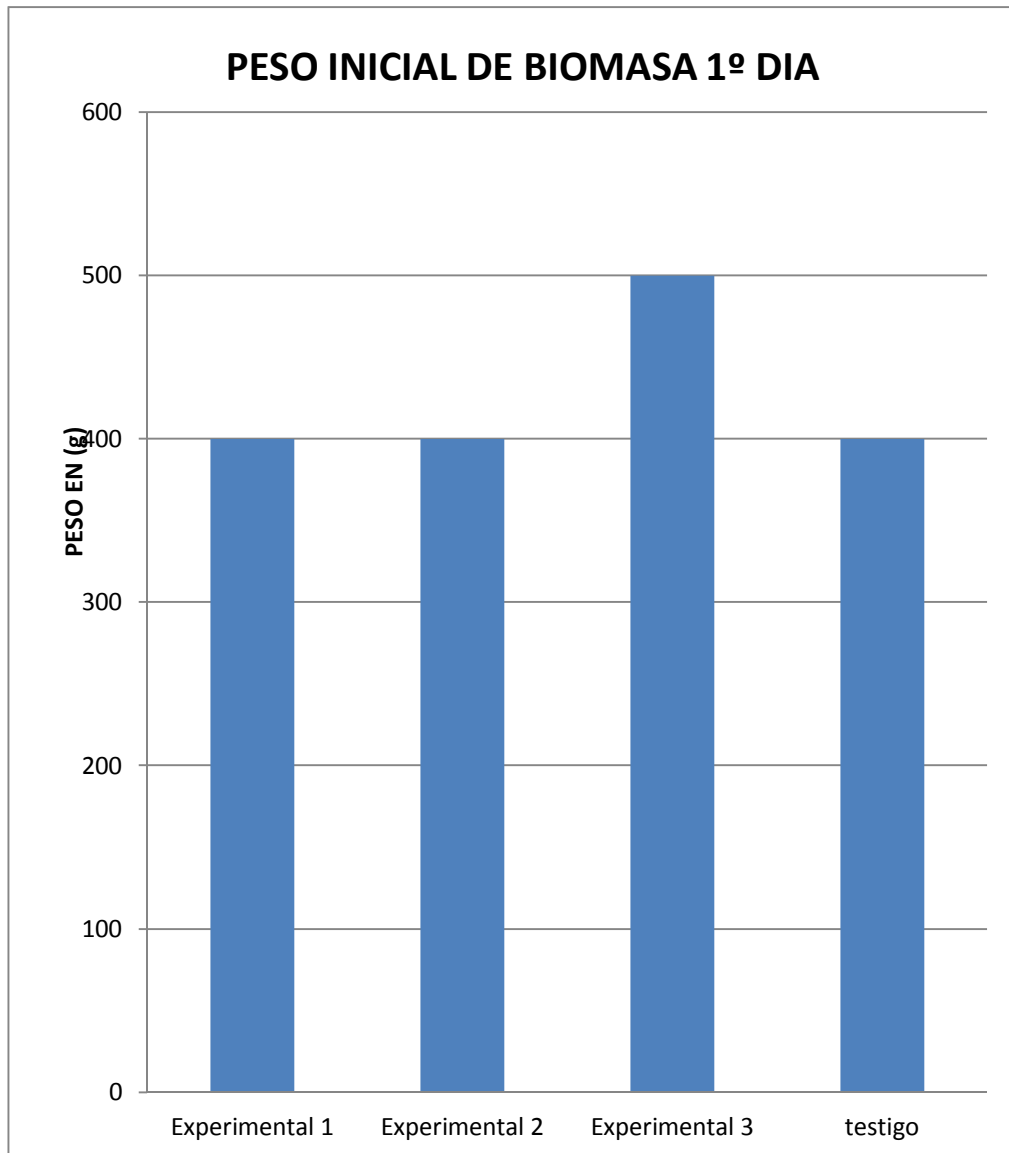
CUADRO N° 3

STRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS AL INICIO DEL PROCESO 1° DIA.

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Grupo Testigo
Número inicial de alevines	100	100	100	100
Peso inicial de biomasa (gr)	400	400	500	400
Peso inicial promedio alevín (g)	4	4	5	4
Edad de los alevines (días)	3	3	3	3
Hormona 17 alfa Metil testosterona (mg/Kg)de alimento	40	60	80	0

Datos obtenidos al inicio del experimento.- Se determinó el peso de biomasa para realizar la administración del alimento durante el proceso de reversión sexual, el porcentaje de mortalidad durante el proceso y el número de machos y hembras obtenidos en cada grupo experimental al final del proceso.

GRAFICO 2



Discusión. Grafico 2. El grafico dos muestra la distribución del peso de la biomasa por grupo experimental, al inicio del experimento, siendo el experimental 3 con mayor peso (500g.)

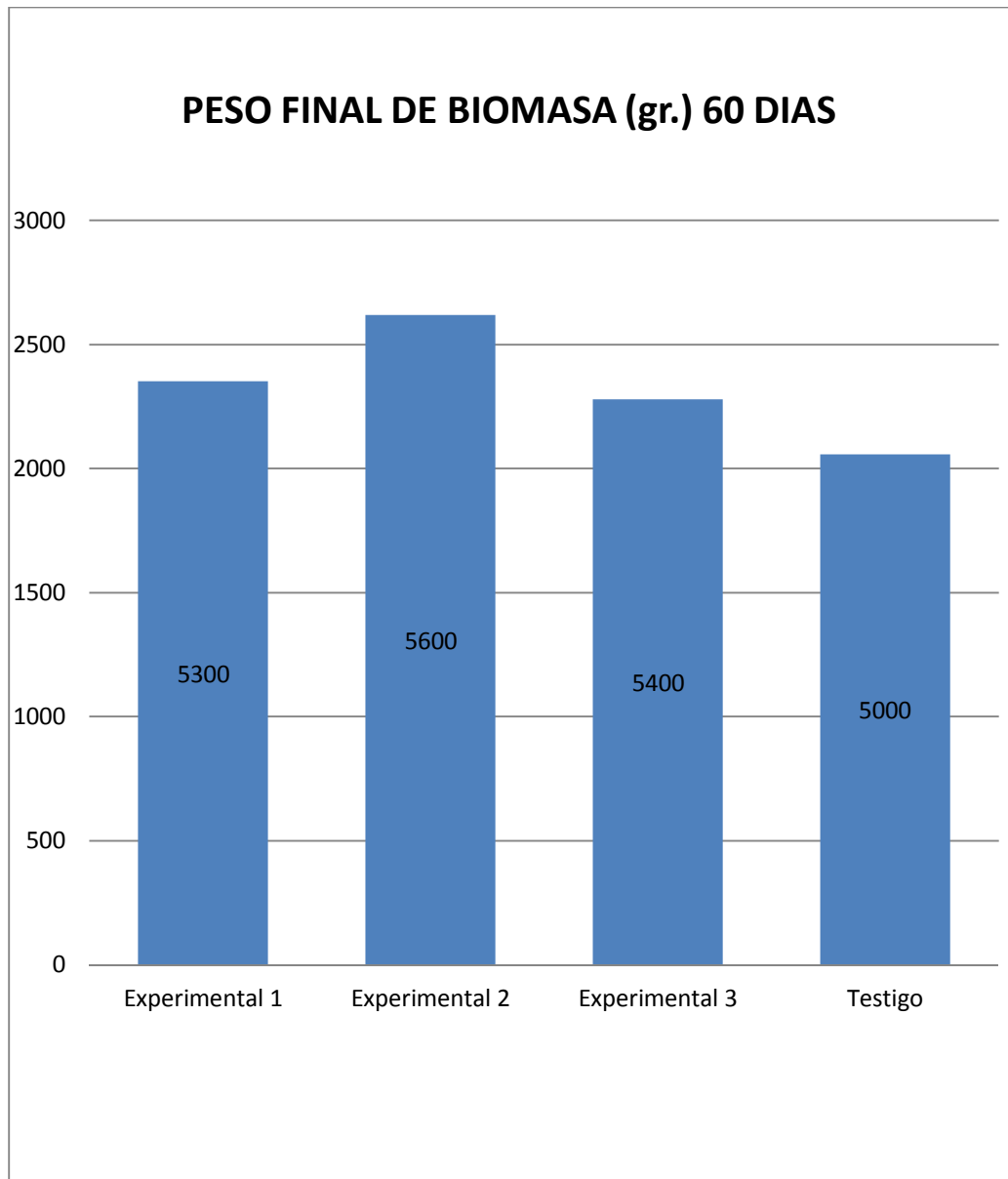
CUADRO N° 4

RESULTADOS OBTENIDOS AL FINAL DEL EXPERIMENTO 60 DIAS.

	Tratamiento 1 (40mg)	Tratamiento 2 (60mg)	Tratamiento 3 (80mg)	Testigo
Número final de tilapias	88	92	90	92
Peso final promedio de biomasa (gr)	5300	5600	5400	5000
Peso final promedio tilapias (gr)	53	56	54	50
Edad de las tilapias (días)	60	60	60	60

Discusión. Cuadro 4 – En el cuadro cuatro se detalla los resultados obtenidos al final de la investigación con lo que vamos a analizar peso, mortalidad, número de tilapias machos obtenidos. Al final del proceso de reversión sexual, se obtuvo en los tres experimentales y en el grupo testigo diferentes pesos obteniendo mayor peso de biomasa en el experimental 2, mayor peso promedio en el experimental 2, con una edad de los alevines de 60 días para cada grupo.

GRAFICO 3



Fuente: El autor

Discusión. Grafico 3 - En el grafico tres alcanzamos un porcentaje referencial del peso final de biomasa en gramos por grupo experimental a los 60 días de pre cría, siendo el experimental 2 con mayor peso.

3.2 Mortalidad.- Porcentaje de mortalidad de alevines de tilapia durante el proceso de reversión sexual en los 4 grupos experimentales.

CUADRO N° 5

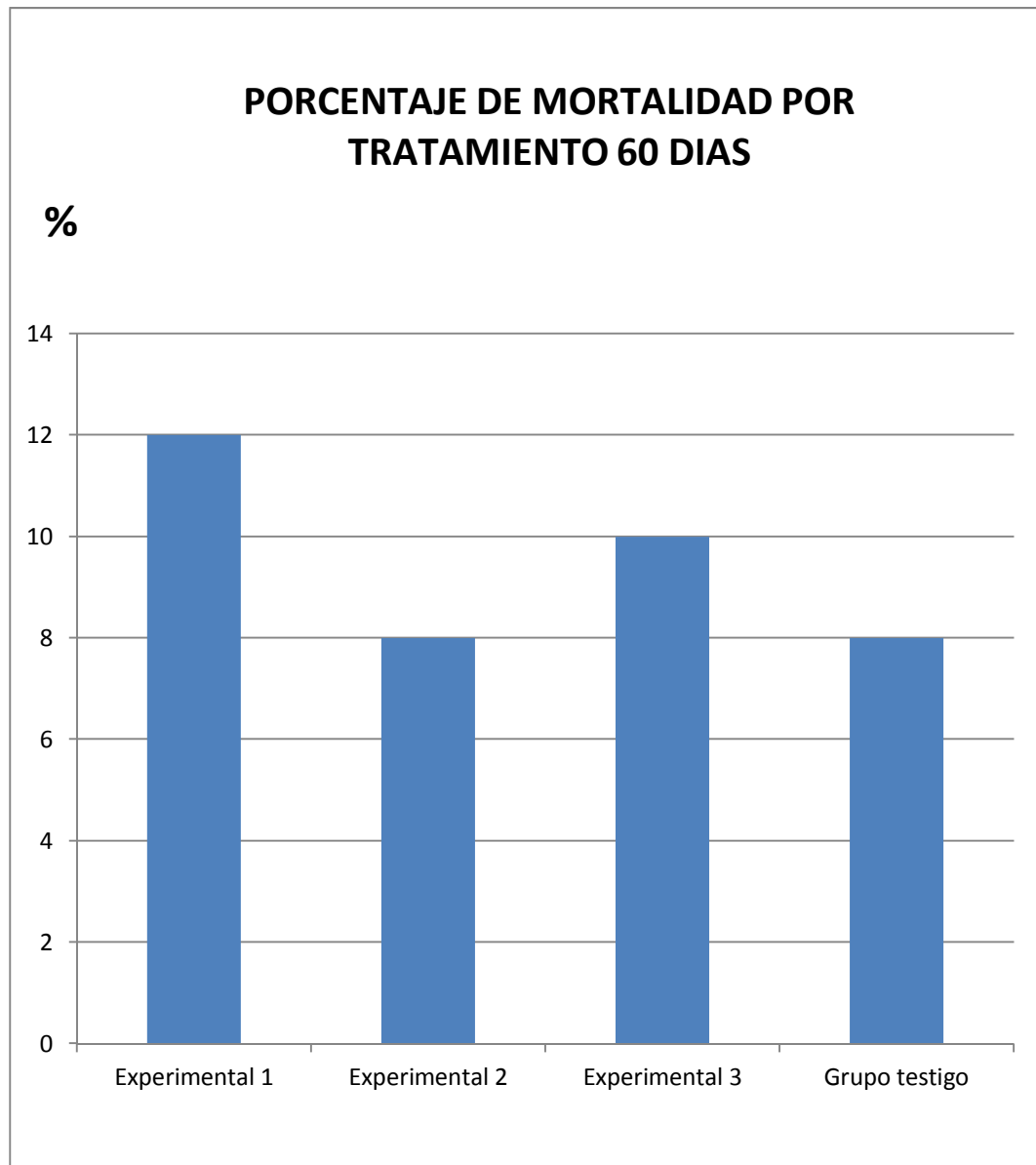
PORCENTAJE DE MORTALIDAD AL FINAL DEL EXPERIMENTO POR GRUPO EXPERIMENTAL 60 DIAS

Experimentales	No. Inicial	% de mortalidad
Experimental 1 (40mg)	100	12
Experimental 2 (60mg)	100	8
Experimental 3 (80mg)	100	10
Grupo testigo (sin hormona)	100	8

Fuente: El autor.

Discusión. Cuadro 5 - En el cuadro cinco el porcentaje de mortalidad en tilapias en mayor número correspondió al grupo experimental uno con un 12% mientras que el grupo testigo y experimental 2 fueron los que presentaron menor porcentaje de mortalidad con un 8 %, seguido del grupo experimental 3 con un 10%.

GRAFICO 4



Fuente: El autor

Discusión. Grafico 4 - En el grafico cuatro se representa esquemáticamente los porcentajes de mortalidad de alevines de tilapias para cada tratamiento siendo el pico más alto para al experimental 1, con un 12%.

3.3 Resultados del proceso de reversión sexual. A los tres días de edad los alevines de tilapia tienen sexo indiferenciado y por medio de la administración de la hormona 17 alfa metil testosterona vamos a diferenciar sexo masculino en los alevines, y esto lo vamos a comprobar por medio de la observación de los poros genitales o caracteres secundarios, utilizamos azul de metileno para tener una mejor fijación de los poros ventrales. Por tal motivo, para la presente investigación realizamos un análisis de acuerdo al número de machos obtenidos en cada grupo, al final del proceso de precría

CUADRO N° 6

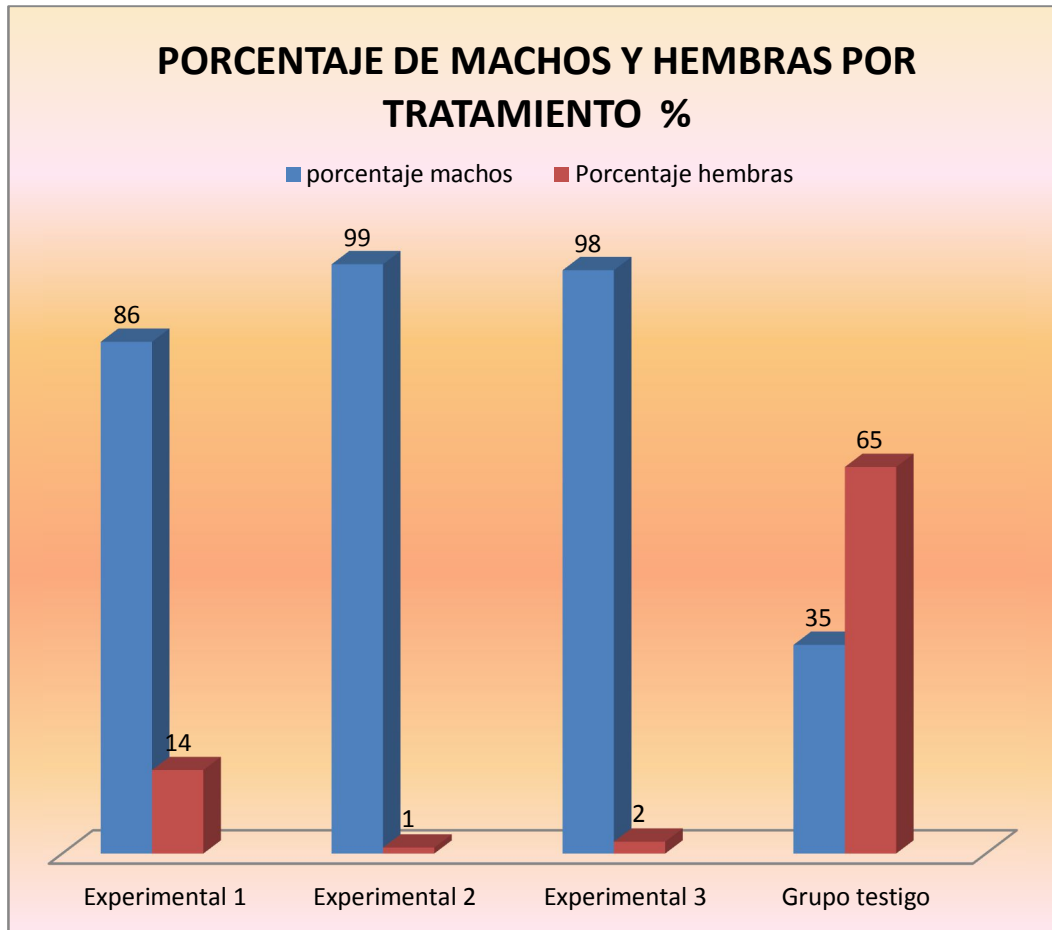
NÚMERO DE TILAPIAS MACHOS A LOS 60 DÍAS.

Tratamientos	Alevines machos	Alevines hembras	total	porcentaje
Tratamiento 1,40 mg	76	12	88	0,24
Valor esperado	69,77	18,23		
Tratamiento 2, 60 mg	91	1	92	0,25
Valor esperado	72,94	19,06		
Tratamiento 3, 80 mg	88	2	90	0,25
Valor esperado	71.35	18.65		
Testigo,0mg	32	60	92	0,25
total	287	75	362	
Grados de libertad: 3				
Valor chi2: 153,93*				
Valor chi2 al 95%: 7,82				

Fuente: el autor

Discusión. Cuadro 6 -En el cuadro seis contamos con cuatro tanques de reversión, a los cuales administramos la dosis hormonal de 40mg, 60mg, 80mg a cada grupo experimental de 100 alevines menos al grupo testigo. Obteniendo a los 60 días de edad, diferencias estadísticas al aplicar la prueba **chi2** entre tratamientos porque se afirma que la aplicación de los mismos afecta el proceso de reversión sexual en donde el tratamiento 2 (60 mg de 17 alfa metil testosterona) tuvo una frecuencia de 91 machos, seguido del grupo tratamiento 3 (80 mg de 17 alfa metil testosterona). En relación al testigo, el cual solo alcanzo una frecuencia de 32 machos.

GRAFICO N° 5



Fuente: el autor.

Discusión. Grafico 5 -En el grafico cinco se observa claramente la frecuencia de machos obtenidos por tratamiento con hormona, en relación a las hembras, es bastante amplio, si analizamos los tratamientos 2 -3 alcanzan el 91 y 88 % de tilapias machos, con lo que podemos establecer que a dosis de 60 y 80 mg. de 17 alfa metil testosterona, la frecuencia de machos en el experimental 1 con 40 mg es de 76 individuos machos, mientras que la población en el grupo testigo es bastante inferior, con relación al de hembras, llega apenas a una frecuencia de 32 tilapias machos.

3.4 Análisis del valor del peso de biomasa del grupo testigo con el costo de la hormona, en relación con el valor del peso de biomasa de los alevines de tilapia reversados en cada experimental, obteniendo un determinado beneficio.

CUADRO N° 7

ANALISIS ECONOMICO COSTO / BENEFICIO

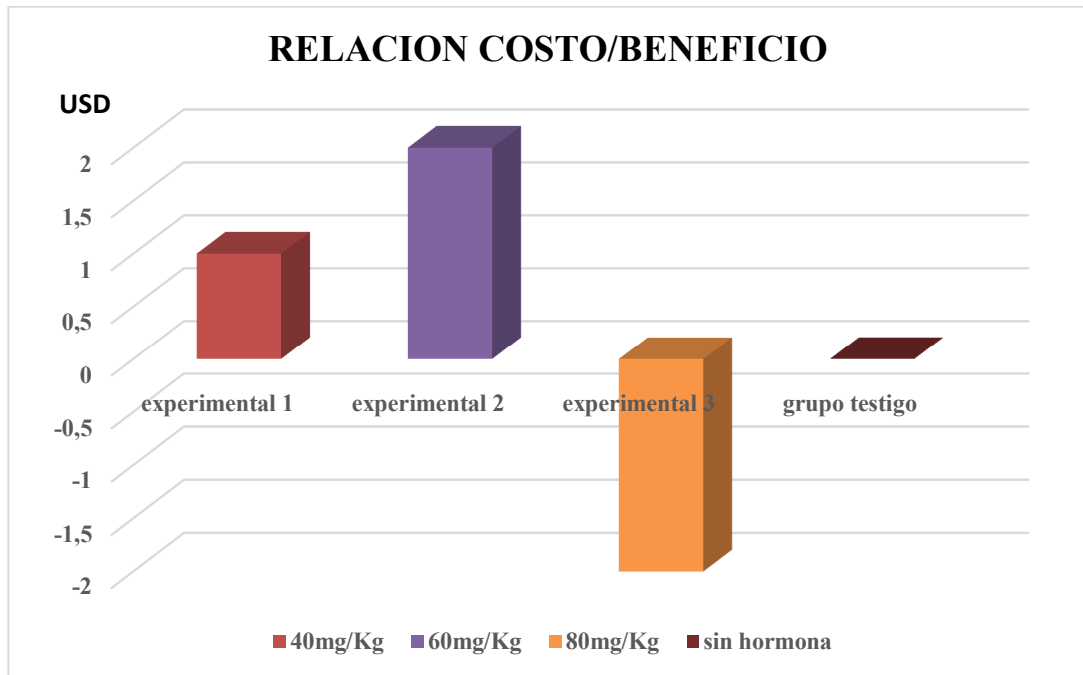
(60 días precia)

	Costo de los alevines de tilapia (100/Ex.)	Costo del alimento en polvo (Kg/Ex)	Costo del alimento peletizado (45lb/Ex)	Dosis de la hormona alfa metil testosterona	Costo de la hormona	Peso de biomasa	Valor de las tilapias (1.80 lb)	Beneficio
Exp. 1	5 USD	5 USD	30 USD	40 mg/Kg	5 USD	15500gr 31 lb	56 USD	1 USD
Exp. 2	5 USD	5 USD	30 USD	60mg/Kg	7 USD	16600gr 33 lb	59 USD	2 USD
Exp.3	5 USD	5 USD	30 USD	80mg/Kg	10 USD	16000gr 32 lb	58 USD	- 2 USD
Grupo testigo	5 USD	5 USD	30 USD	Sin hormona	0 USD	14200gr 28 lb	50 USD	

Fuente: el autor

Discusión. Cuadro 7 - En el cuadro observamos los costos de alevines de tilapia, 100 alevines para cada experimental, el costo de los alimentos para alevines, en polvo y peletizado, el costo de la hormona y la dosis empleada para el proceso de reversión sexual, así como también el valor del peso en biomasa de los alevines en cada experimental con su respectivo beneficio.

GRAFICO N° 6



Fuente: El autor

Discusión. Grafico 6 - En el gráfico se pueden apreciar la relación beneficio/costo de la reversión sexual de los alevines de tilapias sometidas a la inducción sexual con etil-testosterona, dando como resultado que al final del experimento se obtuvo un beneficio mayor en el experimental 2 (60mg/Kg) con 2 dólares de ganancia. Seguido del experimental 1 (40mg/Kg) con un beneficio de 1 dólar. Y en último lugar el experimental 3 (80mg/Kg) sin beneficio -2 dólares. Lo que significa que en relación al peso de biomasa obtenido y a la cantidad de hormona empleada se obtuvo un beneficio de 2 dólares en el experimental 2 con dosis de 60mg/Kg de alimento.

4. CONCLUSIONES

- Se logró obtener un porcentaje de 99% de Reversión Sexual aplicando la hormona 17 alfa metil testosterona en el experimental 2 con dosis de 60mg/Kg de alimento donde se obtuvo 91 tilapias machos. La reversión sexual no tiene resultado al 100 % en todas las especies de peces utilizadas en acuicultura y en muchos casos un rango de 95 a 99 % es aceptable.
- En la reversión sexual se indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, donde los datos correspondientes al experimental 3 (80 mg de 17 alfa metil testosterona) registran una reversión sexual promedio de 88 %, seguido del experimental 2 (60 mg de 17 alfa metil testosterona) con 91 % de reversión sexual. En tercer lugar se ubica el experimental 1 (40 mg de 17 alfa metil testosterona) con un porcentaje de 76 % y por último el grupo testigo con una reversión sexual de 32 %.
- Las dosis ideales de hormona 17 alfa metil testosterona para administrar a los alevines de tilapia durante el proceso de reversión sexual son de 60mg/Kg y 80mg/Kg de alimento, y la dosis no ideal sería el de 40mg/Kg de alimento que es donde menos alevines machos reversados se obtuvieron.
- Se obtuvo en los tres experimentales y en el grupo testigo diferentes pesos obteniendo mayor peso de biomasa en el experimental 2 con 60mg/Kg y mayor peso promedio en el experimental 2 con 60mg/Kg, con una edad de los alevines de 60 días para cada experimental.

- Podemos decir que una dosis de 60mg/7Kg de alimento empleada para el proceso de reversión sexual en tilapias es ideal en relación al costo de la hormona y al beneficio que obtenemos de acuerdo al valor del peso comercial de las tilapias ya que al invertir 7 dólares (con 60mg de hormona) se obtiene un porcentaje de 59 dólares por peso de biomasa, en relación de 50 dólares del grupo que no se realizó la reversión, se obtuvo una ganancia extra de 2 dólares. .

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar la hormona 17 alfa metil tetsosterona a la dosis de 60mg/Kg de alimento porque se obtiene un alto porcentaje de alevines machos reversados.
- Continuar investigando con otros productos como la metiltestosterona, 11 ketotestosterona, Testosterona-propionato, Androsterona. En dosis diferentes o entre ellas, en condiciones Geográficas similares a la esta experimentación.
- Buscar nuevas técnicas de control de reproducción y sobrepoblación de esta especie de pez en los criaderos para así tener mejores rendimientos como ganancia de peso, crecimiento rápido para así conseguir mejores ingresos económicos.
- Que se implemente un programa de explotación de tilapia en la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad técnica de Cotopaxi la cual sirva como centro de producción, experimentación e investigación para los profesionales y estudiantes involucrados.
- Es necesario que los trabajos de investigación y comprobación continúen para que se siga generando información que perfeccionen los conocimientos acumulados hasta la fecha con la finalidad de obtener resultados más eficaces y reales a nuestro medio sobre todo cuando se busca siempre el mayor rendimiento y menor costo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

1. Arboleda Obregón, D.A. (2005). *Reversión sexual de las tilapias* (Oreochromis sp.), una guía básica para el acuicultor.
2. Hoghares campesinos, *Manual Agropecuario Tecnologías orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente*. Biblioteca del campo 2002, Bogota Colombia 1 edición. Tomo 1.
3. Hoghares campesinos, *Manual Agropecuario Tecnologías orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente*. Biblioteca del campo 2002 Bogota Colombia 1 edición. Tomo 2.
4. *Manual Merck de Veterinaria*. 2000 Quinta edición. Editorial Oceano. Barcelona España.
5. Sumano H. Ocampo L. 2001 *Farmacología Veterinaria*. Editorial Interamericana Segunda Edición p.251-327.
6. Villalobos O. 2002 *Guía de Enfermedades y Tratamiento Para Peces*. Asociación Zuliana edición ISBN España.

REVISTAS

7. Arboleda Obregon. *Introducción al cultivo de la tilapia*
8. Ivan Ocampo. *Manual de crianza de tilapia*.
9. Teresa Astudillo. *Mundo tilapia 2010 - inducción sexual*
10. Ingenieros constructores. *Manual de crianza de tilapias nicovita*

INTERNET

11. Lcda. Romelia Mendez, Lic. Martin Quintanilla, *Induccion sexual* - scribd inducción sexual de oreochromisniloticus en diferentes infraestructuras. Revista Electrónica Veterinaria REDVET, pp. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.
12. Elaborado por: maría auxiliadora saavedra martínez. *Manejo del cultivo de tilapia..* managua, nicaragua. 31 de julio al 4 de agosto de 2006 pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnadm649.pdf
13. Ing. Nicolas Hurtado, ingenieros consultores. - *Revista Aquatic* www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh_hapas2.pdf
14. Hurtado T. *Mundo tilapia 2011 - inducción sexual*, fish mundotilapia.es.tl/inducci%25f3n-sexual-fish.htm

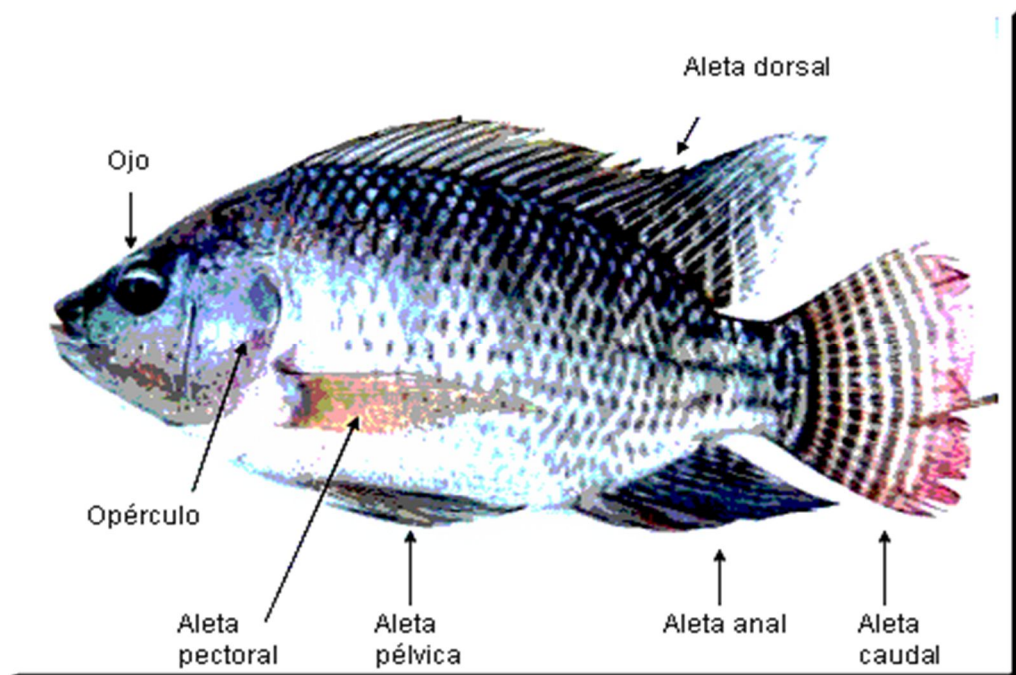
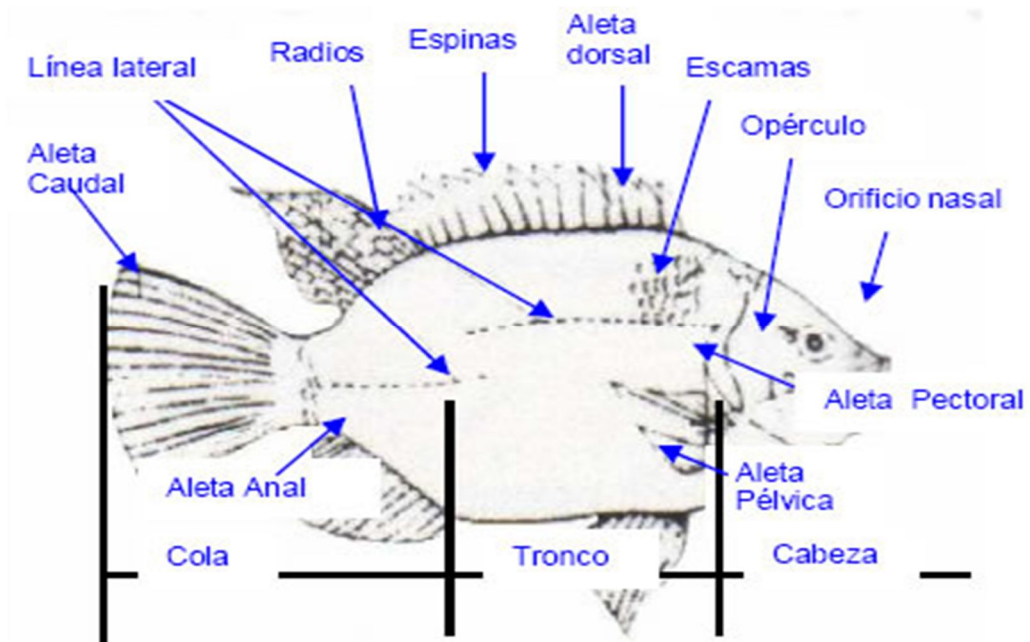
Proceso de inversión, reversión, **inducción sexual** u hormonado de la Tilapia, www.scribd.com/doc/.../induccion-sexual
15. Abdel – Fattah. *FAO Pesca Oreochromis niloticus*, Organizacion de las naciones Unidas para la alimentacionm y agricultura www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_nilotic...
16. - wikipedia, **la** enciclopedia libre. *Tilapia* es.wikipedia.org/wiki/Tilapia
<http://www.geocities.com/piscicultura/tilapia.html>

ANEXOS

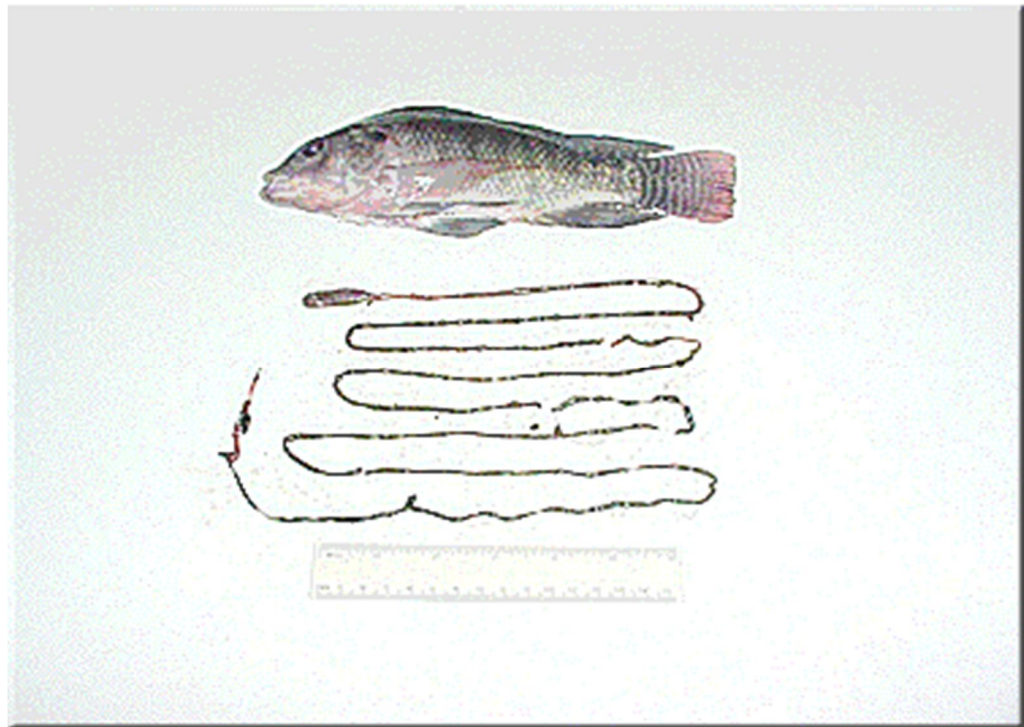
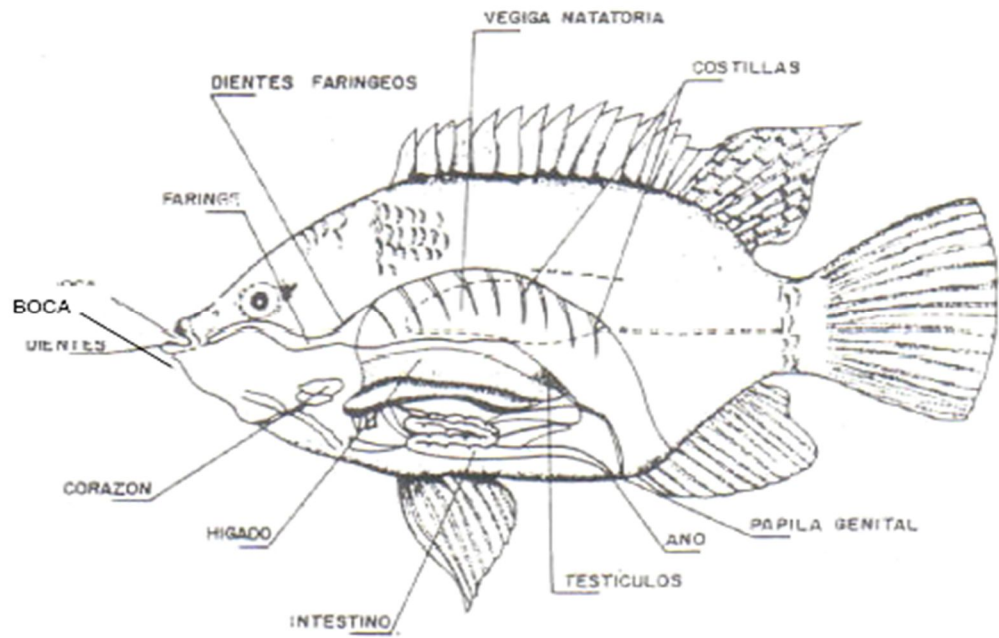
ANEXO A

MORFOLOGÍA DE LA TILAPIA

MORFOLOGIA EXTERNA



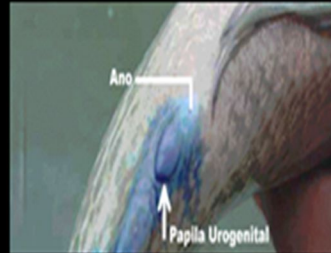
MORFOLOGIA INTERNA



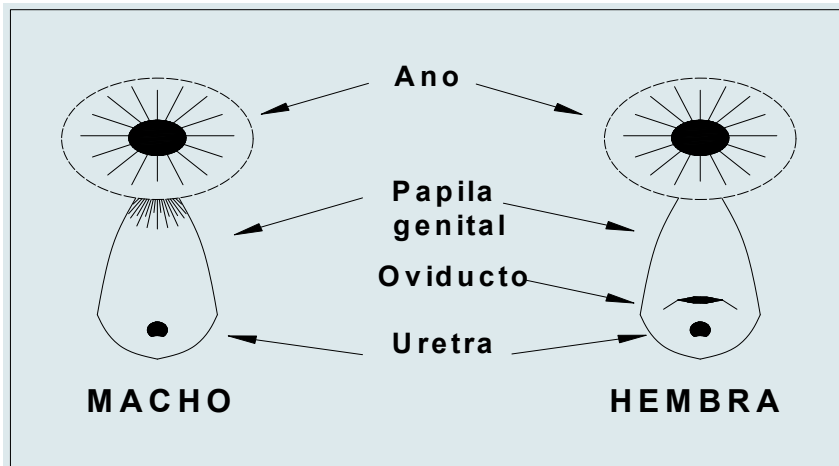
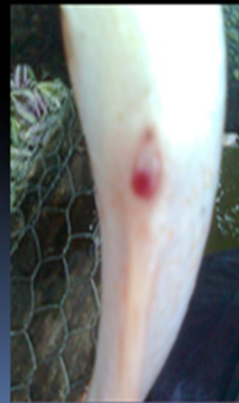
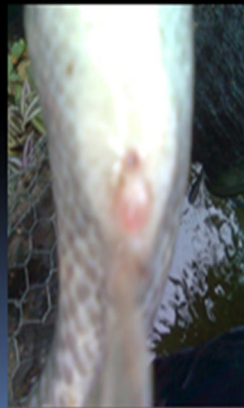
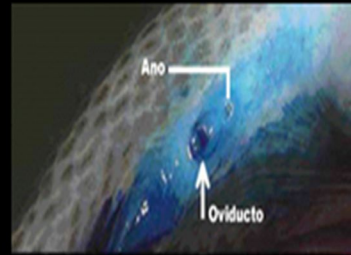
ANEXO B

APARATO REPRODUCTOR

ANATOMÍA EXTERNA DE LA PAPILA GENITAL DE UN MACHO DE TILAPIA

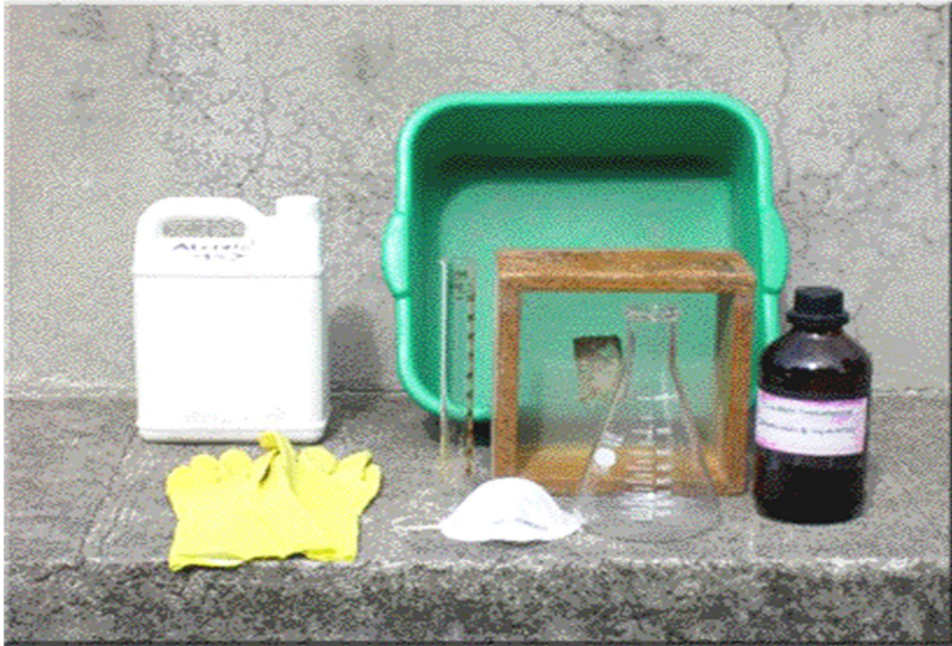


ANATOMÍA EXTERNA DE LA PAPILA GENITAL DE UNA HEMBRA DE TILAPIA



ANEXO C

MATERIALES Y REACTIVOS



POTENCIOMETRO

PARA MEDIR EL OXIGENO DEL AGUA

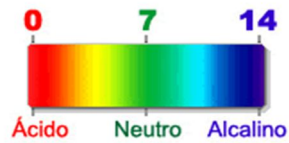


PAPEL TORNASOL O PAPEL PH



ES UTILIZADO PARA MEDIR LA CONCENTRACIÓN DE IONES HIDRÓGENOS CONTENIDO EN UNA SUSTANCIA O DISOLUCIÓN. MEDIANTE LA ESCALA DE PH.

COLORES



HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA



ANEXO D

UNIDAD DE ESTUDIO;

Ubicación geográfica.



PROVINCIA DEL NAPO



CANTÓN TENA Y SUS PARROQUIAS



MAPA FISICO DEL CANTON TENA



CIUDAD DEL TENA



ANEXO E

CALCULO DE LA BIOMASA 1º DIA

Peso de 10 alevines tomados al azar de cada experimental al inicio del proceso de reversión sexual.

Alevines	Experimental 1	Experimental 2	Experimental 3	Testigo
1	5gr	3gr	5gr	3gr
2	3gr	4gr	4gr	5gr
3	3gr	3grgr	4gr	5gr
4	4gr	5gr	5gr	3gr
5	5gr	5gr	5gr	5gr
6	3gr	4gr	4gr	5gr
7	5gr	5gr	5gr	4gr
8	4gr	3gr	5gr	3gr
9	3gr	4gr	3gr	4gr
10	5gr	3gr	5gr	3gr
promedio	4gr	4gr	5gr	4gr
Peso de biomasa	400gr	400gr	500gr	400gr
Administración de alimento	40gr	40gr	50gr	40gr

ANEXO F

CALCULO DE LA BIOMASA A LOS 28 DIAS

Peso de 10 alevines tomados al azar de cada experimental al final del proceso de reversión sexual.

Alevines	Experimental 1	Experimental 2	Experimental 3	Testigo
1	25 gr	24 gr	24 gr	25 gr
2	24 gr	25 gr	24 gr	18 gr
3	23 gr	25 gr	25 gr	20 gr
4	23 gr	23 gr	25 gr	23 gr
5	23 gr	24 gr	25 gr	19 gr
6	25 gr	24 gr	24 gr	21 gr
7	24 gr	23 gr	25 gr	20 gr
8	25 gr	25 gr	23 gr	25 gr
9	26 gr	26 gr	23 gr	20 gr
10	23 gr	26 gr	24 gr	22 gr
promedio	24gr	25gr	24gr	21gr
Peso de biomasa	2400gr	2500g	2400gr	2100gr
Administración de alimento	96gr	104gr	104gr	96gr

ANEXO G

CALCULO DE LA BIOMASA A LOS 45 DIAS

Peso de 10 alevines tomados al azar de cada experimental durante la etapa de precria.

Alevines	Experimental 1	Experimental 2	Experimental 3	Testigo
1	85gr	90gr	87gr	80gr
2	90gr	88gr	87gr	75gr
3	80gr	86gr	88gr	76gr
4	86gr	87gr	585gr	80gr
5	586gr	88gr	80gr	81gr
6	85gr	86gr	85gr	70gr
7	88gr	85gr	84gr	73gr
8	85gr	88gr	80gr	75gr
9	89gr	90gr	83gr	73gr
10	85gr	91gr	80gr	85gr
promedio	86gr	88gr	84gr	76gr
Peso de biomasa	8600gr	8800gr	8400gr	7600gr
Administración de alimento	344gr	352gr	336gr	312gr

ANEXO H

CALCULO DE LA BIOMASA A LOS 60 DIAS

Peso de 10 alevines tomados al azar de cada experimental al final de la etapa de precria.

Alevines	Experimental 1	Experimental 2	Experimental 3	Testigo
1	155gr	162gr	158gr	136gr
2	154gr	168gr	161gr	135gr
3	153gr	162gr	159gr	150gr
4	160gr	165gr	161gr	130gr
5	152gr	159gr	155gr	160gr
6	151gr	170gr	161gr	141gr
7	155gr	169gr	160gr	165gr
8	160gr	168gr	159gr	135gr
9	156gr	165gr	165gr	138gr
10	153gr	170gr	162gr	136gr
promedio	155gr	166gr	160gr	145gr
Peso de biomasa	15500gr	16600gr	16000gr	14200gr
Administración de alimento	543gr	581gr	560gr	497gr

FOTOS

PROCESO DE REVERSIÓN SEXUAL EN ALEVINES DE TILAPIA

TRABAJO DE CAMPO

**Tanques destinados para 400 alevines de tilapia para el proceso de
reversión sexual**



Tanque experimental para 100 alevines



Tanques experimentales 1 – 2 – 3 y grupo testigo



Materiales y reactivos para el proceso de reversión sexual

Materiales.

- Recipientes de plástico para mezclar el alimento
- Probeta y Guantes de hule y Mascarilla
- Malla fina para colar alimento
- Balanza

Reactivos.

- Alimento de tilapia con 43% de proteína
- Alcohol etílico al 95%
- Hormona 17 alfa metiltestosterona
- Azul de metileno



PREPARACIÓN DE LA HORMONA

Ponemos 1 Kg de alimento en polvo en tres recipientes y colocamos la hormona en cantidades de 40– 60- 80 mg



Colocamos 500 ml de alcohol en cada recipiente



Se mezcla lentamente el alimento con las diferentes dosis de hormona durante 10 a 15 minutos se asegura que la mezcla esté homogénea y mojada.



Dejamos secar el alimento mojado con el alcohol en la sombra por 24 horas aproximadamente. El alimento seco se deja listo para ser utilizado.



MANEJO DE LOS ALEVINES

Recolección de los alevines



Aclimatacion y siembra



Administración del alimento hormonado durante 28 días que dura el tratamiento



Secado de los tanques de reversión para la obtención de datos terminada la etapa de pre cría de 60 días



PESAJE Y MEDICIÓN DE LOS ALEVINES

A los 15 días



A los 60 días



Alevines de tilapia durante el proceso de sexaje, determinación de machos y hembras



Realización del sexaje mediante la observación de los poros ventrales, se utilizó azul de metileno para teñir el vientre del pez y tener una mejor apreciación.



Azul de metileno



Tilapia de 6 meses de edad

