



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA ZOOTÉCNICA

“UTILIZACIÓN DE LA REVERSIÓN SEXUAL EN TILAPIA NEGRA CUANDO SE APLICA UN TRATAMIENTO HORMONAL”

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: WILMER FABRICIO MAROTO LLERENA

DIRECTOR: ING. ANTONIO VELASCO MATVEEV MSc.

RIOBAMBA – ECUADOR

2019

DERECHO DE AUTOR

© 2019, Wilmer Fabricio Maroto Llerena

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación Tipo Trabajo Experimental, “UTILIZACIÓN DE LA REVERSIÓN SEXUAL EN TILAPIA NEGRA CUANDO SE APLICA UN TRATAMIENTO HORMONAL”, de responsabilidad del señor WILMER FABRICIO MAROTO LLERENA, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA FECHA

Ing. Maritza Vaca Cárdenas MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Antonio Velasco Matveev MSc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

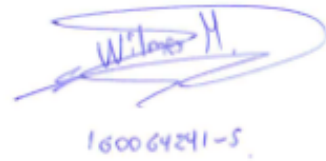


Ing. Marcelo Moscoso Gómez MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, WILMER FABRICIO MAROTO LLERENA soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



160064241-5

Wilmer Fabricio Maroto Llerena

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mi familia, los amo a todos.

Wilmer Fabricio Maroto Llerena

AGRADECIMIENTO

Agradezco a cada persona que he conocido amigos, familia, etc.

Wilmer Fabricio Maroto Llerena

Tabla de contenido

DERECHO DE AUTOR.....	ii
CERTIFICACION	iii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	ix
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE GRÁFICOS.....	xi
INDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPITULO 1	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Generalidades	3
1.1.1 Características sexuales.....	4
1.1.2 Aparato reproductor de la tilapia.....	4
1.2. Manejo.....	4
1.2.1 Agua	4
1.2.2 Temperatura	4
1.2.3 pH del agua	5
1.2.4 Desinfección.....	5
1.2.5 Oxígeno Disuelto.....	5

1.2.6	Transparencia	6
1.2.7	Condiciones y parámetros de cultivo	6
1.3.	Alimentación	7
1.3.1	17 alfa metil testosterona.....	8
1.3.2	Efectos de la 17 alfa metil testosterona en la alimentación humana	8
1.3.3	Testosterona.	8
1.4.	Alevines	10
1.4.1	Recolección de alevines.	10
1.4.2	Empaque y transporte de alevines.	10
1.4.3	Aclimatación y siembra.....	10
1.4.4	Densidad de siembra.	11
1.5.	Reversión Sexual.	11
1.5.1	Reversión sexual en tilapias por inmersión.....	11
1.5.2	Reversión sexual por vía oral o alimentación	12

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO.....	13
2.1.	Localización y duración del experimento.....	13
2.2.	Unidades experimentales	13
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones	13
2.3.1	Materiales.....	14
2.3.2	Semovientes.	14
2.3.3	Equipos.....	14
2.3.3	Instalaciones.....	15
2.4.	Tratamiento y diseño experimental	15
2.5.	Mediciones experimentales.....	16
2.6.	Análisis estadístico y pruebas de significancia.....	16
2.6.1	Esquema del Análisis de Varianza	16

2.7. Procedimiento experimental	17
2.7.1 Descripción del experimento.....	17
CAPITULO III	
3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	21
3.1. Evaluación de los parámetros productivos	21
3.1.1 Longitud del pez, (cm)	21
3.1.2 Peso Inicial, (g)	21
3.1.2 Peso Final, (g)	22
3.1.3 Ganancia de peso, (g).....	23
3.1.4 # de machos.....	24
3.1.5 # de hembras	24
3.1.6 % Relación Machos/ Hembra.....	24
3.1.7 % de Reversión.....	25
3.1.8 Análisis Económico.....	26
CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXOS	344

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Taxonomía de la tilapia	3
Tabla 2-1	Parámetros de la calidad de agua para cultivo de tilapias.	6
Tabla 3-1	Porcentajes por biomasa	7
Tabla 4-1	Referencia para siembra de alevinos en estanques con recambio constante de agua.	11
Tabla 1-2	Condiciones meteorológicas de la zona.	13
Tabla 2-2	Esquema del experimento	15
Tabla 3-2	Esquema del Adeva	17
Tabla 1-3	Evaluación del tratamiento hormonal en la reversión sexual de tilapia negra	21
Tabla 2-3	Análisis económico	26
Tabla 3-3	Análisis económico 2100 alevines	27

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3	Longitud del pez	22
Gráfico 1-3	Peso final	23
Gráfico 2-3	Ganancia de peso.	24
Gráfico 3-3	Porcentaje de Reversión	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.	Longitud de la tilapia negra (<i>oreochromis niloticus</i>) en el sector de madre tierra, Pastaza (cm)	34
Anexo B.	Peso inicial de la tilapia negra (<i>oreochromis niloticus</i>) en el sector de madre tierra, Pastaza (g)	35
Anexo C.	Peso final de la tilapia negra (<i>oreochromis niloticus</i>) en el sector de madre tierra, Pastaza (g)	36
Anexo D.	Ganancia de peso de la tilapia negra (<i>oreochromis niloticus</i>) en el sector de madre tierra, Pastaza (g)	37
Anexo E.	Numero de machos de la tilapia negra (<i>oreochromis niloticus</i>) en el sector de madre tierra, Pastaza	38
Anexo F.	Numero de hembras de la tilapia negra (<i>oreochromis niloticus</i>) en el sector de madre tierra, Pastaza	39
Anexo G.	Porcentaje de reversión de la tilapia negra (<i>oreochromis niloticus</i>) en el sector de madre tierra, Pastaza	40
Anexo H.	Relación macho/hembra de la tilapia negra (<i>oreochromis niloticus</i>) en el sector de madre tierra, Pastaza	41
Anexo I.	Adecuación de los 16 estanques para recibir a los alevines de 2, 4, 6, 8 días de haber reabsorbido el saco vitelino.	42
Anexo J.	Elaboración del balanceado con hormona androgenizadora (17 alfa metil testosterona)	43

Anexo K.	Recolección y Recepción de alevines de tilapias negra (<i>Oreochromis niloticus</i>)	44
Anexo L.	Toma de datos durante 38 días (peso, longitud) de los distintos tratamientos con sus repeticiones. Administración del alimento según la biomasa.	45
Anexo M.	Disección de alevines de tilapias a los 38 días de edad, con ayuda de azul de metileno.	46

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la Finca Don Edison localizado en la Parroquia Madre Tierra, provincia de Pastaza, con el objetivo de establecer el mejor periodo de aplicación en la reversión sexual de tilapia negra (*Oreochromis niloticus*), en la fase de post larva (3 días de haber reabsorbido el saco vitelino) en diferentes días de inicio 2; 4; 6; 8. La investigación se realizó con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; conformando cada unidad experimental por 50 alevines dando una totalidad de 800 alevines de tilapia negra en estudio. La variación de la reversión sexual se midió al final de la investigación con ayuda de azul de metileno, determinando el total de alevines machos, también se realizó la toma de peso inicial y final, determinando la ganancia de peso, al igual que la talla del pez, que fueron sometidas a un análisis de varianza (ADEVA) y separación de medias de acuerdo a la metodología de Tukey a un nivel de significancia ($P < 0,05$), se reporto que el tratamiento (T2), realizado al 4^o día de haber reabsorbido el saco vitelino presentó la mejor longitud de pez (3,69 cm), ganancia de peso (1,00 g) y porcentaje de reversión sexual (99,0 %) este último superando los demás tratamientos, presentando así diferencia numéricas y no significativas. Se concluyó que el día de inicio de reversión sexual si influye en % de reversión. Recomiendo tener en cuenta densidad de siembra, debido a que esta influye significativamente en la reversión de alevines, ganancia de peso y talla.

Palabras clave:

< REVERSIÓN SEXUAL > < 17 ALFA METIL-TESTOSTERONA > < TILAPIA NEGRA > < ALEVINES > < OREOCHROMIS NILOTICUS > < SACO VITELINO > < LONGITUD DE PEZ > < GANANCIA DE PESO > < MADRE TIERRA (Parroquia) > < PASTAZA (Provincia) > < CARRERA DE INGENIERIA EN ZOOTECCIA >



REVISADO
[Signature]
Tec. Sup. Estuardo Revelo M.
(ANALISTA DE BIBLIOTECA 1)
09-07-2019

THESIS ABSTRACT

The research was carried out at the Don Edison located in the Madre Tierra Parish, Pastaza province, with the objective of establishing the best period of application in the sexual reversal of black tilapia (*Oreochromis niloticus*), in the post larva phase (3 days of having resorbed the yolk sac) on different days of onset 2; 4; 6; 8. The investigation was carried out with four treatments and four repetitions; conforming each experimental unit for 50 fry giving a complete of 800 black tilapia fry under study. The variation of the sexual reversal was measured at the end of the investigation with the help of methylene blue, determining the total of male fry, the initial and final weight measurements were also made, determining the weight gain, as well as the size of the fish, which were subjected to an analysis of variance (ADEVA) and separation of means according to the Tukey methodology at a level of significance ($P < 0.05$), it was reported that the treatment (T2), performed on the 4th day if the yolk sac has been reabsorbed, it has presented the best fish length (3.69 cm), weight gain (1.00 g) and percentage of sexual reversion (99.0%), the latter exceeding the other treatments, thus presenting numerical difference And they didn't think. It was concluded that the day of onset of sexual reversal does influence% of the reversal. I recommend taking into account planting density, because it significantly influences the reversion of fry, weight gain and size.

Keywords:

<SEXUAL REVERSION> <17 ALPHA METHYL-TESTOSTERONE > <BLACK TILAPIA>
<ALEVINES> <AREOCHROMIS NILOTICUS> <SACO VITELINO> < LENGTH OF FISH
> <GAIN OF WEIGHT>. <MADRE TIERRA (Parish)> <PASTAZA (Province) > <MINING
ENGINEERING CAREER IN ZOOTECNIA>



INTRODUCCIÓN

En la actualidad la crianza de tilapias (*Oreochromis niloticus*) ha tomado impulso en el sector agropecuario, la reversión sexual en la producción de tilapias, es un recurso muy utilizado tanto intensiva como semi intensivamente en la etapa de alevines. Esto se debe a que gran parte de productores acuícolas prefieren tener una producción de machos o mono sexo ya que estos ganan mayor peso. Obteniendo de esta manera un producto sustentable y a la vez sostenible, debido a que la carne de las tilapias va dedicada principalmente a la comercialización y consumo.

En el momento de la fecundación el macho realiza un agujero en el estanque y atrae a la hembra, el macho fecunda los huevecillos y la hembra los recoge en su boca hasta el momento de la eclosión. Durante este proceso la tilapia hembra disminuye drásticamente su alimentación ocasionando pérdida en el peso, esto hace que el macho gane el doble de peso que la hembra. Además, en la producción acuícola, al tener alevines de ambos sexos se crea una sobre población de tilapias y se los considera como plaga, aumentando considerablemente las perdidas en la producción acuícola.

La reversión sexual es una técnica empleada por muchos productores acuícolas, que cambian químicamente el sexo del pez, administrando agentes hormonales por vía oral y así obtener piscinas mono sexo. Una de las técnicas más utilizadas es por vía oral, administrando la hormona en conjunto con el balanceado, teniendo un alto porcentaje de masculinización en los alevines. Se han realizado muchas investigaciones sobre la producción de tilapias al administrar la hormona, desde el día 3 en adelante sin tener en cuenta el día óptimo en el cual se debería comenzar a administrar el agente hormonal, esto reduciría los costos de producción evitando pérdida o exceso del alimento y del agente hormonal. Produciendo menor contaminación para los ríos del sector, evitando realizar un impacto ambiental mayor.

La presente investigación se realizó en una etapa crítica en la crianza de tilapias, esto se ejecutó en el día 2-4-6-8 antes que el alevín cumpla los 15 días, debido a que si supera los 15 días este ya tendría las características sexuales definidas. Se administró la hormona 17 alfa metil testosterona, la cual realizó la reversión sexual masculinizando completamente a los animales de cada uno de los estanques.

Los resultados obtenidos en este estudio nos pueden permitir concluir que la utilización de la hormona 17 alfa metil testosterona, garantiza una masculinización completa de los alevines de

tilapias, administrando este continuamente por 30 días, iniciándolo antes de cumplir los 15 días de edad , obteniendo una población monosexada y con pesos uniformes.

Con los antecedentes indicados la presente investigación persiguió los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el día óptimo para el inicio de la reversión (alimento hormonal) mediante la aplicación de la hormona 17 alfa metil testosterona para optimizar su androgenización.
- Medir la ganancia de peso en tilapia negra, mediante la utilización de la hormona de reversión sexual.
- Determinar los costos de producción en los tratamientos aplicados para medir su rentabilidad

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades

Las tilapias se encuentran entre las zonas tropicales, debido a que presentan las condiciones favorables para su desarrollo y reproducción. Es de origen africano entre sus especies destacan la tilapia de Mozambique (*Oreochromismossambicus*), la tilapia del Nilo (*Oreochromisniloticus*) y la tilapia azul (*Oreochromisaureus*) (Bru *et al.*, 2017, p 44).

Son peces que pueden acostumbrarse a aguas poco oxigenadas y cálidas sea tanto de agua dulce como salada, posee varias cualidades: carne blanca de gran aceptación y buena calidad, crecimiento acelerado, resistencia a muchas enfermedades, se las puede criar en cautiverio y eso ha despertado un gran interés en la acuicultura (Rodrigues *et al.*, 2018, pp 468-469).

Durante la reproducción los machos crecen considerablemente con respecto a la hembra, esto se debe a que ella incuba los huevecillos en su cavidad bucal, lo que impide la ingesta de alimento para la hembra, por esta razón el macho es más grande y poseen un color y brillo mayor. Además, que alcanza su desarrollo reproductivo a temprana edad. La alimentación es muy variada debido a que aceptan tanto alimentos secos, vivos, frescos, congelados y en forma de pellets previamente humectados. (Sary *et al.*, 2017, p. 2).

Tabla 1-1: Taxonomía de la tilapia

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

Fuente: (Sary *et al.*, 2017).

Se estima que existen 5000 hectáreas de producción de Tilapia en el Ecuador. La Provincia del Guayas posee una de las mayores áreas de producción de tilapias, se la considera la provincia

más productora con 500 Toneladas/mes de carne de tilapia, además del Oriente Ecuatoriano por su clima ideal. Estados Unidos que es nuestro principal consumidor ubica la tilapia en el cuarto lugar de especies apetecidas y ha aumentado su producción en Ecuador en un 226% en los últimos años (Baltazar, 2007, pp. 260 - 270)

1.1.1 Características sexuales.

La diferencia entre el macho y la hembra de las tilapias son presentadas en el vientre; el macho consta de 2 orificios: orificio urogenital y el ano, en cambio la hembra posee 3: poro genital, orificio urinario y ano. Estos orificios no son apreciados a simple vista debido a que la mayoría de los orificios son microscópicos a corta edad (Torres y Hurtado, 2012, p.65)

1.1.2 Aparato reproductor de la tilapia.

Su aparato reproductor está constituido por gónadas en forma tubular alargada de diámetro variable, esto se lo conoce como ovarios. Los machos poseen testículos los cuales son pequeños sacos alargados (Baltazar, 2007, p. 269).

1.2. Manejo

1.2.1 Agua

El agua es lo más importante en la producción acuícola, esta debe disponerse siempre de manera que se esté renovando continuamente, para ello debe disponer de calidad y cantidad suficiente. (Baltazar, 2007, p. 268).

1.2.2 Temperatura

El rango de temperatura puede variar entre 28 a 32 grados dependiendo de la etapa productiva de la tilapia, también se puede aceptar un rango 5 grados centígrados por debajo del óptimo (Triana *et al.*, 2012, p. 263)

1.2.3 pH del agua

El pH óptimo se presenta entre 7 y 8, depende principalmente de la concentración de dióxido de carbono, además de bicarbonatos o carbonatos, debido a que estos pueden cambiar de ácido a básico el pH del agua (Triana *et al.*, 2012, p. 263)

1.2.4 Desinfección

Una adecuada desinfección del estanque o peceras puede garantizar la baja mortalidad en alevines, reduciendo tóxicos o patógenos principalmente hongos que puedan acabar con la población de peces. En este proceso también se puede realizar la fertilización (Alfaro *et al.*, 2013, p. 593)

Los principales controles sanitarios son:

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

1.2.5 Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto requerido es de 4,5 mg/L. a continuación se muestra las consecuencias de los diferentes niveles de oxígeno:

- 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.

(Vieira de Azevedo *et al.*, 2015, p.829)

1.2.6 *Transparencia*

Es recomendado un cambio continuo de agua o a su vez bajar niveles de entre 30 a 40 cm, como medio de renovación. Al momento del cambio del agua se debe encontrar un color verde claro, lo cual quiere decir la presencia de desechos y algas en el lugar (Vieira de Azevedo *et al.*, 2015, p. 830).

1.2.7 *Condiciones y parámetros de cultivo*

Se debe realizar un análisis físico-químico antes de realizar un manejo acuícola teniendo en cuenta el sector y la calidad de agua:

Tabla 2-1: Parámetros de la calidad de agua para cultivo de tilapias.

Parámetros	Rangos Ideales
Oxígeno Disuelto (O.D.)	3 a 10 mg/l
Ozono	0 a 0,005 mg/l
Temperatura	24 a 28 °C
pH	6,5 a 9,0
Dureza (Alcalinidad: CaCO₃)	10 a 500 mg/l
Magnesio (Mg)	0 a 36 mg/l
Manganeso (Mn)	0 a 0,01 mg/l
Calcio	5 a 160 mg/l
Dióxido de Carbono (CO₂)	0 a 2,0 mg/l
Amonio Total	Hasta 2,0 mg/l
Amonio (NH₃: no ionizado)	0 a 0,05 mg/l
Nitritos (NO₂)	0 a 0,1 mg/l
Fosfatos (PO₄)	0,5 a 1,5 mg/l
Fósforo Total	0,01 a 3,0 mg/l
Fósforo soluble	0 a 10 mg/l
Sulfuro de Hidrógeno o Ac. Sulfhídrico (H₂S)	0 a 0,003 mg/l
Ácido Cianhídrico (HCN)	0 a 0,1 mg/l
Gas Metano (CH₄)	0 a 0,15 mg/l

Cadmio en aguas duras	0 a 0,003 mg/l
Cadmio en aguas blandas	0 a 0,004 mg/l
Cloro	0 a 0,003 mg/l
Cobre en aguas duras	0 a 0,03 mg/l
Cobre en aguas blandas	0 a 0,006 mg/l
Cromo (Cr)	0 a 0,03 mg/l
Hierro (Fe)	0 a 0,015 mg/l
Mercurio (Hg)	0 a 0,0002 mg/l
Níquel (Ni)	0 a 0,02 mg/l
Plomo (Pb)	0 a 0,03 mg/l
Turbidez (Disco Secchi)	30 a 40 cm
Sólidos Disueltos	0 a 30 mg/l
Sulfatos (SO4)	0 a 500 mg/l
Zinc (Zn)	0 a 0,05 mg/l

Fuente: Ornelas *et al.*, 2017, p. 20

1.3. Alimentación

La dieta de la tilapia consta de una alimentación a base de algas, plancton y materia en descomposición. En la dieta de los adultos predomina el fitoplancton, debido a que esta presenta microbranquiespinas que ayudan a la deglución del plancton (Setsuko *et al.*, 2017, p. 508).

El mejor método para determinar el consumo de alimento es sacar 10% de los peces, pesar y sacar un promedio y multiplicarlo por el número total, obteniendo de esta manera la Biomasa, esto se debe realizar cada semana para ajustar el peso que ganan (Ornelas *et al.*, 2017, p. 22).

Tabla 3-1: Porcentajes por biomasa.

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

Fuente: (Ornelas *et al.*, 2017).

El género *Oreochromis* se clasifica como Omnívoro, por presentar mayor diversidad en los alimentos que ingiere, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton.

Las tilapias son peces provistos de branquiespinas con los cuales los peces pueden filtrar el agua para obtener su alimentación consistiendo en algas y otros organismos acuáticos microscópicos. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Esto ayuda en el proceso de absorción en el intestino, el cual mide de 7 a 10 veces más que la longitud del cuerpo. Una característica de la mayoría de las tilapias es que aceptan fácilmente los alimentos suministrados artificialmente. Para el cultivo se han empleado diversos alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria. (Arboleda, 2005, pp. 30 - 31).

1.3.1 17 alfa metil testosterona

Sostiene que se caracteriza por poseer el grupo metil en el carbono. Es el fármaco más utilizado en escala de comercialización y también el más efectivo en el momento de masculinizar a los alevines de tilapias (López *et al.*, 2007, p. 318)

1.3.2 Efectos de la 17 alfa metil testosterona en la alimentación humana

Los resultados obtenidos por (López *et al.*, 2007), estipulan que la hormona 17 alfa metil testosterona, no conlleva un riesgo en la salud humana debido a que solo posee un 1% de residualidad en la reversión sexual de alevines de tilapias. Otro estudio realizado por (Roscito *et al.*, 2008), determinaron que la hormona 17 alfa metil testosterona no tiene efecto en el agua, debido a que su residuo es menor al 0,1 ug/L por el método de detección de cromatográfico

1.3.3 Testosterona.

Es una hormona androgénica producida por los testículos. Es una pro hormona, debido a que esta debe reducirse en posición de 5 alfa dihidro testosterona, y así obtener la hormona activa. Esta hormona propia del género masculino permite el crecimiento muscular sin mayor esfuerzo. Las hembras también producen testosterona en pequeña cantidad por lo cual su efecto no es tan notorio. La testosterona es un andrógeno, esteroide derivado del ciclopentanoperhidrofenantreno, que tiene 19 átomos de carbono, un doble enlace entre C4 y C5, un átomo de oxígeno en C3 y un radical hidroxilo (OH) en C1. (Reyes *et al.*, 2011, pp. 2 - 3)

a. Derivados de la testosterona.

Estos se producen a partir de modificaciones químicas de su estructura.

b. Testosterona oral.

Aumenta la actividad biológica agregando grupos metilos en C1, C7 y C17. La 17 alfa metil testosterona es muy especial se activa por vía oral y conserva su acción androgénica. La fluoximesterona es un derivado fluorado en C9 de la metiltestosterona.

Los derivados alquilados de la testosterona son muy lentamente metabolizados por el hígado. La testosterona neutral, vuelta es muy degradada por el hígado, no produce efectos adversos.

c. Testosterona parenteral.

La testosterona aumenta su liposolubilidad y su tiempo de acción cuando a esta se esterifica en posición del OH en C17. El ciclopentilpropionato o cipionato y el enantato son andrógenos de acción prolongada. El propionato de testosterona es particularmente activo por vía parenteral y de acción relativamente corta, 1-2 días. Toda esta acción de administración de testosterona es muy útil debido que aumenta la presencia de características masculinas, se ha administrado por vía intramuscular, vía transdérmica y a través de un parche autoadhesivo.

La administración por las distintas vías puede tener una duración de días o semanas dependiendo del producto que se vaya a administrar. (Reyes *et al.*, 2011).

Cambios de la testosterona en los órganos:

- Promueve el crecimiento del escroto, pene y glándulas secretorias sexuales.
- Aumenta el peso y crecimiento testicular.
- Estimula la espermatogénesis en los túbulos seminíferos.
- Estimula la maduración de la espermática en espermatozoide.
- La testosterona completa las características del semen y estimula la constitución definitiva en su paso por el epidídimo y los conductos deferentes.

- La testosterona aumenta la libido o deseo sexual.
- Además la testosterona produce los siguientes efectos sobre las características sexuales secundarias.
- El envejecimiento se asocia con una disminución de la función testicular, con una bajada de la concentración de testosterona plasmática y una disminución del número de células de Leydig intersticiales.

1.4. Alevines

1.4.1 Recolección de alevines.

Después de la eclosión de los huevecillos en la boca de la madre, se procede a recolectar los alevines a la orilla del estanque, se los cierne con una tela que contenga orificios de 3 mm. (Freccia *et al.*, 2016, p.541).

1.4.2 Empaque y transporte de alevines.

El empaque se lo realiza en las horas de la mañana para así evitar que la siembra tenga posibles inconvenientes. Se los puede empacar en bolsas de plástico (dobles) colocando 1/3 de aire y 2/3 de agua todo esto sellado con ligas o cualquier aislante (Freccia *et al.*, 2016, p. 541).

1.4.3 Aclimatación y siembra.

La temperatura del transporte debe estar igualada a la temperatura donde se va a realizar la siembra, la temperatura de siembra puede variar de hasta 3 grados centígrados, este proceso se lo puede realizar de 15 a 30 minutos. Para evitar una mayor mortalidad de los alevines de tilapias, se procede a dejar la funda plástica de alevines sobre la superficie permitiendo que esta se aclimate con el agua del estanque, después se abre la funda y se deja a los alevines nadar con fluidez para evitar posibles muertes por el transporte. Jamás arrojar a los alevines directamente al estanque o piscina o peceras. (Pezzato *et al.*, 2016, p. 1600)

1.4.4 Densidad de siembra.

Se debe considerar la cantidad de agua que se dispone al momento de entrar y al momento de salir, también en cada lugar es diferente el número de siembra debido a que estos son influidos por la calidad del suelo, el área en donde se va a realizar, la calidad de agua o el tipo de construcción con el cual se va a dar manejo a los alevines (Pezzato *et al.*, 2016, p. 1600).

Tabla 4-1: Referencia para siembra de alevines en estanques con recambio constante de agua.

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

Fuente:(Pezzato *et al.*, 2016).

1.5. Reversión Sexual.

Existen diferentes mecanismos para que se produzca la reversión sexual en tilapias entre estos tenemos:

1.5.1 Reversión sexual en tilapias por inmersión.

Este proceso utiliza alevines de tilapias, en una solución con esteroides inmergiendo a los alevines, se utiliza alevines 11 a 13 días post fertilización. El proceso de inmersión para reversión sexual resulta contradictorio, debido al acelerado crecimiento que tiene el alevín de tilapia en comparación con otras especies. La reversión sexual ayuda al productor acuícola a tener menor pérdida económica debido a que evita la reproducción involuntaria de las tilapias, concentrándose de una mejor manera solo en el crecimiento y engorde de estas especies (Arboleda, 2005, pp. 1 - 2).

1.5.2 Reversión sexual por vía oral o alimentación

La técnica más utilizada por productores, es la administra en conjunto con el balanceado, posee un alto porcentaje de masculinización de alevines de tilapias. Su preparación consiste en mezclas 60 mg de 17 alfa metil testosterona por cada Kg de alimento, disuelta en 1 litro de alcohol y dejándose secar, se debe administrar 28 días para que tenga el efecto deseado. (Hernández *et al.*, 2016, p. 87)

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

Se realizó en la finca “Don Edison” propiedad del Sr. Edison Valladares localizado en la Provincia de Pastaza, Cantón Mera, Parroquia Madre Tierra, en el sector San José Km 1 ½ vía Puerto Santa Ana. Latitud: -1.53333 Norte, Longitud: -78.0333. Este

La investigación tuvo una duración de 60 días, distribuidos de la siguiente manera, fertilización de peceras, ingreso de alevines al 2-4-6-8 días luego de la reabsorción del saco vitelino, aplicación de los tratamientos, toma de datos y resultados de la investigación.

Tabla 1-2: Condiciones Meteorológicas.

Parámetros	Valores
Altitud msnm	927
Temperatura, °C	6-21
Precipitación, mm	2000
Clima	Fresco; lluvioso en la mañana, luego intervalos de nubes y sol en la tarde

Fuente: (Climadate, 2018)

2.2. Unidades experimentales

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron 800 alevines a 2-4-6-8 días de reabsorción del saco vitelino, constituidos por 50% machos y 50% hembras. Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones y con unidades experimentales de 50 alevines, en donde se utilizó 200 alevines/tratamiento/repeticion, que serán adquiridos por el distribuidor “Andrés Silva” acuícola de la ciudad de Puyo, Pastaza.

2.3. Materiales, equipos e instalaciones

Los materiales, equipos e instalaciones que fueron utilizados en el trabajo de campo se detallan a continuación:

2.3.1 *Materiales*

- Overol.
- Botas de caucho
- Guantes.
- Tuberías de agua.
- Materiales de oficina.
- Cernideros.
- Mangueras.
- Cepillo de limpieza.
- Azul de metileno.
- Alimento de tilapia.
- Mascarilla.

2.3.2 *Semovientes.*

- 800 alevines de tilapia negra.

2.3.3 *Equipos*

- Computadora.
- Balanza de miligramos.
- Bomba de aire.

- Bomba de agua.
- Cámara Fotográfica.

2.3.3 Instalaciones

- 16 estanques de 0,285 m²

2.4. Tratamiento y diseño experimental

En la presente investigación se evaluó el efecto de la aplicación de hormona 17 alfa metil testosterona en la masculinización de alevines de tilapia. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) en la distribución de los tratamientos, de acuerdo con el siguiente modelo lineal aditivo:

Ecuación 1-2:

$$X_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Variable respuesta

u = Media poblacional

T_i = Efecto de tratamiento

E_{ij} = Efecto del error experimental.

Tabla 2-2: Esquema del experimento.

Tratamientos	Código	Repeticiones	T.U.E.	Rep/trat
2 días inicio de aplicación. 17 alfa metil testosterona	T1	4	50	200
4 días inicio de aplicación. 17 alfa metil testosterona	T2	4	50	200
6 días inicio de aplicación. 17 alfa metil testosterona	T3	4	50	200
8 días inicio de aplicación. 17 alfa metil testosterona	T4	4	50	200
Total	Total. U. Exp.	16	Total unidades observacionales	800

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental

Realizado por: Maroto Llerena, Wilmer, 2019

2.5. Mediciones experimentales

Las variables que se consideraron para el proceso investigativo se mencionan a continuación:

- Longitud del pez, (cm).
- Peso inicial, (g).
- Peso final, (g)
- Ganancia de peso, (g)
- Número de machos/ Unidad experimental
- Número de hembras/ Unidad experimental
- Relación Machos / Hembras, (%)
- Reversión, (%)
- Beneficio/ costo.

2.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los resultados experimentales fueron sometidos a diferentes análisis estadísticos.

- Análisis de la varianza (ADEVA).
- Prueba de Tukey para separación de medias a un nivel de significación de 5%

2.6.1 Esquema del Análisis de Varianza

El esquema del análisis de varianza (ADEVA) del experimento para la investigación se describe en la tabla 3-2, donde aparece la fuente de variación del total de unidades experimentales, tratamientos y repeticiones, con sus respectivos grados de libertad.

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA del experimento

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	3
Error	12
Total	15

Realizado por: Maroto Llerena Wilmer, 2019

2.7. Procedimiento experimental

2.7.1 Descripción del experimento

El trabajo experimental e investigativo se lo inició con 800 alevines de tilapia del sector de Madre Tierra, Pastaza con los cuales se procedió a adecuar 16 estanques de ambiente controlado con 26 grados centígrados, pH neutro de 7, cantidad de Amoniac (TDS/Total Solidos Disueltos) 70 ppm. El tamaño de los estanques fue 44.5 cm de ancho por 64 cm de largo y 25 cm de altura, contó con un sistema de aireación y un desagüe para facilitar la evacuación, acciones recomendadas para mejorar la supervivencia del pez.

Una vez realizadas las instalaciones se procedió a la desinfección de los estanques con la colocación de 226.7 gramos de cal por m², esparcida por toda el área del piso de las unidades experimentales, la cal actúa como un bactericida eliminando toda clase de agentes patógenos nocivos para el alevín.

Se realizó el llenado de los estanques con ayuda de una bomba hasta completar el 75% del volumen evitando un desborde, el agua debió permanecer en circulación y funcional sin alevines durante unos 2 a 3 días.

Las larvas fueron cosechadas en los estanques de reproducción a los 3 días de haber sido reabsorbido el saco vitelino, (cuidando su color negro, tamaño uniforme, edad, peso); se seleccionaron al azar 800 alevines y colocando 50 en cada estanque, trasladando a los estanques de evaluación, para el efecto se procedió a colocar en fundas de polietileno. (1/3 agua y 2/3 oxígeno).

Se colocó la funda con larvas de tilapias en las peceras con la intención de climatizar la temperatura de las larvas de tilapias con la de las peceras.

a. Evaluación del día óptimo de reversión.

Se evaluó la administración de 17 alfa metil testosterona en los distintos días de inicio, teniendo en cuenta el número de machos y el número de hembras, la tasa de reversión se determinó en base a la fórmula:

$$\% R = \frac{\# \text{ de Machos}}{\# \text{ total de peces}} \times 100$$

b. Evaluación de Parámetros productivos.

El alimento que se usó en los alevines contiene 43% de proteína, antes de la mezcla se pesó 1kg, y se mezcló con 700 ml de alcohol y 70 mg de 17 alfa metil testosterona por cada kg de alimento, luego se homogenizó aproximadamente por 15 minutos, el alcohol ayuda que el 17 alfa metil testosterona se disperse por todo el alimento.

El alimento se secó durante 24 horas aproximadamente para evitar la pérdida de la hormona, luego procedimos a guardar para su posterior utilización.

Su administración comenzó desde las 07:00h hasta 14:00h con la aplicación de las 8 raciones diarias del alimento.

Para estimar la ración, se requirió calcular la biomasa, la cual se obtuvo mediante una selección al azar de 10 alevines a los cuales se pesó y se obtuvo el promedio. Luego el peso promedio lo multiplicamos por 100 y se multiplica por la biomasa.

Se inspeccionó los estanques para un control diario de la turbidez, pH del agua, temperatura para evitar posibles pérdidas mayores de los alevines, también se realizó 2 veces al día la limpieza de cada estanque controlando la sanidad del animal y evitando posibles enfermedades o plagas existentes.

c. Análisis económico

Se analizó el costo unitario de producción, y se comparó con el potencial ingreso por venta de alevines reversados para calcular el Beneficio/Costo que responde a la siguiente ecuación.

$$B/C = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Costo total}}$$

A. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

1. Número de machos y número de hembras

Luego de realizar la tinción con azul de metileno se contabilizó la cantidad de alevines machos y hembras de cada pecera con el fin de determinar la tasa de machos existentes en la investigación tanto de cada unidad experimental como de cada tratamiento.

2. Porcentaje de Relación machos / hembras

Esta relación se determinó tomando en cuenta la cantidad de peces machos y hembras existentes en la pecera, seleccionando 10 alevines al azar y evaluándolos al terminar la investigación.

3. Porcentaje de Reversión

Se determinó la cantidad de peces que alcanzaron la reversión sexual en cada una de las unidades experimentales y tratamientos.

4. Longitud del pez

La longitud del pez se determinó al finalizar la investigación, obteniendo las medidas en centímetros.

5. Peso inicial, peso final.

Con ayuda de una balanza de miligramos se calculó el peso de 10 alevines elegidos al azar.

6. Ganancia de peso.

La ganancia de peso se determinó al finalizar la investigación, comparando el peso inicial con el peso final, teniendo en cuenta el tiempo y el consumo de alimento.

7. Análisis económico

El análisis económico se realizó por medio del indicador económico Beneficio/Costo, en el que se consideran los gastos realizados (egresos) y los ingresos totales.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Evaluación de los parámetros productivos

3.1.1 *Peso Inicial, (g)*

Los alevines fueron pesados obteniéndose pesos homogéneos para los pesos iniciales observándose de rangos de 0,02 y 0,03 gramos. (Tabla 1 – 3).

FAO. (2018) Afirma que alevines recién eclosionados de tilapias sanas, tienen un peso promedio de 0,01 gramos

Tabla 1 - 3. Evaluación del tratamiento hormonal en la reversión sexual de tilapia negra

Variables	Días de Inicio				E.E.	Prob.	Sig.
	2	4	6	8			
Longitud final del pez (cm)	3,61 ab	3,69 a	3,52 b	3,61 ab	0,04	0,0060	**
Peso inicial (g)	0,03	0,03	0,02	0,03	3,00	0,4070	-
Peso final (g)	1,00 ab	1,02 a	0,92 c	0,96 bc	0,01	0,0003	**
Ganancia de peso total (g)	0,97 ab	1,00 a	0,90 c	0,93 bc	0,01	0,0001	**
Numero de machos	97 a	99 a	98 a	96 a	0,37	0,5330	ns
Numero de hembras	3 a	1 a	2 a	4 a	0,37	0,5330	ns
Relación Machos/ Hembra (%)	0,03 a	0,01 a	0,02 a	0,04 a	0,02	0,5130	ns
Reversión (%)	97,00 a	99,00 a	98,00 a	96,00 a	1,47	0,5330	ns

Realizado por: Maroto Llerena, Wilmer, 2019

3.1.2 *Longitud final del pez, (cm)*

En la variable longitud final del pez, se presentó diferencias altamente significativas ($P > 0,01$), se obtuvo la mayor longitud en el tratamiento (T2), seguido por los tratamientos (T1), (T4), (T3), (3,61 cm), (3,61 cm), (3,52 cm). Respectivamente (Tabla 1 -3). Esta tendencia se puede apreciar en el (Grafico 1- 3).

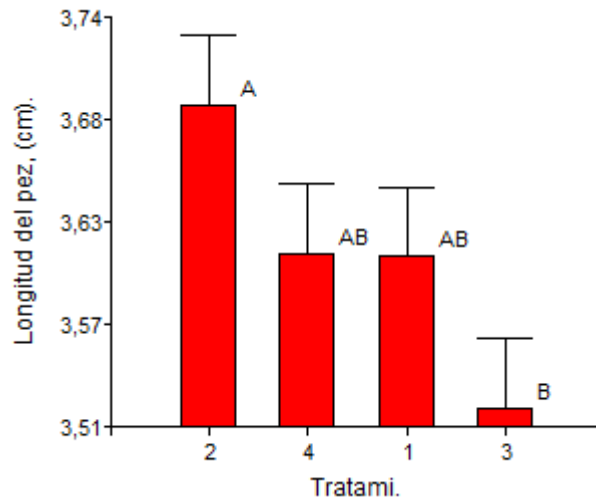


Grafico 1-3: Longitud del pez

Realizado por: Maroto Llerena, Wilmer, 2019

En el grafico 1 – 3: se puede observar la relación días de inicio con la longitud final del pez, en donde la longitud del pez es mayor en el tratamiento 2 .

Urdiales V. (2015).En la aplicación de 60 mg de 17 alfa metil testosterona. Registra diferentes tallas de alevines a los 34 días teniendo un promedio de 2,9 (cm), al comparar con los resultados obtenidos en la presente investigación que superan los promedios, con el mejor tratamiento (T2) realizado a los 4 días (3,69cm) con una aplicación total de tratamiento de 34 días.

FORESTIERI, M., et al. (2013) utilizando una biomasa de 1000 al/m³ registra una longitud de alevines a los 30 días en mm, 19.17 ± 3.39 , que transformado en cm son 1.9 cm, comparado con la investigación realizada se puede observar mejores resultados obtenidos en todo los tratamientos.

FAO (2018) menciona que las crías cuyo sexo ah sido revertido alcanza una talla promedio de 0,7 a centímetro, obteniendo estos datos como óptimos para animales sanos en el ámbito de cría de alevines de tilapia.

3.1.2 *Peso Final, (g)*

El peso final de estos alevines presenta diferencias altamente significativas ($P > 0,01$), así como la prueba de Tukey presenta entre mejores peso a los alevines que se trataron entre el 2 y 4 días de haber reabsorbido saco vitelino, presentando pesos entre 1 y 1,02 gramos respectivamente.

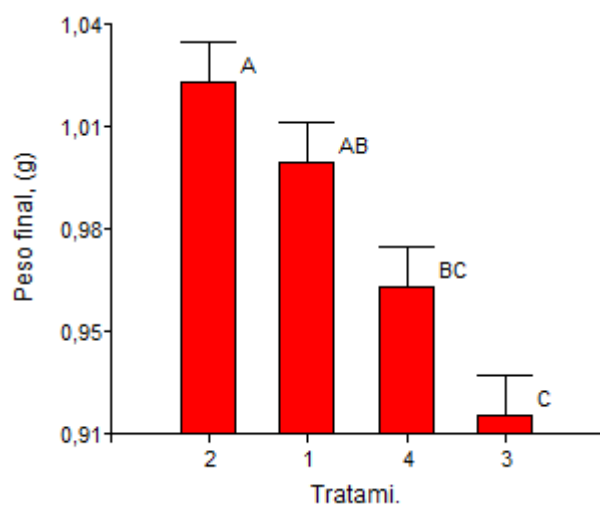


Grafico 2-3: Peso final.

Realizado por: Maroto Llerena, Wilmer, 2019

En el grafico 2-3: se puede observar la ganancia de peso, en donde los mejores resultados se encontrarían en los días 2 a 4, teniendo pesos de 1 gramo y superiores, mientras que en el día 6 y 8 poseen pesos menores al gramo.

FORESTIERI, M., et al. (2013) registra un peso final de 0.62 ± 0.02 , obteniendo una ganancia de peso mayor con una cantidad de siembra de 1000 alevines por m^3 , que en comparación con los resultados de la investigación, resultaron superiores en todos los tratamientos, resultado el mejor con un peso final de 1,02g.

FAO (2009) menciona que las crías cuyo sexo ha sido revertido alcanza un peso promedio de 0,2 gramos después de 3 semanas y de 0,4 gramos después de la cuarta semana.

3.1.3 Ganancia de peso, (g)

En la variable ganancia de peso se presentan diferencias altamente significativas, al ser sometida por separación de medias Tukey ($P < 0,01$), se obtuvo mayor ganancia de peso en el tratamiento 2 realizado a los 4 días (1,00 g), seguido del tratamiento 1 realizado a los 2 días (0,97 g), mientras que los tratamientos 4 y 3 presentaron resultados de (0,93 g y 0,90 g) respectivamente. Esta tendencia se puede apreciar en el (Grafico 3 – 3) en los 2 primeros tratamientos tuvieron la mayor ganancia en comparación a los demás.

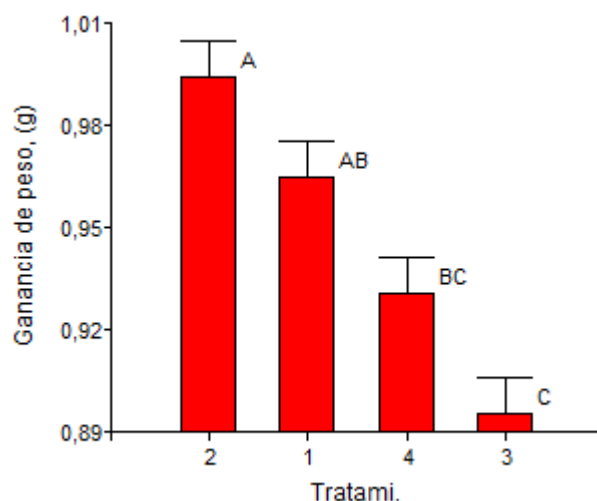


Grafico 3-3: Ganancia de peso.

Realizado por: Maroto Llerena, Wilmer, 2019

3.1.4 Número de machos

El número de machos de alevines de tilapias negra (*Oreochromis niloticus*), no presentó diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones, teniendo el mayor número de machos en el tratamiento (T2) con una cantidad de 99, seguido del tratamiento (T3) con 98, y los tratamientos (T1) y (T4) con 97 y 96 respectivamente. Pero existen diferencias numéricas entre tratamientos

3.1.5 Número de hembras

El número de hembras de alevines de tilapias negra (*Oreochromis niloticus*), no presentaron diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones, teniendo el mayor número de hembras en el tratamiento (T4) con 4, seguido del tratamiento (T1) con 3, y los tratamientos (T3) y (T2) con 2 y 1 respectivamente. Pero existen diferencias numéricas entre tratamientos.

3.1.6 Relación machos/ hembra (%)

La relación Macho/Hembra se evaluó con los resultados obtenidos en un conteo del número final de alevines de tilapias Machos y Hembras, con ayuda de la tinción con azul de metileno para identificar los Machos.

El efecto obtenido luego del ensayo no presentó diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, puesto que se registraron % de Relación mínimas dando como resultado: T1= 0,03; T2= 0,01; T3= 0,02; T4= 0,04.

3.1.7 Reversión (%)

En el porcentaje de reversión al ser sometida por separación de medias (Tukey), se obtuvo mayor porcentaje de reversión en el tratamiento realizado a los 4 días, con una media de (99%), seguido del tratamiento realizado a los seis días, con una media de (98%) y después el tratamiento realizado a los 2 días con (97%) y el tratamiento realizado a los 8 días con (96%). (Gráfico 3 - 3).

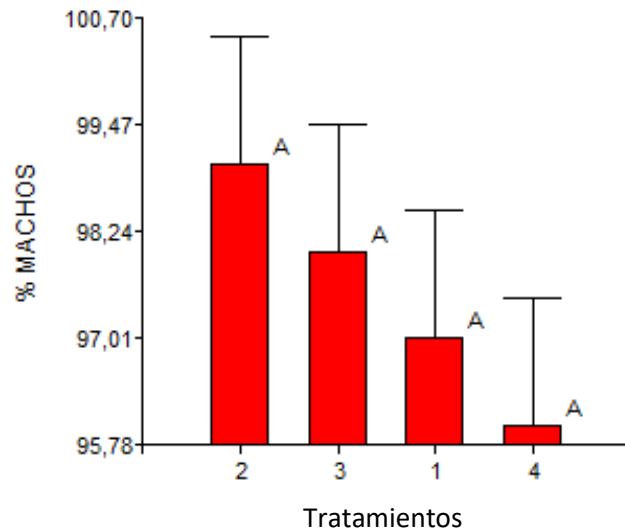


Gráfico 4-3: Porcentaje de reversión

Realizado por: Maroto Llerena, Wilmer, 2019

Al estudiar el efecto de la reversión sexual con dosis de 60 mg/kg de hormona 17 alfa metil testosterona, obteniendo un resultado de 84,93%, al comparar con los resultados obtenidos en la presente investigación se obtuvo una media de 99%, superando el porcentaje de reversión. (Urdiales Verónica, 2015).

Según (LOGATO, P. V. R. 2004) menciona que el porcentaje de reversión de los alevines de tilapias, en dosis superiores a los 60 mg de hormona 17 alfa metiltestosterona/ Kg de pienso son capaces de producir una población de 100% peces machos los cuales son similares a los resultados obtenidos en la presente investigación.

LOPEZ, CARLOS A. (2007) comparando diferentes niveles de reversión sexual entre diferentes métodos, logrando en la reversión con el método de inmersión evaluado (91,8%), a pesar de presentar una diferencia significativa respecto al alcanzado con el método tradicional de reversión con alimento al (100%) es satisfactorio, considerando que sobrepasa en 90%. La reversión se dio al cuarto día refutando que el mejor día de reversión alcanzado es en el día 3 y 4.

3.1.8 *Análisis Económico.*

Al realizar el análisis económico no se encontraron diferencias entre los tratamientos aplicados, sin embargo, como se evidencia en el análisis estadístico, el tratamiento realizado a los 4 días presenta mayor ganancia de peso, porcentaje de reversión y longitud del pez, variables que al término de una explotación acuícola se traducen en términos económicos y mejoran la rentabilidad de la explotación. (Ver Tabla 2-3).

Tabla 2-3. Análisis económico

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TRATAMIENTOS			
				T1	T2	T3	T4
Servicios Basicos	Unidad	1	10	10	10	10	10
Alevines	Unidad	200	0,03	6	6	6	6
Mano de Obra	Unidad	1	190,5	47,6	47,6	47,6	47,6
Balanceado ABA 43%	Gramos	274,4	0,001	0,27			
Balanceado ABA 43%	Gramos	269,08	0,001		0,26		
Balanceado ABA 43%	Gramos	274,12	0,001			0,27	
Balanceado ABA 43%	Gramos	275,24	0,001				0,27
17 alfa metil testosterona	Gramo	1	10	10	10	10	10
alcohol etilico	Litro	1	2	2	2	2	2
Sal en Grano	Gramo	80	0,007	0,56	0,56	0,56	0,56
Estanques	Unidad	4	43	43	43	43	43
TOTAL EGRESOS				119,43	119,42	119,43	119,43
Venta de Alevines	Unidad	200	0,1	20	20	20	20
TOTAL INGRESOS				20	20	20	20
B/C, \$				0,16746675	0,167474	0,16746713	0,1674656

Realizado por: Maroto Llerena, Wilmer, 2019

Tabla 3-3. Análisis económico con 2100 Alevines.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TRATAMIENTOS			
				T1	T2	T3	T4
SERVICIOS BASICOS	Unidad	1	10	10	10	10	10
ALEVINES	Unidad	2100	0,02	42	42	42	42
MANO DE OBRA	Unidad	1	190,5	47,6	47,6	47,6	47,6
BALANCEADO ABA 43%	Gramos	2881,2	0,001	2,9			
BALANCEADO ABA 43%	Gramos	2825,34	0,001		2,83		
BALANCEADO ABA 43%	Gramos	2878,26	0,001			2,88	
BALANCEADO ABA 43%	Gramos	2890,02	0,001				2,89
17 ALFA METIL TESTOSTERONA	Gramo	2	10	20	20	20	20
ALCOHOL ETILICO	Litro	1	2	2	2	2	2
SAL EN GRANO	Gramo	80	0,007	0,56	0,56	0,56	0,56
ESTANQUES	Unidad	4	43	43	43	43	43
TOTAL EGRESOS				168,0412	167,985	168,03826	168,05002
VENTA DE ALEVINES	Unidad	2100	0,1	210	210	210	210
TOTAL INGRESOS				210	210	210	210
B/C, \$				1,24969353	1,25011	1,2497154	1,24962794

Realizado por: Maroto Llerena, Wilmer, 2019

CONCLUSIONES

- Al evaluar el día óptimo para el inicio de la reversión sexual mediante la aplicación de la hormona 17 alfa metil testosterona, no reportaron diferencias significativas, se determinó que el tratamiento T2, realizado al 4to día de haber reabsorbido el saco vitelino, presentó mejores resultados en cuanto a la longitud de pez 3,69 cm y porcentaje de reversión sexual 99,0 % este último superando a los demás tratamientos.
- En cuanto a la variable ganancia de peso se observó que el tratamiento T2 presentó diferencias altamente significativas, teniendo valores de 1,02 g en promedio, en los 30 días de tratamiento.
- El análisis económico para la reversión sexual de tilapia negra, en los diferentes tratamientos tuvo de 0,16 centavos de dólar para todos los tratamientos.

RECOMENDACIONES

- La aplicación hormonal con la finalidad de revertir el sexo de alevines de tilapia negra se debe realizar antes que el alevín cumpla los 15 días de haber reabsorbido el saco vitelino.
- Mantener el alimento en un lugar ventilado evitando la humedad y proliferación de hongos, al igual que homogenizar su mezcla y cantidad de alimento administrado a los alevines de tilapia negra, evitando errores en los resultados.
- Realizar una investigación más profunda teniendo en cuenta la densidad de siembra de alevines, debido a que esta puede influir significativamente en la reversión de alevines, ganancia de peso y talla.

BIBLIOGRAFÍA

ALFARO, ALEXANDRE DA TRINDADE, ET AL. Physical and chemical properties of wami tilapia skin gelatin. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Vol. 33 n ° 3, 2013. Rio Grande – Brasil. p. 592-595.

[Consultado: 04/04/2019]

Disponibile en: <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/3959/395940117031/6>.

ARBOLEDA, DUVAN Reversión sexual de las Tilapias Roja (*Oreochromis Sp*), una guía básica para el acuicultor. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, Vol. 6, n ° 12, 2005. Madrid - España. p. 1-5

[Consultado: 03/03/2019]

Disponibile en: <https://docplayer.es/77737864-Redvet-revista-electronica-de-veterinaria-e-issn-veterinaria-organizacion-espana.html>

BALTAZAR, PAUL La Tilapia en el Perú: acuicultura, mercado, y perspectivas. *Revista Peruana de Biología*, Vol. 13, n ° 3, 2007. Lima - Perú. p. 267-273.

[Consultado: 02/03/2019]

Disponibile en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v13n3/v13n03a22.pdf>.

BRÚ-CORDERO, SAMIR BENICIO, ET AL. Bicultivo en biofloc de cachama blanca - *Piaractus brachypomus*- y tilapia nilótica -*Oreochromis niloticus*- alimentadas con dietas de origen vegetal. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, Vol 64 n ° 1, E 2017. Quito - Ecuador. p. 44-60

FAO. *Oreochromis niloticus*. In *Cultured acuatc species fact sheets. Text by Rakocy, J. E. edited and compilet by Valerio Crespi and Michael NEW. 2009 Brasilia- Brasil.*

[Consultado: 02/03/2019]

Disponibile en: <http://www.fao.org/fishery/affris/perfiles-de-las-especies/nile-tilapia/tilapia-del-nilo-pagina-principal/es/>

FORESTIERI, M., et al. Comparación de la sobrevivencia y ganancia de peso de alevines de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) sembrados a 1000, 3000 y 5000/m³ de agua durante 30 días. *Grado Académico de Licenciatura*. 2013. Zamorano - Honduras. p 14.

[Consultado: 04/05/2019]

Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1720/1/CPA-2013-037.pdf>

FRECCIA, A., MEURER, E., FILHO, J., JERÔNIMO, G. Y EMERENCIANO, M. Farinha de inseto em dietas de alevinos de tilápia. *Archivos de Zootecnia*, Vol. 65 n ° 252, 2016. Rio Grande – Brazil. p. 541-547

HERNÁNDEZ-BARRAZA, CÉSAR A., ET AL. Evaluación de la eficiencia productiva Ode tres líneas de tilapia con reversión sexual en un sistema de recirculación (RAS). *Latin American Journal of Aquatic Research*, Vol. 44 n ° 4, 2016. Veracruz - Mexico. p. 869-874

LOGATO, P. V. R.; MURGAS, L. D. S.; DE SOUZA, F. O. Estudio del efecto de la relación macho hembra en la puesta natural y dosis de 17- α -metiltestosterona en la reversión sexual de tilapia-del-nilo (*Oreochromis niloticus*) linaje tailandés. *Journalan. Vet*, vol. 20, 2004, Murcia – España. p. 95-103.

LÓPEZ, CARLOS A., DEWIN CARVAJAL, AND MÓNICA C. BOTERO AGUIRRE. Masculinización de tilapia roja (*Oreochromis spp*) por inmersión utilizando 17 alfa-metiltestosterona. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, Vol. 20 n ° 3, 2007. Bogota – Colombia. p. 318-326

[Consultado: 04/05/2019]

Disponible en: www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a10.pdf

ORNELAS-LUNA, RICARDO, ET AL. Un enfoque sustentable al cultivo de tilapia. *Acta Universitaria*, Vol. 27 n ° 5, 2017. Jalisco - México. 19-25

[Consultado: 05/05/2019]

Disponible en: www.scielo.org.mx/pdf/au/v27n5/2007-9621-au-27-05-19.pdf

PEZZATO, LUIZ EDIVALDO, ET AL. Exigência em fósforo disponível para alevinos de tilápia do Nilo. *Ciência Rural*, Vol. 36 n° 5, 2006. San Maria – Brazil. p. 1600-1605

REYES-MORENO, M., et al. Aplicación del cribado virtual para la obtención de nuevos esteroides 17 (alpha)-metilados con potencial actividad anabólica y androgénica. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, Vol. 42 n° 2-3, 2011. La Habana - Cuba. pp. 1-7

[Consultado: 05/05/2019]

Disponibile en: <https://www.redalyc.org/toc.oa?id=1816&numero=23057>

RODRIGUES, RÔMULO BATISTA, ET AL. Valine in diets for Nile tilapia. *Revista Ciência Agrônômica*, Vol 49 n° 3, 2018. Bogotá - Colombia. p. 467-474

ROSCITO, C., SCHAFIROVITS, L., MIKSIAN, R., NUNES, A., LIBERMAN, S. Y JACOB, W. Testosterone profile in older men with Alzheimer's disease. *Dementia & Neuropsychologia*, Vol. 2 n° 4, 2008. San Paulo – Brazil. pp. 289-293

SARY, CESAR, ET AL. Tilapia by-product hydrolysate powder in diets for Nile tilapia larvae. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Vol. 39 n° 1, 2017. Parana – Brazil. p. 1-6

[Consultado: 04/05/2019]

Disponibile en: <http://www.redalyc.org/pdf/3031/303149707001.pdf>

SETSUKO KIMURA, KATIA, ET AL. Preparation of lasagnas with dried mix of tuna and tilapia. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Vol. 37 n° 3. 2017. Maringa – Brazil. p. 507-514

TORRES, D. Y HURTADO, V. Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Orinoquia*, Vol. 16 n° 1, 2012. Villavicencio – Colombia. p. 63-68

[Consultado: 05/06/2019]

Disponibile en: www.scielo.org.co/pdf/rori/v16n1/v16n1a07.pdf

TRIANA, P., GUTIÉRREZ, M. Y ESLAVA, P. Avances sobre el estudio de hígado graso en tilapias. *Orinoquia*, Vol. 16 n ° 2, 2012. Pasto - Colombia. p. 263

[Consultado: 05/05/2019]

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012137092012000300015&script=sci_abstract&tlng=pt.

URDIALES VERÓNICA. 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. *Tesis Epoch*, Vol. 1 n ° 1, (2015). Riobamba - Ecuador. p. 50.

[Consultado: 01/06/2019.]

Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3928>

VIEIRA DE AZEVEDO, RAFAEL VIEIRA, ET AL. Responses of Nile tilapia to different levels of water salinity. *Latin American Journal of Aquatic Research*, Vol. 43 n ° 5, 2015. Valparaíso - Chile. p. 828-835

ANEXOS

ANEXO A. Longitud de la tilapia negra (*oreochromis niloticus*) en el sector de madre tierra,
Pastaza (cm)

1. Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones				media
	I	II	III	IV	
T1	3,628	3,572	3,588	3,64	3,607
T2	3,812	3,748	3,668	3,532	3,69
T3	3,432	3,528	3,536	3,6	3,524
T4	3,628	3,536	3,66	3,6096	3,608

2. Análisis de la Varianza

F.V		SC	Gl	CM	F	p-va
Tratamiento		0,06	3	0,02	3,17	0,0636
Error		0,07	12	0,01		
Total		0,12	15			
Cv	2,11					
Media	3,607					

3. Separación de medias según Tukey

Tratamiento	Medias	N	E.E.	
1	3,61	4	0,04	A
2	3,69	4	0,04	AB
3	3,52	4	0,04	AB
4	3,61	4	0,04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO B. Peso inicial de la tilapia negra (*oreochromis niloticus*) en el sector de madre tierra,
Pastaza (g)

1. Resultados experimentales

Tratamientos	repeticiones				media
	I	II	III	IV	
T1	0,035	0,022	0,03	0,037	0,031
T2	0,019	0,022	0,03	0,032	0,0257
T3	0,02	0,025	0,02	0,03	0,0237
T4	0,034	0,02	0,03	0,025	0,0272

2. Análisis de la Varianza

F.V		SC	gl	CM	F	p-va
Tratamiento		1,1E-04	3	3,8E-05	1,05	0,4070
Error		4,3E-04	12	3,6E-05		
Total		5,4E-04	15			
Cv	0,12					
Media	0,0269					

3. Separación de medias según Tukey

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	0,03	3	3,0E-03	A
2	0,03	3	3,0E-03	A
3	0,02	3	3,0E-03	A
4	0,03	3	3,0E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO C. Peso final de la tilapia negra (*oreochromis niloticus*) en el sector de madre tierra,
Pastaza (g)

1. Resultados experimentales

Tratamientos	repeticiones				media
	I	II	III	IV	
T1	1,016	0,956	0,988	1,036	0,999
T2	1,024	1,036	1,036	1	1,024
T3	0,912	0,932	0,908	0,928	0,92
T4	0,968	0,92	0,984	0,968	0,96

2. Análisis de la Varianza

F.V		SC	gl	CM	F	p-va
Tratamiento		0,02	3	0,01	13,81	0,0003
Error		0,01	12	6,0E-04		
Total		0,03	15			
Cv	2,51					
Media	0,975					

3. Separación de medias según Tukey

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	1,00	4	0,01	A
2	1,02	4	0,01	AB
3	0,92	4	0,01	BC
4	0,96	4	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO D. Ganancia de peso de la tilapia negra (*oreochromis niloticus*) en el sector de madre tierra, Pastaza (g)

1. Resultados experimentales

Tratamientos	repeticiones				media
	I	II	III	IV	
T1	0,981	0,934	0,958	0,999	0,968
T2	1,005	1,014	1,006	0,968	0,99825
T3	0,892	0,907	0,888	0,898	0,89625
T4	0,934	0,9	0,954	0,943	0,93275

2. Análisis de la Varianza

F.V		SC	gl	CM	F	p-va
Tratamiento		0,02	3	0,01	17,00	0,0001
Error		0,01	12	4,6E-04		
Total		0,03	15			
Cv	2,25					
Media	0,948					

3. Separación de medias según Tukey

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	0,97	4	0,01	A
2	1,00	4	0,01	AB
3	0,90	4	0,01	BC
4	0,93	4	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO E. Numero de machos de la tilapia negra (*oreochromis niloticus*) en el sector de madre tierra, Pastaza

1. Resultados experimentales

Tratamientos	repeticiones				media
	I	II	III	IV	
T1	24	24	25	24	24,25
T2	25	24	25	25	24,75
T3	24	24	25	25	24,5
T4	23	25	25	23	24

2. Análisis de la Varianza

F.V		SC	gl	CM	F	p-va
Tratamiento		1,25	3	0,42	0,77	0,5330
Error		6,50	12	0,54		
Total		7,75	15			
Cv	3,02					
Media	24,375					

3. Separación de medias según Tukey

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	24,25	4	0,37	A
2	24,75	4	0,37	A
3	24,50	4	0,37	A
4	24,00	4	0,37	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO F. Numero de hembras de la tilapia negra (*oreochromis niloticus*) en el sector de madre tierra, Pastaza

1. Resultados experimentales

Tratamientos	repeticiones				media
	I	II	III	IV	
T1	1	1	0	1	0,75
T2	0	1	0	0	0,25
T3	1	1	0	0	0,5
T4	2	0	0	2	1

2. Análisis de la Varianza

F.V		SC	gl	CM	F	p-va
Tratamiento		1,25	3	0,42	0,77	0,5330
Error		6,50	12	0,54		
Total		7,75	15			
Cv	4,05					
Media	0,625					

3. Separación de medias según Tukey

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	0,75	4	0,37	A
2	0,25	4	0,37	A
3	0,50	4	0,37	A
4	1,00	4	0,37	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO G. Porcentaje de reversión de la tilapia negra (*oreochromis niloticus*) en el sector de madre tierra, Pastaza

1. Resultados experimentales

Tratamientos	repeticiones				media
	I	II	III	IV	
T1	96	96	100	96	97
T2	100	96	100	100	99
T3	96	96	100	100	98
T4	92	100	100	92	96

2. Análisis de la Varianza

F.V		SC	gl	CM	F	p-va
Tratamiento		20,00	3	6,67	0,77	0,5330
Error		104,00	12	8,67		
Total		124,00	15			
Cv	3,02					
Media	97,5					

3. Separación de medias según Tukey

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	97,00	4	1,47	A
2	99,00	4	1,47	A
3	98,00	4	1,47	A
4	96,00	4	1,47	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO H. Relación macho/hembra de la tilapia negra (*oreochromis niloticus*) en el sector de madre tierra, Pastaza

1. Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones				media
	I	II	III	IV	
T1	1,5503249	1,55038249	1,57079633	1,55038249	1,55548595
T2	1,57079633	1,55038249	1,57079633	1,57079633	1,56569287
T3	1,55038249	1,55038249	1,57079633	1,57079633	1,56058941
T4	1,54130366	1,57079633	1,57079633	1,54130366	1,55604999

2. Análisis de la Varianza

F.V		SC	gl	CM	F	p-va
Tratamiento		2,4E-03	3	8,0E-04	0,81	0,5130
Error		0,01	12	9E-04		
Total		0,01	15			
Cv	0,81					
Media	1,55945					

3. Separación de medias según Tukey

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	0,03	4	0,02	A
2	0,02	4	0,02	A
3	0,02	4	0,02	A
4	0,04	4	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO I. Adecuación de los 16 estanques para recibir a los alevines de 2, 4, 6, 8 días de haber reabsorbido el saco vitelino.



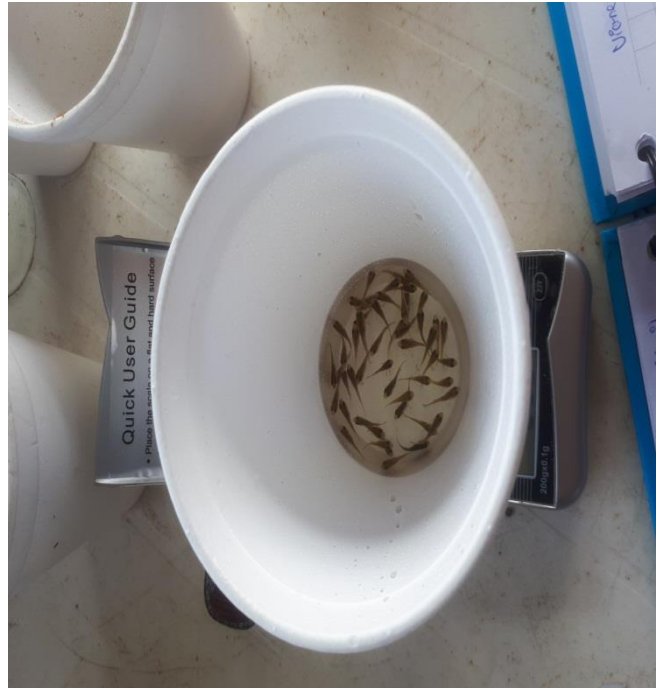
ANEXO J. Elaboración del balanceado con hormona androgenizadora (17 alfa metil testosterona)



ANEXO K. Recolección y Recepción de alevines de tilapias negra (*Oreochromis niloticus*)



ANEXO L. Toma de datos durante 38 días (peso, longitud) de los distintos tratamientos con sus repeticiones. Administración del alimento según la biomasa.



ANEXO M. Disección de alevines de tilapias a los 38 días de edad, con ayuda de azul de metileno.

