



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL
TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN TRES DIFERENTES
SISTEMAS DE MANEJO DE *Oreochromis sp* TILAPIA ROJA EN ESTADO
INICIAL”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa la obtención del título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

VERÓNICA ELIZABETH URDIALES VALLEJO

**Riobamba - Ecuador
2015**

Esta Tesis fue Aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. Edmundo Geovanny Granizo Balarezo

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. MC. Marcelo Eduardo Moscoso Gómez.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. MC. Maritza Lucía Vaca Cárdenas.

ASESOR DE TESIS

Riobamba, 30 de Enero del 2015.

AGRADECIMIENTO

Dios sobre todas las cosas y su bendición, mi agradecimiento para mis padres y demás familiares. Gracias Abuelita no tengo palabras para decirte cuanto te quiero, por tu apoyo y porqué siempre estuviste junto a mí hoy más que nunca espero ser tu orgullo.

Gracias por criarme, ver mis sonrisas, soportar mi llanto, curarme en la enfermedad y ayudarme a dar mis primeros pasos, gracias tía querida no me alcanzaría la vida entera para agradecértelo, siempre estaré ahí para ti como tú lo hiciste en mis primeros años, gracias ÑAÑA MORA espero no haberle fallado ya que siempre he tratado de seguir la filosofía de vida que usted me ha inculcado.

Gracias tía Carmen Vallejo usted ha sido parte de esta meta cumplida. Gracias Hermanos Edmundo, Viktor, Jhonatan y Carol y demás los quiero mucho.

Agradezco así a la Facultad de Ciencias Pecuarias que junto a sus profesionales quienes comparten sus conocimientos para crear mentes positivas para la sociedad.

Agradezco al GADP - NAPO y en su nombre al Doctor Sergio Chacón que junto al Ing. Fabián Pérez confiaron en mí, en la juventud con ideales diferentes pero siempre respetándolos y de una u otra manera tomándolos en cuenta, a más de sus conocimientos me enseñaron a tener ética profesional.

DEDICATORIA

Siempre he pensado en la manera más humilde de dar las gracias, porque uno siempre está rodeado de gente que de una u otra manera nos brinda un sentimiento para convertir cada instante en una experiencia ya sea bueno para apoyarnos o malo para fortalecernos.

Es por eso que con infinita alegría he conocido el sentimiento más lindo, puro y noble que la vida con la bendición de Dios me permiten valorar, no existiendo comparación ni belleza alguna que lo iguale más que el AMOR QUE ME TIENES MAMÁ; hacia ti mi respeto, mi cariño y comprensión pues consiente soy que sin tú apoyo de mí nada fuera, de rodillas para pedirte la bendición y de pie para llevarte con orgullo junto a mí.

Te debo las más grandes enseñanzas, gracias mami por traerme a la vida, por sonreír junto a mí, por guiarme en mis primeros pasos y sostenerme para que ante tus ojos y con tu apoyo nunca me veas caer. Gracias por enseñarme hablar consiente soy que en mi infancia te habré susurrado con sinceridad cuanto TE QUIERO.

Hermano mío nuestras aventuras, peleas, risas y llantos serán imborrables de mi memoria siempre serás mi ejemplo a seguir aquel niño de noble corazón que tiene a su hermanita para cuidarla, comprenderla y brindarle un fuerte abrazo.

PAPI los momentos de conversación contigo han sido tan extensos pero siempre supiste escucharme, aconsejarme y guiarme para juntos poder sobrepasar todos los obstáculos quiero que sepas que te admiro y que eres mi mayor bendición.

GRACIAS G²MV³ LOS AMO, y a ti "PAMELA" por compartirme tu filosofía de vida.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de gráficos	viii
Lista de anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LA TILAPIA	3
1. <u>Alevín</u>	3
2. <u>Especies de Tilapia</u>	4
3. <u>Cultivo de Tilapia</u>	4
B. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL AGUA ÓPTIMOS PARA EL CULTIVO DE TILAPIA	6
1. <u>Oxígeno y Temperatura</u>	6
2. <u>El pH</u>	7
3. <u>Salinidad</u>	7
4. <u>Turbidez</u>	7
5. <u>Amonio</u>	7
C. ALIMENTACIÓN DE LAS TILAPIAS	8
D. REVERSIÓN SEXUAL EN TILAPIA	9
1. <u>Inducción sexual y desarrollo de las gónadas</u>	10
2. <u>Reproducción de Tilapia Roja</u>	10
3. <u>Alevines aptos para el tratamiento de reversión sexual</u>	11
a. El proceso de reversión	11
b. Testosterona	11
1). Métodos de aplicación del esteroide	12
c. Mecanismo de acción	12
d. Alimentación de tilapia Ración – Día	13
e. Evaluación de la reversión sexual	13
4. <u>Métodos para controlar la reproducción de tilapia</u>	14
a. Cultivos mono sexo	14
b. Hibridación	14

c.	Producción de peces súper machos YY	15
d.	Reversión sexual por alimento hormonado	16
e.	Androgénesis	16
f.	Ginogénesis	16
g.	Efectos de la hormona 17 alfa metil testosterona en la Alimentación humana	17
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN	17
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	18
C.	MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	18
1.	<u>Experimentales</u>	18
2.	<u>De Campo</u>	18
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIENTAL	19
1.	<u>Esquema del experimento</u>	20
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	20
(1)	<u>Parámetros de la tilapia a evaluarse</u>	20
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	21
1.	<u>Esquema del ADEVA</u>	21
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	21
a.	<u>Descripción experimental</u>	21
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	23
A.	EVALUACIÓN DEL PESO	23
B.	CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO	29
C.	CONVERSIÓN ALIMENTICIA	32
D.	MORTALIDAD %	33
E.	VIABILIDAD %	33
F.	EVALUACIÓN DE LA TALLA	36
G.	REVERSIÓN SEXUAL %	42
H.	ANÁLISIS ECONÓMICO	45
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	48
VI.	<u>RECOMENNDACIONES</u>	50
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	51
	ANEXOS	

RESUMEN

En la provincia de Napo, cantón Tena, Granja Integral Shitig, se evaluó el comportamiento productivo y reproductivo de la tilapia roja *Oreochromis sp.* en etapa inicial bajo dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona para la reversión sexual en tres sistemas de manejo, aplicándose un Diseño completamente al azar con arreglo bi factorial (2×3); con 6 tratamientos A40 B1 (40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de tierra), A40 B2 (40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de geomembrana), A40 B3 (40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de cemento), A60 B1 (60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de tierra), A60 B2 (60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de geomembrana) y A60 B3 (60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de cemento), con 2 repeticiones por tratamiento en 12 estanques con capacidad de 1 m³ de espejo de agua. Se analizaron muestras de 5 tilapias o el 25% de la población en cada piscina. Evaluándose un total de 240 alevines de tilapia roja durante 150 días, con un peso inicial promedio de 0,32 gramos, y tamaño de 0,55 cm, alimentándolos con balanceado comercial al 45% de proteína. Se registraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), para peso final (90 días) observando los mejores resultados en el tratamiento A60 B3 con 35,49 gramos. En la ganancia de peso total y consumo total de alimento el tratamiento con mejores resultados fue A60B3, obteniéndose medias de 35,94 gramos y 60,08 gramos respectivamente, en cuanto a la conversión alimenticia se evidenciaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), siendo el mejor tratamiento A40 B2 con 1,78. La mejor talla total alcanzada se obtuvo en el tratamiento A60 B3 con 10,14 cm. La tasa de reversión sexual presentó diferencias altas en los niveles de hormona alcanzando el mejor promedio 84,93% los peces que se alimentaron con 60 mg/kg de hormona. En cambio en el Análisis Económico, el mejor indicador lo reportó el tratamiento A60 B1 con un beneficio costo de 1,28. De esta manera se puede recomendar que para la reversión sexual y la promoción técnica del cultivo de tilapia roja en la Amazonía Ecuatoriana se utilizarán 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona, la acción de esta hormona no se ve afectada por el tipo de estanque que se utilice, obteniendo así un porcentaje adecuado en la reversión sexual de alevines de tilapia roja evitando la reproducción no deseada de la misma en lotes de cría (alteración de la densidad en el estanque).

ABSTRACT

In Napo, province, Tena Canton, Shitig Integral Farm was evaluated the productive and reproductive performance of Red tilapia *Oreochromis sp.* In early stage under two different levels of the hormone 17 alpha methyl testosterone to sex-reversal in three arrangement, with six treatments of A40 B1 (40 mg/kg of hormone 17 alpha methyl testosterone in Earth pond), A40 B2 (40 mg/kg of hormone 17 alpha methyl testosterone in pond of geomembrane), A40 B3 (40 mg/kg of hormone 17 alpha methyl testosterone in cement pond), A60 B1 (60 mg/kg of hormone 17 alpha methyl testosterone in earth pond), A60 B2 (60 mg/kg of hormone 17 alpha methyl testosterone in pond of geomembrane), A60 B3 (60 mg/kg of hormone 17 alpha methyl testosterone in cement pond), each with 2 replications per treatment in 12 tanks with a capacity of 1 m³ of wáter. Five samples of tilapia or 25% of the population in each pool were analyzed and an assessment of a total of 240 fingerlings of red tilapia for 150 days with an initial weight average of 0,32 grams and size of 0,55 cm. Feeding them on comercial balanced feed to 45% protein. There were highly significant differences ($P \leq 0.01$), final weight (90 days) and the best results in A60 B3 treatment are seen with 35,49 grams. In total weight gain and total consumption of food the best results was in A60 B3 treatment, obtaining averages of 35,94 grams and 60,08 grams respectively in terms of feed conversion there were significant differences ($P \leq 0.05$), being the best A40 B2 treatment with 1,78. The best total size achieved was A60 B3 treatment with 10,14 cm. The sex-reversal rate presented high differences in hormone levels reaching the best average of 84,93% in fish which were fed with 60 mg/kg of hormone. However in the economic analysis, the best indicador was A60 B1 treatment with the best cost-benefit of 1,28.

In is recommended to use 60 mg/kg of hormone 17 alpha methyl testosterone for sex-reversal and for the Technical Promotion through aquaculture of Red tilapia in the Ecuadorian Amazon, since the action of this hormone is not affected by the type of pond used and in this way obtaining a percentage in the sex-reversal of fingerlings of red tilapia and prevent the unwanted reproduction of them in lots of breeding (alteration of the density in the pond).

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN CANALES DE CEMENTO O TIERRA.	6
2.	PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS ÓPTIMOS PARA EL CULTIVO DE TILAPIA.	8
3.	TABLA DE ALIMENTACIÓN PARA TILAPIAS.	9
4.	HIBRIDACIÓN DE TILAPIA	15
5.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE TENA.	17
6.	COMBINACIÓN DE FACTORES A Y B EN LOS TRATAMIENTOS	19
7.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	20
8.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).	21
9.	COMPORTAMIENTO DEL PESO INICIAL, FINAL (90 DIAS) Y GANANCIA DE PESO EN GRAMOS DE LA <i>Oreochromis sp</i> COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.	27
10.	COMPORTAMIENTO DEL PESO INICIAL, FINAL (90 DIAS) Y GANANCIA DE PESO EN GRAMOS DE LA <i>Oreochromis sp</i> COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN INTERACCIÓN CON LOS TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.	28
11.	MORATALIDAD DE ALEVINES <i>Oreochromis sp</i> , TRATADOS CON HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA DURANTE 90 DÍAS EN TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.	34
12.	COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO, CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LA <i>Oreochromis sp</i> COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.	36

13. COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO, CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LA *Oreochromis sp* COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES DOS NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN
14. SEXUAL EN INTERACCIÓN CON TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO. 37
15. TALLA Y REVERSION SEXUAL DE LA *Oreochromis sp* COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO. 40
16. TALLA Y REVERSION SEXUAL DE LA *Oreochromis sp* COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN INTERACCIÓN CON TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO. 41
17. ANÁLISIS ECONÓMICO TOTAL DE LA PRODUCCION DE *Oreochromis sp* COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN INTERACCIÓN CON TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO. 48

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Dinámica del peso en gramos de los alevines de tilapia roja <i>Oreochromis sp.</i> durante 90 días como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.	25
2. Curva de la regresión ajustada para el peso de los alevines de tilapia roja <i>Oreochromis sp.</i> como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.	25
3. Dinámica de la ganancia de peso en gramos de los alevines de tilapia roja <i>Oreochromis sp.</i> durante 90 días como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.	29
4. Distribución de consumo total de alimento de los alevines de <i>Oreochromis sp</i> en etapa inicial de 0 - 90 días, como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona para la reversión sexual en tres diferentes sistemas de manejo.	31
5. Dinámica del consumo de alimento en gramos de los alevines de tilapia roja <i>Oreochromis sp.</i> durante 90 días como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.	32
6. Curva de la regresión ajustada para el consumo de alimento de los alevines de tilapia roja <i>Oreochromis sp.</i> como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.	33
7. Dinámica de la mortalidad en porcentaje de alevines de tilapia roja <i>Oreochromis sp.</i> durante 90 días como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.	35

8. Dinámica de la talla en cm de los alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* durante 90 días como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo. 38
9. Talla final de los alevines de *Oreochromis sp.* a los 90 días en etapa inicial, como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona para la reversión sexual en tres diferentes sistemas de manejo. 39
10. Curva de la regresión ajustada para la talla de alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo. 43
11. Porcentaje de reversión sexual en alevines de tilapia roja alcanzado con diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo. 44
12. Porcentaje de reversión sexual en alevines de tilapia roja alcanzado en tres diferentes sistemas de manejo aplicando hormona 17 alfa metil testosterona. 44
13. Porcentaje de reversión sexual en alevines de tilapia roja, en interacción de dos diferentes dosis de hormona 17 alfa metil testosterona y tres diferentes sistemas de manejo. 45

LISTA DE ANEXOS

1. Peso inicial de alevines de tilapia roja (etapa inicial) reversados con hormona 17 alfa metil testosterona en diferentes sistemas de manejo.
2. Comportamiento del peso final (90 días), de los alevines de tilapia roja (etapa inicial) reversados con hormona 17 alfa metil testosterona en diferentes sistemas de manejo.
3. Ganancia de peso total de los alevines de tilapia roja reversados (etapa inicial) con hormona 17 alfa metil testosterona en diferentes sistemas de manejo.
4. Consumo total de alimento en alevines de tilapia roja (etapa inicial) reversados con hormona 17 alfa metil testosterona en diferentes sistemas de manejo.
5. Conversión alimenticia de alevines de tilapia roja (etapa inicial) reversados con hormona 17 alfa metil testosterona en diferentes sistemas de manejo. Respuesta del peso a los 45 días, de tilapias criadas con diferentes tipos de fertilización de estanques (gramos).
6. Talla inicial de alevines de tilapia roja (etapa inicial) reversados con hormona 17 alfa metil testosterona en diferentes sistemas de manejo.
7. Talla de alevines de tilapia roja (etapa inicial) reversados (90 días) con hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.
8. Talla total alcanzada en alevines de tilapia roja reversados con hormona 17 alfa metil testosterona (etapa inicial) en tres diferentes sistemas de manejo.
9. Reversión sexual con hormona 17 alfa metil testosterona en alevines de tilapia roja (etapa inicial) en tres diferentes sistemas de manejo.

I. INTRODUCCIÓN

La tilapia roja u *Oreochromis sp.* es una especie nativa de África que se ha adaptado eficientemente a zonas con óptimas condiciones del medio ambiente como temperatura, radiación solar, precipitación etc. En la Región Amazónica Ecuatoriana y dentro de está en la provincia de Napo, ciudad del Tena, la acuicultura se ha desarrollado como una alternativa de producción a corto plazo, con el propósito de mejorar el nivel alimenticio y económico del pequeño productor, estableciendo una oportunidad tecnológica para el manejo de los agro ecosistemas de esta importante región del país. Por ello se ha promovido el cultivo de tilapia roja u *Oreochromis sp.* siendo atractiva por su color y características zootécnicas (textura de la carne, conversión alimenticia, adaptabilidad, ganancia de peso, aumento de talla y bajo costo de producción), lo que la convierte en una especie con gran mercado tanto local como nacional y de gran importancia para investigaciones.

La reproducción de tilapia es precoz y considerada invasora dándose inicio a temprana edad, en el caso de las hembras antes de los 3 meses, gastando su energía en productos sexuales y no en carne, incubando los huevos ya fertilizados en su boca; en el caso de los machos da inicio de 3 a 4 meses de edad, en ambos casos no se alcanza un peso comercial (300-500 gr); como una ventaja se obtienen alevines dentro del sistema de producción siendo la parte negativa el aumento de la densidad de siembra, la disminución del oxígeno disuelto, mayor liberación de amonio y heces, competencia por el alimento, tallas heterogéneas y mayor estrés.

Los alevines de tilapia roja u *Oreochromis sp.* después de haber absorbido todo su saco vitelino (yolk sac), inician su alimentación a los 3 días con balanceado, y filtran el fitoplancton y zooplancton presentes en el agua, a esta edad los alevines no han desarrollado sus gónadas (testículos y ovarios) y se puede actuar técnicamente interrumpiendo la prolificidad para ello se realiza diferentes procesos químicos; como la utilización de hormonas entre las cuales tenemos: enantato de testosterona, propionato de testosterona y 17 alfa metil testosterona, siendo la

última más utilizada y con mejores resultados, esta hormona es el método más confiable en producción acuícola, arrojando un error mínimo en toda la biomasa presente en el estanque, la colocación de la hormona masculina 17 alfa metil testosterona al alimento concentrado que viene pulverizado (polvo), lo recibirán los alevines durante el primer mes de vida, atrofiando el aparato reproductivo de la hembra obteniéndose lotes de cría y engorde que alcanzaran las exigencias en el peso sin dificultades de reproducción, dándole un valor agregado a las materias primas.

Existe casos en los que se evita la utilización de químicos para controlar los problemas de prolificidad en esta especie, anulando la presencia de fármacos al momento de obtener un filete para la alimentación humana; siendo lo ideal un cultivo con poblaciones mono sexo (solo hembras o solo machos), realizando un sexaje de los peces desde los 30 días hasta los 45 días de edad con un error del 2% con resultados costosos por mantenimiento, mano de obra calificada y mayor espacio para la producción de lotes sexados, evitando la reproducción a temprana edad obteniendo mayor rendimiento productivo y por ende económico, teniendo en cuenta que la piscicultura es una de las mejores técnicas ideadas para incrementar la disponibilidad de alimento en la región amazónica con mayor producción en menor espacio.

Por lo señalado se plantea los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar los efectos de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona (40mg/kg, 60mg/kg), utilizados en el alimento balanceado sobre la reversión sexual de Tilapia roja *Oreochromis sp.* en etapa inicial.
- Determinar el mejor sistema de manejo tanto en estanque tierra, estanque de geomembrana y estanque de cemento para alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* en etapa inicial.
- Establecer el beneficio costo, para cada uno de los tratamientos, (nivel de hormona 17 alfa metil testosterona y tipo de estanque).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. TILAPIA

Green, B.W. (1991), da a conocer que 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, en las que se dan las condiciones favorables para su reproducción y crecimiento.

Manual de Crianza de Tilapia, (Alicorp S.A. 2008), menciona la facilidad y la alta supervivencia de las tilapias, su reproducción temprana hacen de ésta especie una de las mejores alternativas para su cultivo. Sin embargo, la reproducción de estos peces puede ocasionar una sobrepoblación en el estanque, resultando en una competencia por el alimento, oxígeno y espacio entre los peces sembrados originalmente y las crías.

Lara, F. et al. (2002), afirma que el cultivo de tilapia posee gran importancia en la producción de proteína animal, siendo un sustituto aceptable de las carnes rojas y productos del mar los cuales cada día son más escasos, ésta particularidad se da en los países en vías de desarrollo, ingresando al Ecuador como cultivo artesanal en los años '80, para convertirse en una exportación a escala industrial en 1995.

Redmayne, P. (2001), da a conocer, que la tilapia es cultivada en más de 100 países y ocupa el segundo puesto en la producción mundial con 1,6 millones de toneladas métricas al año. Este crecimiento le ha permitido conquistar todo tipo de mercados, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo.

1. Alevín

Bocek, A. (2009), indica que la palabra alevín (del francés alevín), es utilizada comúnmente en actividades como la piscicultura y la acuicultura, o en ciencias como la ictiología, para designar a las crías recién nacidas de peces con peso de

1 a 5 gramos o largo total mayor de 1.5 cm. Una vez capturados los juveniles (jóvenes), se los cría intensivamente para que se desarrollen en el menor tiempo.

Quiñonez, M. (2008), da a conocer que durante este período de crianza, etapa inicial o de alevinaje se efectúa también la reversión sexual, inducida hormonalmente para obtener poblaciones monosexadas de machos (hembras atrofiadas el aparato reproductivo). Para ello se administra la hormona testosterona, vía oral, añadida al alimento.

2. Especies de Tilapia

Castillo, L. (2003), explica que la tilapia pertenece a la familia de los cíclidos y está representada por cerca de 100 especies pertenecientes a seis géneros diferentes. Existen cuatro especies de tilapia que presentan mejores características productivas las cuales se han introducido al país; la especie *Oreochromis niloticus* es más rápido al aprovechar mejor el alimento natural presentando mayor ganancia de peso, tamaño y un mejor biotipo.

En la producción de híbridos, la *Oreochromis aureus* aporta la tolerancia al frío buscando que las características indeseables se pierdan debido a la heredabilidad. Las especies *Oreochromis hornorum* y *Oreochromis mossambicus*, son las especies que generan el color rojo por poseer un gen recesivo, sin embargo éstas especies presentan una mala conformación anatómica.

Cowey, B. (1981), da a conocer que el híbrido *Oreochromis sp.* conocido también como tilapia roja es el producto de cruces de cuatro especies de Tilapia: tres de ellas de origen africano y una cuarta israelita *O. niloticus* * *O. hornorum* * *O. mossambicus* * *O. aureus*; el resultado es una coloración fenotípica desde el rojo cereza hasta el albino, pasando por el animal con manchas negras.

3. Cultivo de Tilapia

Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO 1997), explica que la producción de tilapia es una práctica zootécnica y la viabilidad

económica en los sistemas de producción dependen de la calidad de semilla siendo factible un menor índice de conversión alimenticia y menor mortalidad. La tilapia posee una serie de atributos favorables para su cultivo como es la resistencia a bajas concentraciones de oxígeno, rangos variados de salinidad, soporta la manipulación, baja influencia patógena, adecuada asimilación nutricional dando una producción de filete con textura firme, coloración blanca, bajo porcentaje de grasa. Ya sea que se la cultive en estanques de tierra, estanques de cemento o jaulas flotantes.

FAO. (1983), enseña que los tipos de cultivo varían significativamente por el tipo de alimentación y por la densidad del cultivo, en un cultivo extensivo la alimentación es a base de fitoplancton y zooplancton se lo practica desde reservorios con cantidades adecuadas de agua, no así los cultivos intensivos que dependen de alimento suministrado con proteína mayor al 20% satisfaciendo los requerimientos de la especie.

Menéndez, L. (1985), manifiesta que los cultivos en estanques de tierra deben ser previamente desinfectados y mantener un metro de nivel de agua, éstos estanques son de bajo costo de instalación, mayor mano de obra con un índice de alta supervivencia, siendo el sistema de cultivo más común y practicado. Señala además las características de los cultivos en estanques de cemento o conocidos también como piletas los cuales deben lavarse más continuamente 2/semana, desinfectarse con cloro, el nivel de agua varía desde 0,5 m a mas con sistemas de aireación.

Microbiología Médica, (REDVET2006), menciona que el cultivo de tilapia en tanques circulares de geomembrana, ha estado desarrollándose solo en algunos sitios, pero no en cantidades de producción industrial para la exportación; encontrándose limitantes para la producción durante todo el año, uno es la temperatura ya que las tilapias son considerados peces de aguas cálidas.

Ingram, A. (2002), señala que en el Ecuador ésta producción se la encuentra a lo largo de toda la costa Ecuatoriana en las provincias de El Oro, Guayas, Manabí.

En el 2012 se reportaron datos de 2.000,000 Toneladas de filete de tilapia exportadas a EE.UU con un valor de \$ 5.030,829 dólares.

Por ende la producción de tilapia es considerada rentable en lugares donde cumple con las condiciones óptimas tanto de medio ambiente como manejo, dándose a conocer algunas características de la misma en el cuadro 1.

Cuadro 1. PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN CANALES DE CEMENTO O TIERRA.

Fase	Peso (gr)	gr/día	Ciclo	Dens. m ²	% Mort.	% Prot.
Alevinaje	1- 50	0.2 – 0.4	130 días	10 - 60	30 – 40	35
Cría	50–300	1.5 – 1.7	140 días	150 - 300	5 – 15	32
Engorde	300–900	3.5 – 3.9	145 días	80 - 125	1 - 5	30

Fuente: Manejo Industrial de Tilapias. (2009)

B. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL AGUA ÓPTIMOS PARA EL CULTIVO DE TILAPIA

Poot, J. et al. (2009), manifiesta que para cultivar tilapia es importante tomar en cuenta las propiedades físico químicas del agua. Estas deben mantenerse dentro de los parámetros óptimos para garantizar el desarrollo de los peces; las propiedades más importantes tenemos la temperatura, oxígeno disuelto, pH y transparencia las cuales influyen directamente en los aspectos productivos y reproductivos de los peces.

Según Lozano, D. y López, F. (2009), muestra que los factores físicos y químicos de mayor importancia son:

1. Oxígeno y Temperatura

El oxígeno y la temperatura quizá son los parámetros más importantes en los cultivos de especies hidrobiológicas en cuanto a temperatura se tiene a una T° máxima en 32°C y la mínima 16°C, soportando variaciones no bruscas de

temperatura; en cuanto al oxígeno disuelto soporta niveles desde 4 ppm a más, los niveles de oxígeno disuelto presentan efectos como:

- 0,0 - 0,3: Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
- 0,3 - 2,0: Letal en exposiciones prolongadas.
- 3,0 - 4,0: Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
- >4,5 : Rango deseable para el crecimiento del pez

2. El pH

Mide el grado de acidez y alcalinidad del agua, en estanques de agua natural se tiene un pH que varía entre 5 y 8; Cuando el nivel de pH se encuentra debajo de 5 se manifiesta el “estrés ácido”, lo que provoca excesiva acumulación de mucus en el tejido branquial que interfiere con el intercambio gaseoso y afecta al balance “ácido – base” de la sangre causando estrés respiratorio y disturbio osmótico.

A un elevado nivel de pH sobre 8, el ion aluminio se incrementa en el agua, además produce una hipertrofia del epitelio de las branquias; a valores extremos de 2 a 12 se produce la muerte de las tilapias en cultivo; el rango deseable para el cultivo de tilapia es de 6.5 a 8.

3. Salinidad

Las tilapias son peces de agua dulce que evolucionaron a partir de un antecesor marino, por lo tanto conservan en mayor o menor grado la capacidad de adaptarse a vivir en aguas saladas (eurihalinas).

4. Turbidez

La turbidez del agua tiene dos tipos de efectos: uno sobre el medio y se debe a la dispersión de la luz y el otro actúa de manera mecánica directamente sobre los peces. Al impedir la libre penetración de los rayos solares, la turbidez limita la

productividad natural del estanque, lo que a su vez reduce la disponibilidad de alimento (fitoplancton y zooplancton) para la Tilapia.

5. Amonio

El amonio que se encuentra en el agua proviene del producto final del metabolismo (heces y orina) de las proteínas, las cuales son el principal ingrediente del alimento balanceado; los peces en general excretan entre el 60% y 90% del nitrógeno de desecho a través de las branquias por lo que son considerados “amotéticos”. La forma ionizada (NH_4) presente en el agua no es tóxica para los peces a diferencia de la forma no ionizada de amonio (NH_3) el cual es supremamente tóxico a niveles que excedan 0.03mg/litro.

Los parámetros antes mencionados se resumen en el cuadro 2, donde se explica a brevedad cada uno de ellos y la variación de rango.

Cuadro 2. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL AGUA ÓPTIMOS PARA EL CULTIVO DE TILAPIA.

Parámetros	Unidad	R. Máximo	R. Mínimo
Temperatura	Grados Centígrados	36°	18°
Oxígeno Disuelto	Partes por millón	5 ppm	2 ppm
Bióxido de Carbono	Partes por millón	15 ppm	----
Dureza	Ca CO ₃	350 ppm	50 ppm
Turbidez	Disco Secchi	35 cm	3 cm
Amoníaco	Partes por millón	< 0.5 ppm	< 0.03
Nitritos	Partes por millón	1.0 ppm	< 0.1 ppm

Fuente: Manual de Manejo de cultivo de tilapia roja (2008).

C. ALIMENTACIÓN DE LAS TILAPIAS

Quiñonez, M. (2008), da a conocer que el género *Oreochromis sp.* clasifica como omnívoro, por consumir diversidad de alimentos, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton mediante la filtración por las branquias.

Poot, J. et al. (2009), ostenta que para el cultivo de tilapia se han empleado diversos alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, la alimentación de tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de un 55%.

Cowey, B. (1981), explica que el desarrollo de los cultivos en piscicultura depende inevitablemente de obtener una dieta comercial que satisfaga los requerimientos de nutrientes esenciales; siendo así los costos de alimentación el 50% del total del costo de producción puesto que hay un delicado balance entre el nivel de proteína y energía en cada etapa fisiológica de la tilapia, lo que se explica en el cuadro 3.

Cuadro 3. TABLA DE ALIMENTACIÓN PARA TILAPIAS.

Etapa de cultivo	Tipo Alimento	Presentación	Días de cultivo	Peso promedio esperado / tilapia	Alimento diario todo tilapias (kg)	Frecuencia de alimentación diaria	Porcentaje de biomasa
Alevín	P450	Micronizado	0	3 g	0.3 kg	4 – 6	10 %
	P450	Micronizado	25	15 g	1.13 kg	4 – 6	10 %
Inicial	P380	Extruso 2mm	35	20 g	1.52 kg	4 – 6	7.50 %
	P380	Extruso 2mm	50	30 g	2.25 kg	3	7.50 %
	P380	Extruso 2mm	65	55 g	2.75 kg	3	5 %
Crecimiento	P320	Extruso 3mm	80	70 g	3.50 kg	3	5 %
	P320	Extruso 3mm	95	110 g	5.50 kg	3	5 %
	P320	Extruso 3mm	110	145 g	5.08 kg	2	3.5 %
Desarrollo	P280	Extruso 5mm	125	180 g	6.30 kg	2	3.5 %
	P280	Extruso 5mm	140	215 g	7.20 kg	2	3.5 %
	P280	Extruso 5mm	155	225 g	7.53 kg	2	3.5 %
Engorde	P240	Extruso 5mm	170	315 g	7.88 kg	2	2 %
	P240	Extruso 5mm	185	360 g	7.90 kg	2	2 %

Fuente: BIOALIMENTAR, Nutrición. (2013).

D. REVERSIÓN SEXUAL EN TILAPIA

Delgadillo, M. Soledad. (1996), menciona que el principal problema de cultivo en tilapias es la proliferación, produciéndose fácilmente a una temprana edad que

varía de 3 – 6 meses; aun cuando son pequeñas a partir de ahí tienen desoves múltiples a lo largo de todo el año.

Méndez, M. et al (2007), especifican que debido al problema de reproducción en el cultivo de tilapia se necesita emplear métodos como el de “inducción sexual”, que consiste en el suministro temprano de esteroides u hormonas a los peces, durante un período muy corto (30 días) lo cual impide un desarrollo gonadal y garantiza crecimientos más rápidos de las tilapia, reduce el tiempo de crianza o engorde y permite alcanzar tallas de mercado que proveen abundancia de carne.

Delgadillo, M. Soledad. (1996), además menciona que el proceso de hormonado o de inducción sexual en tilapia que se destinan al consumo humano, implica una gran responsabilidad en su manejo; por cada kilogramo de alimento 60 miligramos de hormona 17alfametil testosterona (MT) disuelta está en un litro de alcohol, algunos usan mayor cantidad de hormona y se cree que es proporcional con la densidad de siembra, esta mezcla se deja secar y se alimenta a los alevines.

1. Inducción sexual y desarrollo de las gónadas

Castillo Campo, L.F. (2004), recomiendan, en ésta etapa, llamar al proceso como inducción sexual ya que los alevines todavía no han desarrollado sus gónadas sexuales. Al llamarlo inducción, se refiere a que los cambios son a nivel fenotípico y no genético. Otro caso es el término atrofiación, el cual es incorrecto, porque cuando se inicia con el tratamiento, no podemos decir que se han seleccionado machos o hembras para someterlas a tratamiento. La atrofización sexual, se refiere al hecho de identificar a un individuo como macho o hembra y que éste cambia sus estructuras sexuales, sea de forma natural o inducida; de tal manera que lo ocurrido es la inducción a un desarrollo gonadal.

2. Reproducción de Tilapia Roja

Espejo, F. y Torres, P. (2001), Los reproductores de tilapia roja son sembrados en estanques de tierra con profundidad mayor a 60 cm a una densidad de dos

peces/m², se pueden sembrar 2 o 3 hembras por cada macho, la cantidad de reproductores sembrados deben ser según la cantidad de alevines a producir. Una hembra de 200 gr produce 370 alevines, los reproductores deberán ser alimentados al 2% del peso vivo con 28- 30% de proteína bruta, es importante no sobrealimentar, por el engrasamiento del tejido reproductivo

Después de sembrado los reproductores, se pueden ver sus crías a los 15 días algunos con saco vitelino y otros desarrollados en su totalidad, luego se retiran las crías del estanque de los reproductores, pero hay que tener cuidado con el nivel de agua, alrededor de 20 cm.

3. Alevines aptos para tratamiento de reversión sexual

Prieto, C.A. y Olivera, M. (2002), indica que una vez seleccionados los alevines se los coloca en estanques para iniciar la reversión sexual; éste proceso consiste en adicionar andrógenos (17 alfa metil testosterona) al alimento que se le suministra diariamente a los alevines, durante 28 días (después que el alevín a consumido su saco vitelino). Durante éste período, la tilapia no ha desarrollado sus gónadas las cuales no serán viables a futuro. Gracias a la inducción sexuales posible hacer que individuos genéticamente hembras, se desarrollen fenotípicamente como machos.

a. El Proceso De Reversión

Popma, T. y Green, B. (1990), proponen que los alevines de TR inician su alimentación más o menos a los 3 días después de haber absorbido todo su saco vitelino (yolksac), en ese momento empiezan a comer y no han desarrollado sus gónadas (testículos y ovarios), al alimento concentrado previamente pulverizado se le mezcla con hormona masculina llamada 17alfametil testosterona.

b. Testosterona

Delgadillo M. Soledad, (1996), acentúa que la testosterona es una hormona androgénica producida por los testículos. Encontrándose mayor efectividad en las

hormonas sintéticas que naturales, entre las principales hormonas a utilizar se encuentran 17 metil testosterona, 11 keto testosterona, androsterona, metil androstrandiol.

Proença, E. y Bittencourt, T. (1994), citan algunos productos que contiene testosterona sintética de uso veterinario con ingredientes activos como el enantato de testosterona (ET), propionato de testosterona (PT); las cuales son usadas en el proceso de reversión sexual de alevines de tilapia Sin embargo existe también la 17 alfa metil testosterona (MT), la cual tiene mayor índice de reversión sexual.

1) Métodos de aplicación del esteroide

Guerrero, S. y Shelton, V. (1953), definen tres formas principales de aplicación de esteroides en peces como es la inyección subcutánea o introducción de los cristales de esteroide bajo la piel, la cual fue muy usada antes de que se fabricaran los esteroides sintéticos, pero que no se reporta dentro de las nuevas experimentaciones.

La inmersión de los organismos en agua que contenga los esteroides. Este tratamiento es frecuente en pocildos y en los salmónidos. Y el más frecuente y de fácil administración es brindar alimento balanceado tratado con el esteroide, proponiendo así la preparación de alimento con hormona 60 mg/kg de balanceado con 45 % de proteína para etapa inicial.

c. Mecanismo de Acción

Delgadillo M. Soledad. (1996), manifiesta que la testosterona (hormona sexual masculina) y los andrógenos atraviesan fácilmente la membrana celular y se unen a receptores intracelulares específicos. Estos receptores son proteínas con un peso molecular de aproximadamente 120 kilo daltons. Su síntesis está determinada genéticamente en el cromosoma X. La DHT se une en un sitio del receptor cerca de un grupo carboxilo terminal. El complejo receptor esteroide 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. El músculo esquelético no posee receptores de testosterona o DHT por lo que los efectos anabólicos no son aún lo suficientemente explicados.

d. Alimentación de Tilapia Ración – Día

Vergara, R. (2001), señala la cantidad de raciones diarias, por ende se debe saber la biomasa de alevines que tenemos en cada estanque, la biomasa es un término usado que nos indica cuánto en peso vivo tenemos en nuestro cultivo, después de que calculamos la biomasa de cada estanque procedemos a hallar la ración diaria a ofrecer y luego la cantidad de alimento a dar por cada frecuencia de alimentación, en etapa inicial se considera un 25% de la biomasa para la ración.

$$B = P \times N$$

B: Biomasa

P: Peso promedio de los peces

N: Número total de los peces en el estanque

e. Evaluación de la Reversión Sexual

Bardach, J. et al. (1986), mencionan la eficiencia de la reversión sexual, se esperan a que los alevines tengan una talla mayor a 50 gramos y se toma una muestra del 10% de los peces reversados, éstos podrían presentar alteraciones en sus características secundarias como mayor tamaño de sus aletas, presencia de accesorios en alguna parte del cuerpo, modificación de las mandíbulas.

Harper, A. y Pruginin, F. (1985), indican que a los tres cm. pueden ser apreciables las diferencias pero que es conveniente teñir con azul de metileno el vientre del pez para tener mayor seguridad de apreciación, en las hembras se encontraran tres poros ventrales y en los machos dos poros ventrales.

Guerrero, S. y Shelton, V. (1974), comentan que desarrollan una técnica para poder observar la gónada en tilapia aurea de 25 a 35 mm. La técnica consiste en retirar el tejido gonádico del pez que se encuentra cerca de la vejiga natatoria, colocarlo en un portaobjetos y macerarlo para posteriormente hacer observaciones al microscopio. El tejido ovárico, ovocitos, la observación del testículo resulta complicada y recomiendan que antes de practicar la técnica se haga un buen número de disecciones hasta localizar el tejido gonádico perfectamente.

Nakamura, Y. (1973) y Yoshikawa, W. (1978), definen el sexo por medio del estudio de cortes histológicos transversales de pez en los que es posible observar la gónada a ambos lados de la vejiga natatoria y se puede ver claramente si el tejido corresponde a testículo o a ovario. Han tomado muestras cada tres a cinco días, y han observado el desarrollo de la gónada y definen el sexo con seguridad, la desventaja de este método es que los animales deben ser sacrificados.

4. Métodos para controlar la reproducción de tilapia

a. Cultivos Monosexo

Hepher, A. y Pruginin, F.(1985), consiste en producir grandes cantidades de semilla o alevines, los cuales posteriormente son cosechados y sembrados en otros estanques, donde desarrollaran hasta un tamaño apropiado para poder ser sexados (20 a 30 gr.), que según el lugar puede durar de 1 a 2 meses, esto se fundamenta en que el macho desarrolla más talla que la hembra, se necesita una destreza en la labor del sexado, que en muchas ocasiones solo llega a un 90% de eficiencia, lo que involucra un riesgo al tener peces hembras en los estanques de cultivo.

b. Hibridación

Este método se basa en el cruce de dos especies genéticamente diferentes en ambientes controlados, explicado en el cuadro 4. El entrecruzamiento es realizado con la finalidad de: producir organismos solomachos, los cuales evitan los

problemas de sobrepoblamiento y enanismo que se presentaban en los cultivos de ambos sexos de Tilapia, ocasionado por la precocidad reproductiva de estos peces; el incremento de vigor híbrido, atributos que sus progenitores (longitud, altura, peso, crecimiento, hábitos alimenticios etc.); y por la coloración externa más atractiva.

Cuadro 4. HIBRIDACIÓN DE TILAPIA

HEMBRA	MACHO	MACHOS	AÑO	REFERENCIA
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. hornorum</i>	100 %	1960	Hicking, 1960
<i>O. niloticus</i>	<i>O. hornorum</i>	100 %	1968	Hepher y Pruginim, 1985
<i>O. niloticus</i>	<i>O. aureus</i>	100 %	1967	Yashouv y Halvey, 1967
<i>O. aureus</i>	<i>O. mossambicus</i>	75 %	1976	Delgadillo TMD 1975
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. hornorum</i>	75 %	1984	De la Paz O. 1985
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. hornorum</i>	75 %	1983	Mercado C. 1987
<i>O. niloticus</i>	<i>O. mossambicus</i>	80 %	1987	Galván V, 1987
<i>O. mossambicus</i>	<i>O. hornorum</i>	83 %	1982	Castañeda C. 1987
<i>O. niloticus</i>	<i>O. hornorum</i>	80 %	1987	Pérez Galicia 1987

Fuente: Armando Morales (CIB) 1991 y Castillo, 1994.

c. Producción de peces supermachos (YY machos)

Scout, M. et al. (1989), Este método busca reducir o limitar el uso de andrógenos en la producción monosexo de tilapia y produce únicamente descendientes machos. Dado que el sexo fenotípico de la tilapia puede ser invertido, esto es posible en el caso de *O. niloticus* y *O. mossambicus*. Y no así en el cruce de otras especies puesto que las mismas heredan los genes dominantes de una manera directa y al no poseer genes recesivos los mismos no tendrán un porcentaje de heredabilidad por mínimo que sea este para seleccionar la descendencia.

Señalan además la feminización de los machos (XY) por tratamiento con estrógenos cualquiera que sea este (químico u hormonal) los cuales posteriormente serán cruzados con un macho normal XY, la feminización de machos producen descendientes con proporciones de los siguientes genotipos:

1XX hembra; 2XY machos; 1YY macho, éste último genotipo es viable (YYmacho), están identificados en algunos estudios

Mair, G. et al. (1991), manifiestan que los descendientes machos resultan del cruce de hembras (XX) con machos (YY). Similarmente, la feminización de *O. aureus*, machos (ZZ hembras). Y su cruce F1 serán todos machos.

d. Reversión sexual por alimento hormonado

Baroiller, J. y Jalabert, B. (1989), El mecanismo más efectivo y práctico es la administración de un andrógeno (generalmente 17 α -metiltestosterona) en el alimento que se suministra a las larvas en sus primeros 20 a 30 días de vida, iniciando a partir del tercer día pos eclosión. Los factores determinantes son: densidad, temperatura, presencia o ausencia de alimento vivo, dosis de hormona, tamaño, momento de inicio y duración, uniformidad de la partícula de la hormona en el alimento y características genéticas de los individuos.

e. Androgénesis

Pandian, S. y Koteeswaran, N. (1998), indican que en este método sólo se hereda el genoma paterno. Se requiere varios procedimientos: inactivar o eliminar el genoma de los huevos, activar el inicio del desarrollo embrionario mediante los espermatozoides y restaurar la diploidía, inhibiendo la primera división mitótica, el desarrollo de androgénesis favorece el desarrollo de grupos de supermachos (YY), base para el desarrollo de stocks comerciales de solo machos.

f. Ginogénesis

Genética y Genómica en Acuicultura (TVEDT.2006), es la inducción sólo de la herencia del material genético materno en la descendencia esto se consigue por la aplicación de un shock térmico (41°C a 43°C durante cuatro minutos) a los huevos y retener el segundo cuerpo polar.

Para la obtención de poblaciones ginogenéticas viables es necesario producir peces ginogenéticos haploides mediante la eliminación de los cromosomas paternos sin alterar su supervivencia y motilidad, debe tenerse en cuenta la intensidad de irradiación, tiempo de exposición, concentración de los espermatozoides. Pos fertilización se puede aplicar irradiación de 27 a 29 minutos con 39° C manejando éstatemperatura no se permite una malformación del material genético.

5. Efectos de la hormona 17 alfa metil testosterona en la alimentación humana

Marcillo, D. y Landívar, A. (2000), mencionan que el 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.

Popma, T. y Greem, B.(1990), señala que la metiltestosterona 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. El uso de metiltestosterona para la reversión química del sexo de los peces para consumo ha sido aprobado por el departamento de drogas y alimento de los EE. UU,

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se realizó en la Granja Experimental de Piscicultura “Shitig”, ubicada en el sector Alto Tena, parroquia Muyuna, cantón Tena, Provincia de Napo; en correspondencia al “Convenio Marco” que se tiene entre la ESPOCH y el GADP-NAPO, las condiciones meteorológicas del lugar de investigación se explican en el cuadro 5.

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE TENA.

Parámetros	Unidad	Promedio mensual
Temperatura	° C	25
Humedad relativa	%	80
Precipitación	mm/año	1500-2500
Altura	Msnm	1000-2800

Fuente: INAMHI – NAPO (2013)

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para la realización de la presente investigación se utilizó como unidades experimentales 12 estanques con capacidad de un metro cúbico de agua (m³), cuyas dimensiones son 2m de largo *1m de ancho *0,5m profundidad, en los cuales se colocaron 20 alevines de tilapia roja u *Oreochromis sp.* por cada estanque.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Experimental

- Alevines de Tilapia Roja
- Hormona 17 alfa metil testosterona
- Equipo Quirúrgico

2. De campo

- Estanques
- Baldes capacidad 10 litros
- Balanza de precisión
- Computadora
- Cámara Fotográfica
- Lupa
- Escalímetro

- Tamiz
- Cinta Métrica
- Actas de Registros.
- Letreros de identificación.
- Libreta de anotaciones.
- Esferográficos.
- Geo Membrana
- Manguera
- Cemento
- Bloques
- Llaves de Paso 3/4

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos que se evaluaron en el presente trabajo investigativo, estuvieron conformados por seis tratamientos y dos repeticiones, como se lo detalla en el cuadro 6, en los cuales se manejaron dos niveles de hormona 17 alfa metil testosterona 40 mg/kg y 60mg/kg, en tres diferentes sistemas de manejo, como son los estanques de cemento, estanques de geo membrana y estanques de tierra.

Factor A: Niveles Hormonales

Factor B: Sistemas de Manejo

Cuadro6. COMBINACIÓN DE FACTORES A Y B EN LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	Factor A Nivel de Hormona	Factor B Sistema de Manejo
1	40 mg / 1 kg de alimento	Estanque de tierra
2	40 mg / 1 kg de alimento	Estanque de Geomembrana
3	40 mg / 1 kg de alimento	Estanque de Cemento
4	60 mg / 1 kg de alimento	Estanque de tierra
5	60 mg / 1 kg de alimento	Estanque de Geomembrana
6	60 mg / 1 kg de alimento	Estanque de Cemento

Se analizaron bajo un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA), con arreglo Bi Factorial el mismo que se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor estimado de la variable

μ = Efecto de la media general

α_i = Efecto de la hormona 17 alfa metil testosterona (Factor A)

β_j = Efecto de los sistemas de manejo (Factor B)

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción (Factor A * Factor B)

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental

1. Esquema del experimento

El esquema del experimento presente en el cuadro 7, se planteó de la siguiente tomando en cuenta el tamaño de unidad experimental.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos		Código	Número tilapias / U.E	Repeticiones	Total
Factor A N. Hormona	Factor B Sistemade Manejo				
40 mg/kg	Estanque Tierra	A40B1	20	2	40
	Estanque Geo membrana	A40B2	20	2	40
	Estanque Cemento	A40B3	20	2	40
60 mg/kg	Estanque Tierra	A60B1	20	2	40
	Estanque Geo membrana	A60B2	20	2	40
	Estanque Cemento	A60B3	20	2	40
TOTAL DE TILAPIAS					240

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Los parámetros que se analizaron en la presente investigación fueron:

1. Parámetros de la tilapia *Oreochromis sp.* a evaluarse

- Peso inicial, gramos
- Peso final, gramos
- Ganancia de peso, gramos
- Consumo de alimento, gramos
- Conversión alimenticia
- Mortalidad, porcentaje
- Evolución de la talla, centímetros
- Porcentaje de Reversión Sexual
- Análisis económico (Beneficio / Costo)

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos se sometieron a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA), cuadro 8.
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey.
- Análisis de Regresión y Correlación de las variables mutuas.

Cuadro 8. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA).

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
TOTAL	11
Factor A (nivel de hormona)	1
Factor B(sistema de manejo)	2
Interacción (A*B)	2
Error	6

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción Experimental

Para la siguiente investigación se utilizaron 12 estanques clasificados de la siguiente manera: 4 estanques de tierra, 4 estanques cubiertos con geomembrana y 4 estanques de cemento, cada uno con capacidad de 1 m³ de agua, en los cuales se colocó 20 alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* En los siguientes pasos se da a conocer la descripción del experimento:

- En la adecuación de los estanques se realizaron las siguientes actividades limpieza de cada uno de los estanques y evacuación de las impurezas en su totalidad, instalación de tuberías de drenaje, elaboración del sistema de entrada de agua con manguera de ½ pulgada.
- Se colocó geomembrana en 4 estanques, en los 4 estanques siguientes se colocó una capa de cemento y 4 estanques de tierra, creando así tres sistemas de manejo: tierra, geomembrana y cemento.
- El encalado se lo realizo para corregir el pH de cada una de las unidades experimentales dosificando 100 gr/m² y dejándolos reposar por dos días, luego se procedió a llenarlos y se los dejo en reposo por un lapso de 6 días, creando así condiciones favorables para el crecimiento de microorganismos.
- Se ejecutó la siembra 20 alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* por estanque de acuerdo a cada uno de los tratamientos, 8 días posteriores al encalado, 2 días antes de la siembra se realizó la fertilización con abono 10-30-10 colocando 10gr/m².
- La preparación del alimento para los alevines, se realizó con balanceado para crecimiento 45% de proteína y hormona 17 alfa metil testosterona en dos raciones: 40mg de hormona en 1 kg de balanceado y 60mg de hormona en 1 kg de balanceado. El alimento se entregó diariamente según el 25% de

labiomasa registrada en cuatro raciones controlando al mismo tiempo el nivel de agua y pH de cada uno de los estanques. (en referencia a la tabla de alimentación NICOVITA S.A)

- Las mediciones experimentales como peso y talla se registraron al inicio de la investigación y continuaron cada 15 días tomándose como muestra un 25% de la población de peces.
- Al terminar el trabajo de campo los datos se tabularon aritméticamente y se realizó el análisis estadístico con pruebas de ADEVA, Separación de medias de acuerdo a Tukey, Análisis de Regresión y Correlación de las variables mutuas, para posterior interpretación y publicación de resultados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DEL PESO

El peso inicial de los alevines de *Oreochromis sp.* fue de 0,032 gramos, sin que existan diferencias significativas, registrándose un valor mínimo de 0,030 gramos y un valor máximo de 0,034 encontrándose un rango de 0,004 gramos.

De esta manera la aplicación del diseño completamente al azar es adecuado para comprobar la hipótesis (anexo 1). En este sentido Phelps, C.1992 señala que el tratamiento hormonal se debe iniciar con alevines menores de 11 mm de longitud total, un peso de 0.1 gr y de cinco días de edad, para que se aprecie eficiencia, aunque también se han logrado buenos resultados con alevines un tanto menor a los 19 días.

A los 90 días el análisis de varianza registró diferencias altamente significativas en las dosis hormonales, el tipo de estanque y la interacción ($P < 0,01$).

Para la separación de medias según Tukey, en referencia al factor A (dosis hormonal), el mejor peso final fue de 35,49 gramos correspondiente a los peces

alimentados con balanceado de 45% de proteína mezclado con 60mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona, difiriendo de la dosis de 40mg/kg de hormona que lograron un peso de 31,19 gramos, existiendo una diferencia de 4,3 gramos entre los valores extremos. En el factor B (tipo de estanque), se apreció que el peso de peces a los 90 días de evaluación en los estanques de cemento fue relativamente mejor con 35,97 gramos, aunque solo supero a los estanques de geomembrana con 30,55 gramos.

Para la interacción de los dos factores A*B (nivel hormonal y tipo de estanque) los mejores pesos se distribuyeron entre los tratamientos 40mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de cemento con 37,15 gramos, 60mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de tierra con 38,57 gramos y 60mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de cemento con 34,80 gramos correspondientemente.

De esta manera se puede manifestar que en los primeros días de vida de los alevines de *Oreochromis sp.* la utilización de hormona 17 alfa metil testosterona utilizada en el proceso de reversión sexual mantiene el mecanismo de acción ayudando a la síntesis de proteínas, además se puede indicar que el manejo en estanques puede resultar mejor que la geomembrana (anexo 2).

En este sentido, Vázquez en el 2012 reportó promedios muy parecidos a los nuestros, ya que los peces de tilapia reversada desarrollaron un peso entre 20 a 30 gramos, según el lugar de cría donde permanecieron (2 a 3 meses). Orejuela por su parte en 1999 con estudios similares reportó un peso a los 90 días de 46,51 gramos (un tanto superiores a los de la presente investigación), alcanzando a los 150 días promedios de 180 gramos.

Como podemos advertir en el gráfico 1, la evolución de peso de tilapia reversada hormonalmente en los primeros días el incremento fue muy limitada, en cambio a partir de los 45 días de evaluación, se observó una tendencia de incremento alto en el peso hasta el término del estudio.

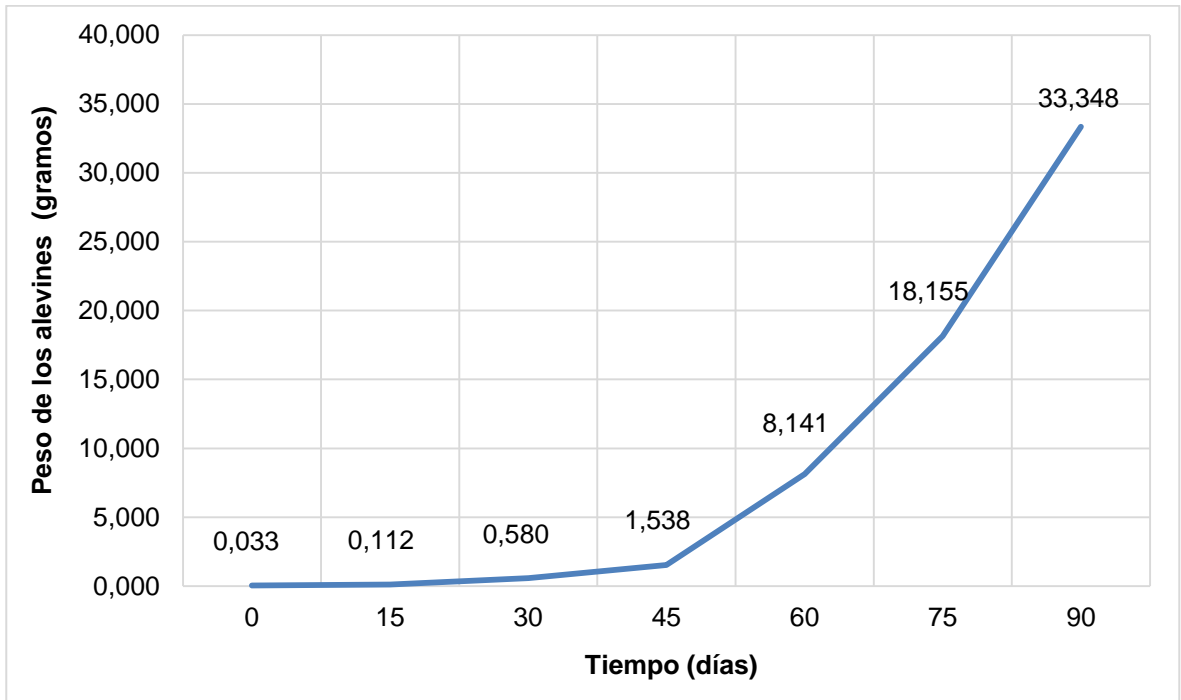


Gráfico 1. Dinámica del peso en gramos de los alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* durante 90 días como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.

El análisis de regresión gráfico 2, entre el peso de la *Oreochromis sp.* y la edad; presentó diferencias significativas.

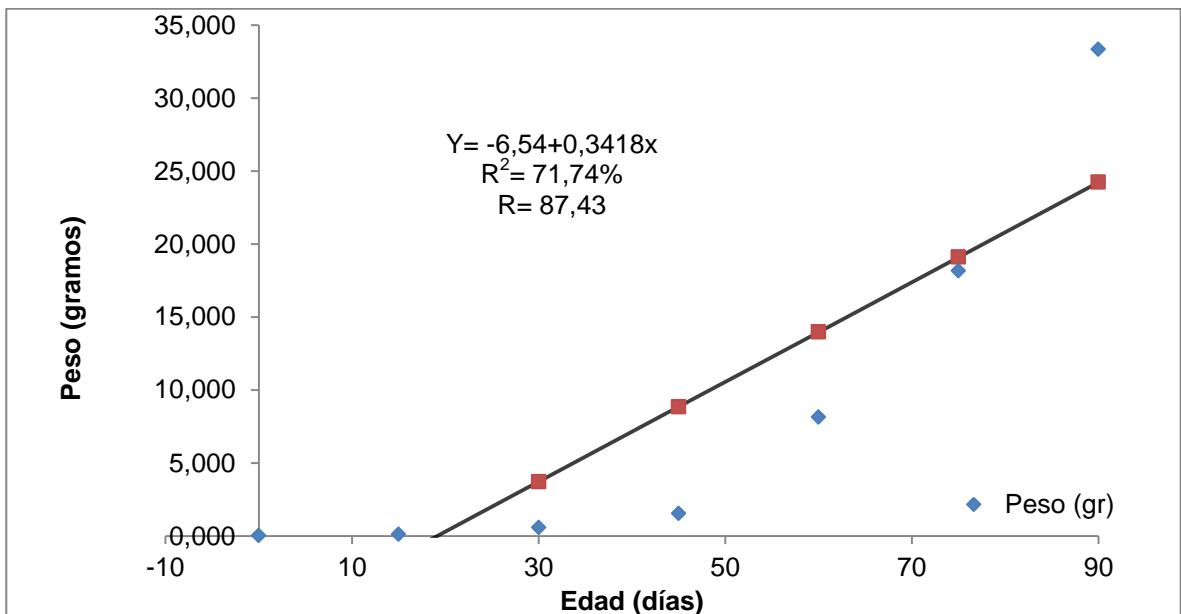


Gráfico 2. Curva de la regresión ajustada para el peso de los alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.

Respondiendo a una tendencia positiva, el grado de relación entre las variables fue del 87,43% es decir existe una alta dependencia de la dinámica de peso de los alevines sobre el desarrollo corporal de los mismos, expresando que y por cada incremento en la edad del pez, existe una ganancia de 0,34 gramos en el peso durante los 90 días; responde a una ecuación $Y = -6,54 + 0,34X$.

El comportamiento de ganancia de peso para alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* en etapa inicial fue de 33,31 gramos, reportó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para el nivel hormonal, tipo de estanque y la interacción entre los dos factores.

En referencia al factor A (nivel hormonal) el mejor promedio fue de 35,46 gramos en los 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona difiriendo de la dosis de 40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona donde los alevines obtuvieron un peso apenas de 31,16 gramos.

Cuadro 9. COMPORTAMIENTO DEL PESO INICIAL, FINAL (90 DIAS) Y GANANCIA DE PESO EN GRAMOS DE LA *Oreochromis sp* COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

Variables	Dosis Hormonal (A)			Estanques (B)								
	40 mg/Kg		60mg/Kg	Prob.	Tierra	Geomembrana	Cemento	Prob.				
Peso Inicial (g)	0,0328	a	0,0326	a	0,946	0,034	a	0,032	a	0,7665		
Peso Final a los 90 días (g)	31,196	b	35,49	a	0,001	33,51	ab	30,55	b	35,97	a	0,0047
Ganancia de Peso (g)	31,16	b	35,46	a	0,001	33,47	ab	30,52	b	35,94	a	0,0046

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0.05$).
 Prob. Probabilidad.

Cuadro 10. COMPORTAMIENTO DEL PESO INICIAL, FINAL (90 DIAS) Y GANANCIA DE PESO EN GRAMOS DE LA *Oreochromis sp* COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN INTERACCIÓN CON LOS TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

Variables	40 mg/Kg			60mg/Kg			Prob.
	Tierra	Geomembrana	Cemento	Tierra	Geomembrana	Cemento	
Peso Inicial (g)	0,034 a	0,033 a	0,030 a	0,033 a	0,030 a	0,034 a	0,5558
Peso Final a los 90 días (g)	28,455 b	27,980 b	37,155 a	38,570 a	33,120 ab	34,800 a	0,0022
Ganancia de Peso (g)	28,420 b	27,950 b	37,130 a	38,535 a	33,095 ab	34,765 a	0,0022

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey (P < 0.05).
 Prob. Probabilidad.

La separación de medias según Tukey en los tipos de estanque presentó las mejores ganancias de peso en los peces tratados en estanques de cemento y tierra (35,94 y 33,47 gramos respectivamente), aunque solo superaron estadísticamente a los de geo membrana (30,52 gramos), como se lo demuestra en el gráfico 3.

Para la interacción los mejores pesos se distribuyeron entre 40mg/kg de hormona y estanque de cemento (37,13 gramos), 60mg/kg de hormona y estanque de tierra (38,53 gramos), y 60mg/kg de hormona en estanque de cemento con 34,76 gramos correspondientemente; en cambio el menor valor se registró en alevines dosificados con 40mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona y criados en estanque de geomembrana (27,95 gramos).

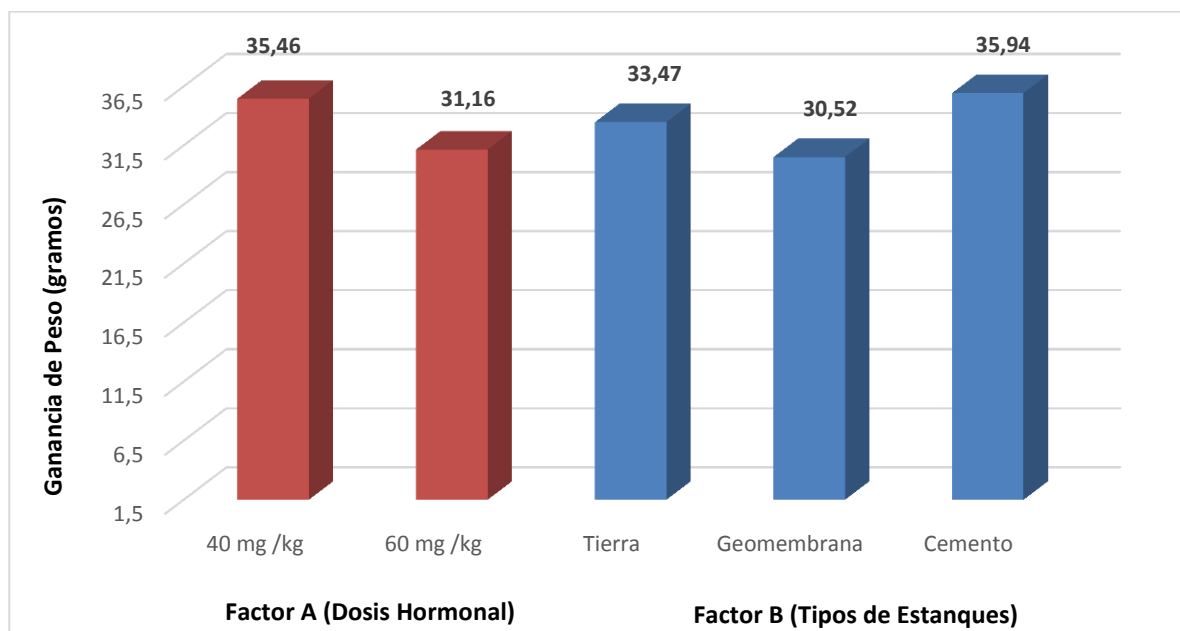


Gráfico 3. Dinámica de la ganancia de peso en gramos de los alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* durante 90 días como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.

De esta manera se puede mencionar que los estanques de cemento con un manejo adecuado disminuyen la propagación de enfermedades y mejoran la calidad de agua lo cual genera niveles óptimos de plancton que ayuda a la producción de peces en dichos sistemas de manejo (anexo 3).

En estudios similares de comportamiento productivo de tilapia para reversión sexual se tiene ganancias de peso de 27, 82 gramos y en el mejor de los casos de 33, 97 gramos a los 60 días, lo cual aumenta relativamente a los 150 días de investigación con 65,25 gramos en el mejor de los casos, comparada con 22,52 gramos (Orejuela, M. 1999)

B. CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO

Durante el trabajo de campo el consumo total de alimento de los alevines de *Oreochromis sp.* (tabla 11), expresó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en el análisis de varianza; tanto en las dosis hormonales, así como en el tipo de estanques e inclusive en la interacción de los dos factores estudiados.

La separación de medias según Tukey, en referencia al factor A (dosis hormonal) de la variable en estudio, reportó que las unidades experimentales en donde se empleó 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona resultaron un los mejores promedios (57,61 gramos) difiriendo significativamente del consumo de alimento en los peces que se sometieron a una dosificación de 40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona (55,26 gramos). Hay que manifestar que el consumo de alimento se calculó en función del peso de los alevines y no se puede estimar ni medir los desperdicios conociéndose esta metodología como "Consumo aparente".

En el factor B (tipo de estanque), se apreció un consumo más óptimo en estanques de cemento alcanzando 60,08 gramos; seguidamente se ubicaron los peces manejados en estanques de tierra con 55,85 gramos; quedando en última posición los estanques de geomembrana (53,37 gramos de consumo).

Para la interacción de los factores A*B (nivel hormonal y tipo de estanque) el nivel más alto de consumo de alimento fue con 40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de cemento apreciándose un valor de 64,33 gramos y superando a los demás tratamientos siendo el menor promedio 50,78 gramos de

balanceado correspondiendo a 40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de geomembrana.

Con los resultados obtenidos en la variable mencionada podemos indicar que existió mayor aprovechamiento del alimento por parte de los peces en los estanques de cemento como se advierte en el gráfico 4, probablemente debido a que la producción de plancton es mínima, probablemente no cubre las necesidades nutricionales de los alevines y es necesario complementar la dieta con alimento balanceado, vitaminas y minerales para un óptimo crecimiento y ganancia de peso acorde a edad de los peces.

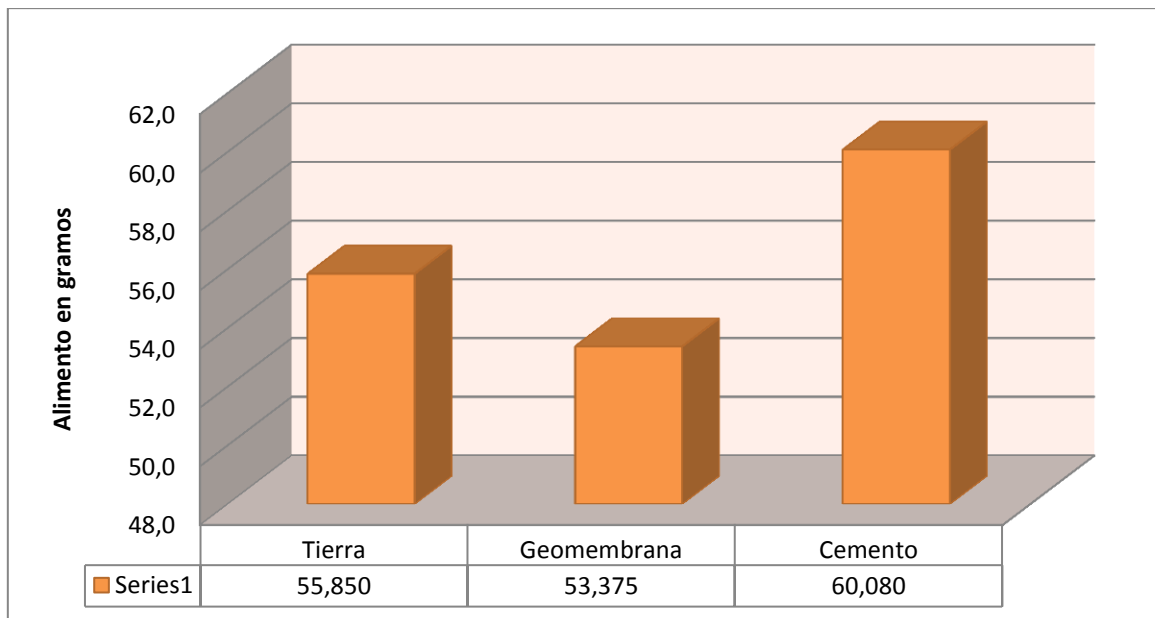


Gráfico 4. Distribución de consumo total de alimento de los alevines de *Oreochromis sp* en etapa inicial de 0 - 90 días, como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona para la reversión sexual en tres diferentes sistemas de manejo.

Por otra parte una vez más se ha demostrado que el nivel de hormona es un factor determinante en el comportamiento biológico de los peces, ya que a mayor dosificación, existe también un consecuente incremento en el consumo de alimento (anexo 4).

Además se puede mencionar que la inestabilidad sexual (desconocimiento del sexo), productiva y patológica de las larvas recién eclosionadas, nos obliga a manejar eficientemente la producción en toda o casi toda la población de peces descendientes. Para la obtención de una población de machos es común la aplicación de una hormona, los cuales servirán para un cultivo monosexual con un alto rendimiento en la producción por hectárea de piscigranjas comerciales, (Marcillo, D. y Landivar, A. 2000).

Estudios similares como los realizados por Orejuela, M. en 1999 manifiestan que el consumo de alimento a los 60 días de investigación alcanzo 28,00 gramos sin tener diferencias significativas con los demás consumos, a los 90 días de investigación obtuvo un consumo de 52,45 gramos en el mejor de los casos ya que difería estadísticamente.

En el gráfico 5 se observa que el consumo en los primeros 45 días tuvo un incremento relativamente bajo; en cambio a partir del mismo se advierten crecimientos más notorios, siendo a los 90 días una inflexión mayor.

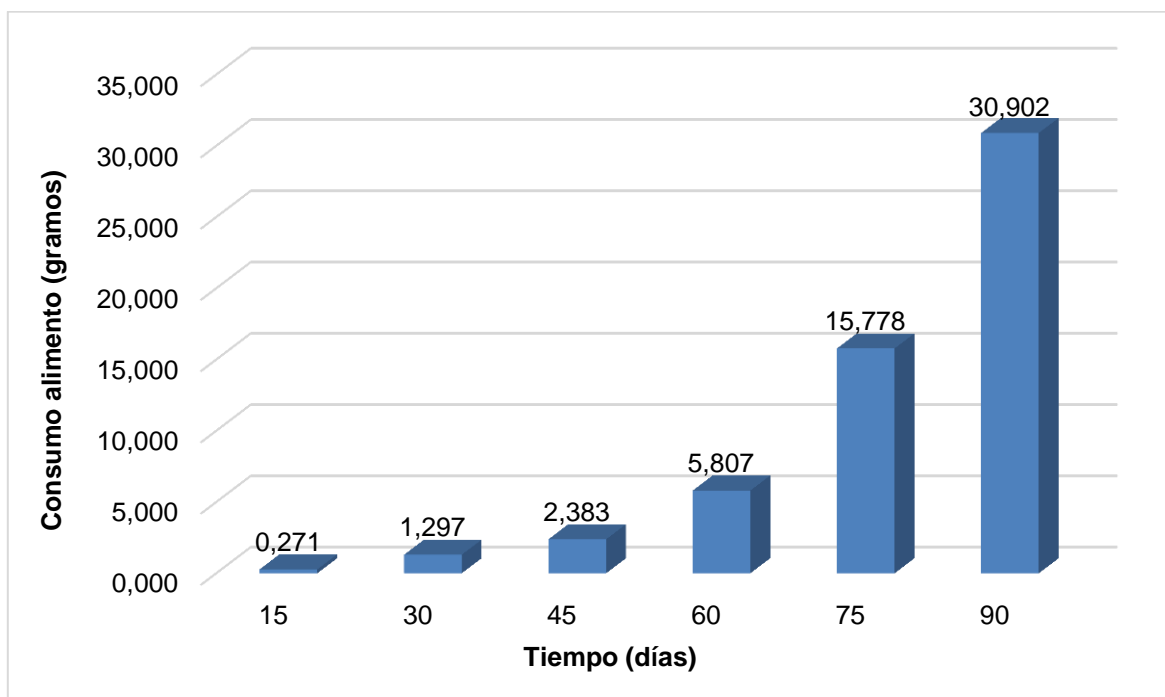


Gráfico 5. Dinámica del consumo de alimento en gramos de los alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* durante 90 días como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.

El análisis de regresión entre el consumo y la edad de los peces (gráfico 6), tuvo una dependencia significativa, el grado de relación entre las variables fue del 86,21% es decir existe una alta dependencia entre las dos variables analizadas; la ecuación fue $Y = -5,6 + 0,305X$, es decir que por cada incremento en la edad del pez, existe un aumento 0,305 gramos en el consumo de alimento balanceado.

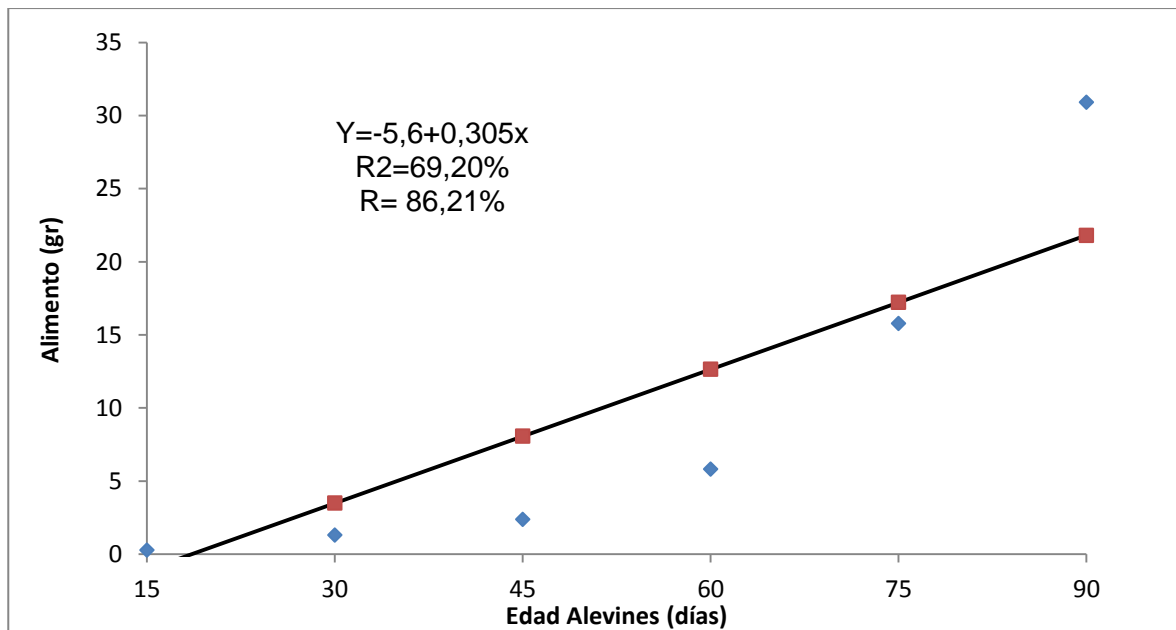


Gráfico 6. Curva de la regresión ajustada para el consumo de alimento de los alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.

C. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

El análisis de varianza para esta variable, presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) para el factor A (dosis hormonal), mientras que para el factor B (tipo de estanque) y la interacción entre estos dos factores no se encontraron diferencias significativas. En la separación de medias según Tukey, en referencia al factor A la conversión alimenticia más óptima fue en peces que recibieron 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona, puesto que obtuvieron 1,62 de conversión, es decir que para alcanzar un kilo de ganancia de peso se requirió 1,62 kilos de alimento; difiriendo de los peces que se trataron con 40 mg/kg (1,78). En el caso de los tipos de estanques la conversión se distribuyó entre 1,67 y 1,75; no obstante estos promedios fueron iguales desde el punto de vista estadístico.

De esta manera se menciona que la conversión alimenticia es aceptable para la especie en estudio (anexo 5); puesto que Palacios, J. et al (2007), menciona que conversión alimenticia es un punto fundamental en cualquier explotación ya que va ligada a la alimentación e insumos los cuales significan el 50% de gastos de mantenimiento y este al ser manejado exitosamente representa el 25% en cuanto ingresos vistos como ganancia, por ende la acuicultura en diferentes especies se ha visto conversiones alimenticias alrededor de 2,6 lo cual la hará rentable por el costo del producto al mercado, nuestras referencias son inclusive menores, expresando mejores eficiencias.

En estudios similares realizados por Ortega, N. en 1999 con tilapia, manifiesta que dietas con proteína bruta al 50% manifestaron una conversión alimenticia a los 40 días desde 1.04, 1.00 y 0,92 afirmando nuevamente que la producción de tilapia es una práctica zootécnica rentable. (Cuadro 12 y cuadro 13).

D. MORTALIDAD (%)

En el presente estudio de *Oreochromis sp* se registraron mortalidades entre 7,5% y 20,0% (cuadro 11), son relativamente normales en los primeros estadios de vida de los peces, posiblemente debido al cautiverio y continua manipulación.

Cuadro 11. MORTALIDAD DE ALEVINES *Oreochromis sp*, TRATADOS CON HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA DURANTE 90 DÍAS EN TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

TRATAMIENTOS			MORTALIDAD (%)	
A: Dosis	B: Estanque	N°	% Total	% Mensual
40 mg/Kg	Tierra	6	15,0%	3,8%
	Geomembrana	6	15,0%	3,8%
	Cemento	8	20,0%	5,0%
60mg/Kg	Tierra	3	7,5%	1,9%
	Geomembrana	5	12,5%	3,1%
	Cemento	7	17,5%	4,4%

Normalmente sufren un proceso de estrés lo cual se manifiesta en la baja alimentación durante 24 horas aproximadamente, esto puede ser causa de mortalidad (gráfico 7).

Este comportamiento comparado con lo manifestado por Quinteros, R. 1991, quien presenta una mortalidad de la tilapia en estudios de producción con valores de 6% mensual en alevines de tilapia sometidos a una manipulación continua necesaria para conocer variables productivas lo más acertadas posibles y ello se consigue analizando un alto número de individuos por muestra, entre 1,9% a 5%. (cuadro 12 y cuadro 13).

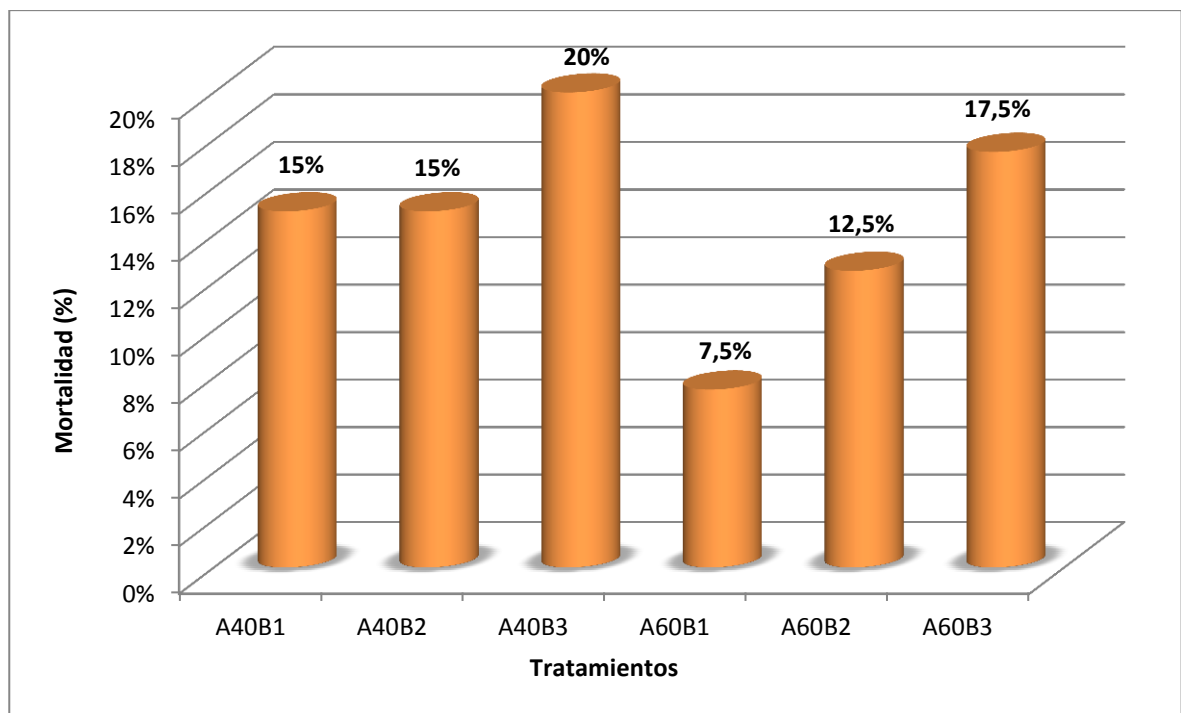


Gráfico 7. Dinámica de la mortalidad en porcentaje de alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* durante 90 días como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.

En trabajos anteriores de tilapia roja se observaron valores de sobrevivencia similares entre el grupo tratado y el control donde se halló una viabilidad del 75%, controlando los niveles de oxigenación del agua y la continua fertilización de estanques reportado para la especie durante los tres primeros meses de vida (López, I. et al, 2007), si comparamos con nuestro estudio inclusive este indicador fue superior) entre 80% y 92,5%.

Cuadro 12. COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO, CONVERSIÓN ALIMENTICIA, DE LA *Oreochromis sp* COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

Variables	Dosis (A)			Estanques (B)				
	40 mg/Kg		60mg/Kg	Prob.	Tierra	Geomembrana	Cemento	Prob.
Cons. de alimento total (g/alevín)	55,26	a	57,61, a	0,0004	55,85 b	53,37 c	60,08 a	0,0001
Conversión Alimenticia	1,7816	a	1,6266 b	0,0144	1,687 a	1,755 a	1,670 a	0,3409

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0.05$).

Prob. Probabilidad.

Cuadro 13. COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO, CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LA *Oreochromis sp* COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES DOS NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN INTERACCIÓN CON TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

Variables	40 mg/Kg			60mg/Kg			Prob.
	Tierra	Geom.	Cemento	Tierra	Geom.	Cemento	
Consumo de alimento total (g/alevín)	50,66 d	50,78 d	64,33 a	61,055 b	55,96 c	55,82 c	0,0001
Conversión Alimenticia	1,790 a	1,820 a	1,735 a	1,585 a	1,690 a	1,605 a	0,7505

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0.05$).

Prob. Probabilidad.

E. EVALUACIÓN DE LA TALLA

El análisis de varianza para esta variable talla inicial, no presento diferencias significativas; tanto para el factor A (dosis hormonal), el factor B (tipo de estanques) y la interacción de estos dos factores, (cuadro 14 y cuadro 15).

El peso inicial de los alevines de tilapia roja logró una talla inicial promedio de 0,55 cm a los 5 días pos larvaje. (Gráfico 8).

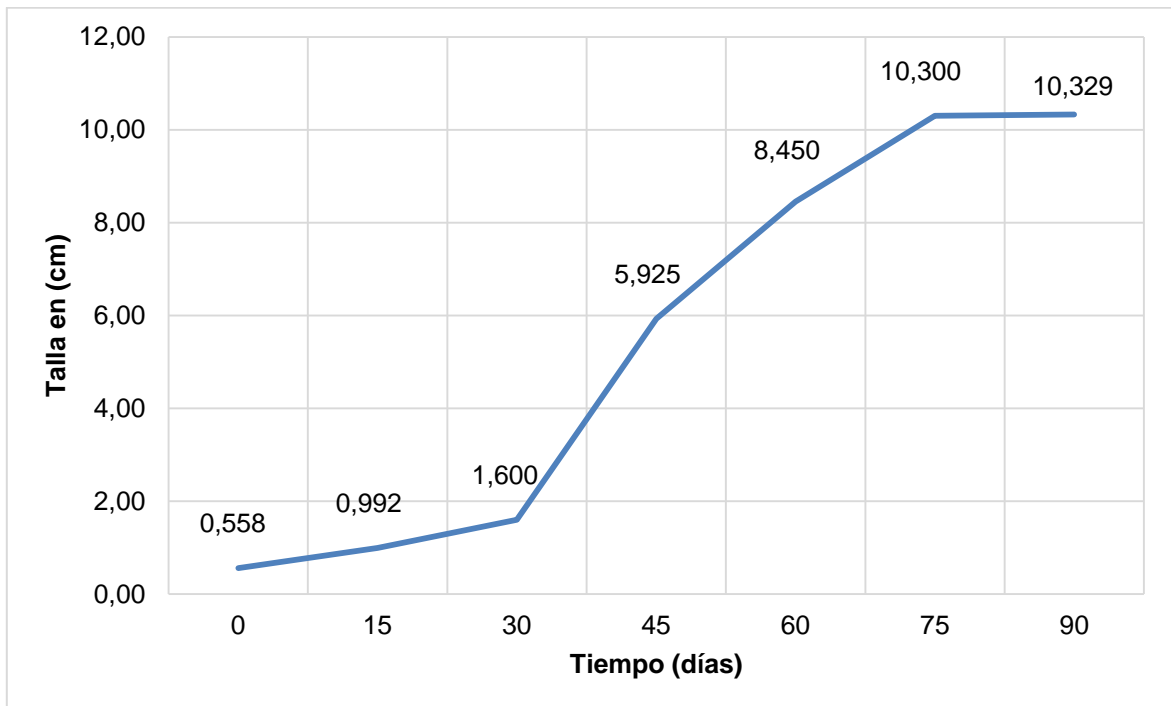


Gráfico 8. Dinámica de la talla en cm de los alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* durante 90 días como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.

La talla de *Oreochromis sp* a los 90 se conoció como talla final la misma presento diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para el factor A (dosis hormonal), tomando en cuenta que para el factor B se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$), mientras que para la interacción de estos factores A*B no se registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), (cuadro 14 y cuadro 15).

La separación de medias según Tukey, para el factor A (dosis hormonal), tuvo un valor de 10,68 cm para la dosis hormonal de 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona lo cual fue relativamente mejor a la dosis de 40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona que alcanzo 9,60 cm. (anexo 7).

La separación de medias según Tukey, para el factor B (tipo de estanque), alcanzo 10,85 cm de talla para alevines desarrollados en estanques de cemento lo cual supera relativamente a los estanques de tierra que obtuvieron un valor de 9,47 cm al final de la investigación. (gráfico 9).

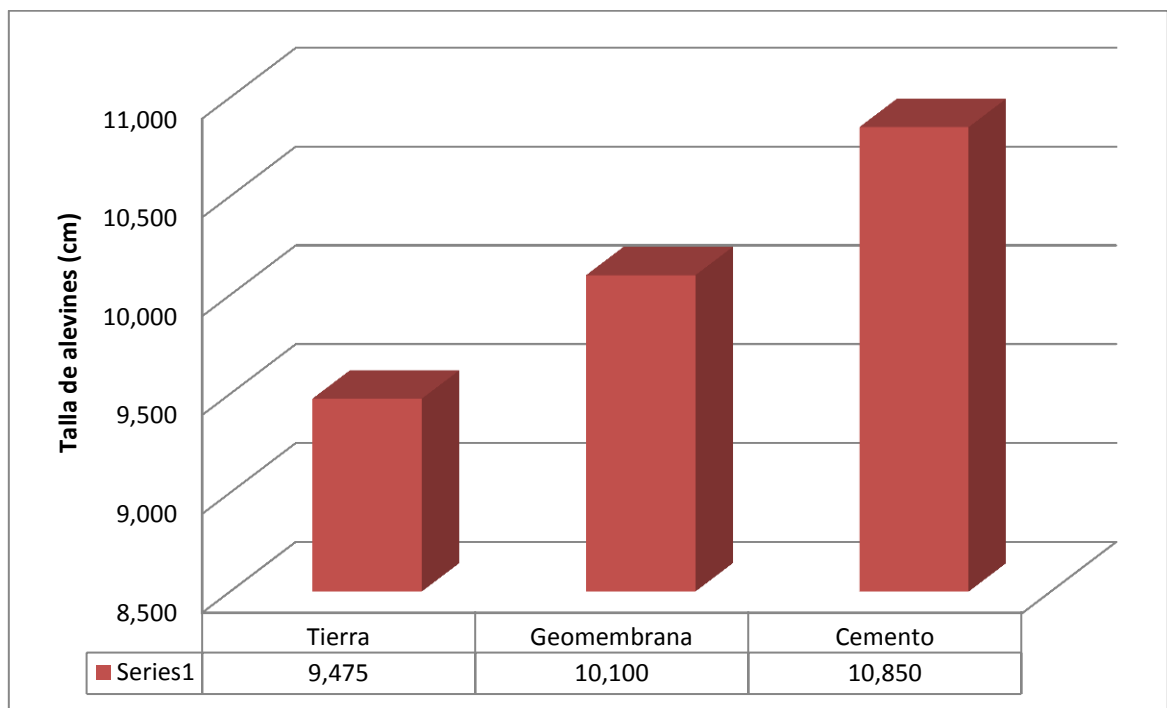


Gráfico 9. Talla final de los alevines de *Oreochromis sp* a los 90 días en etapa inicial, como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona para la reversión sexual en tres diferentes sistemas de manejo.

La talla final de alevines de tilapia roja fue diferente para los tres sistemas de manejo; con un rango de variación de 1,47 cm, ya que las características superficiales que se identifican provoca una variación a las condiciones de confort térmico, luminosidad, densidad poblacional, turbidez y alcalinidad.

Cuadro 14. TALLA Y REVERSION SEXUAL DE LA *Oreochromis sp* COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

Variables	Dosis (A)			Estanques (B)			
	40 mg/kg	60mg/Kg	Prob.	Tierra	Geom.	Cemento	Prob.
Talla Inicial (cm)	0,5667 a	0,5500 a	0,6704	0,5500 a	0,5750 a	0,5500 a	0,8240
Talla a los 90 días (cm)	9,6000 b	10,6833 a	0,0077	9,4750 b	10,100 ab	10,850 a	0,0185
Talla Total Alcanzada (cm)	9,6000 b	10,6833 a	0,0059	8,9250 b	9,5250 ab	10,300 a	0,0152
Reversión Sexual (%)	42,252 b	84,931 a	0,0001	62,619 a	64,124 a	64,032 a	0,8698

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0.05$).
 Prob. Probabilidad.

Cuadro 15. TALLA Y REVERSION SEXUAL DE LA *Oreochromis sp* COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN INTERACCIÓN CON TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

Variables	40 mg/Kg			60mg/Kg			Prob.
	Tierra	Geom.	Cemento	Tierra	Geom.	Cemento	
Talla Inicial (cm)	0,5500 a	0,6000 A	0,5500 a	0,5500 a	0,5500 a	0,5500 a	0,8240
Talla a los 90 días (cm)	8,9000 b	9,5500 ab	11,350 a	10,050 ab	10,650 ab	10,350 ab	0,9748
Talla Total Alcanzada (cm)	8,3500 b	8,9500 b	9,800 ab	9,5000 ab	10,100 ab	10,800 a	0,9648
Reversión Sexual (%)	44,097 a	42,463 a	40,196 a	81,140 a	85,784 a	87,868 a	0,310

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0.05$).
 Prob. Probabilidad.

Para la variable talla total alcanzada de los alevines de *Oreochromis sp.* se presentaron diferencias altamente significativas para el factor A (dosis hormonal); mientras que para el factor B (tipo de estanque) se observó diferencias significativas, mencionando así que la interacción entre los factores A*B no se hallaron diferencias estadísticas.

Según Tukey en la separación de medias al factor A (dosis hormonal), la talla total alcanzada que supera relativamente fue de 10,68 cm para la dosis de 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona, difiriendo de la dosis de 40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona que logro 9,60 cm.

Según Tukey en la separación de medias al factor B (tipo de estanque), se apreció que la variable en estudio fue relativamente superior en los estanques de cemento con alevines de 10,30 cm, aunque solo supero a los estanques de tierra con alevines de 8,92 cm de talla alcanzada. (anexo 8).

Se manifiesta que los sistemas de manejo en diferentes estanques si influyen en el desarrollo de la talla de esta especie acuícola, debiéndose posiblemente a que el medio en la cual fueron criados los alevines de tilapia, presentan variaciones de temperatura, producción de fitoplancton y zooplancton, lo cual mejora las condiciones para la asimilación de nutrientes

Devlin and Nagahama, 2002, en estudios similares manifiesta que los alevines a los 28 días en estanques de reproducción alcanzaron una talla de 3,5cm a 5cm lo cual se redujo al cosecharlos y sembrarlos en estanques para investigaciones disminuyendo un 0.7% mensual, obteniéndose a los 100 días de investigación una talla aproximada de 16.6 centímetros.

La talla de los alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* diseñada en el gráfico 10, tuvo una dependencia significativa, el grado de relación entre las variables fue del 92,15%, por cada incremento en la edad del pez, existe un incremento de 0,13 mm en su talla respondiendo a la ecuación de $Y=0.42+0,13x$.

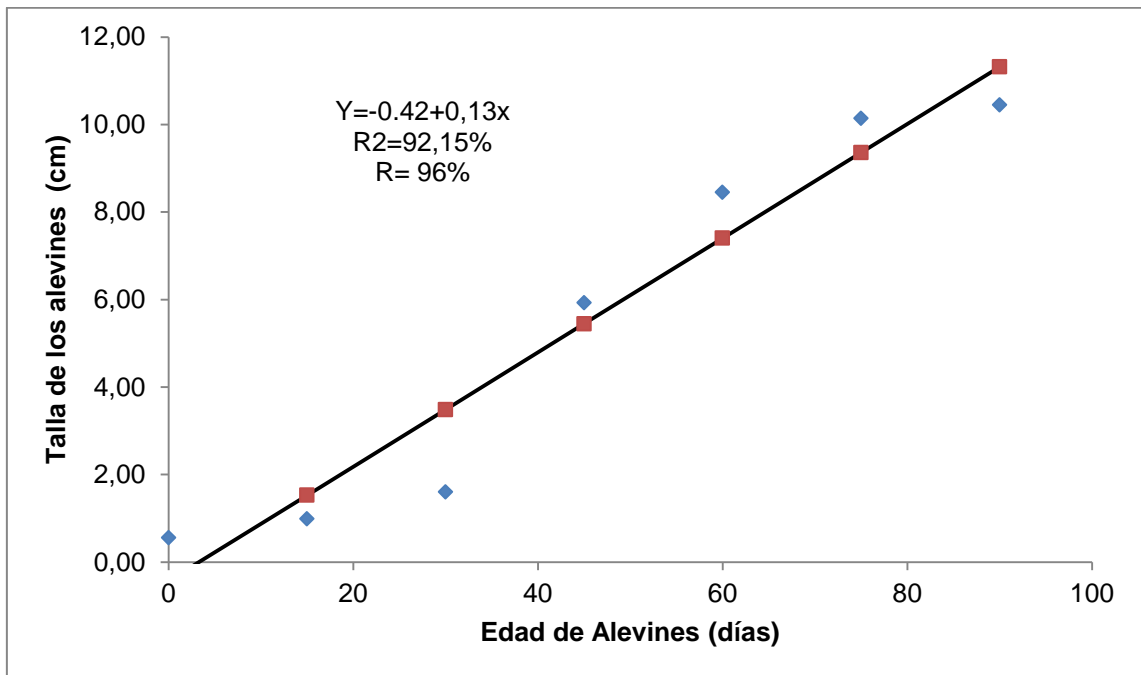


Gráfico 10. Curva de la regresión ajustada para la talla de alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* como efecto de la aplicación de dos diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.

F. REVERSIÓN SEXUAL (%)

El análisis de varianza para la reversión sexual de alevines de *Oreochromis sp.* Registró diferencias altamente significativas para el factor A (dosis hormonal) ($P < 0,01$); para el factor B (tipos de estanque) y la interacción entre los factores A*B no se encontraron diferencias significativas (anexo 9).

La separación de medias según Tukey, en referencia al factor A (dosis hormonal), se reflejó un mejor nivel para la dosis de 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona con 84,93% difiriendo significativamente del nivel de 40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona con 42,25% de reversión sexual. (gráfico11).

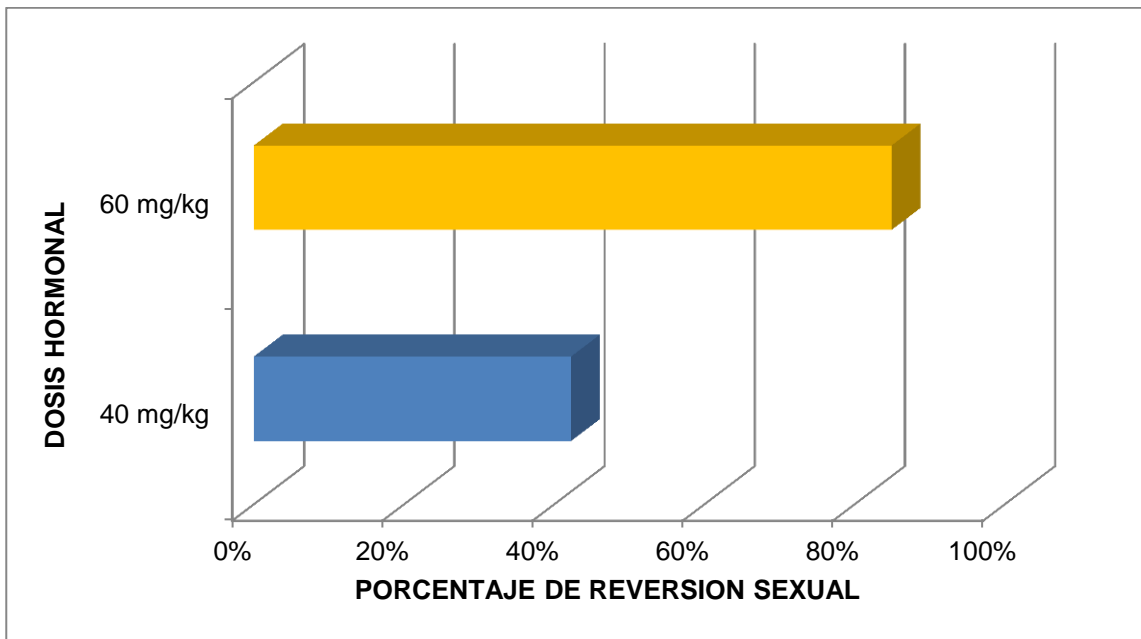


Gráfico 11. Porcentaje de reversión sexual en alevines de tilapia roja alcanzado con diferentes niveles de hormona 17 alfa metil testosterona en tres diferentes sistemas de manejo.

En referencia al factor B (tipo de estanque), los estanques de geomembrana fueron relativamente mejores con 64,12% de reversión sexual, estadísticamente los porcentajes no son diferentes pero numéricamente si obteniéndose 62,61% en estanques de tierra; y 64,03% para los estanques de cemento. (gráfico 12).

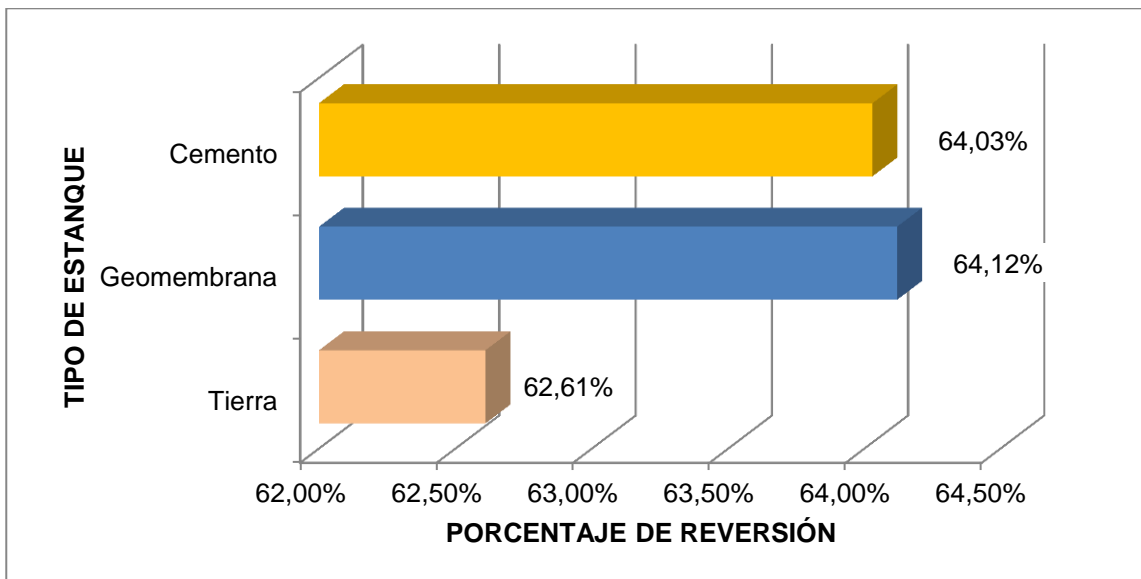


Gráfico 12. Porcentaje de reversión sexual en alevines de tilapia roja alcanzado en tres diferentes sistemas de manejo aplicando hormona 17 alfa metil testosterona.

Para la interacción de los factores A*B (nivel hormonal y tipo de estanque) la dosis de 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanques de cemento con 87,86% fue relativamente mejor al resto de tratamientos, superando a 40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona en estanque de geomembrana con 40,097% (gráfico 13).

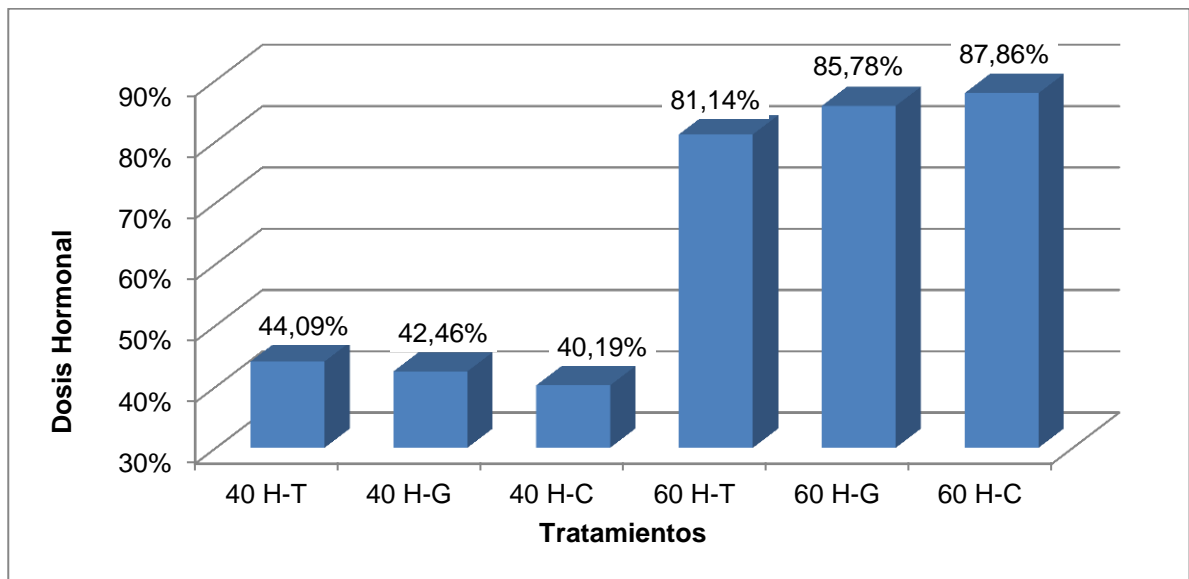


Gráfico 13. Porcentaje de reversión sexual en alevines de tilapia roja, en interacción de dos diferentes dosis de hormona 17 alfa metil testosterona y tres diferentes sistemas de manejo.

De esta manera se puede mencionar que La “inducción sexual” también conocida como reversión sexual, que técnicamente consiste en el suministro temprano de esteroides u hormonas en este caso la aplicación de hormona 17 alfa metil testosterona a los alevines de tilapia; en dos niveles (40 mg/kg y 60 mg/kg), durante un período muy corto (30 días), garantiza crecimientos más rápidos, reduce el tiempo de crianza o engorde y permite alcanzar tallas de mercado que proveen abundancia de carne, manifestando además que el nivel mínimo de hormona 17 alfa metil testosterona es de 60 mg/kg, adecuado para un porcentaje óptimo de reversión sexual sobre el 85% controlando la reproducción incontrolada propia de la especie piscícola en estudio tilapia roja u *Oreochromis sp*, en cuanto a la Metilt testosterona, trabajos realizados por Rodríguez, R. (1989), con la aplicación de diferentes cantidades de hormona para la inducción sexual de

tilapia roja(15,30 y 60mg), dieron resultados fuera de lo común, al concluir que las mejores producciones(y mejor eficiencia de inducción sexual), se dieron con las de menor cantidad, siendo un factor importante los días de aplicación de la hormona (70 días) ya que influye directamente en el proceso de acción.

Al igual que Jalabert, E. 1974, realizaron la reversión sexual de la Tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*, utilizandola hormona 17- α -metiltestosterona (MT),Administrada oralmente, encontrando que se podrían obtener poblaciones 100 % machos utilizando en una dosis de 30 mg por kilogramo de alimento, durante 59 días de tratamiento.

Por otra parte McGeachin, H. 1987, realizaron pruebas en la especie *Oreochromis* con la hormona MT a concentraciones de 60, 90 y 120 mg por kilogramo de alimento, por un periodo de 22 días, obteniendo u porcentaje de 99, 98 y 96 % de machos respectivamente.

G. ANALISIS ECONÓMICO

Se puede explicar que los resultados económicos alcanzados en el presente estudio, tuvieron un beneficio costo diferente en cada uno de los tratamientos; obteniendo el mejor indicador el cultivo de tilapia roja *Oreochromis sp.* en estanques de tierra (A60B2) con 1,28; seguido por el tratamiento (A40B1) con un indicador de 1,17.

En los estanques de geomembrana, la producción de tilapia roja tuvo indicador de 1,18 para la dosis hormonal de 60 mg/kg y 1,17 para la dosis hormonal de 40 mg/kg. En los estanques de cemento se tuvo un costo de producción de 1,10 para la dosis hormonal de 60 mg/kg, difiriendo de la dosis hormonal de 40 mg/kg que obtuvo un indicador de 1,07 .

El mejor porcentaje de rentabilidad se obtiene en los estanques de tierra difiriendo de la dosis hormonal; alcanzando un promedio de 22%, lo que indica que por

cada dólar invertido en el proceso de producción se obtendrá una ganancia de 22 centavos de dólar.

Para los estanques de geomembrana se generó una rentabilidad del 16%, lo que indica que por cada dólar invertido en el proceso de producción se obtuvo una ganancia de 16 centavos de dólar. Para los estanques de cemento la rentabilidad fue del 8%, lo que indica que por cada dólar invertido en el proceso de producción se obtendrá una ganancia de 8 centavos de dólar. (cuadro 16).

Cabe indicar que los alevines en su totalidad fueron sacrificados para obtener el corte histológico de sus gónadas, en lotes de cría similares los cuales alcanzan un peso promedio de 40 gramos son vendidos a 0,60 centavos de dólar, siendo utilizados como semilla para lotes de engorde en producciones donde no cuentan con área de alevinaje .

Se compara con estudios realizados en tilapia roja el cual fija los ingresos por venta aumentaran anualmente en un 40% , los costos de generación de servicios aumentaran en un 6%, las características de producción como mano de obra directa e indirecta incrementaran en un 20% y los gastos administrativos incrementaran en un 10%.

Lo cual mantendrá la producción de esta especie rentable; para los productores con buenas normas de manejo se obtendrá una ganancia al 10% y con ganancias superiores al 25% para los productores con excelentes normas de manejo. (ALICORP S.A 2003).

Cuadro 16. ANÁLISIS ECONÓMICO TOTAL DE LA PRODUCCIÓN DE *Oreochromis sp* COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES NIVELES DE HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA PARA LA REVERSIÓN SEXUAL EN INTERACCIÓN CON TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TRATAMIENTOS					
				A40B1	A40B2	A40B3	A60B1	A60B2	A60B3
EGRESOS									
Depreciación De Estanques	Mes	5		1,065	1,505	1,652	1,065	1,505	1,652
Depreciación De Equipos									
* Balanza	Día	9	5,91	0,985	0,985	0,985	0,985	0,985	0,985
* pH metro	Día	18	9,47	1,578	1,578	1,578	1,578	1,578	1,578
Hormona 17 A.M.T.	Gramos	2	15,00	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Alcohol al 95%	Litros	4	0,70	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Balanceado	Kg	5	7,60	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Mano de Obra	Horas	14	1,88	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
Alevines	Alevín	240	0,05	2	2	2	2	2	2
Encalado	Kg	1	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Fertilizante 10-30-10	Kg	1	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
INGRESOS									
Venta de juveniles	Alevín	240	0,6	34	34	32	37	35	33
TOTAL EGRESOS				17,398	17,838	17,985	17,398	17,838	17,985
TOTAL INGRESOS				20,4	20,4	19,2	22,2	21	19,8
BENEFICIO NETO				3,00	2,56	1,21	4,80	3,16	1,81
BENEFICIO COSTO				1,17	1,14	1,07	1,28	1,18	1,10

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Los alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* tuvieron un peso inicial en promedio de 0,32 gramos, a los 90 días esta variable presento diferencias altamente significativas, observándose los mejores pesos en alevines manejados con una dosis de 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona los cuales obtuvieron 35,49 gramos, no obstante los alevines desarrollados en estanques de cemento presentaron un peso de 35,97 gramos.
2. En cuanto a la ganancia de peso los alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* presentaron diferencias altamente significativas, al igual que la variable de peso inicial, los mejores resultados se obtuvieron con dosis de 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona presentaron una ganancia de peso de 35,46 gramos, en cuanto al sistema de manejo el estanque de cemento presento la mejor ganancia de peso la misma fue de 35,94 gramos.
3. El consumo de alimento no presento diferencias significativas obteniéndose un valor promedio de 56,43 gramos.
4. La conversión alimenticia solo presento deferencias significativas en el Factor A (Dosis Hormonal), y no así para el Factor B y la interacción de los dos factores, el nivel más alto se obtuvo para la dosis de 40 mg/kg con un valor de 1,78. En cuanto al sistema de manejo los estanques de geomembrana presentaron el nivel más alto con 1,75.
5. La talla inicial fue de 0.55 cm alcanzando así una talla de 10,14 cm a los 90 días, aunque esta variable estadísticamente resulto no significativa al final del trabajo experimental el mejor valor fue 10,68 cm para la dosis de 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona.

6. La reversión sexual presento diferencias altamente significativas para el Factor A (dosis hormonal), sin embargo para el Factor B (tipo de estanque) no se presentaron variables importantes, el mejor promedio de reversión sexual fue de 84,93% para la dosis de 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona distando significativamente de las demás unidades experimentales, para la dosis de 40 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona el porcentaje de reversión sexual fue 42,25%.

7. El sistema de manejo o tipos de estanque no interfirió en la acción de la hormona 17 alfa metil testosterona ya que no se obtuvo diferencias altamente significativas, es decir para el estanque de geomembrana se obtuvo 64,12% de reversión sexual, para estanque de cemento fue un porcentaje de 64,03% de reversión sexual y en estanques de tierra fue un valor de 62,61% de reversión sexual.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización de hormona 17 alfa metil testosterona en una dosis de 60 mg/kg para obtener un porcentaje adecuado de reversión sexual en alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* con un suministro de alimento de cuatro raciones al día calculada en la biomasa del sistema de producción.
2. Cuando se utiliza la hormona 17 alfa metil testosterona sería importante analizar las siguientes dosis 70 mg/kg, 60 mg/kg y 50 mg/kg, con un suministro de alimento de 3 a 5 veces por día calculada en la biomasa presente en el sistema de producción.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALICORP, S.A. (2004). Manual de crianza de tilapias (En línea). Disponible en: www.alicorp.com.pe.
2. BIOALIMENTAR S.A (2013). NUTRICIÓN PECUARIA. Tomado de <http://bioalimentar.com/index.php/2013-09-13-23-47-14/2013-08-29-06-10-58/biomentos-peces>.
3. BARDACH, J. NAVARRO, W. Y SUSAN, T. (1986). Comportamiento productivo de especies piscícolas Manual de Piscicultura.
4. BOCEK, A. (2009). Effect of feeding frequency on sex reversal and growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Journal of Applied Aquaculture.
5. BAROILLER, J Y JALABERT, B. (1989), Contribution of research in reproductive physiology of the culture of tilapias.
6. CASTILLO CAMPO, L.F. (2003). Tilapia roja una evolución de 20 años, de la incertidumbre al éxito doce años después.
7. COLPOS, (2005). Cultivo de tilapias en estanques rústicos. Curso taller dictado a jóvenes emprendedores de las zonas rurales. México.
8. COWEY, B. (1981). Nivel máximo de inclusión de ingredientes proteico en las dietas de híbridos de tilapia (*O. hornorum* x *O. mossambicus*) Boletín de Acuicultura, Vol. 1 (1);
9. DELGADILLO M. SOLEDAD. (1996).
 - Reversión Sexual de Tilapia a escala comercial. Memorias del Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia. UNAM, UAM Iztapalapa, SEMANAP.

- Exposición sobre: El cultivo de tilapia en estanques de tierra en Ecuador, AQUAMAR S.A. Guayaquil, Ecuador.
10. ESPEJO, F. y TORRES, P. (2001) Fundamentos de la Acuicultura Continental Bogotá – Colombia.
 11. FAO, (2004). El Estado Mundial de la Pesca Y la Acuicultura. Organización Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
 12. FAO, (1997). La pesca y la acuicultura en la América Latina y el Caribe: situación y perspectivas en 1996.
 13. FAO, (1983). Efectos de la productividad acuática en cultivos intensivos, semi-intensivos y extensivos.
 14. GREEN, B.W. (1991). Sistemas de Producción de Tilapia en Honduras, V. Central American Symposium on Aquaculture, 18-20 August 1991.
 15. GUERRERO, S. y SHELTON, V. (1953 - 1974). Empleo de esteroides en producción acuícola Ciudad de Jalapa.
 16. HARPER, A. y PRUGININ, F. (1985). piscicultura de tilapia utilizando un sistema potencial para la piscicultura rural
 17. <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>
 18. <http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-25baticulosPDF/13%20SANTAMARIA-MIRANDA.pdf>

19. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/jspui/bitstream/11131/3534/1/Reversion%20sexual%20de%20la%20tilapia%20roja%20%28Oreochromis%20niloticus%29%20utilizando%20dos%20tipos%20de%20androgenos%20comerciale%20y%20un%20testigo%20%28~1.pdf>
20. <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2396/1/T1584.pdf>
21. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/744/3/TILAPIA.pdf>
22. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4857/1/T-ESPE-IASA%20II-002358.pdf>
23. http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/8toledo.pdf
24. ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/rentabilidade_tilapia.pdf
25. INGRAM, A. (2002). Aquaculture–agriculture systems integration
26. LARAFLORES, M. et al, (2002). Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, promoters in Nile tilapia.
27. LOZANO, D. y LÓPEZ, F. (2009). Manual de Piscicultura de la región amazónica ecuatoriana.
28. MAIR, G. y SKIBINSKI, D. (1991). Determinación del sexo en la especie *Oreochromis sp* Sex Reversal Hybridization.
29. MARCILLO, D. y LANDÍVAR, A. (2000). Formulación y evaluación de un proyecto de inversión para operar una granja de tilapias en san Antonio (playas - prov. guayas).

30. MENÉNDEZ, L. (1985). Evaluación del cultivo *Oreochromis* y su rentabilidad en el criadero de producción.
31. MÉNDEZ, M.R. y QUINTANILLA MONTES, S.M. (2007). Manual sobre inducción sexual en tilapia gris.
32. NAKAMUDA, Y. (1973) y YOSHICAGUA, W. (1978). Comparación del desarrollo gonádico, un éxito para los piscicultores JAPON.
33. OREJUELA, M. (1999), Comportamiento productivo de la tilapia bajo cultivo monosexual hibridación y reversión sexual. ESPOCH.
34. PANDIAN, S. y KOTEESWARAN, N. (1998). Genética y genómica en acuicultura TOMO I.
35. POOT, J. et al, (2009). Cultivo integral de la Tilapia Consultado el 28 de agosto.
36. POPMA, T. y GREEN, B. (1990). Sex reversal of tilapia in earthen ponds. International Center for Aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station.
37. PRIETO, C. y OLIVERA M. (2002). Incubación artificial de huevos embrionados de Tilapia Roja *Oreochromis* sp. Revista Colombiana de Ciencias
38. PROENCA, E. y BITTENCOURT, T. (1994). Costo de rentabilidad de producción de la tilapia (*Oreochromis* sp) en estanques Sao Paulo.
39. QUIÑONEZ, M. (2008). Efecto de bacterias ácido lácticas y levaduras con potencial probiótico en el cultivo de las tilapias *Oreochromis*.

40. REDMAYNE, P. (2001). Revista Panorama Acuícola, Ag. 2001 (vol. 6, no.5),
Auge en el abastecimiento de filetes frescos de tilapia”.
41. REDVET, (2006). Microbiología Médica. Editorial El Manual Moderno 15.
42. RUBIO, J. TOLEDO, B. y GONZÁLEZ. 1990. Alimentación de larvas de tilapia
(*O. aureus*), Taller de ACPA. ENACUI. Resúmenes.
43. SCOUT, M. y BAYNES, Q. (1989). Piscicultura marina en Latinoamérica
bases científicas y técnicas para su desarrollo.
44. TOLEDO, S. et al. (2002). Nutrición y Alimentación de Tilapia Cultivada en
América Latina y el Caribe.
45. TVEDT, (2006). Determinación de la haploidía en larvas y embriones,
GENÉTICA Y GENÓMICA EN ACUACULTURA TOMO I.
46. UNICEF, (2007). Apoyo al Desarrollo de la Acuicultura y fortalecimiento de la
Dirección General de Pesca y Acuicultura.
47. VÁZQUEZ, M. (2012). Diagnóstico de las especies invasoras de fauna
vertebrada y sus efectos sobre ecosistemas en El Salvador.
48. VERGARA, R. (2001). Impacto Ambiental de acuicultura fundación CETMAR.

ANEXOS

**ANEXO 1. PESO INICIAL DE ALEVINES DE TILAPIA ROJA *Oreochromis sp.*
CON HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA (ETAPA
INICIAL) EN DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO**

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos		Repeticiones	
Factor A (Dosis Hormonal)	Factor B (Tipo de Estanque)	I	II
40 mg / kg	Tierra	0,034	0,035
	Geomembrana	0,036	0,031
	Cemento	0,029	0,032
60 mg / kg	Tierra	0,038	0,029
	Geomembrana	0,033	0,028
	Cemento	0,030	0,038

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Cal	Pr > F
Total	11	0.00013425			
Factor A (Dosis Hormonal)	1	0.00000008	0.00000008	0.00NS	0.9466
Factor B (Tipo Estanque)	2	0.00000950	0.00000475	0.28NS	0.7665
Interacción (A*B)	2	0.00002217	0.00001108	0.65NS	0.5558
Error Experimental	6	0.00010250	0.00001708		
Coeficiente de Variación		12.62045	Media General		0.032750

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

A. FACTOR A (DOSIS HORMONAL)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal
A	0.032833	6	40 mg / kg
A	0.032667	6	60 mg / kg

B. FACTOR B (TIPO ESTANQUE)

Tukey	Media	Repeticiones	Tipo de Estanque
A	0.034000	4	Tierra
A	0.032250	4	Cemento
A	0.032000	4	Geomembrana

C. INTERACCIÓN (A*B)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal	Tipo de Estanque
A	0.034500	2	40 mg / kg	Tierra
A	0.033500	2	40 mg / kg	Geomembrana
A	0.030500	2	40 mg / kg	Cemento
A	0.033500	2	60 mg / kg	Tierra
A	0.030500	2	60 mg / kg	Geomembrana
A	0.034000	2	60 mg / kg	Cemento

ANEXO 2. COMPORTAMIENTO DEL PESO FINAL (90 DIAS), DE LOS ALEVINES REVERSADOS CON HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA (ETAPA INICIAL) EN DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos		Repeticiones	
Factor A (Dosis Hormonal)	Factor B (Tipo de Estanque)	I	II
40 mg / kg	Tierra	29.896	27.011
	Geomembrana	27.743	28.224
	Cemento	35.934	38.384
60 mg / kg	Tierra	39.138	38.003
	Geomembrana	34.023	32.223
	Cemento	33.733	35.866

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Cal	Pr > F
Total	11	205.2114667			
Factor A (Dosis Hormonal)	1	55.47000000	55.470000	28.08**	0.0018
Factor B (Tipo Estanque)	2	59.08051667	29.540258	14.95**	0.0047
Interacción (A*B)	2	78.80885000	39.404425	19.95**	0.0022
Error Experimental	6	11.8521000	1.9753500		
Coeficiente de Variación		4.214728	Media General		33.34667

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

A. FACTOR A (DOSIS HORMONAL)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal
A	35.4967	6	60 mg / kg
B	31.1967	6	40 mg / kg

B. FACTOR B (TIPO ESTANQUE)

Tukey	Media	Repeticiones	Tipo de Estanque
A	35.9775	4	Cemento
AB	33.5125	4	Tierra
B	30.5500	4	Geomembrana

C. INTERACCIÓN (A*B)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal	Tipo de Estanque
A	37.155	2	40 mg / kg	Cemento
A	38.570	2	60 mg / kg	Tierra
A	34.800	2	60 mg / kg	Cemento
AB	33.120	2	60 mg / kg	Geomembrana
B	28.455	2	40 mg / kg	Tierra
B	27.980	2	40 mg / kg	Geomembrana

ANEXO 3. GANANCIA DE PESO TOTAL DE LOS ALEVINES LOS ALEVINES REVERSADOS CON HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA (ETAPA INICIAL) EN DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos		Repeticiones	
Factor A (Dosis Hormonal)	Factor B (Tipo de Estanque)	I	II
40 mg / kg	Tierra	29,862	26,976
	Geomembrana	27,707	28,193
	Cemento	35,905	38,352
60 mg / kg	Tierra	39,1	37,974
	Geomembrana	33,99	32,195
	Cemento	33,703	35,828

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.Cal	Pr > F
Total	11	205.1436917			
Factor A (Dosis Hormonal)	1	55.42700833	55.42700833	28.31**	0.0018
Factor B (Tipo Estanque)	2	59.01806667	29.50903333	15.07**	0.0046
Interacción (A*B)	2	78.95046667	39.47523333	20.16**	0.0022
Error Experimental	6	11.7481500	1.9580250		
Coficiente de Variación		4.200088	Media General		33.3158

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

A. FACTOR A (DOSIS HORMONAL)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal
A	35.4650	6	60 mg / kg
B	31.1667	6	40 mg / kg

B. FACTOR B (TIPO ESTANQUE)

Tukey	Media	Repeticiones	Tipo de Estanque
A	35.9475	4	Cemento
AB	33.4775	4	Tierra
B	30.5225	4	Geomembrana

C. INTERACCIÓN (A*B)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal	Tipo de Estanque
A	37.130	2	40 mg / kg	Cemento
A	38.535	2	60 mg / kg	Tierra
A	34.765	2	60 mg / kg	Cemento
AB	33.095	2	60 mg / kg	Geomembrana
B	28.420	2	40 mg / kg	Tierra
B	27.950	2	40 mg / kg	Geomembrana

**ANEXO 4. CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO EN ALEVINES REVERSADOS
CON HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA (ETAPA
INICIAL) EN DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.**

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos		Repeticiones	
Factor A (Dosis Hormonal)	Factor B (Tipo de Estanque)	I	II
40 mg / kg	Tierra	32,451	34,473
	Geomembrana	36,659	37,483
	Cemento	46,831	44,922
60 mg / kg	Tierra	41,562	41,941
	Geomembrana	38,947	39,931
	Cemento	38,624	38,608

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.Cal	Pr > F
Total	11	301.1926250			
Factor A (Dosis Hormonal)	1	16.6380750	16.6380750	51.15**	0.0004
Factor B (Tipo Estanque)	2	91.9324500	45.9662250	141.31**	<.0001
Interacción (A*B)	2	190.6704500	95.3352250	293.09**	<.0001
Error Experimental	6	1.9516500	0.3252750		
Coefficiente de Variación		1.010549	Media General		56.437

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

A. FACTOR A (DOSIS HORMONAL)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal
A	57.6150	6	60 mg / kg
A	55.2600	6	40 mg / kg

B. FACTOR B (TIPO ESTANQUE)

Tukey	Media	Repeticiones	Tipo de Estanque
A	60.0800	4	Cemento
B	55.8575	4	Tierra
C	53.3750	4	Geomembrana

C. INTERACCIÓN (A*B)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal	Tipo de Estanque
A	64.3350	2	40 mg / kg	Cemento
B	61.0550	2	60 mg / kg	Tierra
C	55.9650	2	60 mg / kg	Geomembrana
C	55.8250	2	60 mg / kg	Cemento
D	50.6600	2	40 mg / kg	Tierra
D	50.7850	2	40 mg / kg	Geomembrana

ANEXO 5. CONVERSION ALIMENTICIA DE ALEVINES REVERSADOS CON HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA (ETAPA INICIAL) EN DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos		Repeticiones	
Factor A (Dosis Hormonal)	Factor B (Tipo de Estanque)	I	II
40 mg / kg	Tierra	1,087	1,278
	Geomembrana	1,323	1,330
	Cemento	1,304	1,171
60 mg / kg	Tierra	1,063	1,104
	Geomembrana	1,146	1,240
	Cemento	1,146	1,078

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Cal	Pr > F
Total	11	0.12929167			
Factor A (Dosis Hormonal)	1	0.07207500	0.07207500	11.58*	0.0144
Factor B (Tipo Estanque)	2	0.01611667	0.00805833	1.29NS	0.3409
Interacción (A*B)	2	0.00375000	0.00187500	0.30NS	0.7505
Error Experimental	6	0.03735000	0.00622500		
Coeficiente de Variación		4.629751	Media General		1.7041

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

A. FACTOR A (DOSIS HORMONAL)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal
A	1.78167	6	40 mg / kg
B	1.62667	6	60 mg / kg

B. FACTOR B (TIPO ESTANQUE)

Tukey	Media	Repeticiones	Tipo de Estanque
A	1.75500	4	Geomembrana
A	1.68750	4	Tierra
A	1.67000	4	Cemento

C. INTERACCIÓN (A*B)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal	Tipo de Estanque
A	1.79000	2	40 mg / kg	Tierra
A	1.82000	2	40 mg / kg	Geomembrana
A	1.73500	2	40 mg / kg	Cemento
A	1.58500	2	60 mg / kg	Tierra
A	1.69000	2	60 mg / kg	Geomembrana
A	1.60500	2	60 mg / kg	Cemento

ANEXO 6. TALLA INICIAL DE ALEVINES REVERSADOS CON HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA (ETAPA INICIAL) EN DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos		Repeticiones	
Factor A (Dosis Hormonal)	Factor B (Tipo de Estanque)	I	II
40 mg / kg	Tierra	0,5	0,60
	Geomembrana	0,60	0,60
	Cemento	0,50	0,60
60 mg / kg	Tierra	0,50	0,60
	Geomembrana	0,60	0,50
	Cemento	0,50	0,60

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Cal	Pr > F
Total	11	0.02916667			
Factor A (Dosis Hormonal)	1	0.00083333	0.00083333	0.20NS	0.6704
Factor B (Tipo Estanque)	2	0.00166667	0.00083333	0.20NS	0.8240
Interacción (A*B)	2	0.00166667	0.00083333	0.20NS	0.8240
Error Experimental	6	0.02500000	0.00416667		
Coeficiente de Variación		11.56114	Media General		0.558333

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

A. FACTOR A (DOSIS HORMONAL)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal
A	0.56667	6	40 mg / kg
A	0.55000	6	60 mg / kg

B. FACTOR B (TIPO ESTANQUE)

Tukey	Media	Repeticiones	Tipo de Estanque
A	0.57500	4	Geomembrana
A	0.55000	4	Tierra
A	0.55000	4	Cemento

C. INTERACCIÓN (A*B)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal	Tipo de Estanque
A	0.55000	2	40 mg / kg	Tierra
A	0.60000	2	40 mg / kg	Geomembrana
A	0.55000	2	40 mg / kg	Cemento
A	0.55000	2	60 mg / kg	Tierra
A	0.55000	2	60 mg / kg	Geomembrana
A	0.55000	2	60 mg / kg	Cemento

ANEXO 7. TALLA DE ALEVINES REVERSADOS (90 DIAS) CON HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA (ETAPA INICIAL) EN TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos		Repeticiones	
Factor A (Dosis Hormonal)	Factor B (Tipo de Estanque)	I	II
40 mg / kg	Tierra	8,6	9,2
	Geomembrana	10,1	9.00
	Cemento	9.9	10.8
60 mg / kg	Tierra	10.00	10.10
	Geomembrana	10.40	10.90
	Cemento	11.20	11.50

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Cal	Pr > F
Total	11	8.68916667			
Factor A (Dosis Hormonal)	1	3.52083333	3.52083333	15.48**	0.0077
Factor B (Tipo Estanque)	2	3.79166667	1.89583333	8.33*	0.0185
Interacción (A*B)	2	0.01166667	0.00583333	0.03NS	0.9748
Error Experimental	6	1.36500000	0.22750000		
Coefficiente de Variación		4.703069	Media General		10.14167

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

A. FACTOR A (DOSIS HORMONAL)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal
A	10.6833	6	60 mg / kg
B	9.6000	6	40 mg / kg

B. FACTOR B (TIPO ESTANQUE)

Tukey	Media	Repeticiones	Tipo de Estanque
A	10.8500	4	Cemento
BA	10.1000	4	Geomembrana
B	9.4750	4	Tierra

C. INTERACCIÓN (A*B)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal	Tipo de Estanque
A	11.3500	2	60 mg / kg	Cemento
AB	10.6500	2	60 mg / kg	Geomembrana
AB	10.3500	2	40 mg / kg	Cemento
AB	10.0500	2	60 mg / kg	Tierra
AB	9.5500	2	40 mg / kg	Geomembrana
B	8.9000	2	40 mg / kg	Tierra

ANEXO 8. TALLA TOTAL ALCANZADA EN ALEVINES REVERSADOS CON HORMONA 17 ALFA METIL TESTOSTERONA (ETAPA INICIAL) EN TRES DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos		Repeticiones	
Factor A (Dosis Hormonal)	Factor B (Tipo de Estanque)	I	II
40 mg / kg	Tierra	8.1	8.6
	Geomembrana	9.5	8.4
	Cemento	9.4	10.2
60 mg / kg	Tierra	9.5	9.5
	Geomembrana	9.8	10.40
	Cemento	10.70	10.90

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Cal	Pr > F
Total	11	8.69666667			
Factor A (Dosis Hormonal)	1	3.63000000	3.63000000	17.42**	0.0059
Factor B (Tipo Estanque)	2	3.80166667	1.90083333	9.12*	0.0152
Interacción (A*B)	2	0.01500000	0.00750000	0.04NS	0.9648
Error Experimental	6	0.08875000	0.20833333		
Coefficiente de Variación		4.762805	Media General		9.583333

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

A. FACTOR A (DOSIS HORMONAL)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal
A	10.6833	6	60 mg / kg
B	9.6000	6	40 mg / kg

B. FACTOR B (TIPO ESTANQUE)

Tukey	Media	Repeticiones	Tipo de Estanque
A	10.3000	4	Cemento
AB	9.5250	4	Geomembrana
B	8.9250	4	Tierra

C. INTERACCIÓN (A*B)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal	Tipo de Estanque
A	10.8000	2	60 mg / kg	Cemento
AB	10.1000	2	60 mg / kg	Geomembrana
AB	9.8000	2	40 mg / kg	Cemento
AB	9.5000	2	60 mg / kg	Tierra
B	8.3500	2	40 mg / kg	Tierra
B	8.9500	2	40 mg / kg	Geomembrana

**ANEXO 9. REVERSION SEXUAL CON HORMONA 17 ALFA METIL
TESTOSTERONA EN ALEVINES (ETAPA INICIAL) EN TRES
DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.**

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos		Repeticiones	
Factor A (Dosis Hormonal)	Factor B (Tipo de Estanque)	I	II
40 mg / kg	Tierra	44,44	43,75
	Geomembrana	41,17	43,75
	Cemento	33,33	47,05
60 mg / kg	Tierra	83,33	78,94
	Geomembrana	83,33	88,23
	Cemento	87,50	88,23

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Cal	Pr > F
Total	11	5646.833873			
Factor A (Dosis Hormonal)	1	5464.388694	5464.3886	274.02 **	<.0001
Factor B (Tipo Estanque)	2	5.693675	2.846837	0.14 NS	0.8698
Interacción (A*B)	2	57.101088	28.550544	1.43 NS	0.3102
Error Experimental	6	119.650416	19.941736		
Coefficiente de Variación		7.022353	Media General		63.59147

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

A. FACTOR A (DOSIS HORMONAL)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal
A	84.931	6	60 mg / kg
B	42.252	6	40 mg / kg

B. FACTOR B (TIPO ESTANQUE)

Tukey	Media	Repeticiones	Tipo de Estanque
A	64.124	4	Geomembrana
A	64.032	4	Cemento
A	62.619	4	Tierra

C. INTERACCIÓN (A*B)

Tukey	Media	Repeticiones	Dosis Hormonal	Tipo de Estanque
A	44.097	2	40 mg / kg	Tierra
A	42.463	2	40 mg / kg	Geomembrana
A	40.196	2	40 mg / kg	Cemento
A	81.140	2	60 mg / kg	Tierra
A	85.784	2	60 mg / kg	Geomembrana
A	87.868	2	60 mg / kg	Cemento