UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

"REVERSIÓN SEXUAL EN ALEVINES DE TILAPIA *(Oreochromis niloticus)* EMPLEANDO TRES TIPOS DE HORMONAS NATURALES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. JACKELIN SAMANTA TICA HEREDIA

Para optar el título profesional de Ingeniero Pesquero

ILO – PERÚ

2020

PÁGINA DE JURADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO PESQUERO

"REVERSIÓN SEXUAL EN ALEVINES DE TILAPIA *(Oreochromis niloticus)* EMPLEANDO TRES TIPOS DE HORMONAS NATURALES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

Tesis sustentada y aprobada el 15 de Diciembre del 2020, estando el jurado calificador y asesor integrado por:

PRESIDENTE : .....
Dr. Edwin Carlos Lenin Felix Poicon

1ER MIEMBRO : .....
Mgr. Mario Ruiz Choque

2DO MIEMBRO : .....
Ing. Elvis Pa[illegible] Granda

ASESORA : .....
Dra. Sheda Méndez Ancca

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación se los dedico a mis Padres, su nobleza, perseverancia y ímpetu me enseñaron a luchar por un sueño para convertirlo en realidad, con esperanzas en medio de una crisis Mundial.

Por sus grandes esfuerzos, para el amor de mi vida.

Marilu Mercedes Velazque Gutierrez lo logramos.

Leonor Rebeca Heredia Sulca en tu honor y la fortaleza de tu hija Samanta.

Por tu recuerdo siempre en lo más alto

para ayudar a quien más lo necesita. Mi Bambi.

Agradecimientos

A Dios por protegerme durante estos tiempos tan difíciles y permitirme culminar este trabajo de investigación.

Quiero agradecerte Felix Tica Romero por ser mi guía, orgullo, mi padre, motivo para no rendirme jamás y por darme la oportunidad de cumplir uno de tus grandes sueños. Una vida no me alcanzará para agradecerte lo recibido y lo que aún me está por llegar.

Agradecer a mi Madre Dora Veronica Heredia Sulca por darme la vida, sacrificar tus sueños y darme su tiempo, acompañándome en cada etapa de mi vida. Tu ayuda fue fundamental para la culminación de mi tesis. Gracias por ser parte de este gran trabajo.

A mis hermanos Anthony y Alexander por ser mis pequeños gigantes sueños con amor y gratitud por ser mis compañeros inseparables.

A la más pequeña del hogar quien sin duda es mi hermoso amuleto. Mia Aphril no voy a soltar tu mano, siempre juntas. Gracias por ser parte de mis logros.

A mi novio Julius que sin duda ha sabido estar conmigo en este gran desafío de mi vida, creíste en mí y sin duda me apoyaste, guiaste y sostuviste cuando más te he necesitado. Muchas gracias, mi amor.

Agradecer a mi asesora Dr. Sheda Méndez Ancca y co asesor Ing. Jhonny Marcelo Cahui Ccama,, por compartir sus conocimientos, por sus apreciadas y relevantes críticas durante el desarrollo de la presente investigación y depositarme su confianza para ser mejor persona y profesional.

Agradecer al Ing. Edgar Chaparro Aguilar y al Ing. Marco Antonio Quispe Pacho por la orientación y análisis estadístico.

A mi Jurado calificador conformado por el Dr. Edwin Carlos Lenin Felix Poicon, Ing. Mario Ruiz Choque y el Ing. Elvis Pareja Granda, por haberme brindado el apoyo necesario.

Marilu Mercedes Velazque Gutierrez tu sacrificio, anhelo y desafío por alcanzar tus sueños le dieron propósito y sentido en el trajinar de mi vida.

Y finalmente a una persona especial, aunque estés en el cielo, seguiré tu ejemplo de lucha de por vida, con todo mi cariño tía Leonor Rebeca Heredia Sulca. Gracias por enseñarme a ser muy valiente.

Resumen

El presente trabajo de investigación titulado “Reversión sexual en alevines de tilapia *(Oreochromis niloticus)* empleando tres tipos de hormonas naturales en la Universidad Nacional de Moquegua”, tiene como objetivo evaluar la calidad de agua y la reversión sexual a base de hormonas naturales. Obteniendo tecnología en un medio controlado (fase laboratorio). Para determinar la reversión sexual. En la primera fase de cultivo en laboratorio, se obtuvo una reversión sexual del 72% con uno de los tratamientos; encontramos que la reversión sexual si es posible, dado que resultados son factibles de acuerdo a las hipótesis establecidas. Asimismo; se determinó que los parámetros básicos a evaluar fueron Temperatura con rangos (26.6°C a 26.9°C), Ph (6.38 a 8.01) y Oxígeno disuelto (6.29 mg/L a 6.38mg/L), comparación de todos los tratamientos.

Palabras claves: Reversión sexual, cultivo, hormonas y calidad de agua.

Abstract

The present research work entitled "Sexual reversal in tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) using three types of natural hormones at the National University of Moquegua" aims to evaluate water quality and sex reversal based on hunting hormones. Obtaining technology in a controlled environment (laboratory phase). To determine sexual reversal. In the first phase of laboratory culture, a 72% sexual reversion was obtained with one of the treatments; We find that sexual reversal If possible, given that it results are feasible according to the established hypotheses. Likewise; It was determined that the basic parameters to be evaluated were Temperature with ranges (26.6 ° C to 26.9 ° C), Ph (6.38 to 8.01) and Dissolved oxygen (6.29 mg / L to 6.38 mg / L), comparison of all treatments.

Keywords: Sexual reversal, cultivation, hormones and water quality.

Tabla de Contenidos

INTRODUCCIÓN 1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 2
1.2.1. Interrogante General 2
1.3. JUSTIFICACIÓN 3
1.4. FORMULACIÓN DEL OBJETIVO 3
1.4.1. Objetivo General 3
1.4.2. Objetivos Específicos 3
1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS 4
1.5.1. Hipótesis General 4
1.5.2. Hipótesis Específica 4
II. MARCO TEÓRICO 5
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO. 5
2.1.1. Investigaciones en el Extranjero 5
2.1.2. Investigaciones Nacionales 6
2.2. BASES TEÓRICAS 8
2.2.1. Aspectos generales 8
2.2.2. Taxonomía 9
2.2.3. Distribución Geográfica y habitad 9
2.2.4. Inversión sexual o reversión sexual 10
2.3. ASPECTOS ECOLÓGICOS EN LA REPRODUCCIÓN DE TILAPIAS 11
2.4. APLICACIÓN DE LA HORMONA 12
2.4.1. Concepto de hormona 12
2.4.2. Aplicación de la hormona toro 13

Aplicación de la hormona carnero 14
III. MARCO METODOLÓGICO 15
2.4.3.
3.1. TIPO Y DISEÑO 15
3.1.1. Diseño Experimental 16
3.1.2. Nivel de Investigación 16
3.2. OPERACIONALIDAD DE VARIABLES 17
3.2.1. Variable Independiente: 17
3.2.2. Variable Dependiente: 17
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 17
3.3.1. La población: 17
3.3.2. Muestra 17
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 17
3.4.1. Metodología de implementación de la dieta con hormona para la reversión sexual en un cultivo controlado en la Universidad Nacional de Moquegua 17
3.4.1.1. Colecta de Reproductores 18
3.4.1.2. Tratamiento de los reproductores y acondicionamiento 18
3.4.1.3. Tratamiento de los alevines 18
3.4.1.4. Sistema de cultivo 18
3.4.1.5. Desarrollo del cultivo 18
3.4.1.6. Preparación del alimento y alimentación. 19
3.4.1.7. Muestreos 19
3.4.1.8. Sexaje manual. 19
3.4.1.9. Medición de parámetros físicos y químicos. 20
3.5. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS. 21
3.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS 21
IV. RESULTADOS 22

RESULTADOS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE ALEVINES MASCULINIZADOS 22
4.1.
4.1.1. Proceso de la obtención de alevines 22
4.1.1.1. Captura de reproductores 23
4.1.1.2. Extracción y transporte de huevos 23
4.1.1.3. Eclosería 23
4.1.1.4. Larvas 24
4.1.1.5. Alevines 24
4.1.1.6. Alimentación de alevines en proceso de reversión sexual 24
4.1.1.7. Tasa de alimentación 25
4.1.2. Proceso de la obtención de alimento con hormonas naturales. 26
4.2. RESULTADOS DEL PROCESO DE LA CALIDAD DE AGUA POR TRATAMIENTO 26
4.2.1. Resultados del tratamiento Control 26
4.2.2. Resultados del tratamiento Toro 29
4.2.3. Resultados del tratamiento Carnero 31
4.2.4. Resultados del tratamiento Verraco 34
4.2.5. Resultados del Parámetro Ph en todos los Tratamientos 37
4.3. RESULTADOS DE LA REVERSIÓN SEXUAL 38
V. DISCUSIONES 42
VI. CONCLUSIONES 45
VII. RECOMENDACIONES 46
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47
IX. ANEXOS 51

Lista de tablas

Tabla 1. Técnicas y frecuencias en calidad de agua..... 20
Tabla 2. Temperatura del tratamiento de control..... 26
Tabla 3.Oxígeno disuelto del tratamiento de control..... 28
Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la temperatura para el tratamiento A..... 29
Tabla 5. Oxígeno disuelto para el tratamiento A 30
Tabla 6. Estadísticos descriptivos de la temperatura para el tratamiento B..... 31
Tabla 7. Estadísticos descriptivos del oxígeno disuelto para el tratamiento B 33
Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la temperatura para el tratamiento C..... 34
Tabla 9. Estadísticos descriptivos del oxígeno disuelto para el tratamiento C 35
Tabla 10. Estadísticos descriptivos de las magnitudes de PH..... 37
Tabla 11. Tratamientos experimentales en tilapia..... 38
Tabla 12. Reversión sexual (machos en tilapia)..... 39
Tabla 13. Prueba F para la igualdad de varianzas entre grupos. 39
Tabla 14. Estadísticos descriptivos del número de machos según tratamiento..... 40
Tabla 15. Análisis de varianza del número de machos según tratamiento..... 41
Tabla 16. Comparación de medias del número de machos entre tratamientos. 41

Lista de figuras

Figura 1. Diseño experimental tratamiento y réplica 16
Figura 2. Identificación de papilas genitales 20
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso 25
Figura 4. Temperatura del tratamiento del control 27
Figura 5. Oxígeno por día para el tratamiento de control 28
Figura 6. Temperatura por día según horario para el tratamiento A. 30
Figura 7. Niveles de oxígeno por día según horario para el tratamiento A 31
Figura 8. Niveles de temperatura por día según horario para el tratamiento B 32
Figura 9. Niveles de oxígeno por día según horario para el tratamiento B 34
Figura 10. Temperaturas por día según horario para el tratamiento C 35
Figura 11. Oxígeno disuelto por día según horario para el tratamiento C 36
Figura 12. Niveles de PH por semana para los grupos control y experimental 38
Figura 13. Cantidad promedio de alevines machos según los grupos 40
Figura 14. Obtención de reproducción 51
Figura 15. Colecta de ovas. 52
Figura 16. Preparación de alimento. 52
Figura 17. Cambios físicos durante los días de incubación. 53
Figura 18. Selección y acondicionamiento de alevines 53
Figura 19. Muestreo y sexaje manual para resultados de reversión sexual 54

Lista de Anexos

ANEXO 1 Registros de obtención de reproductores y obtención de alevines de tilapia *(Oreochromis niloticus).* 51
ANEXO 2 MATRIZ DE CONSISTENCIA 55

INTRODUCCIÓN

En la actualidad no se tiene la experiencia suficiente referente al cultivo de tilapia en la ciudad de Ilo departamento de Moquegua, lo cual genera poco aprovechamiento de la especie, por lo tanto, debe realizarse mayores investigaciones para incrementar el conocimiento y mejorar el cultivo.

La tilapia del Nilo es una especie tropical que prefiere vivir en aguas cálidas, las temperaturas ideales varían entre 26 a 32°C y es un individuo resistente a los cambios de parámetros físicos y químicos.

El presente trabajo de investigación se refiere al tema reversión sexual de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus),* empleando 3 tipos de hormonas naturales, donde reversión, se puede definir como manipular genéticamente los cruces, las puestas y/o los reproductores, para obtener puestas mono-sexuales (100% machos o 100% hembras), directa o indirectamente. O el cambio de sexo para un mejor aprovechamiento de la población de peces. Estos poseen mayor ganancia de peso que las hembras, por ende, son aptos para la obtención de carne.

La característica principal de esta técnica es usar crías las cuales aún no absorben el saco vitelino con la finalidad de que el primer alimento artificial que consuman contenga el esteroide deseado que iniciará el cambio fisiológico dentro del organismo que traerá como consecuencia la inversión sexual de la gonada (Nicolás Hurtado T.20 de jul de 2017).

Para analizar esta investigación es necesario mencionar sus causas. Una de ellas es la acuicultura es definida como el cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como del interior que implica intervenciones en el proceso de cría para aumentar la producción; representando una gran oportunidad de establecer un suministro continuo de alimento, reduciendo el impacto sobre el medio ambiente

(Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO],2016).

Es por ello que se plantea este trabajo de investigación para perfeccionar el manejo del cultivo de tilapia, ya que en la Universidad Nacional de Moquegua la carrera de Ingeniería Pesquera contamos con el Laboratorio de Invernadero donde las temperaturas oscilan entre 27 a 31ºC del agua por ser un ambiente herméticamente cerrado y conservan dichas temperaturas casi todo el día, de acuerdo a la tesis se realizó la reversión sexual en alevines de tilapia.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las técnicas modernas para la producción de tilapia incluyen el uso de una hormona sintética para producir poblaciones mayormente de machos. El uso de la hormona sintética descalifica estos peces como producto orgánico de acuerdo a las normas del Departamento de Agricultura de los USA.

La metodología aceptada para la reversión sexual de alevines de tilapia es administrar oralmente 17-α-metil testosterona (MT) incorporada en un alimento con ≥ 40% de proteína cruda por un periodo de 28-30 días, la MT es un esteroide sintético de venta controlada en los USA y es difícil de adquirir.

El problema del cultivo de tilapia en estanques es su excesiva reproducción, por lo que se produce hembras, machos; las hembras son de menor tamaño que los machos por ende se plantea esta tesis para la reversión sexual de la tilapia fenoticamente machos, tener individuos de mayor tamaño para su aprovechamiento nutricional y comercial. Para prevenir este problema, los estanques deben sembrarse únicamente con ejemplares machos. Una alternativa para usar un producto natural, como las gónadas masculinas de animales domésticos, para lograr la reversión sexual de los alevines. Las gónadas de toro, carnero y verraco se adquieren con facilidad en muchos lugares en Ilo y todo el país.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Interrogante General

¿Cuál es el efecto de la reversión sexual en alevines de tilapia *(Oreochromis niloticus)* empleando tres tipos de hormonas naturales en la Universidad Nacional de Moquegua Sede Ilo en el año 2020?

1.3. JUSTIFICACIÓN

A través del presente trabajo se pretende lograr nuevos conocimientos, en la aplicación de la reversión sexual con hormonas naturales, que con lleva a la producción de alevines fenotípicamente machos de la Tilapia en el cultivo de los peces dentro de la Región Moquegua. Por ello, es necesario implementar y experimentar centros de cultivo en los que se apliquen dichos sistemas con el fin de demostrar que la aplicación de este sistema es una alternativa para usar un producto natural, como las gónadas masculinas de animales domésticos, para lograr la reversión sexual de los alevines.

Además de generar una cultura de investigación base para que se siga desarrollando este tipo de sistemas con la intención de mejorar el rendimiento en el cultivo de los peces, tal como vienen realizando otras industrias piscícolas a nivel nacional e internacional.

1.4. FORMULACIÓN DEL OBJETIVO

1.4.1. Objetivo General

- Determinar la reversión sexual en alevines de tilapia *(Oreochromis niloticus)* empleando tres tipos de hormonas naturales en la Universidad Nacional de Moquegua.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la caracterización del agua del cultivo en alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus).*
- Determinar el efecto de la hormona (gónada de toro) como alimento sobre la reversión sexual en alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus).*
- Determinar el efecto de la hormona (gónada de carnero) como alimento sobre la reversión sexual en alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus).*

- Determinar el efecto de la hormona (gónada de verraco) como alimento sobre la reversión sexual en alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus).*

1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis General

- Utilizando las 3 hormonas es factible la reversión sexual en alevines de tilapia *(Oreochromis niloticus)* en la Universidad Nacional de Moquegua.

1.5.2. Hipótesis Específica

- Existe diferencia en las características del agua del cultivo en alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus).*
- Existe diferencia en el efecto de la hormona (gónada de toro) como alimento sobre la reversión sexual en alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus).*
- Existe diferencia en el efecto de la hormona (gónada de carnero) como alimento sobre la reversión sexual en alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus).*
- Existe diferencia en el efecto de la hormona (gónada de verraco) como alimento sobre la reversión sexual en alevines de tilapia *(Oreochromis niloticus).*

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.

2.1.1. Investigaciones en el Extranjero

Los estudios realizados por Carranza y Aceituno (2019), evaluaron la tolerancia a aguas salobres, para el cultivo de tilapia, para poder hacer frente al escaso recurso de agua dulce en dicha localidad (Honduras), donde trabajaron en etapa alevín, con una renovación total de agua cada dos días.

Las tilapias son capaces de sobrevivir con un requerimiento mínimo de concentraciones de oxígeno disuelto (0,5-1 mg/L) por periodos cortos normalmente es recomendable que se mantengan concentraciones de oxígeno por encima de 4 mg/L. Otros autores manifiestan que en la producción de ovas de la especie *Oreochromis niloticus,* el oxígeno debe 8 mantenerse por encima de los 3 mg/L como rango ideal (Castillo y Rossell, 2016).

Una alternativa para los piscicultores de tilapia es usar un producto natural, como los testículos de animales domésticos, para lograr la reversión sexual de los alevines. Los testículos de toro se adquieren con facilidad en muchos lugares en Centro América. El testículo fresco de toro contiene 18 ppm de testosterona (Guevara y Chan 2010).

"Reportaron la reversión sexual exitosa de alevines de tilapia usando testículos de ovinos como fuente de testosterona. La sobrevivencia de los alevines tratados fue de ± 50%". Según (Haylor y Pascual 1991).

Lograron producir mayormente machos con testículo de toro y de verraco comenzando con alevines de ± 8 mm largo total, la sobrevivencia general de los alevines fue de 36% en un ensayo de 71 días de duración. La mayor mortalidad de los alevines fue observada cuando los peces estaban en recipientes con agua potable sin cloro y mantenidos en un laboratorio húmedo. La mortalidad de los alevines se atribuyó a una interrupción de la corriente eléctrica al laboratorio durante varias horas (Guevara y Chan 2010).

Separación de las hembras de los machos basados en su anatomía, observando sus papilas urogenitales la hembra presenta ano, oviducto y uretra en posición caudal a craneal mientras el macho presenta ano y uretra, posición caudal a craneal, para su visualización, se colorean con violeta de genciana, azul de metileno o colorante alimentario, se requiere que los alevinos estén en un peso promedio de 20 a 50 g. El grado de error de este protocolo es del 10% - 20%, dicho método es laborioso y poco preciso (Almeida J, 2014).

2.1.2. Investigaciones Nacionales

La acuicultura es una de las mejores técnicas ideadas por el hombre para satisfacer la creciente demanda mundial de productos pesqueros y esta se presenta como una nueva alternativa de producción en el sector pesquero; la especie *Oreochromis niloticus*, debido a su rápido crecimiento, adaptación, hábitos alimenticios, facilidad de reproducción, su gran tolerancia a condiciones y factores extremos; lo convierten en una especie ideal para el cultivo en cautiverio, ofreciendo una ventaja importante a la producción pesquera (FONDEPES, 2014).

> Se utilizaron 30 reproductores (20 hembras y 10 machos) en una proporción 2:1, hacen constar que ésta proporción da como resultado una mayor producción de semilla. Se obtuvo que el total de ovas extraídas fue de 21 436 y que sólo 13 de las 20 hembras sembradas (65%) presentaron ovas, esto ocurrió debido a que la reproducción de estas no ocurre de forma sincronizada (Ruiz, 2017).

> La determinación sexual, es el resultado de la unión de las células sexuales del macho y de la hembra dando lugar a la recombinación de los cromosomas sexuales de los progenitores. Durante la ontogenia del aparato reproductor presenta un periodo indiferenciado en el cual el sexo está preestablecido, pero no es evidente (Torres, 2015).

La testosterona es sensible a la temperatura alta. Con una exposición a 43°C y durante 15 minutos se observó una menor producción de espermatozoides en los testículos de ratones (Lue, 2000).

> Entre las hormonas más empleadas son la 17-alfa-metiltestosterona y la Mesterolona, con los cuales se pueden producir lotes exclusivamente de machos. Por varias razones el porcentaje de producción de machos mediante este método y bajo la colecta de los alevines varía (actualmente se logran reversiones a machos del orden del 70 al 80%). Las principales razones se refieren al tamaño del alevín revertido, la dosificación de la hormona y el tipo de hormona empleada. La hormona es más efectiva cuando los alevines tienen tallas menores a 13 mm, debido a su indiferenciación sexual (a nivel de gónada). La forma preferida de administración es a través del alimento (Baltazar, 2013).

El período de indiferenciación fenotípica de la tilapia ocurre hasta los quince días después de la eclosión, lo que ha permitido la utilización de técnicas de inducción hormonal para el cambio fenotípico del sexo (Hepher, 2011).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Aspectos generales.

Actualmente la tilapia gris o tilapia del Nilo es una especie tropical, omnívora, pez endémico originario de África y el cercano Oriente, es de fácil manejo, posee alta resistencia a enfermedades y presenta una alta productividad. La ventaja principal de la tilapia es su bajo costo de producción, gran adaptabilidad, calidad de carne, fortaleza, fácil reproducción y una rápida tasa de crecimiento llegando al peso comercial en un menor intervalo de tiempo en comparación a otras especies (FAO 2009).

La tilapia se alimenta de fitoplancton, perifiton, plantas acuáticas, pequeños invertebrados, fauna béntica, desechos y capas bacterianas asociadas al detritus, pudiendo filtrar el alimento que atrapa en las mucosas de la cavidad bucal alcanza la madurez sexual rápidamente generando una reproducción no deseada ocasionando superpoblación y bajas ganancias de peso (FAO 2009).

En la mayoría de las especies de peces existentes en el mundo, la hembra presenta un mejor desempeño con relación al macho, pero sucede lo inverso con la tilapia. Independientemente de la especie o línea de tilapia, la hembra invierte más energía en reproducción y no para el crecimiento, por ello, los machos crecen más que las hembras y al doble de velocidad, llegando a alcanzar un peso de 30 a 50 por ciento mayor (FAO 2009).

2.2.2. Taxonomía

Clasificación taxonómica de *Oreochromis niloticus* (tilapia).

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Actinopterygii
Sub clase	Neopterygii
Infraclase	Teleostei
Superorden	Acanthopterygii
Orden	Perciformes
Familia	Cichlidae
Genero	Oreochromis
Especie	O. niloticus

Fuente (Linnaeus, 1758)

2.2.3. Distribución Geográfica y habitad.

Actualmente la tilapia se ha convertido en la tercera especie más cultivada, después de las carpas y salmones. La especie *Oreochromis niloticus* proviene del Valle Jordán y de las Costas del Río Palestino representando alrededor del 70 por ciento de la tilapia cultivada a nivel mundial. Esta especie se destaca por su amplia resistencia frente a diversos factores medioambientales, su paquete tecnológico, su rápido crecimiento y su alta producción de alevinos (Ruiz G 2017).

La desventaja que presentan los cultivos de tilapia en cautiverio es su reproducción precoz, causante de una sobrepoblación en los estanques; esta excesiva reproducción minimiza la producción comercial debido al tamaño variado que presentan los peces, causando poco crecimiento en la verdadera población cultivada, debido al enanismo o atrofia en el crecimiento, a causa de la competencia por el alimento y espacio en condiciones controladas (Ramírez S, 2015).

La reversión química del sexo consiste en el desarrollo de poblaciones monosexuales (machos), mediante el suministro de un agente hormonal esteroide por un espacio de tiempo establecido, el cual interfiere en los mecanismos de la determinación sexual de la fracción femenina de la población (Popma, 2015).

La tilapia nilótica, línea chitralada, fue desarrollada en Tailandia en la estación experimental del Instituto de Tecnología Asiático (AIT), a partir de poblaciones puras de ***Oreochromis niloticus*** cultivada en el palacio Chitralada de Bangkok La espe-cie fue introducida, por iniciativa del sector privado, a nuestro país en el año 2005 (Castillo, 2007).

La temperatura ambiental fue registrada tres veces al día, durante el tiempo que permanecieron los individuos en el estanque de reproducción (Fig.4.); la temperatura promedio en este proceso fue de 29,3 ºC, variando de 23 a 35 ºC. El registro de la temperatura del agua se observa en la Fig.5. El promedio de este parámetro fue de 25,9 ºC; con un rango de 22,8 a 28,6 ºC. El registro de este parámetro se observa en la Fig.6. con un promedio de 5,5 mg/L; con valores de 2,88 a 10 mg/L. El registro de pH se realizó una vez por semana, se obtuvieron valores promedio de 7,70 durante la reproducción, mientras que para el periodo de incubación 8,07 y de 8,94 durante el proceso de reversión sexual. Los valores promedios de amonio durante la investigación fueron de 3,96; 4,40 y 6,84 mg/L periodo de reproducción, incubación y reversión sexual respectivamente (Ramírez S, 2015).

2.2.4. Inversión sexual o reversión sexual

El uso de la hormona 17 α-metil testosterona, para la reversión sexual de especies acuáticas por inmersión, presenta algunas ventajas frente al método oral (inclusión en el alimento); las concentraciones son significativamente menores, 1,0 mg/L de agua en esta investigación, en comparación a 60 mg/kg-1 dosis estándar

usada en el alimento para tilapia; lo cual facilitará el manejo y el control de los residuos hormonales (Ramírez S, 2015).

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

La reversión sexual puede lograrse tanto para la producción de monosexo de machos o hembras; por razones lógicas es de mayor beneficio la producción de solo machos. La reversión de machos puede lograrse en un 100%, mediante el suministro de hormonas masculinizantes (17 α-metil testosterona, en dosis de 30 a 60 ppm, vehiculizada en alcohol e incorporada en el alimento finamente molido (Ramírez S, 2015).

2.3. ASPECTOS ECOLÓGICOS EN LA REPRODUCCIÓN DE TILAPIAS

- **Temperatura**

Los cíclidos son peces que requieren de temperaturas elevadas para su desarrollo. La reproducción de tilapias se da entre 22-32°C el rango óptimo es de 26-29°C; y la temperatura ideal para el engorde de estos peces es de 24-32°C. En nuestro país, las temperaturas enunciadas se dan en todo el litoral, en los valles bajos interandinos y en la región oriental (Popma and Green, 1990).

- **Oxígeno**

Es uno de los parámetros más importantes dentro de los procesos de reproducción. El grado de saturación de oxígeno es directamente proporcional a la temperatura y el pH es inversamente proporcional a la altitud. Los niveles deseados están sobre los 6ppm, pero se desarrollan normalmente en concentraciones de 5mg/l (Florez and Medrano, 2015).

Las tilapias tienen la facultad de reducir el consumo de oxígeno cuando las concentraciones del medio son bajas e inferiores a 3mg/l. En estas condiciones, el pez disminuye su metabolismo (Fondepesca, 2015).

- **Salinidad**

La mayoría de las especies de tilapias son eurihalinas y pueden vivir en aguas salobres, mientras que otras variedades viven en agua del mar, niveles sobre los 10ppt no son recomendables para la reproducción de *O. niloticus* (Popma and Green, 2013).

2.4. APLICACIÓN DE LA HORMONA

2.4.1. Concepto de hormona

Las hormonas son sustancias fabricadas por las glándulas endocrinas, que al verterse en el torrente sanguíneo producen la activación de algunos mecanismos, y de esa manera ponen en funcionamiento algunos órganos del cuerpo.

De esta manera, en los animales las hormonas son una especie de mensajeros que coordinan las funciones de varias partes del cuerpo, llegando a todas las extremidades de él por medio del torrente sanguíneo, y logrando cambios como la aceleración del metabolismo y del ritmo cardíaco, la producción de leche o el desarrollo de órganos sexuales (FAO, 2009).

- **Hormona de animales**

Son las sustancias que efectivamente se transportan por la vía sanguínea, y hacen su efecto en determinados órganos o tejidos, sobre la misma célula que sintetizan o bien sobre células contiguas, interviniendo en el proceso conocido como comunicación celular.

Las hormonas pueden ser naturales o bien sintéticas y suelen aplicarse en forma intencional en el caso de algunos problemas de salud. La especialidad médica que se encarga del estudio de las enfermedades de las hormonas es la endocrinología, y tiene como las dolencias más habituales que trata la diabetes, el hipotiroidismo o el hipertiroidismo.

- **Funciones**

Dentro de las funciones que desempeñan las hormonas se destacan el uso y almacenamiento de la energía; el crecimiento, desarrollo y reproducción; el mantenimiento de los niveles en la sangre de líquidos, sal y azúcar; la formación de masa ósea y muscular; y por último la modulación de las reacciones del sistema sensitivo y motor frente a diversos estímulos.

En los animales, las hormonas son segregadas por glándulas endócrinas carentes de conductos, directamente al torrente sanguíneo (FAO, 2009).

2.4.2. Aplicación de la hormona toro

Estrógenos. El testículo de potro contiene una alta concentración de estrógenos y estrona (150-200pg/ml) y es la más alta en el testículo de mamíferos. Su significado es aún desconocido (Bustos & Torres, 2012).

Evaluación del testículo de toro en la reversión sexual de alevines de tilapia *Oreochromis niloticus* en agua con algas. Proyecto Especial Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. (White, Meyer, & Castillo, 2008).

2.4.3. Aplicación de la hormona carnero

Las razas ovinas muestran variaciones significativas en la concentración de testosterona (Orihuela, La conducta sexual del carnero, 2014).

La tendencia en aplicar la tecnología de producción de cultivos monosexuales va encaminada hacia individuos machos, por la ventaja que tienen estos peces en relación a las hembras. En la mayoría de tilapias, los machos tienen mayor crecimiento que las hembras, aun cuando se cultiven por separado (Hickiing, 2008).

Las densidades de transferencia de las postlarvas que se utilizan en este tipo de sistema de producción oscilan entre los 500 a 2.000 animales/m^2 ó más, dependiendo de las condiciones de la calidad y capacidad de recambio de agua, en este último caso se debe asegurar de tener una capacidad de recambio intensivo. Algunos investigadores trabajan con una dosis hormonal de 30 a 45 $^{mg}/_{kg}$ de alimento (Cantor, 2007).

Los valores promedios de temperatura se encuentran en el rango de 27 °C a 29°C, con una desviación estándar menor a 1°C en todos los tratamientos. El oxígeno disuelto promedio (mg.*L*) estuvo en el rango de 6,9 a 7,05 mg.*L* en todos los tratamientos, siendo su valor mínimo registrado de 6,35 mg.*L*. El valor promedio de potencial de hidrógeno (pH) se situó en el rango de 8,3 a 8,5, obteniendo valores mínimos de 7,95 en “EFECTO DE LA DENSIDAD DE CARGA SOBRE EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE ALEVINES DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) APLICANDO TECNOLOGÍA BIOFLOC” (Ramos J, 2017).

Para determinar el número existente de alevines almacenados en la jaula de reversión, se procede en base a un volumen de un número de peces. Para estos trabajos se selecciona un colador y se cuenta uno a uno hasta llenarlo completamente con peces, conocido el número de peces existente en el tamiz, éste servirá como patrón de referencia para calcular los animales mantenidos en la jaula (FAO, 2009).

Todas las especies de tilapia son conocidas por su madurez sexual temprana. La especie de tilapia más común, ***Oreochromis niloticus***, alcanzan su madurez sexual entre 30-40g. En condiciones ambientales las tilapias pueden crecer 30-40g en un intervalo de 2-4 meses.

Algunos de los efectos provocados por la testosterona además de los relacionados con los órganos sexuales son, incremento de la masa muscular (acción anabólica) Aumenta la lipólisis (reserva de tejido adiposo) (Lopez y Fernandez, 2001).

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y DISEÑO

El tipo de investigación a realizar es cuantitativo, se basó en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición. Permitiendo un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones contrastadas a partir de hipótesis. Los resultados de estas investigaciones se basan en la estadística y son generalizables.

3.1.1. Diseño Experimental

El diseño de investigación es experimental, porque se utilizó establecer relación entre la causa y el efecto de una situación, es un diseño de investigación donde se observó el efecto causado por la variable independiente sobre la variable dependiente.

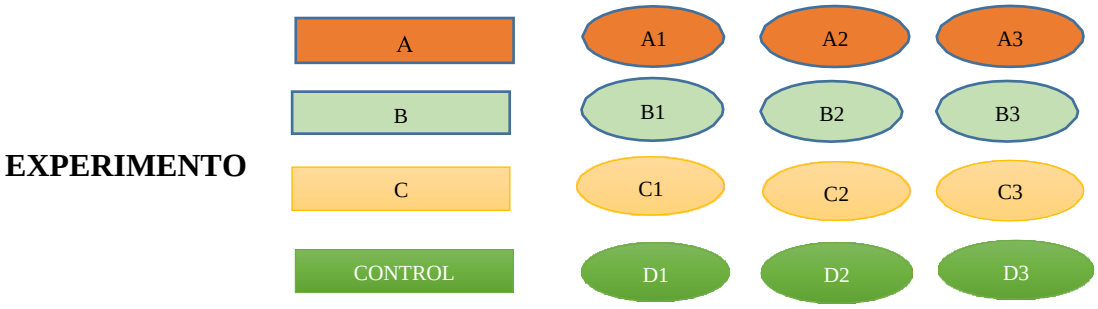
Se manipulo intencionalmente las variables dependientes e independientes.

3.1.2. Nivel de Investigación

Explicativo: Se describe la relación de la variable independiente con la variable dependiente, tratan de buscar la explicación del comportamiento de las variables.

Figura 1

Diseño experimental tratamiento y réplica.



Fuente: Propio

El diseño experimental se describe a continuación:

Tratamiento A: constituido por el cultivo con hormona de gónada de toro.

Tratamiento B: constituido por el cultivo con hormona de gónada de carnero.

Tratamiento C: constituido por el cultivo con hormona de gónada de verraco.

Tratamiento D: constituido por el cultivo con alimento balanceado sin hormona.

3.2. OPERACIONALIDAD DE VARIABLES

3.2.1. Variable Independiente:

- Hormonas naturales en un sistema de cultivo.

3.2.2. Variable Dependiente:

- Reversión sexual en alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus)* fenotípicamente machos.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. La población:

La población fue elegida de acuerdo al método no probabilístico "por conveniencia" ya que fueron viables para poder realizar el experimento en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera Sede Ilo.

3.3.2. Muestra:

Se trabajó con una muestra de 600 individuos de la población que fueron seleccionadas del mejor linaje.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Metodología de implementación de la dieta con hormona para la reversión sexual en un cultivo controlado en la Universidad Nacional de Moquegua.

3.4.1.1. Colecta de Reproductores

Los reproductores se colectaron del Invernadero de la EPIP en la UNAM-Sede Ilo.

3.4.1.2. Tratamiento de los reproductores y acondicionamiento

Los reproductores fueron acondicionados en los estanques del laboratorio de Invernadero $1000L^3$ previa preparación del estanque con los parámetros, de temperatura se encontro en el rango de 27 °C a 29°C, el oxígeno disuelto 6,0 a 9,0 mg.L, el pH 7,0 a 8,5 y salinidad de 1.0 a 4.5 ppm posteriormente los reproductores estuvieron en estado de reproducción hembras y machos 2:1 y obtuvimos ovas fecundadas de tilapia para su posterior eclosión.

3.4.1.3. Tratamiento de los alevines

Se realizó la separación de los alevines con saco vitelino, posteriormente a los 7 días terminarón de consumir el saco vitelino y se les brindo el alimento balanceado truchina >40% Proteína para alevines mezclado con las hormonas naturales para cada tratamiento.

3.4.1.4. Sistema de cultivo

Se empleo un tanque 1000 L después se uso 12 acuarios de vidrio de $170.00cm^3$ con una capacidad de 170 L para su alimentación y análisis del cultivo para la tesis.

3.4.1.5. Desarrollo del cultivo

Se sembró en el laboratorio de Acuicultura 50 alevines entre 8 mm a 15 mm de longitud en cuatro tratamientos en cada uno de los acuarios de 170 L de capacidad donde se les administró por un período de 30 días el alimento preparado de 10% al peso total de cada alevin, el recambio de agua fue constante , permanecieron un período de 150 días donde posteriormente fueron evaluados para determinar cuáles eran machos y hembras fenotípicamente por sexaje manual añadiendo azul de metileno a la papila urogenital.

3.4.1.6. Preparación del alimento y alimentación.

La preparación del alimento hormonado se inició licuando las gónadas de (toro, carnero y verraco) posteriormente se coloca las muestras en una ultra congeladora para su congelación y luego se colocaron las muestras en la liofilizadora por 24 horas y así se obtuvo la hormona seca.

Para la preparación del alimento se utilizó una solución madre (hormona seca), la cual será preparada con 3 g de la hormona masculinizante, disuelta en 500 ml de alcohol rectificado de 96% en 1 kg de Alimento balanceado con >40% de proteína, será homogenizado en una tina de plástico con la solución madre; esta homogenización durará unos 15 minutos. Finalmente, el alimento será colocado en bandejas de plástico y secado al ambiente por un periodo de 3-5 días (con la finalidad de que el alcohol se volatilice y la hormona se impregne en el alimento). El alimento será ofrecido en dos porciones, mañana y tarde a un 20% del peso total de cada tratamiento (Popma y Green,2001).

3.4.1.7. Muestreos

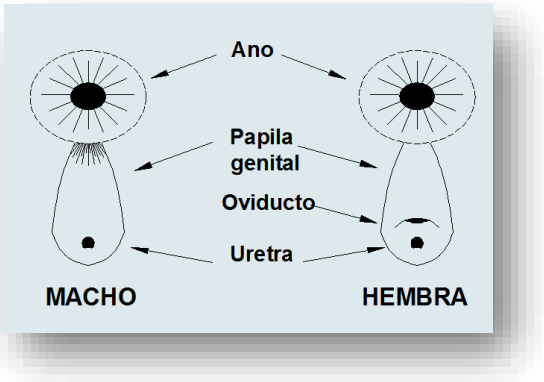
Se efectuo cada 1 vez al mes tomando el 100% de la población para observar cómo van desarrollándose.

3.4.1.8. Sexaje manual.

Este es un procedimiento manual de relativa simplicidad, que nos permitio diferenciar entre hembras y machos fenotípicamente, mediante el examen visual de la papila urogenital. En el caso de los machos, la papila genital presenta un solo orificio, que es la uretra; mientras que las hembras, presentan dos orificios: la uretra y una ranura horizontal denominada oviducto genital.

Figura 2

Identificación de papilas genitales.



Fuente: Piña 1993

3.4.1.9. Medición de parámetros físicos y químicos.

Los parámetros de la calidad del agua monitoreados fueron: la concentración de oxígeno disuelto en el agua, la temperatura del agua y el pH. Los equipos utilizados y la frecuencia de la medición se detallan en la tabla 1.

Tabla 1

Técnicas y frecuencias en calidad de agua.

Parámetro	*Equipo*	*Frecuencia*
Oxígeno disuelto	*Multiparametro HANNA*	*Diario (mañana, tarde y noche)*
Temperatura	*Multiparametro HANNA*	*Diario (mañana, tarde y noche)*
pH	*Multiparametro HANNA*	*Semanalmente*

Fuente: Propio

3.5. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Se trabajó

con el test de normalidad de datos.

Nos referimos a este D.S 027-2009-PRODUCE Decreto supremo que modifica la norma sanitaria para las actividades Pesqueras y Acuícolas, aprobado por D.S 040-2001-PE, esto garantiza una regulación de sanidad en el ámbito de Acuicultura.

La validación del equipo como Multiparametro será por su certificado de calibración.

Para la validación de los materiales se contó con certificadoras de balanzas calibrada por LO JUSTO SAC, termómetro calibrado por un termómetro patrón.

3.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

La información objetiva del trabajo de investigación de la reversión sexual se procesó en el software estadístico InfoStap Versión (2015e) y se aplicó las pruebas estadísticas de F mediante el análisis de varianza, posteriormente se utilizó el test de Tukey ($p< 0,05$) de significancia para la comparación de las medias; mediante la prueba de Normalidad de Shapiro Wilks y la homocedasticidad de sus varianzas mediante la prueba F con la finalidad de generar precedentes en el desarrollo de cultivo y reversión sexual.

IV. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE ALEVINES MASCULINIZADOS

4.1.1. Proceso de la obtención de alevines

Las evaluaciones fueron realizadas en los laboratorios de Acuicultura e Invernadero de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera (EPIP), ubicado en el Campus de la Universidad Nacional de Moquegua Ciudad Jardín s/n Pacocha, Moquegua-Ilo; cuyas coordenadas geográficas son: 17º38'00" S y 71º20'00" O.

Los reproductores se colocaron en los laboratorios de la Carrera Profesional de Ingeniera Pesquera (EPIP), en el Invernadero, se hizo la selección de los ejemplares 2-1 macho; donde les brindo el ambiente y parámetros adecuados para la reproducción.

Después se realizó el enjuague bucal para la obtención de ovas, estas fueron seleccionadas por el color blanco (huevos no fecundados) y café (huevos fecundados).

Posteriormente los alevines con saco vitelino se trasladaron a los respectivos acuarios donde fueron monitoreados durante todo el tiempo de reversión sexual.

Se les brindó el alimento balanceado durante 30 días y a los demás tratamientos con hormona de toro, carnero y verraco, todos los días se realizaba la limpieza cuidadosamente para evitar concentraciones de amonio y otros factores que causaran enfermedades; se monitoreaba la calidad de agua de todos los tratamientos respectivos durante la reversión sexual.

Posteriormente de varios meses, hasta obtener una talla considerable se realizó el sexaje para separar entre hembras y machos.

4.1.1.1. Captura de reproductores

Para la extracción de los reproductores, se procedió a reducir cada estanque, para lo cual se contó con 01 persona, que ayudó a levantar la malla desde abajo, de tal manera que los individuos quedaron reducidos a la mitad del espacio, luego se procedió a la extracción; con el uso de un chinguillo a capturar los individuos, para posteriormente trasladarlos manualmente del chinguillo hacia una malla ubicada en un balde de plástico de 20 L, el balde fue llenado previamente con agua proveniente del estanque (la cantidad de hembras en el balde fue de 2, mientras que la cantidad de macho fue de 1).

Finalmente, los individuos fueron trasladados al estanque de reproducción, donde se procedió a ubicarlos en una proporción de 2 a 1.

4.1.1.2. Extracción y transporte de huevos

Se procedió a sustraer los huevos, por enjuague de la cavidad bucal; en tinas de plástico diferenciadas dentro del chinguillo, estas fueron previamente llenadas con agua del estanque de reproducción, luego se procedió el traslado hacia la zona de incubación con el debido cuidado a fin de evitar daños.

4.1.1.3. Eclosería

Las tinas de plástico se colocaron en la mesa de trabajo del invernadero, se realizó la aclimatación de los huevos. Luego se procedió a realizar la limpieza (se extrajeron con una pinza las escamas visibles presentes en la tina de plástico).

Se evaluaron diariamente, descartando y registrando los huevos no fecundados (a los cuales se los diferenció por el color (los huevos fecundados presentaron un color café, en tanto que los no fecundados, presentaron un color blanco), los huevos no fecundados fueron extraídos con una manguera delgada, a través de sifoneo, se realizó la limpieza diariamente.

4.1.1.4. Larvas

Posterior a la eclosión, las larvas (que se caracterizan por la ausencia de boca y presencia de saco vitelino), pasaron por una evaluación diaria mediante conteo manual (a través de sifoneo).

4.1.1.5. Alevines

Posteriormente a la reabsorción del saco vitelino, los alevines fueron trasladados al laboratorio de Acuicultura de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera (EPIP), los alevines fueron adaptados a la nueva temperatura. Una vez sembrados en esta, fueron alimentados con el suplemento proteico hormonado por un periodo de 30 días; con raciones distribuidas de 5 veces por día, la cantidad fue determinada de acuerdo al peso promedio total de los alevines, multiplicado por la tasa de alimentación del 30%.

4.1.1.6. Alimentación de alevines en proceso de reversión sexual

Los alevines fueron alimentados con alimento hormonado, el cual fue preparado 1 semana antes de la eclosión de los huevos (La eclosion fue en 07 dias). Para el proceso de preparación del alimento hormonado, se empezó licuando las gónadas de (toro, carnero y verraco) posteriormente se introdujo las muestras en una ultra congeladora para su congelación y luego se colocó las muestras en la liofilizadora por 24 horas y se obtuvo la hormona seca.

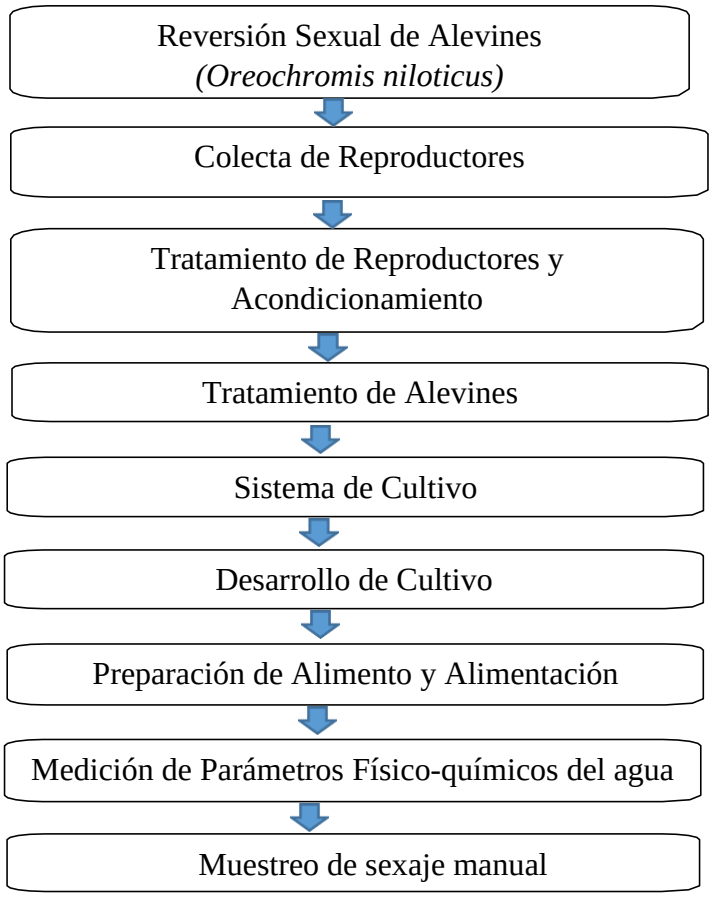
En la preparación del alimento se utilizó una solución madre (hormona seca), la cual fue preparada con 3 g de la hormona masculinizante, disuelta en 500 ml de alcohol rectificado de 96% en 1 kg de Alimento balanceado con >40% de proteína, fue homogenizado en una tina de plástico con la solución madre; esta homogenización duro unos 15 minutos. Finalmente, el alimento se colocó en bandejas de plástico y fueron secados al ambiente por un periodo de 3 días (con la finalidad de que el alcohol se volatilice y la hormona se impregne en el alimento).

4.1.1.7. Tasa de alimentación

Para calcular la tasa de alimentación de los alevines en proceso de reversión sexual, se realizaron muestreos quincenales con un chinguillo y se procedió a extraer los alevines de los acuarios de cada tratamiento (50 individuos), los cuales fueron introducidos en un vaso precipitado el cual fue previamente pesado con agua (tarado) como base para pesar los alevines en la balanza, la tasa de alimentación fue el 30% del peso total por cada muestra de cada acuario.

Figura 3

Diagrama de flujo del proceso.



Fuente: Propio

4.1.2. Proceso de la obtención de alimento con hormonas naturales.

Los alevines fueron alimentados con alimento hormonado, el cual fue preparado 1 semana antes de la eclosión de los huevos. Para el proceso de preparación del alimento hormonado, se empezó licuando de (toro, carnero y verraco) posteriormente se colocaron las muestras en una ultra congeladora para su congelación y luego se colocó las muestras en la liofilizadora por 24 horas y se obtuvo la hormona seca.

En la preparación del alimento se utilizó una solución madre (hormona seca), la cual fue preparada con 3 g de la hormona masculinizante, disuelta en 500 ml de alcohol rectificado de 96% en 1 kg de Alimento balanceado con >40% proteína, el alimento balanceado de 40% de proteína se homogenizó en una tina de plástico con la solución madre; esta homogenización duró unos 15 minutos. Finalmente, el alimento se colocó en bandejas de plástico y fueron secados al ambiente por un periodo de 3 días (con la finalidad de que el alcohol se volatilice y la hormona se impregne en el alimento).

4.2. RESULTADOS DEL PROCESO DE LA CALIDAD DE AGUA POR TRATAMIENTO.

4.2.1. Resultados del tratamiento Control

Tabla 2

Temperatura del tratamiento de Control.

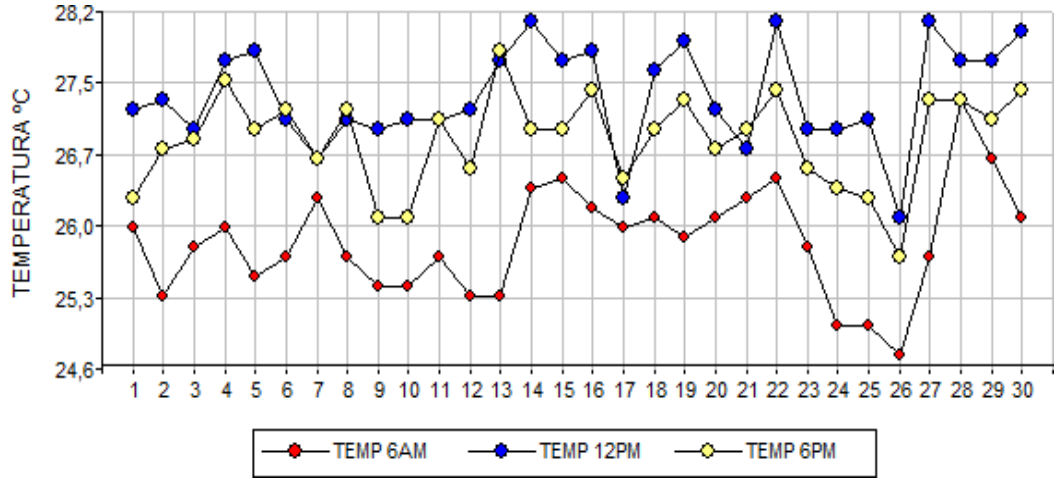
Temperatura	n	Media	D.E.	Intervalo de confianza al 95%		Prueba de Normalidad Shapiro Wilks	
				LI	LS	W*	p-value
TEMP 6AM	30	25,86	0,56	25,65	26,07	0,98	0,98
TEMP 12PM	30	27,34	0,52	27,15	27,53	0,92	0,09
TEMP 6PM	30	26,89	0,48	26,71	27,07	0,96	0,57

Fuente: Propia

En la Tabla 2, observamos los estadísticos de las temperaturas según los tres momentos de medición, 6:00 am, 12:00 pm y 6:00 pm; para el grupo control, medidas durante el período de experimentación, 30 días. En lo referente a la temperatura registrada en ºC, observamos que las temperaturas más bajas se registran en el primer momento, 6:00 am (M=25.86, DE=0.56), mientras que para los momentos 12:00 pm y 6:00 pm (M=27.34, DE=0.52 y M=26.89, DE=0.48) las temperaturas registradas son muy similares. Este argumento se observa en la figura 4, el comportamiento constante de las temperaturas diarias según el horario, en los acuarios del grupo control, durante los primeros 23 días, y que a partir de esa fecha se registra una disminución de aproximadamente de 1 ºC, que pudo deberse a un factor externo. Las temperaturas se normalizan para los tres momentos de medición a partir del día 27, manteniendo IC (25.65, 26.07; 27.15, 27.53 y 26.71; 27.07) para todo el proceso de experimentación.

Figura 4

Temperatura del tratamiento del Control.



Fuente: Propia

Tabla 3

Oxígeno disuelto del tratamiento de control.

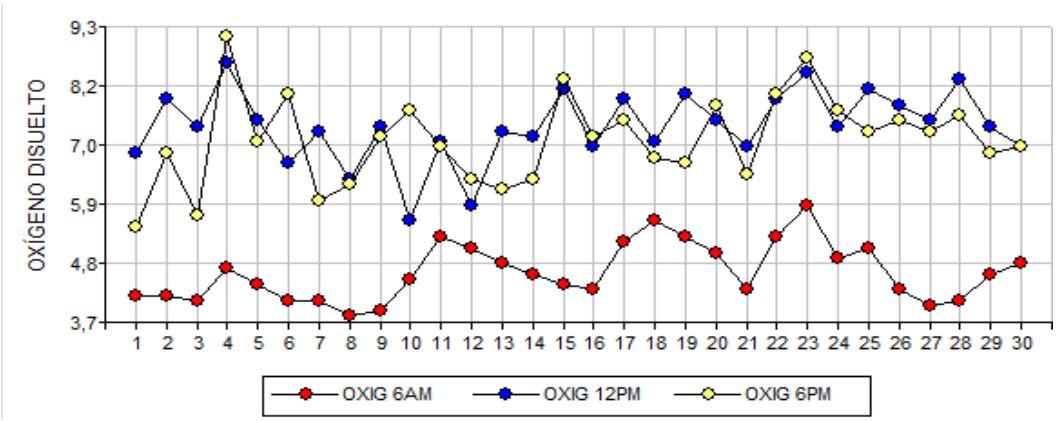
Variable	N	Media	D.E.	Intervalo de confianza al 95%		Prueba de Normalidad Shapiro Wilks	
				LI	LS	W*	p-value
OXIG 6AM	30	4,63	0,54	4,43	4,83	0,93	0,19
OXIG 12PM	30	7,39	0,68	7,13	7,64	0,95	0,49
OXIG 6PM	30	7,14	0,84	6,83	7,46	0,98	0,95

Fuente: Propia

En la tabla 3, observamos los estadísticos del oxígeno disuelto registrados en los acuarios para el grupo control durante los 30 días de experimentación, según los tres momentos de medición, 6:00 am, 12:00 pm y 6:00 pm, observamos que las cantidades más bajas de oxígeno disuelto se presenta en el primer momento, 6:00 am (M=4.63, DE=0.54), mientras que para los momentos 12:00 pm y 6:00 pm (M=7.39, DE=0.68 y M=7.14, DE=0.84) las cantidades de oxígeno disuelto registradas son muy similares. En lo referente al comportamiento de las cantidades de oxígeno disuelto, figura 5, las cantidades registradas no presentan cambios repentinos, por el contrario, se mantienen alrededor de su valor promedio con un IC (4.43, 4.83; 7.13, 7.64 y 6.83, 7.46) para los tres momentos de medición.

Figura 5

Oxígeno por día para el tratamiento de control.



Fuente: Propia

4.2.2. Resultados del tratamiento Toro

Tabla 4

Estadísticos descriptivos de la temperatura para el tratamiento A.

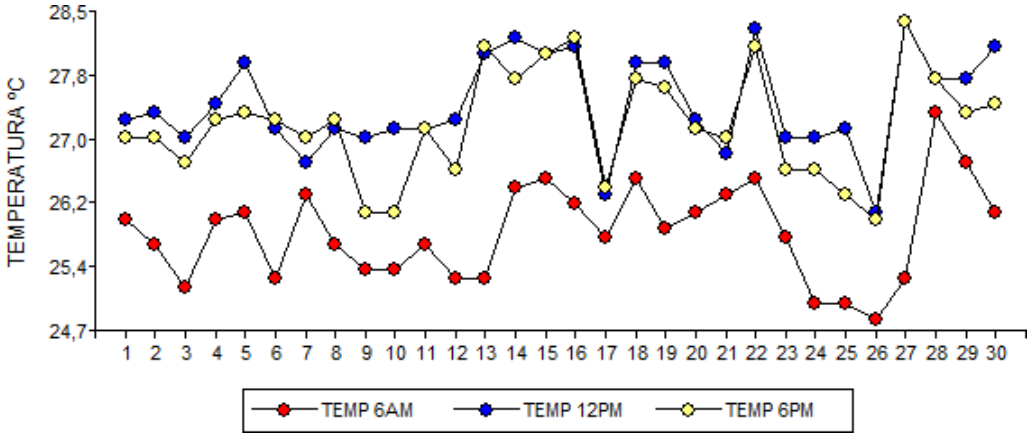
Temperatura	N	Media	D.E.	Intervalo de confianza al 95%		Prueba de Normalidad Shapiro Wilks	
				LI	LS	W*	p-value
TEMP 6AM	30	25,85	0,58	25,64	26,07	0,96	0,73
TEMP 12PM	30	27,40	0,59	27,18	27,62	0,93	0,14
TEMP 6PM	30	27,16	0,65	26,91	27,40	0,94	0,33

Fuente: Propia

En la tabla 4, observamos los estadísticos de las temperaturas según los tres momentos de medición, 6:00 am, 12:00 pm y 6:00 pm; para el Tratamiento A, medidas durante el periodo de experimentación, 30 días. En lo referente a la temperatura registrada en ºC, observamos que las temperaturas más bajas se registran en el primer momento, 6:00 am (M=25.85, DE=0.58), mientras que para los momentos 12:00 pm y 6:00 pm (M=27.40, DE=0.59 y M=27.16, DE=0.65) las temperaturas registradas son muy similares. Este argumento se observa en la figura 6, el comportamiento constante de las temperaturas diarias según el horario, en los acuarios del Tratamiento A, durante los primeros 23 días, y que a partir de esa fecha se registra una disminución de aproximadamente de 1 ºC, que pudo deberse a un factor externo. Las temperaturas se normalizan para los tres momentos de medición a partir del día 27, manteniendo IC (25.64, 26.07; 27.18, 27.62 y 26.91, 27.40) para todo el proceso de experimentación.

Figura 6

Temperatura por día según horario para el tratamiento A



Fuente: Propia

Tabla 5

Oxígeno disuelto para el tratamiento A.

Variable	n	Media	D.E.	Intervalo de confianza al 95%		Prueba de Normalidad Shapiro Wilks	
				LI	LS	W*	p-value
OXIG 6AM	30	4,69	0,58	4,47	4,90	0,90	0,02
OXIG 12PM	30	7,37	0,89	7,04	7,70	0,93	0,21
OXIG 6PM	30	6,87	0,98	6,51	7,24	0,90	0,02

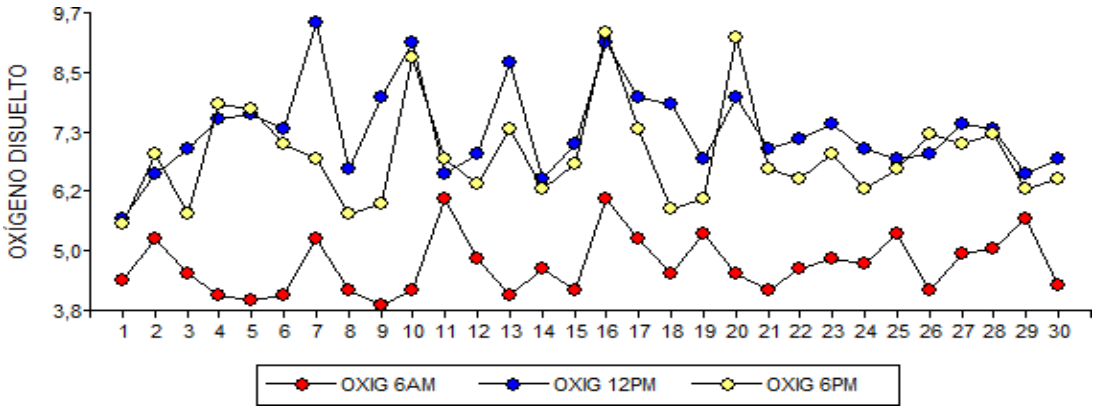
Fuente: Propia

En la tabla 5, observamos los estadísticos del oxígeno disuelto registrados en los acuarios para el tratamiento A durante los 30 días de experimentación, según los tres momentos de medición, 6:00 am, 12:00 pm y 6:00 pm, observamos que las cantidades más bajas de oxígeno disuelto se presenta en el primer momento, 6:00 am (M=4.69, DE=0.58), mientras que para los momentos 12:00 pm y 6:00 pm (M=7.37, DE=0.89 y M=6.87, DE=0.98) las cantidades de oxígeno disuelto presentan poca diferencia entre sus valores medios. En lo referente al comportamiento de las cantidades de oxígeno disuelto, figura 7, las cantidades registradas son muy similares al inicio y final del período de experimentación para los momentos 12:00 pm y 6:00 pm. En general las cantidades de oxígeno disuelto

no presentan cambios repentinos, por el contrario se mantienen alrededor de su valor promedio con un IC(47, 4.90; 7.04, 7.70 y 6.51, 7.24) para los tres momentos de medición.

Figura 7

Niveles de oxígeno por día según horario para el tratamiento A.



Fuente: Propia

4.2.3. Resultados del tratamiento Carnero

Tabla 6

Estadísticos descriptivos de la temperatura para el tratamiento B

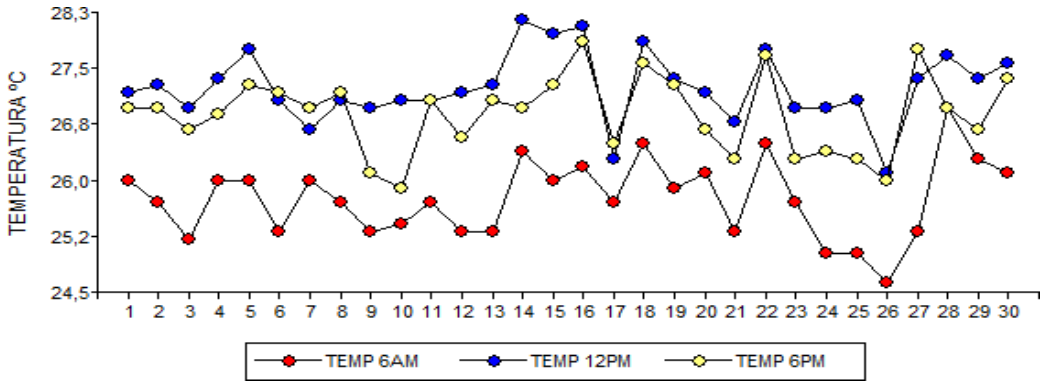
Horario	N	Media	D.E.	Intervalo de confianza al 95%		Prueba de Normalidad Shapiro Wilks	
				LI	LS	W*	p-value
TEMP 6AM	30	25,75	0,53	25,55	25,95	0,97	0,82
TEMP 12PM	30	27,28	0,48	27,10	27,46	0,95	0,52
TEMP 6PM	30	26,91	0,53	26,71	27,11	0,95	0,45

Fuente: Propia

En la tabla 6, observamos los estadísticos de las temperaturas según los tres momentos de medición, 6:00 am, 12:00 pm y 6:00 pm; para el Tratamiento B, medidas durante los 30 días del experimento. En lo referente a la temperatura registrada en ºC, observamos que las temperaturas más bajas se registran en el primer momento, 6:00 am (M=25.75, DE=0.53), mientras que para los momentos 12:00 pm y 6:00 pm (M=27.28, DE=0.48 y M=26.91, DE=0.53) las temperaturas registradas son muy similares. Este argumento se observa en la figura 8, el comportamiento constante de las temperaturas diarias según el horario, en los acuarios del Tratamiento B, durante los primeros 23 días, y que a partir de esa fecha se registra una disminución de aproximadamente de 1 ºC, que pudo deberse a un factor externo. Las temperaturas se normalizan para los tres momentos de medición a partir del día 27, manteniendo IC (25.55, 25.95; 27.10, 27.46 y 26.71, 27.11) para todo el proceso de experimentación.

Figura 8

Niveles de temperatura por día según horario para el tratamiento B.



Fuente: Propia

Tabla 7

Estadísticos descriptivos del oxígeno disuelto para el tratamiento B.

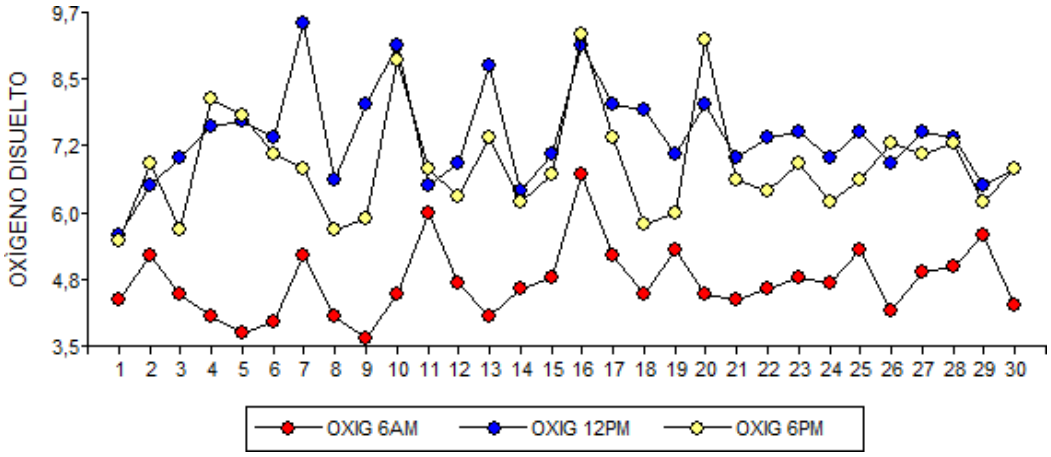
Variable	N	Media	D.E.	Intervalo de confianza al 95%		Prueba de Normalidad Shapiro Wilks	
				LI	LS	W*	p-value
OXIG 6AM	30	4,72	0,65	4,48	4,97	0,94	0,24
OXIG 12PM	30	7,41	0,87	7,08	7,73	0,95	0,35
OXIG 6PM	30	6,89	0,98	6,53	7,26	0,90	0,02

Fuente: Propia

En la tabla 7, observamos los estadísticos del oxígeno disuelto registrados en los acuarios para el tratamiento B durante los 30 días de experimentación, según los tres momentos de medición, 6:00 am, 12:00 pm y 6:00 pm, observamos que las cantidades más bajas de oxígeno disuelto se presenta en el primer momento, 6:00 am (M=4.72, DE=0.65), mientras que para los momentos 12:00 pm y 6:00 pm (M=7.41, DE=0.87 y M=6.89, DE=0.98) las cantidades de oxígeno disuelto presentan poca diferencia entre sus valores medios. En lo referente al comportamiento de las cantidades de oxígeno disuelto, figura 9, las cantidades registradas para los momentos 12:00 pm y 6:00 pm son muy similares al inicio y final del período de experimentación. En general las cantidades de oxígeno disuelto no presentan cambios repentinos, por el contrario, se mantienen alrededor de su valor promedio con un IC (4.48, 4.97; 7.08, 7.73 y 6.53, 7.26) para los tres momentos de medición.

Figura 9

Niveles de oxígeno por día según horario para el tratamiento B.



Fuente: Propia

4.2.4. Resultados del tratamiento Verraco

Tabla 8

Estadísticos descriptivos de la temperatura para el tratamiento C.

Horario	n	Media	D.E.	Intervalo de confianza al 95%		Prueba de Normalidad Shapiro Wilks	
				LI	LS	W*	p-value
TEMP 6AM	30	25,86	0,61	25,63	26,09	0,92	0,11
TEMP 12PM	30	27,44	0,63	27,21	27,68	0,88	0,00
TEMP 6PM	30	27,26	0,73	26,99	27,54	0,89	0,01

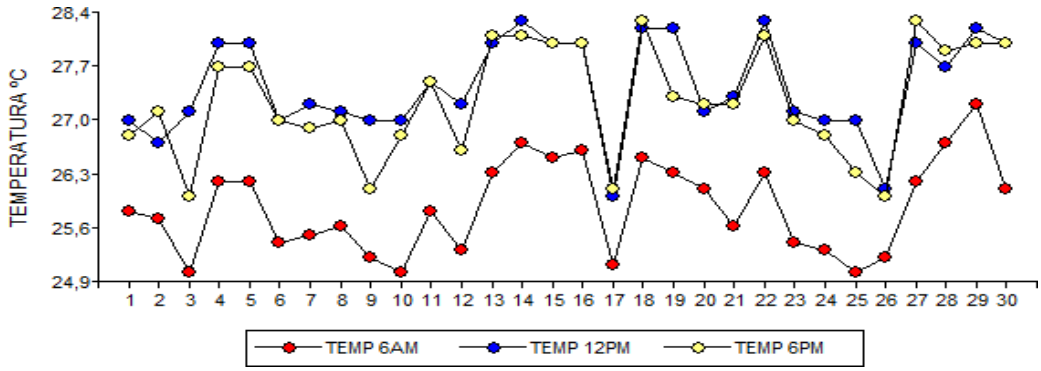
Fuente: Propia

En la tabla 8, observamos los estadísticos de las temperaturas según los tres momentos de medición, 6:00 am, 12:00 pm y 6:00 pm; para el Tratamiento C, medidas durante los 30 días del experimento. En lo referente a la temperatura registrada en ºC, observamos que las temperaturas más bajas se registran en el primer momento, 6:00 am (M=25.86, DE=0.61), mientras que para los momentos 12:00 pm y 6:00 pm (M=27.44, DE=0.63 y M=27.26, DE=0.73) las temperaturas

registradas son muy similares. Este argumento se observa en la figura 10, el comportamiento constante de las temperaturas diarias según el horario, en los acuarios del Tratamiento C, se registra una disminución repentina en la temperatura el día 17 para los tres momentos de medición y una disminución progresiva los días 23, 24, 25 y 26, ambas disminuciones pudieron deberse a un factor externo. Las temperaturas se normalizan para los tres momentos de medición a partir del día 27, manteniendo IC (25.63, 26.09; 27.21, 27.68 y 26.99, 27.54) para todo el proceso de experimentación.

Figura 10

Temperaturas por día según horario para el tratamiento C.



Fuente: Propia

Tabla 9

Estadísticos descriptivos del oxígeno disuelto para el tratamiento C.

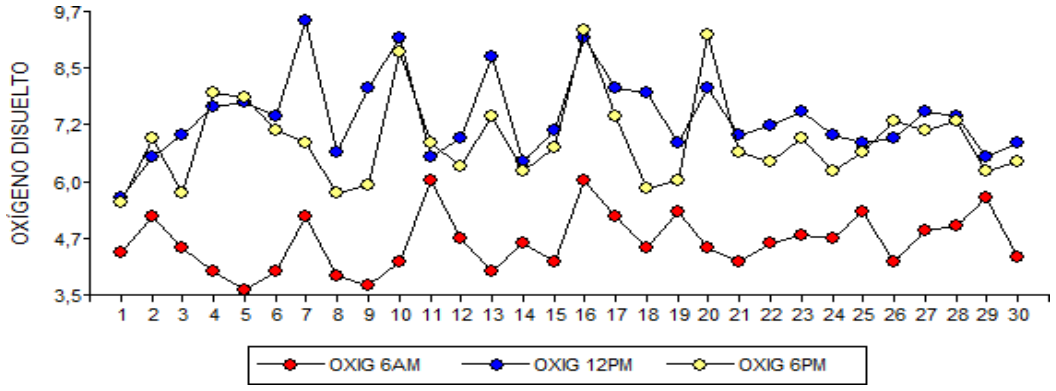
Variable	n	Media	D.E.	Intervalo de confianza al 95%		Prueba de Normalidad Shapiro Wilks	
				LI	LS	W*	p-value
OXIG 6AM	30	4,64	0,63	4,41	4,88	0,94	0,27
OXIG 12PM	30	7,37	0,89	7,04	7,70	0,93	0,21
OXIG 6PM	30	6,87	0,98	6,51	7,24	0,90	0,02

Fuente: Propia

En la tabla 9, observamos los estadísticos del oxígeno disuelto registrados en los acuarios para el tratamiento C durante los 30 días de experimentación, según los tres momentos de medición, 6:00 am, 12:00 pm y 6:00 pm, observamos que las cantidades más bajas de oxígeno disuelto se presenta en el primer momento, 6:00 am (M=4.64, DE=0.63), mientras que para los momentos 12:00 pm y 6:00 pm (M=7.37, DE=0.89 y M=6.87, DE=0.98) las cantidades de oxígeno disuelto varían en una unidad entre sus valores medios. En lo referente al comportamiento de las cantidades de oxígeno disuelto, figura 11, las cantidades registradas para los momentos 12:00 pm y 6:00 pm son muy similares al inicio y final del período de experimentación. En general las cantidades de oxígeno disuelto no presentan cambios repentinos, por el contrario, se mantienen alrededor de su valor promedio con un IC (4.41, 4.88; 7.04, 7.70 y 6.51, 7.24) para los tres momentos de medición.

Figura 11

Oxígeno disuelto por día según horario para el tratamiento C.



Fuente: Propia

4.2.5. Resultados del Parámetro Ph en todos los Tratamientos

Tabla 10

Estadísticos descriptivos de las magnitudes de PH.

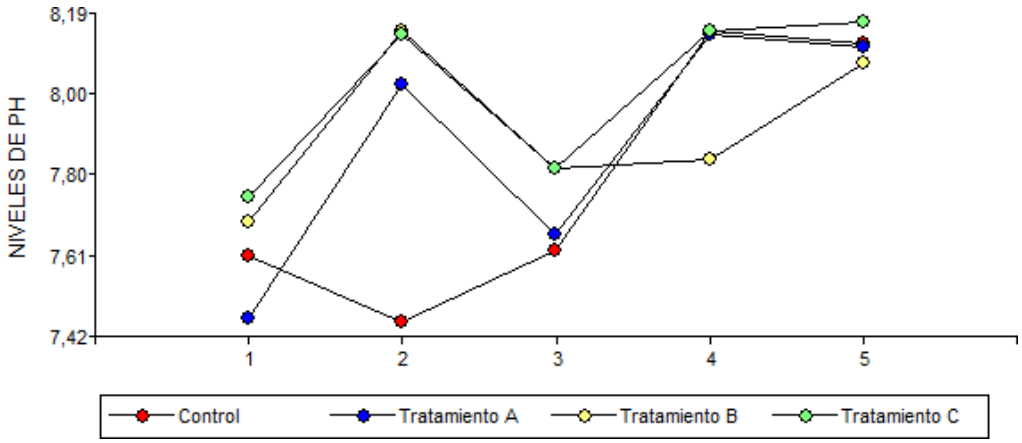
Variable	n	Media	D.E.	Intervalo de confianza al 95%		Prueba de Normalidad Shapiro Wilks	
				LI	LS	W*	p-value
Control	5	7,79	0,32	7,39	8,19	0,81	0,12
Tratamiento A	5	7,88	0,30	7,50	8,25	0,84	0,20
Tratamiento B	5	7,91	0,19	7,68	8,15	0,91	0,55
Tratamiento C	5	8,01	0,20	7,75	8,26	0,76	0,03

Fuente: Propia

En la tabla 10, muestra las medidas descriptivas de las magnitudes de PH registradas durante 5 semanas en los acuarios sometido a los grupos experimentales A, B, C y al grupo Control. Observamos que la magnitud promedio de PH más baja y la desviación estándar más alta pertenece al grupo control (M=7.79, DE=0.32), este comportamiento se puede observar en la figura 12, segunda semana, donde el PH del grupo control es la única de disminuye comparado con los grupos experimentales que presentan un efecto contrario. En general las magnitudes de PH en los grupos Control, Tratamiento A, B, y C, tienden a seguir un mismo patrón durante los períodos de experimentación, ver tabla 10, bajo sus IC (7.39, 8.19; 7.50, 8.25; 7.68, 8.15 y 7.75, 8.26).

Figura 12

Niveles de PH por semana para los grupos control y experimental.



Fuente: Propia

4.3. RESULTADOS DE LA REVERSIÓN SEXUAL

Tabla 11

Tratamientos experimentales en Tilapia.

	Tratamiento control			**Tratamiento A**			**Tratamiento B**			**Tratamiento C**		
	Macho	Hembra	Muerto	Macho	Hembra	Muerto	Macho	Hembra	Muerto	Macho	Hembra	Muerto
Réplica 1	16	19	15	33	11	6	36	6	8	33	7	10
Réplica 2	18	13	19	36	9	5	37	4	9	34	8	8
Réplica 3	14	25	11	32	12	6	35	7	8	33	7	10
Sub total	**48**	**57**	**45**	**101**	**32**	**17**	**108**	**17**	**25**	**100**	**22**	**28**

Fuente: Propia

En la tabla número 11 se observa los totales por cada tratamiento, donde se obtuvo más machos fue en el tratamiento carnero y una gran diferencia.

Tabla 12

Reversión sexual (Machos de en tilapia).

	Tratamiento control	**Tratamiento A**	**Tratamiento B**	**Tratamiento C**
Réplica 1	16	33	36	33
Réplica 2	18	36	37	34
Réplica 3	14	32	35	33
Total	**48**	**101**	**108**	**100**

Fuente: Propia

Por cada tratamiento los individuos experimentales estaban compuesto por 150 alevinos, en la Tabla 12 se muestra el resultado obtenido del experimento por cada tratamiento.

Tabla 13

Prueba F para la igualdad de varianzas entre grupos.

Grupo(1)	Grupo(2)	Var(1)	Var(2)	Prueba F	P valor
CONTROL	TRATAMIENTO A	4,00	4,33	0,92	0,96
CONTROL	TRATAMIENTO B	4,00	1,00	4,00	0,40
CONTROL	TRATAMIENTO C	4,00	0,33	12,00	0,15
TRATAMIENTO A	TRATAMIENTO B	4,33	1,00	4,33	0,37
TRATAMIENTO A	TRATAMIENTO C	4,33	0,33	13,00	0,14
TRATAMIENTO B	TRATAMIENTO C	1,00	0,33	3,00	0,50

Fuente: Propia

En la Tabla 13, se muestra las comparaciones entre grupos para determinar si el número de alevines machos en los grupos presentan varianzas iguales mediante la prueba estadística F, estas comparaciones resultaron ser estadísticamente no significativas ($p>0.05$), por lo tanto, se demuestra que los grupos presentan varianzas iguales, y en la Tabla 11, observamos que la prueba de normalidad mediante el estadístico Shapiro Wilks, presenta resultados estadísticamente no significativos ($p>0.05$). Por lo tanto, demuestra que los datos en los grupos tienen comportamiento normal. Ambos resultados son requisitos para realizar el análisis de varianza, presente en la Tabla 15.

Tabla 14

Estadísticos descriptivos del número de machos según tratamiento.

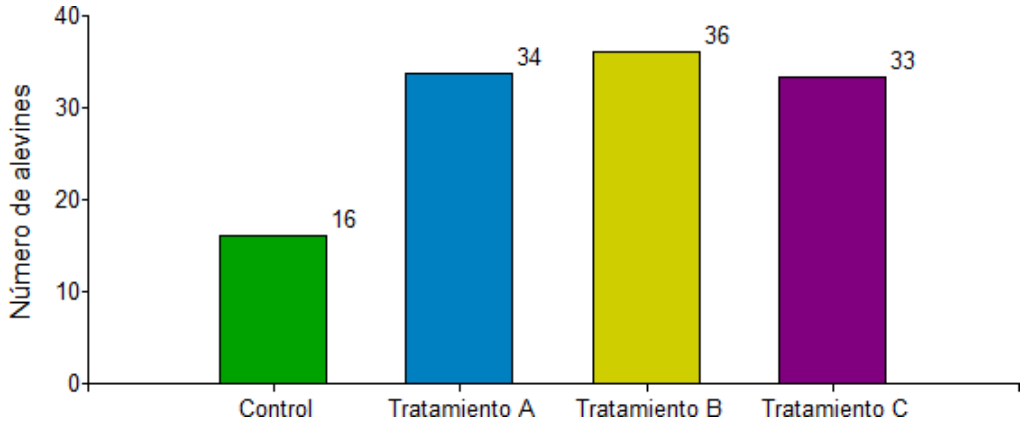
Grupo	N	Media	D.E.	Prueba de Normalidad Shapiro Wilks	
				W*	P valor
Control	3,00	16,00	2,00	1,00	1,00
Tratamiento B	3,00	36,00	1,00	1,00	1,00
Tratamiento C	3,00	33,33	0,58	0,75	0,00
Tratamiento A	3,00	33,67	2,08	0,92	0,46

Fuente: Propia

En la Tabla 14 y Figura 13, se observa las medidas descriptivas del número de alevines machos registrados al final del periodo experimental. Para los tratamientos A, B y C (M=36, DE=1.00; M=33.33, DE=0.58; M=33.67, DE=2.08) se observa promedios muy similares entre los grupos experimentales, mientras que el grupo control (M=16, DE=2) registra un promedio de alevines machos muy inferior con respecto a los grupos experimentales.

Figura 13

Cantidad promedio de alevines machos según los grupos.



Fuente: Propia

Tabla 15

Análisis de varianza del número de machos según tratamiento.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Prueba F	p-valor
Tratamiento	768,92	3,00	256,31	106,06	0,00
Error	19,33	8,00	2,42		
Total	788,25	11,00			

Fuente: Propia

En la Tabla 15, observamos un resultado estadísticamente significativo, ($F=106.06$, $p<0.05$) en la comparación del número de alevines machos entre grupos, es decir que el número de alevines entre los grupos son estadísticamente diferentes. Y para determinar que grupos son los que difieren del resto, en la Tabla 16, mediante el Test de Tukey, presenta la comparación de medias entre los grupos, se observa que en los grupos experimentales no hay diferencia significativa, ya que se clasifican en un mismo grupo "B", es decir la suministración de las dosis en los tratamientos A, B y C generaron igual número de alevines machos durante el experimento.

Tabla 16

Comparación de medias del número de machos entre tratamientos.

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Control	16,000	3	0,898	A	
Tratamiento C	33,333	3	0,898		B
Tratamiento A	33,667	3	0,898		B
Tratamiento B	36,000	3	0,898		B

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,06473 *Error: 2,4167 gl: 8*

Fuente: Propia

V. DISCUSIONES

Según lo mencionado por Fondepes “La especie *Oreochromis niloticus*, debido a su rápido crecimiento, adaptación, hábitos alimenticios, facilidad de reproducción, su gran tolerancia a condiciones y factores extremos; lo convierten en una especie ideal para el cultivo en cautiverio, ofreciendo una ventaja importante a la producción pesquera”, Da entender en sus análisis que es factible y práctico la reproducción de Tilapia, en la investigación se concluyó que es una especie de fácil manejo y adaptable a los cambios físico-químicos del ambiente (FONDEPES, 2014).

Según mencionado por Villaruel and Rossell “Las tilapias son capaces de sobrevivir con un requerimiento mínimo de concentraciones de oxígeno disuelto (0,5-1 mg/L) por periodos cortos recomiendan que se mantengan concentraciones de oxígeno por encima de 4 mg/L” de acuerdo a este concepto se realizó la tesis con valores de oxígeno disuelto mayor a 6 mg/L lo cual resulto factible para el crecimiento de los alevines de tilapia (Castillo and Rossell,2016).

Manifiesta Torres “La determinación sexual, es el resultado de la unión de las células sexuales del macho y de la hembra dando lugar a la recombinación de los cromosomas sexuales de los progenitores. Durante la ontogenia del aparato reproductor presenta un periodo indiferenciado en el cual el sexo está preestablecido, pero no es evidente” conforme lo que manifestó Torres el sexo no se evindencia y es ahí donde se le induce mediante hormonas “Testosterona” para inducir a que todos los alevines sean machos (Torres, 2015).

Según Mencionado por Guevara y Chan 2010 “Una alternativa para los piscicultores de tilapia es usar un producto natural, como los testículos de animales domésticos, para lograr la reversión sexual de los alevines. Los testículos de toro se adquieren con facilidad en muchos lugares en Centro América.” En el trabajo de investigación se pudo evidenciar que es de fácil acceso los testículos de toro, verraco y carnero (Guevara y Chan 2010).

Haylor y Pascual “Reportaron la reversión sexual exitosa de alevines de tilapia usando testículos de ovinos como fuente de testosterona. La sobrevivencia de los alevines tratados fue de ± 50%” En la investigación se pudo evidenciar que se tuvo más éxito en reversión sexual de alevines de tilapia empleando testículos de ovinos (Haylor y Pascual 1991).

Según Guevara y Chan indican “Lograron producir mayormente machos con testículo de toro y de verraco comenzando con alevines de ± 8 mm largo total, la sobrevivencia general de los alevines fue de 36% en un ensayo de 71 días de duración” en el caso de esta investigación se obtuvo mejor resultado con las gónadas de Carnero y una supervivencia del 83% respecto a los otros tratamientos (Guevara y Chan 2007).

Lue expuso “La testosterona es sensible a la temperatura alta. Con una exposición a 43°C “Por ende en el proyecto se realizó en un ambiente que tenía una temperatura de ambiente de 26 °C” Lo cual favoreció al manejo de la testosterona (Lue, 2000).

Según Baltazar manifestó “Entre las hormonas más empleadas son la 17-alfa-metiltestosterona y la Mesterolona, con los cuales se pueden producir lotes exclusivamente de machos. Por varias razones el porcentaje de producción de machos mediante este método y bajo la colecta de los alevines varía (actualmente se logran reversiones a machos del orden del 70 al 80%)” de Acuerdo a la Tesis se obtuvo una reversión sexual del 72% con la hormona de Carnero, obtenido rangos parecidos a la hormona 17-alfa-metiltestosterona (Baltazar, 2013).

Según Baroiller y Jalabert Indican “La separación de las hembras de los machos basados en su anatomía, observando sus papilas urogenitales la hembra presenta ano, oviducto y uretra en posición caudal a craneal mientras el macho presenta ano y uretra, posición caudal a craneal, para su visualización, se colorean con violeta de genciana, azul de metileno o colorante alimentario”. En este trabajo de investigación se realizó la separación o sexaje de hembras respecto a machos con el apoyo del azul de metileno que fue puesto en su poro genital y poro anal para ser diferenciados entre hembras y machos (BAROILLER & JALABERT, 1989).

Según Helpher manifestó “El periodo de indiferenciación fenotípica de la tilapia ocurre hasta los quince días después de la eclosión, lo que ha permitido la utilización de técnicas de inducción hormonal para el cambio fenotípico del sexo” De acuerdo a lo manifestado e investigado se realizó la alimentación de los alevines posteriormente de su consumo del saco vitelino por un periodo de 30 días (Hepher, 2011).

VI. CONCLUSIONES

Se concluyó de acuerdo a la hipótesis general que, si existe diferencia significativa en la reversión sexual de alevines de Tilapia, empleando hormonas naturales a comparación de la hormona 17-alfa-metiltestosterona.

Se determinó y se realizó una comparación entre todos los tratamientos y se determinó que el tratamiento TCC presentó una reversión sexual de 72% (machos). En el TCV y TCT hubo una reversión sexual de rangos de 66% y respecto al Tratamiento Control tuvo una reversión sexual de 32% por un rango menor respecto a los otros tratamientos.

Se concluyó que el TCC tuvo una mayor reversión sexual del 72% con respecto a los otros tratamientos, donde se puede decir que si es factible la reversión sexual con hormonas naturales.

Se concluyó que el TCV tuvo una reversión sexual de rango de 66% respecto a los otros tratamientos, es aceptable su reversión sexual con una tasa mayor al 50% de reversión sexual.

Se concluyó que los parámetros básicos a evaluar fueron Temperatura con rangos (26.6°C a 26.9°C), Ph (6.38 a 8.01) y Oxígeno disuelto (6.29 mg/L a 6.38 mg/L), comparación de todos los tratamientos.

VII. RECOMENDACIONES

Se debería seguir estudiando sobre la reversión sexual de Tilapia empleando otras hormonas naturales porque se puede comprobar que con los estudios que tenemos existe una buena viabilidad de reversión sexual en Alevines de Tilapia.

Se recomienda realizar el análisis de Peso y Talla para poder tener un mejor análisis profundo de la reversión sexual ya que cuando se tiene una talla mayor es más fácil su reconocimiento de sexo lo cual favorece a su fácil sexaje en el medio donde se está criando.

Se recomienda hallar o determinar la supervivencia y mortalidad de los alevines de Tilapia para evidenciar si afecta las hormonas naturales en su supervivencia y mortalidad.

Se recomienda realizar un análisis de la causa y efecto post-ingesta de los alevines de tilapia alimentados por dichas hormonas.

Se debería realizar el análisis de Amonio para determinar si existe toxicidad en los peces que están en un ambiente controlado y tener una mejor calidad de agua.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carranza y Aceituno. (2019). Efecto del esteroide andriol undecanoato de testosterona en la masculinización de tilapia roja *Oreochromis sp* (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).

Castillo, Rossell, (2016). Contribution of research in reproductive physiology to the culture of tilapias. Aquatic living resources, 2(2), 105-116.

Guevara y Chan, (2010). Efecto de dos alimentos comerciales sobre el crecimiento de la Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en tanques de plástico (Doctoral dissertation).

Almeida, J. (2014). Reversión sexual de tilapia roja (*Oreochromis niloticus)*, utilizando dos tipos de andrógenos comerciales y un testigo (androil y proviron). (Tesis de Licenciatura). Universidad Técnica de Machala. 49 p.

Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES). (2014). Manual para la producción de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Ministerio de la Producción.

Ruiz, E. (06 de Julio de 2017). Fecundidad y tasa de supervivencia en larvas y alevines de *Oreochromis niloticus* "tilapia" (Linnaeus, 1758) en condiciones de Laboratorio. *Universidad Nacional de Piura*. Piura, Piura, Perú: 50.

Torres et al., 2010 en Ramírez, (2015). La tilapia y su cultivo. Bol. de Pesca, FAO, 8(1).

Lue, *M. (*2000). Effect of using ram testis in a fry diet for Oreochromis niloticus (L.) on growth, survival and resultant phenotypic sex ratio. Aquaculture Research, 22(2), 265-268.

Baltazar, (2013). Estudio de la viabilidad del cultivo acuícola continental en el municipio de San Miguelito, del departamento del Río San Juan de la república de Nicaragua.

Hepher, (2011). Crecimiento del camarón rosado Farfantepenaeus duorarum en estanques rústicos. Ciencia Pesquera, 14, 29-32.

Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES). (2009). Manual para la producción de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Ministerio de la Producción.

Ruiz Grecia, (2017). Efectos de Cipermetrina sobre la celularidad, morfología y proliferación en epitelio seminífero de ratón CF-1.

Ramírez S, (2015). Efecto de la alimentación con testículo molido de toro y de verraco como fuente de testosterona sobre la reversión sexual de alevines de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana-1192.

Popma, (2015). Intensive aquaculture of tilapia (Sarotherodon niloticus) in the thermal effluents of a nuclear power plant in Belgium.

Castillo, (2007). Effect of fluoxymesterone on sex ratio and growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture Research, 23(4), 405-410.

Popma y Green, (1990). Effect of Solubilizing 17∝-Ethynyltestosterone in Three Different Solvents on Sex Reversal of Mozambique Tilapia. The Progressive Fish-Culturist, 53(2), 67-71.

Florez y Medrano, (2015). Predation of juvenile Pacific salmon by the common merganser (*Mergus merganser*) on eastern Vancouver Island. II: Predation of stream-resident juvenile salmon by merganser broods. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 44(5), 950-959.

Fondepesca, (2014). Tesis de Zootecnia, 2007 Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. Ceiba, 49(2), 160-184.

Bustos, E., & Torres, L. (2012). *Reproducción Estacional en el Macho.* Santiago de Chile: Int. J. Morphol.

Orihuela, A. (2012). La conducta sexual del carnero. *scielo*, 9.

Orihuela, A. (2014). *La conducta sexual del carnero.* Cuernavaca: SIÓN Rev Mex Cienc Pecu 2014.

Ruiz, E. (2017). Fecundidad y tasa de supervivencia en larvas y alevines de *Oreochromis niloticus* "tilapia" (Linnaeus, 1758) en condiciones de Laboratorio. *Universidad Nacional de Piura*. Piura, Piura, Perú: 50.

White, E., Meyer, D., & Castillo, C. (2008). *Evaluación del testículo de toro como fuente de testosterona en la reversión sexual de alevines de tilapia Oreochromis niloticus en agua con algas.* San Antonio: Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2016.

Hickiing, (2008). Retención proteica y lipídica corporal de juveniles de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) cultivados en sistemas biofloc a diferentes relaciones C: N.

Cantor, (2007) Tilapia: su cultivo y sistemas de producción.

Lopez y Fernandez, (2001). *Efectos del género, la localización anatómica del tejido y la situación hormonal sobre la capacidad lipolítica del tejido adiposo blanco*. Universitat de les Illes Balears.

Popma y Green, (1990). Effect of Solubilizing 17∝-Ethynyltestosterone in Three Different Solvents on Sex Reversal of Mozambique Tilapia. The Progressive Fish-Culturist, 53(2), 81.

Piña, (1993). Selva pedemontana de las Yungas. *Historia natural, ecología y manejo de un ecosistema en peligro. San Miguel de Tucumán, Argentina. Ediciones del Subtrópico*, 213-273.

Villaruel 2011 en Rossell, (2016). Effect of feeding frequency on sex-reversal and on growth on Nile Tilipia, *Oreochromis niloticus. Journal of Applied Aquaculture*, *1*(3), 97-103.

Benítez, G.(2016). Evaluación del crecimiento de alevines de tres especies de Tilapia (*Oreochromis sp.)* en aguas duras, en la región de la Cañada, Oaxaca, México. *Revista Aquatic*, (20).

IX. ANEXOS

ANEXO 1 Registros de obtención de reproductores y obtención de alevines de tilapia *(Oreochromis niloticus).*

Galería de fotos de la reversión sexual de alevines de tilapia *(Oreochromis niloticus).*

Figura 14

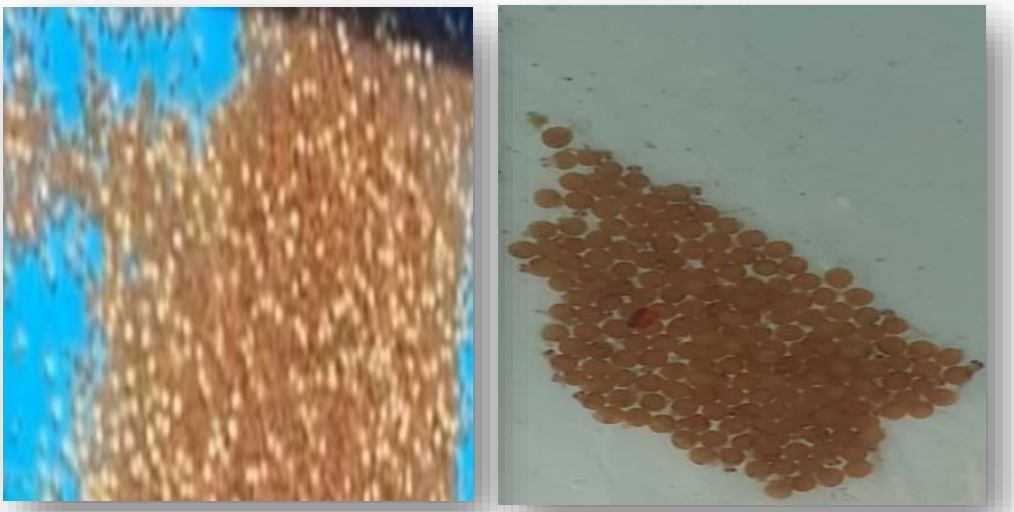
Obtención de reproducción



Se separó reproductores en el laboratorio de invernadero de la EPIP con tallas hembras 25-30 cm: machos 30-35 cm, se obtuvo ovas y su posterior eclosión se sembró en el laboratorio de Acuicultura.

Figura 15

Colecta de ovas.



Se separó los alevines que fueron fecundados posteriormente a los 7 días de tener a los reproductores en un estanque con una población de 2:1.

Figura 16

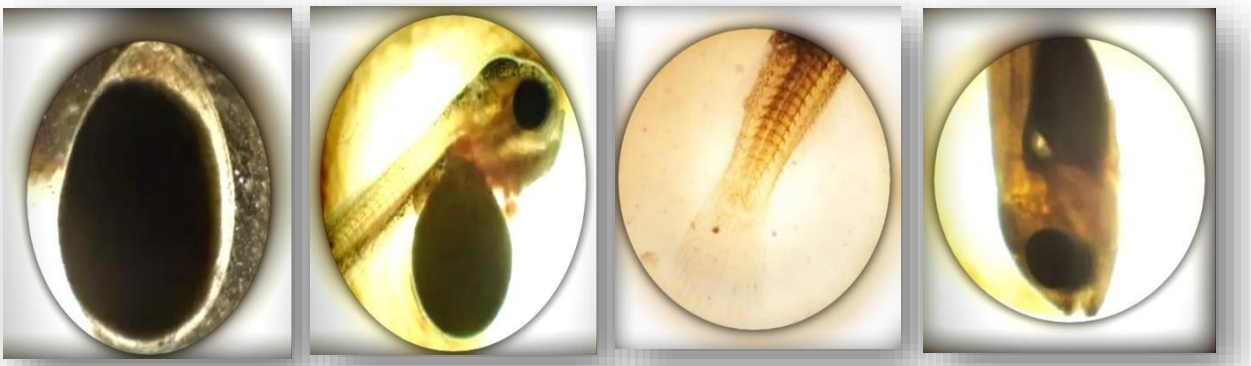
Preparación de alimento.



Se utilizó la liofilizadora del laboratorio de Microalgas para realizar la liofilización de las gónadas (toro, carnero y verraco).

Figura 17

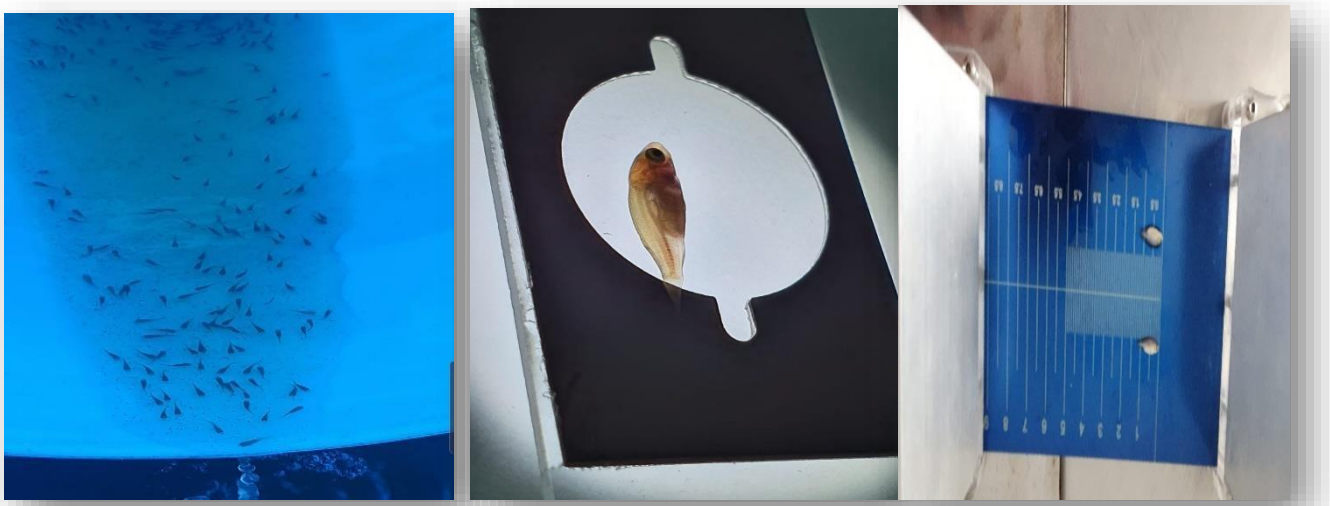
Cambios físicos durante los días de incubación.



Se utilizó un Esteroscopio para evidenciar los alevinos con saco vitelino, para posteriormente darles el alimento balanceado que fue previamente preparado.

Figura 18

Selección y acondicionamiento de alevines.



Se seleccionó y cuantifico 50 individuos por acuario para los 4 tratamientos y se realizó la alimentación de los alevines de Tilapia con las hormonas preparadas.

Figura 19

Muestreo y sexaje manual para resultados de reversión sexual.



Finalizado el proyecto se realizó el sexaje de los alevines para determinar si resulto el proyecto de tesis los cuales fueron analizados en el laboratorio de Acuicultura donde se les añadió azul de metileno, con ayuda del estereoscopio y una lupa se realizó el sexaje por cada tratamiento.

ANEXO 2 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA DE LA INVESTIGACION	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cuál es el efecto de la reversión sexual en alevines de tilapia *(Oreochromis niloticus)* empleando tres tipos de hormonas naturales en la Universidad Nacional de Moquegua en el año 2020?	**Objetivo General** Determinar la reversión sexual en alevines de tilapia *(Oreochromis niloticus)* empleando tres tipos de hormonas naturales en la Universidad Nacional de Moquegua. **Objetivos Específicos** Evaluar la caracterización del agua del cultivo de alevines de Tilapia (***Oreochromis niloticus)*** Determinar el efecto de la hormona (gónada de toro) como alimento sobre la reversión sexual de alevines de Tilapia (***Oreochromis niloticus)*** Determinar el efecto de la hormona (gónada de carnero) como alimento sobre la reversión sexual de alevines de Tilapia (***Oreochromis niloticus)*** Determinar el efecto de la hormona (gónada de verraco) como alimento sobre la reversión sexual de alevines de Tilapia (***Oreochromis niloticus)***	**Hipótesis General** Utilizando las 3 hormonas es factible la reversión sexual de alevines de tilapia (***Oreochromis niloticus)*** en la Universidad Nacional de Moquegua. **Hipótesis Específica** Existe diferencia en las características del agua del cultivo de alevines de Tilapia (***Oreochromis niloticus)*** Existe diferencia en el efecto de la hormona (gónada de toro) como alimento sobre la reversión sexual de alevines de Tilapia (***Oreochromisniloticus)*** Existe diferencia en el efecto de la hormona (gónada de carnero) como alimento sobre la reversión sexual de alevines de Tilapia (***Oreochromisniloticus)*** Existe diferencia en el efecto de la hormona (gónada de verraco) como alimento sobre la reversión sexual de alevines de Tilapia (***Oreochromisniloticus)***	**Variable Independiente:** Hormonas naturales en un sistema de cultivo. **Variable Dependiente:** Reversión sexual en alevinos de tilapia fenotípicamente machos (***Oreochromis niloticus)*.**	**Variables de Estudios:** Registros, reportes, ficheros, cuadros, inventarios	Se realizó la separación de los alevines con saco vitelino, posteriormente a los 7 días de consumir el saco vitelino y se les brindó el alimento balanceado mezclado con las hormonas naturales de cada tratamiento Se empleó acuarios de vidrio para su alimentación y cultivo, los ejemplares fueron distribuidos de manera aleatoria en las unidades experimentales a una densidad de siembra de 50 individuos por acuario y se registró los datos iniciales y finales. La preparación de la hormona se empezó licuando las gónadas masculinas, posteriormente se introdujeron las muestras en una ultra congeladora para su congelación y se colocaron las muestras en la liofilizadora por 24 horas: asi se obtuvo la hormona seca para después molerla y mezclarla con el alimento balanceado, se suministró alimento balanceado con un porcentaje 45% de proteína que fue mezclado con las hormonas naturales, teniendo en cuenta la biomasa en los muestreos. El sexaje manual fue un procedimiento de relativa simplicidad, que permitió separar los juveniles machos, mediante el examen visual de la papila urogenital. La información objetiva del trabajo de investigación de la reversión sexual se procesó en el software estadístico InfoStap Versión (2015e) y se aplicó las pruebas estadísticas de F mediante el análisis de varianza, posteriormente se utilizó el test de Tukey ($p< 0,05$) de significancia para la comparación de las medias; mediante la prueba de Normalidad de Shapiro Wilks y la homocedasticidad de sus varianzas mediante la prueba F con la finalidad de generar precedentes en el desarrollo de cultivo y reversión sexual.