

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“RESPUESTA A TRES DOSIS DE MESTEROLONA EN EL TRATAMIENTO
DE MASCULINIZACIÓN DE ALEVINOS DE “TILAPIA” (*oreochromis
niloticus*), EN TINGO MARÍA”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

LLOBER TRIGOSO GALOC

TINGO MARÍA – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A dios, por la vida, su infinito amor y por todas sus bendiciones, especialmente por el éxito de esta investigación.

A mis padres: Nilo y Lida, por estar en los momentos más importantes de mi vida y marcar mi sendero, con el amor y apoyo incondicional que me brindan cada día.

A mis hermanos: Mario, Esther, Sonia y Raquel con cariño, por compartir conmigo los momentos más lindos que he vivido.

AGRADECIMIENTO

- A la universidad Nacional Agraria de la Selva – Facultad de Zootecnia, alma mater de grandes personas y profesionales.
- A los docentes de la Facultad de Zootecnia quienes me han formado con sus enseñanzas a lo largo de mi carrera universitaria.
- A mis amigos Sandoval Lozano Jezer y Del Aguila Soto Fernando, por su amistad, colaboración y apoyo en la realización y finalización del presente trabajo.
- A mi asesor: Blgo. Carlos Alvares Janampa, por haberme guiado con sus conocimientos y paciencia en el presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pagina
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Descripción de los andrógenos.....	3
2.2. Acción hormonal,.....	4
2.3. Estructura química y acción farmacológica.....	5
2.4. Mecanismo de acción.....	5
2.5. Mesterolona (ME).....	6
2.6. Mecanismo de la Inducción sexual.....	7
2.7. Parametros físico químico del agua para el cultivo de tilapia	8
2.8. Variaciones de la temperatura durante la inducción sexual.....	8
2.9. Trabajos de investigación de inducción sexual de tilapia	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1. Lugar y fecha de ejecución.....	11
3.2. Tipo de investigación.....	11
3.3. Animales experimentales.....	11
3.4. Instalaciones, equipos y materiales	12
3.4.1. Instalaciones.....	12
3.4.2. Equipos.....	12
3.4.3. Materiales.....	13
3.5. Metodología.....	13
3.5.1. Acondicionamiento de los acuarios.....	13

3.5.2.	Preparación del alimento hormonado.....	13
3.5.3.	Recepción.....	14
3.5.4.	Frecuencia y tasa de alimentación.....	15
3.5.5.	Registro de los parámetros fisicoquímicos del agua.....	15
3.6.	Siembra de alevinos.....	15
3.6.1.	Alimento y frecuencia de alimentación.....	16
3.7.	Evaluación de masculinización.....	16
3.8.	Variable independiente.....	17
3.9.	Tratamientos.....	17
3.10.	Croquis de distribución de los tratamientos.....	17
3.11.	Análisis estadístico.....	18
3.12.	Variables dependientes.....	19
3.13.	Porcentaje de masculinización (M).....	20
3.14.	Porcentaje de sobrevivencia (S);.....	20
3.15.	Tasa de crecimiento en peso (TCP).....	20
3.16.	Tasa de crecimiento en longitud (TCL)	21
3.17.	Rendimiento económico.....	21
IV.	RESULTADOS.....	23
4.1.	Porcentaje de masculinización de alevinos de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) tratados con diferentes niveles de mesterolona (ME).....	23
4.2.	Porcentaje de sobrevivencia, tasa de crecimiento en peso y longitud de los alevinos de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) tratados con Mesterolona.....	24
4.2.1.	Tasa de crecimiento en peso y longitud de los alevinos de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) tratados con Mesterolona.....	25

4.3.	Parámetros económicos (beneficio neto y merito económico) del proceso de masculinización de alevines de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) tratados con Mesterolona.....	28
V.	DISCUSIÓN.....	29
5.1.	Porcentaje de masculinización.....	29
5.2.	Porcentaje de sobrevivencia, tasa de crecimiento en peso y longitud de los alevinos de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) tratados con Mesterolona.....	30
5.3.	Parámetros económicos.....	31
VI.	CONCLUSIONES.....	32
VII.	RECOMENDACIONES	33
VIII.	ABSTRACT.....	34
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA.....	36
X.	ANEXO.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición nutricional del alimento hormonado (puritilapia)	14
2. Composición nutricional del alimento tipo inicio (puritilapia).....	16
3. Tasa de crecimiento en peso y longitud de los alevinos de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) durante el tratamiento hormonado.....	25
4. Parámetros económicos (beneficio neto y merito economico) del proceso de masculinización de alevines de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) tratados con Mesterolona.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	pagina
1. Estructura de la Mesterolona.....	7
2. porcentaje de masculinización de alevinos de tilapia alimentados con alimento con tres dosis de mesterolona	23
3. Porcentaje de sobrevivencia durante el proceso de masculinización de alevinos de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) tratados con diferentes niveles de mesterolona.....	24
4. Análisis de distribución del peso final de los tratamientos en estudio durante el tratamiento hormonado.....	26
5. Análisis de distribución para la longitud final de los tratamientos en estudio durante el tratamiento hormonado.....	26
6. Análisis de distribución para la ganancia de peso/día de los tratamientos en estudio durante el tratamiento hormonado.....	27
7. Análisis de distribución para la ganancia de longitud/día de los tratamientos en estudio durante el tratamiento hormonado.....	27

RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el porcentaje de masculinización, sobrevivencia, tasa de crecimiento en peso, tasa de crecimiento en longitud y los parámetros económicos de alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con diferentes niveles de mesterolona. Se utilizaron 840 alevinos con peso promedio 0.012 g y una talla promedio 0.09 cm respectivamente estos alevinos fueron distribuidos al azar en 4 tratamientos, 3 repeticiones, la tasa de alimentación fue del 20% de su biomasa, con una frecuencia de alimentación de 6 veces al día. Los tratamientos evaluados fueron: T1: 60 mg de 17 alfa-metiltestosterona (MT)/kg de alimento, T2: 60 mg de mesterolona/kg de alimento, T3: 80 mg de mesterolona/kg de alimento, T4: 100 mg de mesterolona/kg de alimento. Los resultados indican el porcentaje de masculinización (T1:100%, T2:100%, T3:100%, T4:100%), sobrevivencia (T1:94.29%, T2:95.71%, 94.29%, 92.86%), tasa de crecimiento en peso (T1: 0.017 g, T2: 0.017 g, T3: 0.018 g, T4: 0.020 g) y tasa de crecimiento en longitud (T1: 0.080 cm, T2: 0.080 cm, T3: 0.081 cm, T4, 0.084 cm) no se encontró diferencia significativa ($p>0.05$) entre los tratamientos. En los parámetros económicos la dosis de 60 mg de mesterolona se obtuvo mejor beneficio neto 6.59 s/. y merito económico 53.59%. en conclusión, utilizando 60 mg, 80 mg y 100mg de mesterolona se obtuvo 100% de masculinización y mejor ganancia de

peso y longitud con la dosis de 100mg y parametros economicos con la dosis de 60 mg

Palabras clave: masculinización, alevinos, tilapia, sobrevivencia, frecuencia, mesterolona

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) ha tenido un crecimiento importante en varias partes del mundo. Pero existe un inconveniente para su producción es la alta precocidad para la reproducción, lo que afecta su crecimiento y ocasiona la superpoblación en los sistemas de crianza. Para controlar esta situación se realiza una masculinización, mezclando una hormona androgénica en el alimento por treinta días. Uno de los factores más importantes a tomar en cuenta en el cultivo de tilapia es la calidad de la semilla, al sembrar alevines de mala calidad puede traer como consecuencia una sobrepoblación debido a que las hembras alcanzan su madures sexual a temprana edad, por ello se debe sembrar alevines masculinizados.

La inducción de sexo es una de las técnicas utilizadas para obtener poblaciones de alevines masculinizados (>97%), para ello se tiende a someter alimentos conteniendo andrógenos masculinizantes en sus primeros días de vida cuando sus gónadas son indiferenciadas El uso de andrógeno para la inducción sexual es ampliamente difundido, proceso por el que las gónadas indiferenciadas es forzada hacia el sexo masculino. La limitante en la disponibilidad de este andrógeno presenta un sin número de dificultades para su adquisición debido a que es un producto de venta controlada en el mercado, por influir en el aumento

de la masa muscular en humanos, generando muchas controversias en su consumo. Sin embargo, la inducción del sexo en tilapia vía hormonal es el método más económico y funcional para el piscicultor.

Esta limitante justifica buscar alternativas como el uso de mesterolona para la inducción sexual de alevinos de tilapia. Ya que no presenta dificultades para su adquisición. Ante esto surge la siguiente interrogante ¿Cuál será el porcentaje de inducción sexual de los alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con Mesterolona, en Tingo María? Y planteamos la siguiente hipótesis: Usando 80 mg de mesterolona por kilogramo de alimento se obtendrá 99% de alevinos masculinizados.

Objetivo general

Determinar el efecto de tres dosis de Mesterolona en el tratamiento de masculinización de alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*), en Tingo María

Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de masculinización durante la etapa de inducción sexual de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con Mesterolona, en Tingo María.
- Determinar el porcentaje de sobrevivencia, tasa de crecimiento en peso y longitud de los alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con Mesterolona, en Tingo María.
- Evaluar los parámetros económicos (beneficio neto y merito economico) del proceso de inducción sexual de alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con Mesterolona, en Tingo María.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción de los andrógenos

Los andrógenos son hormonas sexuales masculinas y corresponden a la testosterona, la androsterona y la androstendiona. Son esteroideas derivados del ciclo pentanoperhidrofenantreno, cuya función principal es estimular el desarrollo de los caracteres sexuales masculinos. Aunque la principal función de los andrógenos es androgénica, virilizante o masculinizante, también realizan funciones anabólicas sobre todo de las proteínas. Desde el descubrimiento de la testosterona, se ha intentado separar la función androgénica de la anabolizante, mediante la síntesis de anabolizantes androgénicos esteroideos objetivo que aún no se ha alcanzado. Podría decirse que los efectos de los andrógenos son como mucho los de la testosterona (WILLIAM, 2012)

MARCILLO Y LANDÍVAR (2000) menciona que los andrógenos son compuestos derivados del ciclopentano–per hidrofenantreno, se encuentran estructurados por cuatro anillos unidos entre sí, de designación literal; los anillos: A, B y C se encuentran conformados por seis átomos de carbono, mientras que el anillo D contiene cinco átomos de carbono. Los andrógenos pertenecen al

grupo de los compuestos denominados C19 derivados del androstano. La testosterona, hormona sexual masculina en forma natural se caracteriza por presentar un grupo hidróxilo en la posición de C17, este sirve de referencia para la síntesis de algunos compuestos importantes que presentan efectos diferentes:

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

2.2. Acción hormonal

Los andrógenos actúan sobre los órganos y los caracteres sexuales secundarios, en el sexo masculino, así como también en el femenino. Su acción fundamental consiste en el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios; comportamiento reproductor; maduración de los gametos en los machos, los andrógenos también contribuyen al crecimiento general y a la síntesis de proteína tal como acontece con las proteínas miofibrilares, presentado por la mayor masa muscular de los machos en relación a las hembras en muchos de

los 38 vertebrados (MARCILLO Y LANDÍVAR, 2000). En el sexo femenino se produce el fenómeno de virilización y puede inhibir y suprimir la maduración de los folículos ováricos (HURTADO, 2005).

2.3. Estructura química y acción farmacológica

Para que exista acción androgénica es necesario que las sustancias deriven del androstano y posean oxígeno en la posición 3 y 17. la potencia androgénica aumenta cuando el oxígeno se encuentra en la posición del carbono 17 formando un grupo hidroxilo en posición seis o beta, dicha potencia se eleva mucho con el agregado de un halógeno como el flúor en posición atómica 9. El agregado de un grupo alquilo, metilo o etilo en carbono 17 en posición trans o alfa confiere al elemento actividad por vía bucal, pero también la propiedad eventual de provocar trastornos hepáticos (ictericia), en cambio si el grupo metilo se encuentra en posición 1 del compuesto, este se vuelve activo por vía bucal no afectando al hígado (MARCILLO Y LANDIVAR, 2000).

2.4. Mecanismo de acción

La testosterona (hormona sexual masculina) y los andrógenos atraviesan fácilmente la membrana celular y se unen a receptores intracelulares específicos. Su síntesis está determinada genéticamente en el cromosoma X. La Dihidrotestosterona (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. Se ha sugerido que los andrógenos podrían bloquear en el músculo los receptores citosólicos de los glucocorticoides inhibiendo las acciones catabólicas de estos agentes (WILLIAM, 2012)

2.5. Mesterolona (ME)

La mesterolona es un producto andrógeno oral de mesterolona (1 metil-dehidrotestosterona). Del mismo modo que con la dihidrotestosterona (DHT), la actividad de este esteroide es la de un andrógeno fuerte que no aromatiza en estrógenos. La droga no estimula al cuerpo para producir testosterona, porque es simplemente un andrógeno oral sustitutivo que se usa para compensar la falta de andrógeno natural del hombre. Hormona sexual con actividad androgénica, que controla el desarrollo y funcionalismo de los órganos y los caracteres sexuales secundarios masculinos. También produce efectos anabolizantes, que conducen a un incremento de la retención de agua y de la síntesis de proteínas, así como al desarrollo óseo. Actúa sobre receptores intracelulares específicos (similares a los de otras hormonas sexuales), induciendo la producción de ciertas proteínas a través de la síntesis de ARNm a partir de ADN (WILLIAM, 2013)

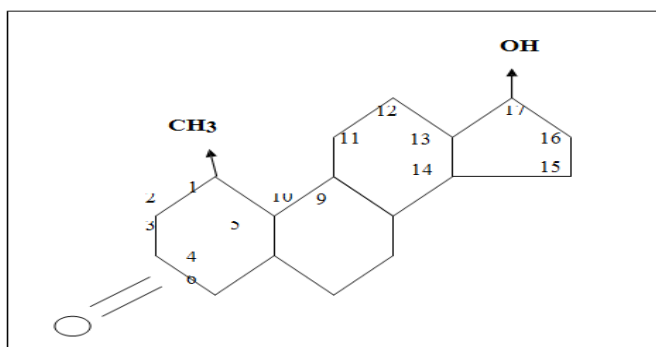


Figura 1 Estructura de la Mesterolona

2.6. Mecanismo de la inducción sexual

En el momento de la fertilización, cuando el espermatozoide se une con el oocito se completa la segunda división meiótica y se produce la expulsión del segundo cuerpo polar. El cigoto resultante es diploide y contiene información genética aportada por el padre y la madre (CARRILLO, 2001).

CASTILLO (2004) afirma que hasta el momento se reconocen un total de 44 cromosomas autosómicos en las tilapias, y la no presencia de cromosomas sexuales, pero si bien no hay presencia de cromosomas sexuales si tiene que existir en algún cromosoma autosómico uno o varios genes sexuales que son transferidos por los progenitores y que este puede no expresarse por diversas causas (inducción sexual o temperatura). Esta etapa es definida como un período lábil de diferenciación sexual (NAKAMUR, 1998).

CASTILLO (2004) menciona que el medio ambiente también tiene una gran influencia sobre la determinación del sexo, siendo el factor más importante la temperatura, especialmente en especies termo sensitivas en los que están incluidos los cíclidos, lo que indica una fuerte interacción entre la

temperatura y el genotipo. En los procesos de inducción sexual se relacionan directamente con la diferenciación gonadal. La hormona androgénica modifica directamente las características sexuales secundarias (fenotipo), y tiene un efecto adicional sobre las gónadas, al afectar su normal desarrollo, pero en ningún momento afecta el genotipo, por lo que los individuos genéticamente mantienen la segregación normal esperada en el momento de la fertilización.

La inducción sexual es una de las técnicas utilizadas para obtener poblaciones de alevines con alto porcentaje de machos (>97%). Para ello se les ofrece alimento conteniendo un andrógeno. Los alevines aptos para este tratamiento deben tener una longitud menor de 12 mm ya que a este tamaño su tejido gonadal todavía está totalmente indiferenciado (POPMA Y GREEN, 1990).

2.7. Parámetros físico químico del agua para el cultivo de tilapia

CANTOR (2007) manifiesta que se debe realizar un completo análisis físico-químico de la fuente de agua escogida, teniendo en cuenta los siguientes parámetros y cantidades respectivas que indican la calidad del agua, dentro de ello tenemos: oxígeno disuelto: 4 a 8 mg/l, Temperatura: 24 a 32 °C, pH: 6.5 a 9.0, Dióxido de carbono (CO₂): 20 ppm

2.8. Variaciones de la temperatura durante la inducción sexual

HURTADO (2005) menciona que la inducción sexual se da relativamente fácil a la temperatura óptima a la cual se desarrollan las especies

que se tratan. Pero no todas ellas reaccionan de igual forma a la inducción sexual cuando hay cambios en la temperatura. Trabajos variando la temperatura la Tilapia aurea y Tilapia. Nilotica obtiene los siguientes resultados:

- Para la tilapia aurea, dando tratamientos por 4 semanas con 17 alfa-etinilttestosterona (ET) 30mg/kg de alimento, con temperaturas entre 21 y 23°C obtiene 100 % de induccion sexual y una talla de peces de 23.7 mm.
- Para la tilapia nilotica, dando tratamientos por 5 semanas con 17 alfa-etinilttestosterona (ET) 30mg/kg de alimento, con temperaturas entre 21 y 23°C obtiene 100 % de induccion sexual y una talla de peces de 23.5 mm.
- Para la misma especie dando el tratamiento indicado entre 27 y 29°C los resultados son 91 % de inducción sexual con animales de 23.7 mm.

2.9. Trabajos de investigación de masculinización de tilapia

LÓPEZ (2007) en trabajos realizados en la valuación histológica del sexo en tilapias halló una proporción de machos del 100%, peso final 0.620, ganancia diaria de peso 0.02 g, talla final 2.70 cm, ganancia diaria de talla 0.087 cm y un porcentaje de sobrevivencia 93 % para el tratamiento de reversión por alimento y de 83 % para el tratamiento por inmersión, usando la hormona a 60 mg/kg en el alimento y 1.8 mg/l de agua para inmersión. Así mismo, para los índices económicos el tratamiento por alimento presento un costo de producción s./ 12.60, beneficio neto s./ 6.30 y un mérito económico de 50%

CARRIÓN Y VALDIVIEZO, (1989), en trabajos de inducción sexual en estanques de tierra demuestran que la utilización de 17-Alfa metilttestosterona

en diferentes frecuencias de alimentación, los porcentajes de masculinización se ven diferenciados siendo aplicado en frecuencias de alimentación de cinco diarias, se obtuvo el mayor porcentaje es decir 99,78%; y en frecuencias de cuatro y tres diarias los porcentajes fueron 91,81% y 85,99% respectivamente.

Trabajos realizados en inducción sexual de alevines de tilapia roja en estanques de concreto y alimentados con hormona Mesterolona a 60 mg/Kg de alimento, durante un periodo de 30 días con una frecuencia de alimentación de cinco veces al día, se obtuvo un resultado de 89.7% de masculinización, peso final 0.5 g, ganancia diaria de peso 0.017 g, talla final 2.5, ganancia diaria de talla 0.080 cm y 89.5% de sobrevivencia. Así mismo obtuvo un costo de producción s./ 12.25, beneficio neto s./ 6.40 y un mérito económico de 52.24 % respectivamente (ALMEIDA, C. 2014).

ARIAS, H. (1995), demuestra que la Mesterolona a una dosis de 90 mg/kg de alimento puede lograr masculinizaciones superiores a los 90 %, 0.62 gramo de peso, una talla de 2.70 cm y un porcentaje de sobrevivencia 93 % ORTEGA Y NOLES, (1989), demostraron que al usar mesterolona a una dosis de 60mg/kg de alimento, los porcentajes de masculinización de alevinos de tilapia fueron del 89.7%.

VALDÉS Y MONTEMAYOR (2005), al evaluar el mejor tiempo de exposición a la hormona 17-Alfa metiltestosterona (MT) a una dosis de 60 mg/kg de alimento reportaron los siguientes resultados: 99.3% de machos en las larvas alimentadas por dos semanas y 100% de machos en las larvas tratadas por cuatro semanas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Facultad de Zootecnia módulo de reproducción del laboratorio de piscicultura de la Universidad Nacional Agraria de la selva, ubicado en el distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco; geográficamente ubicado a una altitud de 660 m.s.n.m, latitud 9°17'17" Sur y Longitud 75°59'59" Oeste, con una precipitación pluvial promedio anual de 3.000 mm/año, humedad relativa anual de 80%, temperatura promedio anual de 29.6°C; clasificado dentro de la zona de vida como bosque húmedo pre montano tropical. El desarrollo del trabajo de investigación tuvo una duración de 90 días, siendo el 01 de julio fecha de inicio y culminó el 28 de setiembre del 2016.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo corresponde al tipo experimental.

3.3. Animales experimentales

Se trabajó con 840 alevinos de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*)

que han absorbido su saco vitelino y dieron inicio a la alimentación exógena, con peso promedio inicial de 0,012 g y una talla promedio de 0.09 cm, obtenidos por reproducción natural en el fundo “El Encanto de SAIPAI”, los cuales fueron distribuidos al azar en 4 tratamientos y 3 repeticiones. Recibiendo las mismas condiciones de manejo durante la ejecución del experimento

3.4. Instalaciones, equipos y materiales

3.4.1. Instalaciones

El experimento se realizó en dos etapas en el laboratorio de piscicultura, donde fueron acondicionados 12 acuarios de fibra de vidrio de 0.112 m³ de volumen, el tratamiento hormonal propiamente dicho que duro 30 días, posterior al tratamiento hormonal fueron estabulados en estanques de mampostería de 2m³ de volumen, cubiertos con mayólica por un periodo de 60 días, periodo en que alcanzan su madurez sexual.

3.4.2. Equipos

Se usó un oxímetro marca (YSI-MODELO PRO 2030), un maletín conteniendo el kit para el análisis de agua para acuicultura marca (LA MOTTE-MODELO AQ-2), Ictiómetro de 20 cm, balanza analítica marca (BSM 420) con sensibilidad de 1 mg, aireador marca (RESUN-MODELO ACO-006), 30 metros manguera de goma transparente de 5/8 y 12 piedras difusoras.

3.4.3. Materiales

Para la captura de los peces se utilizó 1,5 m de malla mosquetera, colector tipo colador, libretas de campo para apuntes, un lapicero y una cámara fotográfica, bisturí y bandejas de metal

3.5. Metodología

3.5.1. Acondicionamiento de los acuarios

Los acuarios de fibra de vidrio se lavaron con agua limpia, posterior a ello se acondicionaron sistemas con ingreso y salida de agua continuo, las mismas que fueron rotulados con sus respectivos tratamientos y repeticiones, para luego ser llenadas con 24 litro de agua cada uno, con flujo de 6 litros por minuto, la densidad de siembra para cada acuario es de 70 alevines/acuario, siendo distribuidos completamente aleatorizados

3.5.2. Preparación del alimento hormonado

Para preparar el alimento hormonado se utilizó la hormona mesterolona a razón de 60, 80 y 100 mg/kg de alimento en polvo de la marca PURINA (puritilapia) con 45% de proteína (cuadro 1), el alimento testigo fue con 60 mg de 17 alfa-metiltestosterona por kilogramo de alimento.

Para la preparación de alimento hormonado se siguió la

metodología descrita por ALMEIDA, C. (2014); donde sugiere disolver la dosis de hormona mesterolona en un litro de alcohol al 96%, esta disolución hormona-alcohol fue mezclado con el alimento por aspersion hasta humedecerla totalmente, para luego dejarla secar a temperatura ambiente bajo sombra durante un periodo de 24 horas, esto se realizó con el fin de evaporar el alcohol y que la hormona se adhiera al alimento, luego se procedió el almacenamiento en bolsas de color negro, evitando que la hormona pierda su actividad masculinizante por acción de la luz solar

Cuadro 1. Composición nutricional del alimento hormonado (puritilapia)

Nutrientes	%
Proteína	45.0
Grasa	8.0
Fibra	5.0
Humedad	14.0
Ceniza	10.0

Fuente: Purina (2016)

3.5.3. Recepción

La recepción de los alevines se realizó en horas de la tarde, lo cual llegaron en bolsas con agua y oxígeno para evitar que los alevinos mueran durante su transporte. Se procedió a la climatización por un periodo de 15 minutos, luego se contabilizaron para su posterior distribución al azar de 70 alevinos por unidad experimental.

3.5.4. Frecuencia y tasa de alimentación

Previo al proceso de alimentación se suspendía el ingreso de agua para evitar la pérdida del alimento, esto se realizó por un periodo de 10 a 15 minutos. El proceso de oferta del alimento tuvo una frecuencia de 6 eventos por día a una tasa de alimentación de 20% de su biomasa y con un intervalo de dos horas durante el día. El reajuste de la tasa de alimentación se realizó cada 15 días.

3.5.5. Registros de los parámetros físico químicos del agua

El registro del oxígeno disuelto y temperatura se realizó con un oxímetro digital marca YSI-MODELO PRO 2030, con una frecuencia de tres veces al día (8:00 am, 12:00 am y 4:00 pm) cada 15 días. Para los parámetros limnológicos de calidad de agua se empleó un maletín conteniendo un kit de análisis de agua para la acuicultura, marca LA MOTTE-MODELO AQ-2 con las cuales se determinaron los parámetros químicos a través del método colorimétrico para el dióxido de carbono y PH. Esto se realizó cada 15 días.

3.6. Siembra de alevines

Terminado el tratamiento hormonado fueron estabulados en estanques de mampostería revertidos con mayólica de 2 m³ de volumen, con aireación continua a través de un equipo de compresor de aire de marca (RESUN-MODELO ACO-006) y con recambio de agua permanente a una densidad de 33 peces por metro m³, por un periodo de 60 días, periodo en que

los peces alcanzaran tallas de su madures sexual y de esa manera poder determinar la evaluación invasida del desarrollo gonadal, si fueron o no masculinizados.

3.6.1. Alimento y frecuencia de alimentación

Durante la estabulación de los peces, se suministró alimentó para la especie (puritilapia) con 40 % de proteína (cuadro 2). La alimentación tuvo una frecuencia de cuatro raciones al día a razón del 7 % de su biomasa por un periodo de dos meses.

Cuadro 2. Composición nutricional del alimento tipo inicio (puritilapia)

Nutrientes	%
Proteína	40.0
Grasa	8.0
Fibra	5.0
Humedad	14.0
Ceniza	10.0

Fuente: Purina (2016)

3.7. Evaluación de masculinización

Para determinar el porcentaje masculinización se evaluó a los 90 días de vida de la cual se capturo al azar el 50% de la población, luego se procedió a sexar manualmente mediante la observación de los poros ventrales, ya que las hembras presentan tres y los machos solamente dos y una papila bien

definida. Los peces que presentaron dificultad para sexarlos se empleó el método de dicción para poder determinar el desarrollo gonadal y la presencia de huevos

3.8. Variable independiente

Andrógeno Mesterolona

3.9. Tratamientos

T1: Testigo alimento hormonado con 60 mg de 17 alfa-metiltestosterona (MT)/kg de alimento.

T2: Alimento hormonado con 60 mg de mesterolona (ME)/kg de alimento.

T3: Alimento hormonado con 80 mg de mesterolona (ME)/kg de alimento.

T4: Alimento hormonado con 100 mg de mesterolona (ME)/kg de alimento

3.10. Croquis de distribución de los tratamientos

A continuación se muestra el croquis de distribución de los tratamientos:





3.11. Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de covarianza para el DCA, con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Se realizó un ANCOVA, para la comparación de medias entre los tratamientos fue utilizando el teste PDIFF al nivel de 5% de significancia, para ello se usó el paquete estadístico SAS 9.4 (2010) para las variables de peso final y longitud final. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + \alpha_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta medida en la j-ésima repetición y el i-ésimo tratamiento

U = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β = Coeficiente angular de la regresión.

X_{ij} = Variable independiente o covariable

\bar{X} = Media general de la covariable.

e_{ij} = Error experimental.

Para las variables ganancia tasa de crecimiento en peso y tasa de crecimiento en longitud se usó el diseño completamente al azar, cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación de la j-ésima jaula, en la i-ésima densidad

μ = Media poblacional

T_i = Efecto de la i-ésima densidad

E_{ij} = Error experimental

3.12. Variables dependientes

- Porcentaje de masculinización (M%)
- Supervivencia (S%)
- Tasa de crecimiento en peso (gr)
- Tasa de crecimiento en longitud (cm)

Parámetros económicos

- Beneficio neto.

- Merito económico

3.13. Porcentaje de masculinización (M)

Para la obtención de los porcentajes de masculinización de los alevinos de tilapia tratados con diferentes niveles del andrógeno mesterolona, se aplicó la regla de tres simples

$$\% M = \frac{\text{numero de peces machos producidos}}{\text{numero de peces sembrados}} \times 100$$

3.14. Porcentaje de sobrevivencia (S);

Se estimó el porcentaje de sobrevivencia al final de la fase del periodo de masculinización, y estuvo dada por la diferencia entre el número inicial y final de los peces, calculándolo mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Nf}{Ni} \times 100$$

Dónde:

S = Sobrevivencia en porcentaje

Ni = Número de peces vivos inicialmente

Nf= Número de peces vivos al final

3.15. Tasa de crecimiento en peso (TCP)

Para la evaluación se utilizó una balanza analítica con sensibilidad de 1 mg, para ello los peces se colocarán en recipientes con agua para proceder

con el registro de peso respectivo, luego se le volvió a su compartimiento, esta evaluación se realizó cada quincena, hasta culminar los 30 días del tratamiento hormonado.

$$TCA_p = \frac{\text{Peso final}_{(g)} - \text{Peso inicial}_{(g)}}{\text{tiempo (días)}}$$

3.16. Tasa de crecimiento en longitud (TCL)

Se evaluó midiendo la longitud inicial de los peces, la cual va desde la parte anterior de la boca del pez, hasta la base del pedúnculo, para lo cual se utilizó un ictiómetro esto se realizó cada quincena hasta la culminación del tratamiento hormonado.

$$TCA_t = \frac{\text{longitud final cm} - \text{longitud inicial (cm)}}{\text{tiempo (días)}}$$

3.17. Rendimiento económico

Se determinó a través del beneficio neto por animal por cada tratamiento, en función de los costos de producción, las cuales se consideró los costos variables (costo de alimento, hormona y alcohol) y costos fijos (precio de compra de alevines, mano de obra e instalaciones).

Los cálculos del beneficio neto para cada tratamiento se analizarán mediante la siguiente ecuación:

$$BN_j = PY_j - (CV_j + CF_j)$$

Donde:

BN_j = Beneficio neto en soles (s./.) por animal.

PY = Ingreso bruto en soles (s./.)

CV_j = Costo variable por pescado/ tratamiento (S./.)

CF_j = Costo fijo por pez (S./.)

Para el análisis de mérito económico, se empleó la siguiente fórmula

$$ME = \frac{BN}{CT} * 100$$

Dónde:

ME = Merito económico en porcentaje.

BN = Beneficio neto por tratamiento.

CT = Costo total por tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Porcentaje de masculinización de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con diferentes niveles de mesterolona (ME)

En la figura 2. Se observa el porcentaje de masculinización de los alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con las diferentes dosis de hormona (mesterolona) comparadas con el testigo, se encontró una respuesta positiva donde todos ellos tuvieron una masculinización del 100 %.

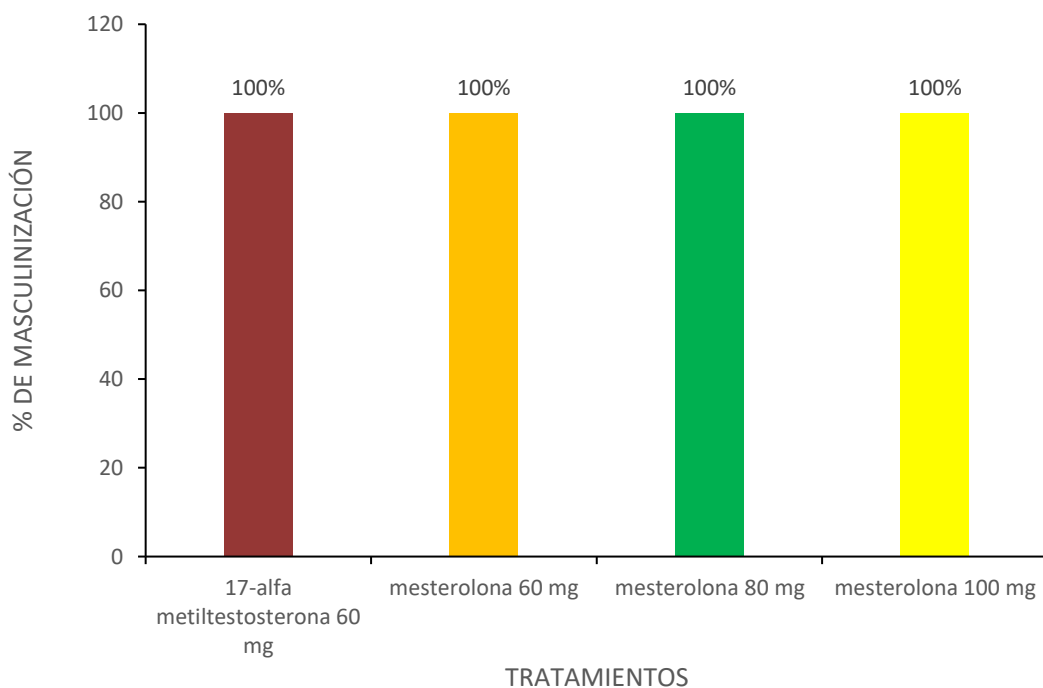


Figura 2: porcentaje de masculinización de alevinos de tilapia alimentados con alimento con tres dosis de mesterolona

4.2. Porcentaje de sobrevivencia, tasa de crecimiento en peso y longitud de los alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con Mesterolona.

En la figura 3 Se observa el porcentaje de sobrevivencia durante el proceso de masculinización de alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) donde la mejor sobrevivencia fue en T2, seguido T3 y T1 y la más baja fue para el T4, no encontrándose diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio.

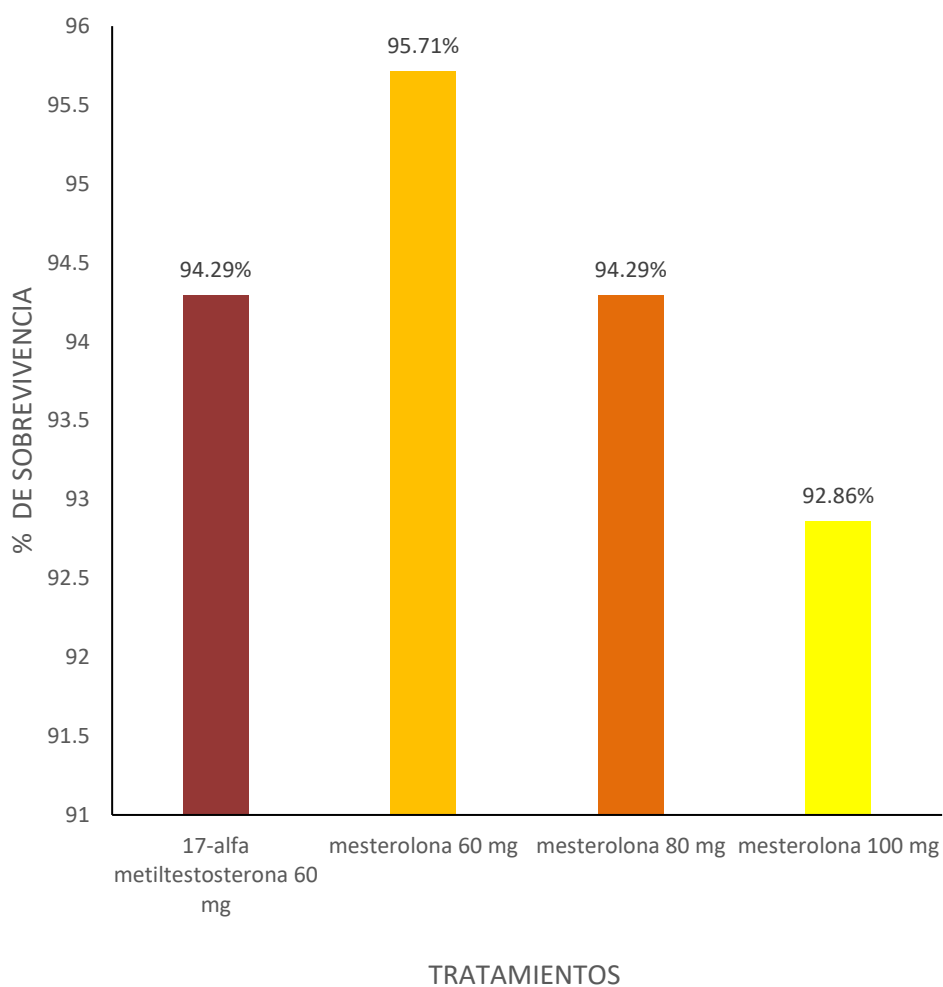


Figura 3: Porcentaje de sobrevivencia durante el proceso de masculinización de alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con diferentes niveles de mesterolona.

4.2.1. Tasa de crecimiento en peso y longitud de los alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con Mesterolona.

En el cuadro 3 se muestra los resultados de ganancia de peso y ganancia de longitud durante los 30 días que duró el tratamiento hormonado, que llevados al análisis estadístico no se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos en estudio, solo diferencias numéricas, teniendo mejores pesos y talla para el T4

Cuadro 3: Tasa de crecimiento en peso y longitud de los alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) durante el tratamiento hormonado.

TRA	P.I (g)	P.F(g)	TCP(g)	L.I(cm)	L.F(cm)	TCL(cm)
T1	0.012	0.547 ± 0.192	0.017 ± 0.006	0.084	2.509 ± 0.273	0.080 ± 0.009
T2	0.012	0.547 ± 0.164	0.017 ± 0.005	0.084	2.505 ± 0.201	0.080 ± 0.006
T3	0.012	0.554 ± 0.142	0.018 ± 0.004	0.084	2.534 ± 0.210	0.081 ± 0.007
T4	0.012	0.621 ± 0.184	0.020 ± 0.006	0.085	2.617 ± 0.246	0.084 ± 0.008
CV %	0	30.49	30.86	0	9.27	9.52
p=valor	0	0.60	0.42	0	0.47	0.34

T1: Alimento testigo con 17 alfa-metiltestosterona 60 mg/kg de alimento; T2: Alimento con Mesterolona 60 mg/kg de alimento; T3: Alimento con Mesterolona 80 mg/kg de alimento; T4: Alimento con Mesterolona 100 mg/kg de alimento; P.I: Peso inicial; P.F: Peso final; TCP: Tasa de crecimiento en peso; L.I: Longitud inicial; L.F: Longitud final; TCL: Tasa de crecimiento en longitud.

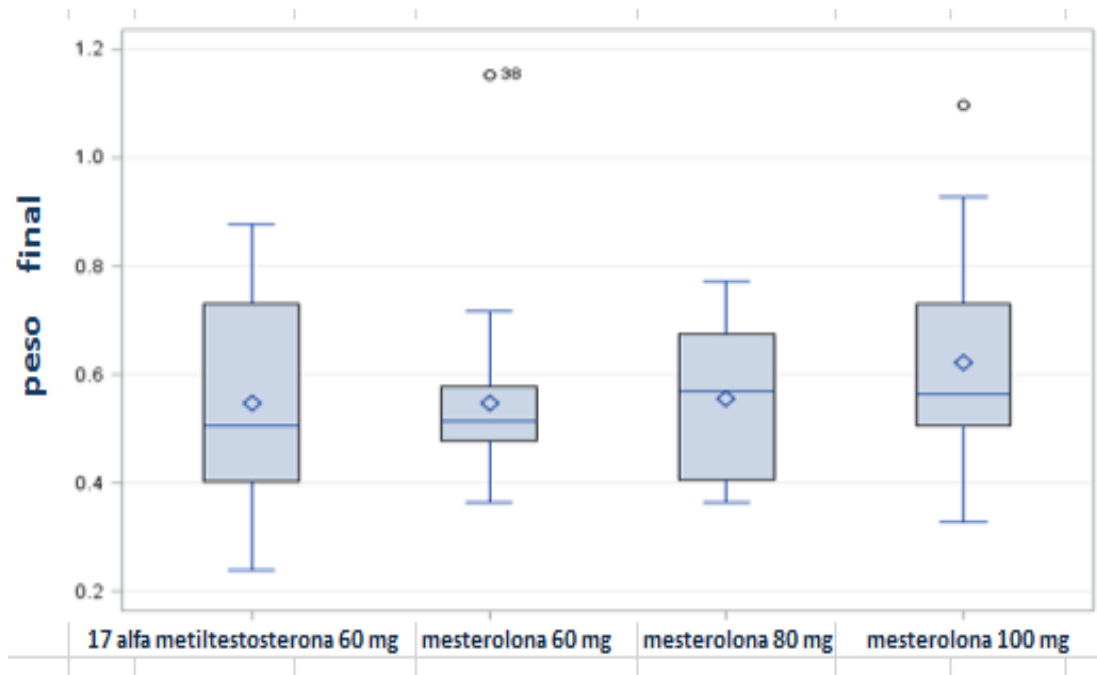


Figura 4. Análisis de distribución del peso final de los tratamientos en estudio durante el tratamiento hormonado.

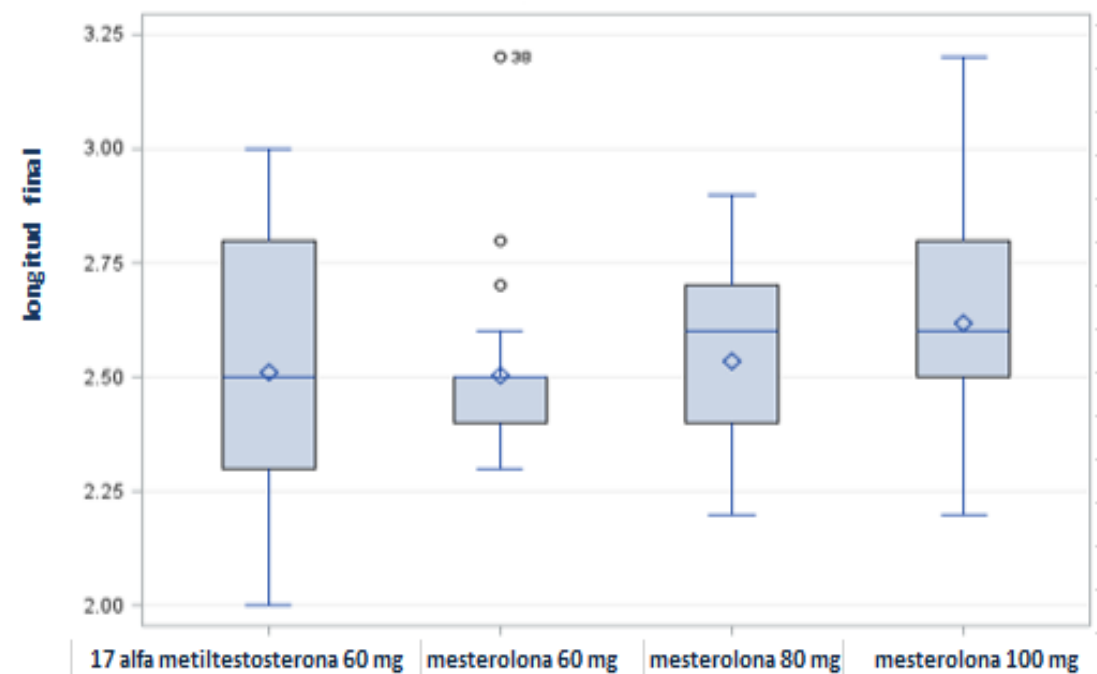


Figura 5. Análisis de distribución para la longitud final de los tratamientos en estudio durante el tratamiento hormonado.

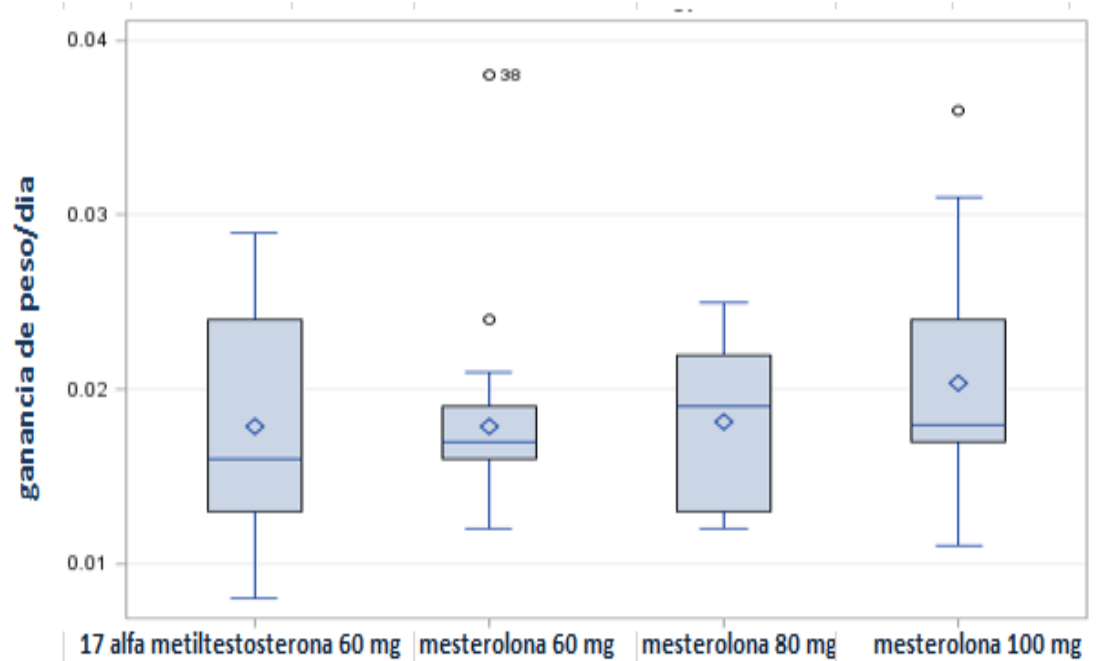


Figura 6. Análisis de distribución para la ganancia de peso/día de los tratamientos en estudio durante el tratamiento hormonado.

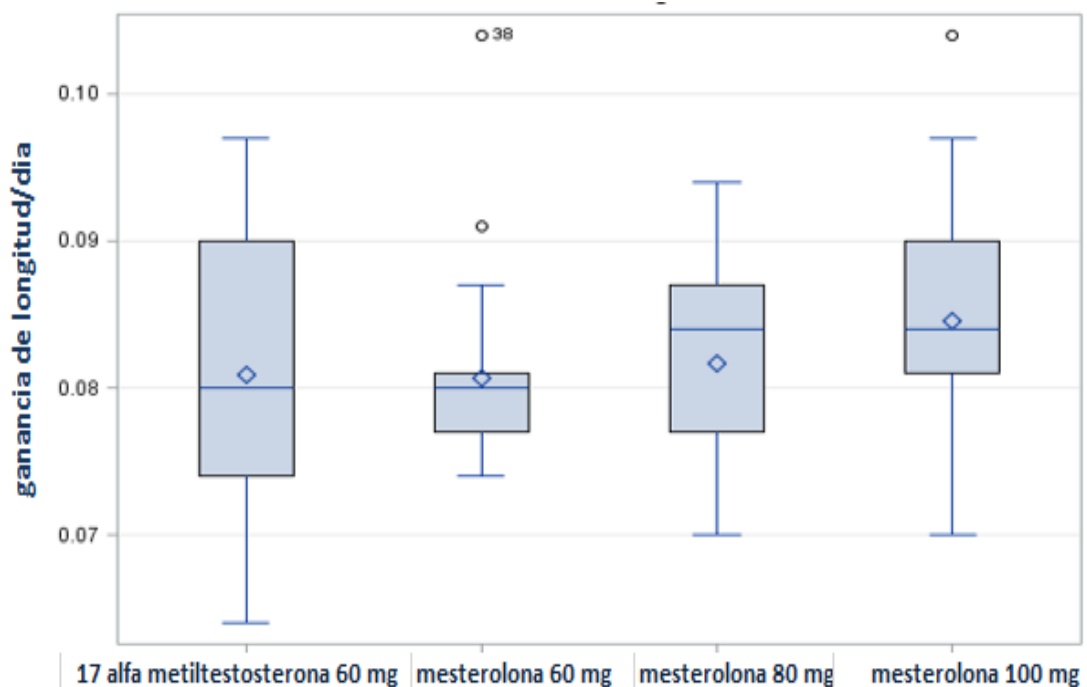


Figura 7. Análisis de distribución para la ganancia de longitud/día de los tratamientos en estudio durante el tratamiento hormonado.

4.3. Parámetros económicos (beneficio neto y merito económico) del proceso de masculinización de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con Mesterolona.

En el cuadro 4 se puede observar los costos de producción, beneficio neto (BN) y merito económico (ME) de los alevinos alevines de tilapia (*oreochromis niloticus*), bajo tres niveles del andrógeno mesterolona, en el tratamiento de masculinización.

Cuadro 4. Parámetros económicos (beneficio neto y merito economico) del proceso de masculinización de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con Mesterolona

Z	Py(s/)	CT (s/)	BN (s/.)	ME (%)
T1	18.9	12.57	6.33	50.32
T2	18.9	12.31	6.59	53.59
T3	18.9	12.44	6.46	51.89
T4	18.9	12.65	6.25	49.39

T1: Alimento testigo con 17 alfa-metiltestosterona 60 mg/kg de alimento; T2: Alimento con Mesterolona 60 mg/kg de alimento; T3: Alimento con Mesterolona 80 mg/kg de alimento; T4: Alimento con Mesterolona 100 mg/kg de alimento; PY: Ingreso bruto S/.; CT: Costo total S/.; BN: Beneficio neto S/.; ME: Merito económico en %.

V. DISCUSIÓN

5.1. Porcentaje de masculinización

El porcentaje de masculinización con las diferentes dosis de mesterolona se encontró una respuesta positiva donde todos ellos tuvieron una masculinización del 100 %, esto pudo haber sido influenciado por la frecuencia de alimentación que se les brindó. Son similares a lo reportado por CARRIÓN Y VALDIVIEZO (1989) en trabajos realizados con diferentes frecuencias de alimentación de cinco, cuatro y tres obtiene 99.78%, 91.81% y 85.99% de masculinización. De igual forma ALMEIDA (2014) en trabajos realizados con una frecuencia de alimentación de cinco veces al día, obtuvo un resultado de 89.7% de masculinización. Siendo inferior a lo obtenido en el presente trabajo de investigación.

El mayor porcentaje de masculinización obtenido en el experimento realizado también pudo haber sido influenciado por la temperatura del agua (anexo 4) estos resultados son similares a lo reportado por HURTADO (2005) en trabajos variando la temperatura del agua durante el tratamiento hormonado de 21 a 23°C y 27 y 29°C los resultados fueron 100% y 91 % de masculinización.

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación son iguales a lo reportado por LÓPEZ (2007), en trabajos realizados en la valuación

histológica del sexo en tilapias rojas alimentados con alimento hormonado con 17 alfa-metiltestosterona a 60 mg/kg de alimento se halló una proporción de masculinización de 100%.

- 5.2. Porcentaje de sobrevivencia, tasa de crecimiento en peso y longitud de los alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con Mesterolona.

Porcentaje de sobrevivencia

El porcentaje de sobrevivencia durante el proceso de masculinización de alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) no presentaron diferencias estadísticas, estos resultados son similares a lo reportado por ARIAS (1995) obtuvo 93% de sobrevivencia, alimentados con hormona mesterolona a una dosis de 90 mg/kg de alimento. Y superiores a los reportado por ALMEIDA (2014) obtuvo 89.5% de sobrevivencia alimentados con hormona Mesterolona a 60 mg/Kg de alimento por un periodo de 30 días. Los resultados no obedecen a una tendencia que se pueda relacionar directamente con la concentración de hormona suministrada y se pueden atribuir a los cambios en las condiciones de confinamiento debido a que la mortalidad se dio en los primeros 10 días.

Tasa de crecimiento en peso y longitud

Los resultados de ganancia de peso y ganancia de longitud durante los 30 días que duró el tratamiento hormonado, que llevados al análisis

estadístico no se encontró diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos en estudio. Estos resultados son semejantes a los trabajos de LÓPEZ (2007), quien obtuvo ganancia diaria de peso 0.020 g y ganancia diaria de talla 0.087cm. Así mismo ALMEIDA (2014) en Trabajos realizados en masculinización de alevines de tilapia roja alimentados con hormona Mesterolona a 60 mg/Kg de alimento. Obtuvo una ganancia diaria de peso 0.017 g y una ganancia diaria de talla 0.080 cm. Posiblemente estos resultados se deban a la frecuencia de alimentación que fueron sometidos.

5.3. Parámetros económicos

Como se observa en el (cuadro 5) se obtuvo mayores beneficios netos por tratamiento de s/. 6.59 y s/. 6.46 y méritos económicos de 53.59 % y 51.89 % para los tratamientos con 60 mg y 80 mg de mesterolona por kilogramo de alimento respectivamente. Estos resultados son similares a lo reportado por ALMEIDA (2014) obtuvo un beneficio neto de 6.40 s/. un mérito económico de 52.24 % . Así mismo LÓPEZ (2007) reporta un beneficio neto 6.30 s/. mérito económico de 50%, siendo este resultado similar a lo obtenido en el presente trabajo de investigación.

VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se llega a las siguientes conclusiones:

- Se determinó el efecto de las tres dosis de mesterolona en el tratamiento de masculinización, donde la dosis de 60 mg y 80 mg nos dio los mismos resultados frente a la dosis de 100 mg
- Los porcentajes de masculinización en los alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) logrados mediante la aplicación de tres niveles de mesterolona 60 mg, 80 mg y 100 mg, se obtuvieron 100 % masculinizados.
- Entre los diferentes niveles de mesterolona aplicados en el tratamiento de masculinización, tuvo mayor porcentaje de sobrevivencia fue la dosis 60 mg y con respecto a los parámetros biométricos la dosis de 100mg.
- La utilización del andrógeno mesterolona una dosis de 60 mg/kg de alimento, reporta ligera mejora económica beneficio neto 6.59 s/. y merito económico 53.59 %

VII. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en la evaluación se puede recomendar lo siguiente:

- Hacer réplicas del experimento en diferentes tipos de infraestructura y regiones tropicales
- Hacer réplicas del experimento, pero con diferentes temperaturas de agua y evaluar más parámetros de calidad de agua utilizando equipos para medir PH y CO₂, de mayor precisión
- Realizar trabajos identificando a los machos genéticamente y las hembras con sus gónadas atrofiadas

VIII. ABSTRACT

The objectives of the current work were to evaluate the percentage of masculinization, survival, rate of growth in weight, rate of growth in length and economic parameters of *Tilapia alevins* (*Oreochromis niloticus*) when treated with different levels of Mesterolone. Eight hundred and forty alevins with an average weight of 0.012 g and an average size of 0.09 cm were used and distributed at random into four treatments with three repetitions per treatment. The feeding rate was 20% of their biomass with a feeding frequency of six times per day. The treatments evaluated were: T1 – 60 mg of 17 alpha-Mesterolone (MT)/kg of food; T2 – 60 mg of Mesterolone/kg of food; T3 – 80 mg of Mesterolone/kg of food; and T4 – 100 mg of Mesterolone/kg of food. The results indicate that in the percentage of masculinization (T1:100%, T2:100%, T3:100%, T4:100%), survival (T1:94.29%, T2:95.71%, T3:94.29%, T4:92.86%), rate of growth in weight (T1: 0.017 g, T2: 0.017 g, T3: 0.018 g, T4: 0.020 g) and rate of growth in length (T1: 0.080 cm, T2: 0.080 cm, T3: 0.081 cm, T4: 0.084 cm), no significant difference ($p>0.05$) was found between treatments. In the economic parameters, the 60 mg doses of Mesterolone obtained the best net benefit S/. 6.59 and economic merit 53.59%. In conclusion, 100% masculinization was obtained using 60 mg, 80 mg

and 100mg of Mesterolone, the best gain in weight and length were with the 100mg doses and the best economic parameters were with the 60 mg doses.

Keywords: Masculinization, alevins, Tilapia, survival, frequency, Mesterolone

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C. 2014. Reversión sexual de tilapia roja (*Oreochromis niloticus*), utilizando dos tipos de andrógenos comerciales y un testigo (Andriol y Proviron). Tesis Ing. Acuicultor. Colombia. Universidad Técnica de Machala.[En línea]:(<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19777/7/CD66-TESIS.pdf>) 21 de abril del 2016.
- ARIAS, H. 1995. Determinación de la eficiencia de la hormona Mesterolona como tratamiento de reversión química del sexo frente a la metiltestosterona para tilapia híbrida roja (*Oreochromis mossambicus*). ESPOL Tesis de grado. Guayaquil – Ecuador. p99
- CANTOR A. 2007. Manual de Producción de Tilapia. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, Humboldt. México. p 153-243.
- CARRIÓN, A, VALDIVIEZO, L. 1989.Reversión sexual de tilapia en estanques de tierra aplicando 17-Alpha Metiltestosterona en dietas especiales. [En línea]: (<http://hdl.handle.net/11036/2396#sthash.KE2Whgyt.dpuf>) 21 de abril del 2016.

CARRILLO, M. (2001). Manipulación cromosómica aplicada a la piscicultura

Fundamentos de Acuicultura Continental, Serie de fundamentos No1, 2a ED., Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura de la República de Colombia, Pág. 233-242.

CASTILLO, L. (2004). Tilapia Roja 2004, una evolución de 23 años, de la incertidumbre al éxito. Cali, Colombia: [En línea]: (<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/reports/>) 5 de junio del 2016

HURTADO, N.2005. Inversión sexual en tilapias. Revisión Bibliográfica. [En línea]:(www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh_invsextilapia.pdf) 3 de junio del 2016

LÓPEZ, C. 2007. Masculinización de tilapia roja (*oreochromis spp*) por inmersión utilizando 17 alfa-metiltestosterona. [En línea]: ([htt://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/513/1/AV20%20%282004%29%20p%2095-103.pdf](http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/513/1/AV20%20%282004%29%20p%2095-103.pdf)) 30 de enero del 2016

MARCILLO, G., y LANDÍVAR, Z. 2000. Tecnología de Producción de Alevines "Monosexo de Tilapia" Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.

NAKAMURA, M. 1998. Gonadal Sex differentiation in Teleosteos Fish. The Journal of Experimental Zoology. p362.

ORTEGA, V., y NOLES, J. 1989. Aplicación experimental de Mesterolona (Proviron) para provocar la reversion sexual en tilapia roja. [En línea]:

(<https://www.repositorio.utmachala.edu.TESIS.pdf.122448493,d.cWw&cad=rja>) 21 de abril del 2016.

POPMA, T. y GREEN, B. 1990. Reversion sexual de tilapia en estanques de tierra. Centro Internacional de Acuicultura, de la Estacion Experimental Agricola de Alabama. [En línea]: (<http://hdl.handle.net/11036/2396#sthash.KE2Whgyt.dpuf>) 21 de abril del 2016.

PURINA 2016. Perfil puritilapia [En línea]: (www.nutrimientospurina.com.pe/Documents/PuriTilapia.pdf) 21 de abril del 2016.

VALDÉS A, MONTEMAYOR J. 2005. Cultivo monosexual de *Sarotherodon mossambicus* mediante la utilización de MT [En línea]: (<http://ecologia.uat.mx/biotam/v6n3/art2.html>) 01 de Julio del 2017.

WILLIAM, LI. 2012. Concepto de Andrógenos. [En línea]: (<http://www.ecured.cu/index.php/Andr%C3%B3geno>) 01 de julio del 2017

WILLIAM, LI. 2012. Proviron acción hormonal Mesterolona. [En línea]: (www.med.unne.edu.ar/cátedras/farmacología/.../testosterona.pdf) 01 de julio del 2017

WILLIAM, LI., 2013. Testosterona: Orígenes y Clasificación [En línea]: ([http://g-se.com/es/org/genetica-muscular-h-i-t-ymedica/ blog/testosterona](http://g-se.com/es/org/genetica-muscular-h-i-t-ymedica/blog/testosterona))

01 de julio del 2017

X. ANEXO

Anexo 1. Registró de peso (g) de alevinos de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) durante el tratamiento de masculinización.

Tratamientos	Repetición	Evaluaciones		
		1era. Eval	2da. Eval	3era. Eval
1	1	0.012	0.071	0.495
1	2	0.012	0.109	0.596
1	3	0.012	0.093	0.549
2	1	0.012	0.092	0.563
2	2	0.012	0.099	0.540
2	3	0.012	0.094	0.541
3	1	0.012	0.088	0.615
3	2	0.012	0.112	0.506
3	3	0.012	0.100	0.543
4	1	0.012	0.145	0.636
4	2	0.012	0.103	0.597
4	3	0.012	0.109	0.638

Anexo 2. Registró de longitud (cm) de alevinos de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) durante el tratamiento de masculinización.

Tratamientos	Repetición	Evaluaciones		
		1era. Eval	2da. Eval	3era. Eval
1	1	0.084	1.386	2.457
1	2	0.086	1.414	2.600
1	3	0.084	1.414	2.471
2	1	0.084	1.443	2.514
2	2	0.084	1.371	2.433
2	3	0.084	1.414	2.514
3	1	0.084	1.371	2.643
3	2	0.084	1.486	2.486
3	3	0.084	1.471	2.471
4	1	0.084	1.586	2.643
4	2	0.084	1.471	2.557
4	3	0.087	1.471	2.657

Anexo 3.: Costos fijos y variables del proceso de inducción sexual de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con Mesterolona

Trat	Gasto de alim. (S/.)	Gasto de Horm (s/)	Gasto de Alcoh. (S/)	Costo Var (s/)	Cost. Fijo (s/)	cost Total (s/)
T1	0.38	0.345	0.45	1.175	11.40	12.57
T2	0.339	0.098	0.47	0.907	11.40	12.31
T3	0.418	0.137	0.49	1.045	11.40	12.44
T4	0.484	0.199	0.57	1.253	11.40	12.65

Anexo 4. Registro de calidad de agua durante el proceso de inducción sexual de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) tratados con Mesterolona

Parámetros	Unidades	Tiempo (días)		
		0	15	30
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.65	5.60	6.49
Temperatura	°C	22.83	23.17	23.30
pH		7	7	7
CO2	Ppm	20	20	20