

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA.
ESCUELA DE BIOLOGÍA.

REVERSIÓN SEXUAL EN ALEVINES DE TILAPIA *Oreochromis*
niloticus EMPLEANDO LA HORMONA 17 ALPHA
METILTESTOSTERONA.

CLAUDIA MARISOL ORELLANA FLORES

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA**

2003



CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR JUNIO 2003

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA.
ESCUELA DE BIOLOGÍA.

REVERSIÓN SEXUAL EN ALEVINES DE TILAPIA *Oreochromis*
niloticus EMPLEANDO LA HORMONA 17 ALPHA
METILTESTOSTERONA.

CLAUDIA MARISOL ORELLANA FLORES

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA
2003**

DECANA : _____
Lic. Leticia Noemí Paúl De Flores

**DIRECTORA DE LA ESCUELA
DE BIOLOGIA** : _____
Msc. Ana Marta Zetino

ASESOR : _____
Lic. Nicolas Jiménez

JURADO EXAMINADOR : _____
Lic. José Luis Salazar Linar
: _____
Lic. Osmin Pocasangre

DEDICATORIA

Con mucho amor dedico este trabajo especialmente a Dios y a mis padres por haberme guiado, brindándome su apoyo, y comprensión en todo momento y por el tiempo valioso de su vida, además a mi novio Carlos Alberto por su cariño y sus consejos

A mi Madre:

Leticia Flores de Orellana

A mi Padre

Valentín Orellana Errodas

A mi hermano

Denis

A toda mi familia, y amigos que han estado cerca de mí.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos al Lic. Nicolas Jiménez asesor de este trabajo por el valioso aporte de sus conocimientos y consejos que permitieron el enriquecimiento de esta investigación.

A las autoridades del Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura por permitirme realizar la investigación en las instalaciones de la estación acuícola Santa Cruz Porrillo.

Al personal de dicha estación quienes muy amablemente con tribuyeron en la realización de algunas de las actividades, al Lic. José Luis Salazar por sus consejos en las consultas estadísticas, a don Oscar Velásquez por su valiosa colaboración en el procesamiento de la información y a don Carlos Molina por su orientación en el trabajo de campo.

Al jurado examinador, por sus observaciones, atinadas y oportunas a la estructura del trabajo.

A todos mis más sinceros agradecimientos

INDICE DE CONTENIDOS.

	<i>Pág.</i>
<i>I- INTRODUCCION</i>	<i>1</i>
<i>II REVISION DE LITERATURA</i>	<i>2</i>
<i>III METODOLOGIA</i>	<i>5</i>
<i>3.1 UBICACION GEOGRAFICA</i>	<i>5</i>
<i>3.2 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA DEL PROYECTO</i>	<i>5</i>
<i>3.3 ETAPA 1 PRODUCCION DE ALEVINES</i>	<i>5</i>
<i>3.4 ETAPA 2 TRATAMIENTO HORMONAL DE ALEVINES</i>	<i>6</i>
<i>3.5 ETAPA 3 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE ALEVINES</i>	<i>8</i>
<i>3.6 PREPARACION DEL ALIMENTO HORMONIZADO</i>	<i>9</i>
<i>3.7 PARAMETROS FISICO – QUIMICOS DEL AGUA</i>	<i>11</i>
<i>3.8 ANALISIS ESTADISTICO</i>	<i>11</i>
<i>IV RESULTADOS</i>	<i>12</i>
<i>4.1 PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA DEL RROYECTO.</i>	<i>12</i>
<i>4.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE ALEVINES</i>	<i>15</i>
<i>4.3 PRUEBA DE CRUZAMIENTO</i>	<i>23</i>
<i>V DISCUSIÓN</i>	<i>25</i>
<i>VI CONCLUSIONES</i>	<i>31</i>
<i>VII RECOMENDACIONES</i>	<i>33</i>
<i>VIII LITERATURA CITADA</i>	<i>34</i>
<i>IX ANEXOS</i>	
<i>I FLUJOGRAMA DE METODOLOGIA EN EL PROYECTO</i>	
<i>II MAPA DE UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO</i>	
<i>III RACION DE ALIMENTO SOBRE EL PORCENTAJE DE ALIMENTACION DEL PEZ</i>	
<i>IV PRUEBA ESTADISTICA (X²) PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE LA HORMONA 17 ALPHA METILTESTOSTERONA</i>	
<i>V ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE PECES EN LA PRUEBA DE CRUZAMIENTO</i>	

RESUMEN

El estudio sobre la técnica de reversión sexual en tilapia Oreochromis niloticus se realizó en la estación acuícola de Santa Cruz Porrillo, durante los meses de mayo a octubre del 2002, donde se comprobó la capacidad de la hormona 17 alpha metiltestosterona, para producir una población de alevines machos. Además se evaluaron concentraciones de 30 y 60 Mg. de la misma hormona con el propósito de conocer y determinar cual de las dosis podría llegar a producir un mayor porcentaje de alevines machos.

Para ello se utilizó una tasa de siembra de 111.11 alevines por m³, de un tamaño menor a los 12 m.m. de longitud corporal, los tratamientos contaron con un recambio de agua del 20% diario.

El alimento hormonizado con dosis de 30 y 60 Mg de hormona por Kg. de alimento fue proporcionado durante un período de 30 días, al igual que en el tratamiento testigo; a este último no se le suministro hormona.

Después de cinco meses de haber iniciado el estudio se cuantifico la talla y peso de los organismos, además de identificar fenotípica mente el sexo de los alevines en observación incluyendo al testigo, presentando este último una proporción de únicamente un 41% de machos y un 59% de hembras; mientras que el tratamiento con una dosis de hormona de 30 Mg produjo un 97.1% de machos y el tratamiento con 60 Mg alcanzo un 98.3% de efectividad de la hormona. A demás cabe hacer mención que después del experimento los alevines se mantuvieron en observación durante un mes más donde se realizó una prueba de cruzamiento; de machos reversados con hembras naturales (sin tratamiento hormonal), con el propósito de conocer si los machos reversados son genotípicamente capaces de reproducirse.

Como resultado de la prueba se comprobó que en efecto estos son capaces de reproducirse, ya que a partir de los 10 días de efectuado el cruzamiento se comenzó a observar la presencia de crías en aguas superficiales.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el andrógeno 17 alpha metiltestosterona causo el efecto esperado por lo que los objetivos planteados en el proyecto fueron alcanzados y la hipótesis fue comprobada, a si como se comprobó que no hay diferencia significativa entre la aplicación de las dosis, por lo que se recomienda que

puede utilizarse la dosis de 30 Mg. del andrógeno 17 alpha metiltestosterona, pues siempre se alcanza altos porcentajes de machos.

INDICE DE TABLAS

TABLAS	Pág.
1	12
2	12
3	13
4	13
5.	14
6	14
7	16
8	17
9	18
10	19
11	19

	Pág.	
12	Tasa de siembra y sobrevivencia de los alevines en el tratamiento sin hormona en pilas de concreto de 20 m ² .(1º. Período julio agosto), Etapa III	20
13	Resultados de los Parámetros físico – químicos en el mes de julio, etapa III	20
14	Resultados de los Parámetros físico – químicos en el mes de Agosto, etapa III	21
15	Evaluación del efecto del andrógeno 17 Alpha MetilTestosterona en el tratamiento utilizando 30 mg. de hormona.	21
16	Evaluación del efecto del andrógeno 17 Alpha MetilTestosterona en el tratamiento utilizando 60 m g. de hormona.	22
17	Evaluación del porcentaje de machos obtenidos sin tratamiento hormonal	22
18	Resultados obtenidos en la prueba estadística: Chi cuadrado (x^2) que comprueban la efectividad de la hormona 17 alpha metiltestosterona en la producción de machos.	22
19	resultados obtenidos en la prueba estadística de diferencia de proporciones (U).	23
20	Resultados de la prueba de cruzamiento en el segundo período de la Etapa III. Durante el mes de septiembre/02, con relación de 2 peces reversados por 1 macho no reversado	23
21	Resultados de la prueba de cruzamiento en el segundo período de la Etapa III durante el mes de septiembre/02, con relación de 1 reversados por 2 hembras no reversadas.	24

INDICE DE FIGURAS

FIG.		Pág.
1.	Fluctuación de pesos promedios en gramos durante la etapa de crecimiento y desarrollo en 3 replicas del tratamiento con 60 mg. de hormona.	17
2.	Fluctuación de pesos promedios en gramos durante la etapa de crecimiento y desarrollo en 3 replicas del tratamiento con 30 mg. de hormona.	18

I. INTRODUCCIÓN

El estudio sobre la técnica de reversión de sexo en alevines de tilapia Oreochromis niloticus fue realizado en la estación acuícola Santa Cruz Porrillo, durante el período comprendido de mayo – octubre del 2002.

Este ensayo consistió en el suministro oral del andrógeno 17 alpha metiltestosterona, en alevines menores de 12 m m de longitud, para la producción de machos. Para ello se utilizó dosis de 30 y 60 mg de hormona por Kg. de alimento el cual contenía un 40 % de proteína, que fue proporcionado a los alevines 4 veces al día durante 30 días.

La investigación se realizó con el propósito de comprobar la efectividad del andrógeno 17 alpha metiltestosterona para producir una población de alevines machos y conocer a través de la investigación cual de la dosis de hormona es mucho más eficiente en el proceso de reversión. Información que se considera contribuirá al fortalecimiento de las técnicas de producción utilizadas en la obtención de peces machos, ya que esta ofrece al acuicultor, una reducción en cuanto al tiempo de crecimiento de los peces, a si como una disminución del trabajo laborioso del sexado manual y una mejor calidad del producto a comercializar. Ya que uno de los principales inconvenientes que enfrentan los acuicultores dedicados al comercio de la tilapia, es su alto potencial reproductivo en cautiverio, al alcanzar la madurez sexual entre los 3 meses de edad (8 a 9 cm.) independientemente del peso alcanzado ocasionando una alta población de pequeños peces que no llegan a una talla comercial atractiva. Por tal motivo en el proyecto se planteo la hipótesis que afirma que la hormona 17 alpha metiltestosterona, posee la capacidad de llegar a producir un alto porcentaje de alevines machos, bajo esta hipótesis se plantearon los siguientes objetivos:

Comprobar la efectividad del andrógeno 17 alpha Metiltestosterona en la inducción de una población de alevines monosexo

- Comprobar y determinar cual de las dos concentraciones de hormona aplicada en los tratamientos es la más efectiva.
- Determinar el porcentaje de población monosexo obtenida en cada uno de los tratamientos hormonales.

- II REVISIÓN DE LITERATURA

La práctica de la acuicultura en El Salvador, es realizada sistemáticamente desde 1958. A través de este tiempo se han verificado estudios, tanto en conocimiento biológico de especies nativas como en la adaptación de las exóticas, lo mismo que su rendimiento en cultivos. Orellana (1988), y dentro de las especies principalmente utilizadas se tienen a los ciclidos como la tilapia.

Respecto al origen de la tilapia Hopher & Pruginin (1991); explica que la tilapia son originarias de África y pertenecen a la familia Cichlidae. Todas de forma oblonga, con largas aletas dorsales que tienen de 23-25 espinas y rayos, la nariz tiene un rostrilo en cada lado.

De acuerdo con lo expuesto por Suresh (2000), en su estudio de manejo de reproductores de tilapia, explica que las hembras de tilapia se caracterizan por su excelente crecimiento, alta resistencia a enfermedades, tolerancia al manejo frecuente y resistencia a bajas condiciones de oxígeno y a demás por su madurez temprana, y que en el caso de Oreochromis niloticus, alcanza su madurez sexual entre los 30 y 40 Gr. En condiciones ambientales favorables esto se da en un periodo de 2 a 4 meses, una vez que han madurado, las tilapias pueden realizar la puesta todo el año mientras la temperatura del agua sea superior a los 24 C°.

Además hace referencia del comportamiento referido al cuidado parental de Oreochromis niloticus ya que cuando las hembras esta lista para desovar, visita la zona de reproducción. Esta zona consiste en una parte del fondo en la que varios machos han establecido nidos individuales bien definidos, después de un breve cortejo, la hembra deposita los huevos mientras simultáneamente el macho los fertiliza; entonces la hembra recoge los huevos fertilizados en su boca para incubarlos y abandona la zona de apareamiento. Después de un período de incubación de 10 a 15 días, los alevines eclosionados son liberados en aguas poca profundas.

Por otra parte este autor hace notar que la madurez precoz de las hembras y su alto nivel de cuidados parentales son una de las tantas ventajas que presenta la especie pero que a la vez representa un gran desafío para los que se dedican al cultivo de esta especie.

Mendizábal (1998), en su investigación sobre el engorde de tilapia, coincide con lo expuesto con Suresh(2000),ya que manifiesta que el principal inconveniente que a existido

en el cultivo de la tilapia es su habilidad para reproducirse a temprana edad, causando sobrepoblación en los estanques, generando competencia por el alimento, dificultad en el control de densidades y principalmente bajos crecimientos .

Otra dificultad es que las hembras que biológicamente representan el 50% de la población presentan un crecimiento mas lento comparado con los machos. Esto se debe a que durante la etapa de incubación las hembras no se alimentan.

Tradicionalmente en el país los acuicultores dedicados al engorde y venta de tilapia han utilizado la práctica del cultivo bisexual que consiste en engordar poblaciones compuestas por machos y hembras en un mismo estanque, sin embargo esta práctica ha demostrado que en la mayoría de las especies de tilapia los machos crecen más rápidamente que las hembras (Ftyer & Iles, 1972; citado por Heder & Pruginin, 1991).

Debido a los inconvenientes expuestos anteriormente, los acuicultores han optado por el cultivo monosexual de peces.

Respecto a la práctica del cultivo monosexo ZOE TECNOTM AMPO (2001), explica que consiste en engordar poblaciones compuestas exclusivamente por individuos machos, y que estas poblaciones se pueden obtener de tres formas:

A través de la técnica del Sexado manual, la cruce de dos especies de Oreochromis. Para producir híbridos en alto porcentaje (90 ó 95%) y la reversión sexual.

De acuerdo con la FAO (2002), **la técnica del sexado manual** se basa en el dimorfismo sexual observado en la presencia de los orificios anal y urogenital en los machos, mientras que las hembras poseen tres orificios, el anal, el oviducto y el urinario. Es el método más simple y común utilizado por los acuicultores y es útil cuando se requiere bajo número de alevines, pues es tediosa y requiere de mucha práctica.

Por otra parte, este método posee un error del 5% y el tiempo de manipulación en el sexado implica alta mortalidad, que puede llegar al 50%.

Técnica de hibridización interespecífica según Espinoza. *et. al.* (1995), consiste en la obtención de poblaciones puras de machos a través del cruce de O. niloticus con O. aureus, ya que la F1 de dicho cruce da origen a individuos machos en su mayoría. Sin embargo este método presenta el problema de que requiere mantener stock de reproductores genéticamente puros para lograr producciones de peces 100% machos.

La reversión sexual consiste en la administración oral de una hormona masculina sintética, durante un período de tiempo, iniciando el proceso antes de que produzca la diferenciación del tejido gonadal (Espinoza *et al.* 1995)

Con el desarrollo de técnicas aplicadas para el control de la reproducción de las tilapias, en la actualidad esta especie ha alcanzado un mercado bastante favorable, debido a sus características organolépticas, por lo que se ha convertido en la segunda especie más cultivada a escala mundial. (CAUL, 2001).

De acuerdo a Hopher & Pruginin. (1991), después de la eclosión de los alevines, El sexo es muy inestable y puede ser afectado por factores internos y externos, por lo que la administración de Andrógenos como la 17 – Alpha Metiltestosterona durante este período crítico puede revertir sexualmente por completo a la población de alevines o al menos a la mayoría.).

La reversión sexual es una técnica que consiste en el suministro de andrógenos, vía oral añadida en el alimento y proporcionado durante las tres o cuatro semanas después de la eclosión, cuando los alevines miden menos de 12 mm de longitud por un periodo de 30 días.

Respecto a las investigaciones realizadas con esta técnica autores como Shelton (1978), citado por Hopher & Pruginin (1991), aseguran que el crecimiento de alevines en estanques y el período de tratamiento de hormonas dependen de la densidad y la temperatura. y que en la densidad más alta probada (2600 alevines /m²) se requirieron cuatro semanas para que el 62% de los alevines alcanzaran una talla de 12 mm que se considera el tamaño exacto en que la reversión sexual es completa, a una densidad de 160 alevines por m², el 100% de los alevines pasan esta talla en cuatro semanas por eso, es necesario dos semanas adicionales para que toda la población alcancen 12 mm a una densidad mayor.

Para tratar a los alevines en la reversión sexual deben asegurarse grandes cantidades de alevines recién eclosionados de una edad y tamaño más o menos uniforme este se puede llevar a cabo mediante la práctica de retirar los huevos de la boca de la hembra, permitiendo la incubación artificial de los huevos, obteniendo como resultado larvas de tamaño uniforme y edad conocida a las que se les pueda aplicar la reversión sexual de forma más efectiva (Suresh, 2000).

En 1990 CENDEPESCA, realizó el primer estudio, utilizando la técnica de reversión sexual, en alevines de Oreochromis niloticus utilizando la hormona 17 Alpha Etiltestosterona, obteniendo como resultado un 97.2% promedio de machos lo cual indica la efectividad de la hormona.

Guerrero (1976) citado por Carranza (1990), trabajó en el reverso de sexo en Tilapia mosambica, utilizando Etil testosterona, a una concentración de 50 Mg. de la hormona obteniendo resultados satisfactorios; Mientras tanto Obi & Shelton (1973) también citado por Carranza (1990), utilizaron dos andrógenos Metiltestosterona(MT) y Etiltestosterona(ET), en varias dosificaciones y tiempos de tratamiento para revertir el sexo en T. Hornorum, llegando a la conclusión de que las dosis de MT 30 fue la que proporcionó mejores resultados (100% machos) en 21 y 28 días de tratamiento.

Así mismo Moreno (1985), utilizó el andrógeno 17 Alpha Metiltestosterona (MT 60) en alevines de Oreochromis niloticus para obtener poblaciones de peces machos, obteniendo un 97.7 % promedio de machos; Indicando además que durante el tratamiento la alimentación natural (fitoplancton y zooplancton) parecieron no afectar el proceso de reversión sexual.

Carranza (1990), utilizó la hormona 17 Alpha Etiltestosterona (ET) a una concentración de 60 mg/kg. de alimento para el reverso de sexo en Tilapia Oreochromis niloticus, obteniendo como resultado un 97.2 % promedio de machos, en un período de tiempo de 24 días de tratamiento.

Espinoza, et. al. (1995), en su estudio de reversión de sexo en Tilapia Oreochromis niloticus utilizaron la hormona 17 alpha metiltestosterona a una concentración de 60 Mg ./ Kg. De alimento durante un período de 30 días, obteniendo como resultado un 98% de individuos machos de un gramo de peso con una sobre vivencia del 60%.

III METODOLOGÍA¹

3.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA.

La investigación se realizó en las instalaciones de la estación piscícola Santa Cruz Porrillo, ubicado en el cantón Santa Cruz Porrillo, Km. 73 ½ carretera litoral, jurisdicción de Tecoluca, departamento de San Vicente (Molina²) Anexo N°2, durante un período de seis meses de mayo a octubre, del 2002; utilizando alevines de tilapia Oreochromis niloticus para la aplicación de la técnica de reversión sexual.

La estación está ubicada a 30 msnm con una temperatura promedio anual de 26°C, una precipitación anual de 1,792 mm y con un 73% de humedad relativa. (Carranza, 1990).

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO

El estudio realizado consta de tres etapas.

3.3 ETAPA 1 PRODUCCIÓN DE ALEVINES

Para esta primera etapa se utilizaron reproductores de la especie Oreochromis niloticus, proporcionados por la estación piscícola Santa Cruz Porrillo de uno de sus estanques de engorde, donde se realizó la captura y selección de individuos que presentaron características fenotípicas semejantes como: movilidad, sexo (diferenciado tanto por el dimorfismo que presentan a sí como por sus órganos genitales), tamaño en longitud (determinado con un ictiometro), y un peso que osciló entre 150 a 250 Gr. (medido con una balanza en gramos).

La cantidad de reproductores que se utilizó fue de 45 ejemplares de los cuales 30 fueron hembras y 15 machos, a una relación de dos hembras por un macho.

Posterior a la captura y selección de reproductores se procedió a la siembra de los peces a una densidad de un pez por m² en dos pilas de concreto de 20 m² previamente preparadas, de 5m de largo, por 4 m de ancho expuesta al aire libre, donde

¹Flujograma de Metodología Anexo N° 1

² Molina, Carlos Alberto, 2002. CENDEPESCA Comunicación personal, Estación Piscícola Santa Cruz Porrillo.

se realizó el cruzamiento de hembras y machos, 15 días después de la siembra se observó la aparición de alevines en la superficie del agua.

Durante esta etapa de reproducción se utilizó un alimento peletizado el cual contenía un 35 % de proteína, a una tasa del 3 % de la biomasa total de los peces. Los reproductores de la pila N° 1 contaron con una biomasa inicial de 3875 gr, para los peces de la pila No 2 la biomasa fue de 3262.5 gr.

3.4 ETAPA 2- TRATAMIENTO HORMONAL DE ALEVINES.

Esta etapa consistió en la recolección y siembra de alevines en horas de la mañana, de los estanque de cruzamiento. Para ello se utilizó una red de malla de 1m m² (1,000 micras), la cual fue pasada por las orillas y por la superficie del estanque; posteriormente los alevines fueron separados por medio de un tamiz con una luz de malla de 4mm, funcionando como un sistema de selección ya que los alevines que excedieron los 12 mm de longitud corporal no pasaron esta malla por lo que fueron desechados.

Los alevines seleccionados por esta red fueron contados tomando una muestra con un lumpo y contados individualmente, obteniendo de esta manera una cantidad de 2,576 alevines los cuales se utilizaron en el experimento para la reversión sexual que tubo una duración de 30 días.

La siembra y distribución de los alevines en las diferentes pilas ubicadas dentro del laboratorio de aguas de la estación donde se efectuó la reversión sexual, aplicando la hormona 17 alpha metiltestosterona en dosis de 30 y 60 mg por Kg. de alimento y el tratamiento testigo pueden observarse en la Tabla “A”

TABLA “A”*Distribución de las pilas en sus diferentes tratamientos*

tratamiento	Tipo y tamaño de pilas	Densidad de siembra por pila	Tasa de siembra por m ³	Concentración de hormona / Kg de alimento
T1	Concreto de 4.5 m ³	500	111.11	30 Mg / Kg
T2	Concreto de 4.5 m ³	500	111.11	30 Mg / Kg
T3	Concreto de 4.5 m ³	500	111.11	30Mg. /Kg
T4	Asbesto de 2.42 m ³	269	111.11	60 Mg. /Kg.
T5	Asbesto de 2.42 m ³	269	111.11	60 Mg. /Kg.
T6	Asbesto de 2.42 m ³	269	111.11	60 Mg. /Kg.
T7	Asbesto de 2.42 m ³	269	111.11	Testigo (sin hormona)

Al final de este período de hormonización los alevines lograron el gramo de peso que se había estimado alcanzarían. Además todos los tratamientos contaron con un recambio de agua del 20 % de su volumen total.

3.5 Nutrición y preparación del alimento hormonizado para los alevines que fueron sometidos al proceso de reversión

El proceso de hormonización contó con una duración de 30 días, período en el cual los alevines fueron alimentados con un concentrado en harina la cual contenía un 40% de proteína.

El alimento utilizado fue cernido en un tamiz de 1.0 m m²., con la finalidad de retirar las partículas grandes de alimento; posteriormente a este pulverizado se le incorporo la hormona 17 alpha Metiltestosterona en dos concentraciones, el primer stok de 30 mg. de hormona / Kg. de alimento y el segundo stok de 60 Mg de hormona /Kg. de alimento.

Cada concentración de hormona fue diluida en un litro de alcohol etílico al 90%. Posteriormente esta dilución fue esparcida con un spray sobre el alimento, que fue depositado en bandejas metálicas, para facilitar el proceso de secado a temperatura ambiente que tubo una duración de 24 horas.

La tasa de alimentación utilizada durante este período fue del 20 % de la biomasa total de cada una de las tres pilas de concreto donde se aplico el tratamiento de 30 Mg. de hormona / Kg de alimento, donde la biomasa en cada pila fue de 6.5 gr. por lo que se suministró una cantidad de 1.3 gr. de alimento diario durante 30 días; haciendo una cantidad total de 117 gr. de alimento que fue proporcionado a los alevines de este tratamiento Tabla 3.

Para los alevines del tratamiento con 60 Mg. de Hormona la biomasa fue de 3.5 gramos y se le suministro una porción de 0.7 gramos de alimento por día, lo cual sumó una cantidad de 63 gr. en un periodo de 30 días.

En cuanto a los peces del tratamiento Testigo se suministro una cantidad de 0.7 gr. de alimento sin aplicación de hormona, durante 30 días haciendo un total de 21 gr. Tabla 3.

El alimento se proporcionó 4 veces al día con intervalos de tres horas de la siguiente manera: 7:00 a.m.; 10:00 a.m; 1:00 p.m; y 4:00 p.m.

3.6 ETAPA 3 DESARROLLO DE ALEVINES PRIMER PERIODO (JULIO - AGOSTO)

Concluida la etapa de hormonización (30 días), los alevines de los tratamientos con concentraciones de 30 y 60 Mg. de hormona por Kg. de alimento y el tratamiento testigo se trasladaron y sembraron en estanques de concreto de 20 m² ubicados al aire libre, durante el primer período de julio a agosto donde alcanzaron un peso que osciló entre, 22.03 gr. en la pila. N°.1 de los peces tratados con 60. Mg. de hormona y de 41.33 gr. alcanzado en la pila N°. 2 del tratamiento con 30 Mg. de hormona Tablas 10 y 11.

El alimento que se suministro durante este período fue una harina que contenia un 35% de proteína. La tasa de alimentación durante los dos primeros períodos fue de un 6% de la biomasa de la población en cada pila y los dos períodos posteriores de un 5% de la biomasa total. Tabla 7.

Esta tasa fue ajustada cada 14 días por lo que se realizaron muestreos con el propósito de conocer el desarrollo y peso de la población.

La cantidad de alimento que se proporciono a los peces provenientes de los tratamientos con 30 y 60 Mg. de hormona así como el del Tratamiento Testigo puede observarse en la Tabla 7.

Al final del primer período se realizó un muestreo total de los peces de cada pila con el objetivo de conocer y determinar fenotípicamente la cantidad de machos en cada tratamiento Tablas 15, 16 Y 17. Esta determinación también se hizo a través de la observación de las características de los órganos genitales externos del pez.

Las pilas contaron con un recambio de agua del 10 % de su volumen total, además la fertilización química no fue necesaria, ya que las pilas por permanecer en un frecuente uso presentaron acumulación de algas en sus paredes, siendo suficiente para la proliferación de fitoplancton.

ETAPA 3 SEGUNDO PERÍODO PRUEBA DE CRUZAMIENTO.

En el segundo período se extrajo el 20% de los alevines de cada una de las 6 pilas que estuvieron designadas al desarrollo y crecimiento, posteriormente estos peces fueron trasladados a 4 pilas de concreto de 20 m² con la finalidad de conocer y determinar cualitativamente si los machos reversados presentaban capacidad de reproducción, esto se verifico a través de la observación de la presencia de alevines en las pilas donde fueron sembrados, para lo cual se realizó una prueba de cruzamiento que consisto en sembrar alevines tratados con hormona y alevines no armonizados extraídos del estanque del tratamiento testigo.

La Siembra en las pilas se realizó de la siguiente manera:

La pila 1 con (30 mg de hormona) contó con una densidad de 139 alevines a una tasa de siembra de 7 alevines por m² a una relación de siembra de 2 peces hormonizados por un alevín macho (sin hormona), sumando un total de 93 alevines reversados y 46 alevines machos sin hormonas Tabla 20.

La pila .2 contó con una densidad de siembra de 280 alevines a una tasa de siembra de 14 alevines por m² a una relación de un pez hormonizado por 2 alevines hembras (sin hormona), haciendo un total de 93 peces reversados y 187 hembras sin hormonizar Tabla 21.

La distribución de los alevines (previamente tratados con 60 Mg. de hormona), para la pila.3 que contó con una densidad de siembra de 117 alevines a una tasa de siembra de 6 peces por m², a una relación de 2 alevines reversados por 1 macho sin hormona hacen un total de 78 peces hormonizados y 39 alevines machos sin hormona. Tabla 20.

En la pila 4 tubo una densidad de 234 peces a una tasa de siembra de 11.7 alevines por m², a una relación de 1 alevín hormonizado por 2 hembras sin hormonizar haciendo un total de 78 peces reversados y 156 hembras sin hormonizar Tabla 21

PREPARACIÓN DE LAS PILAS

Se aplicó el método y técnica que se usa durante el cultivo de organismos acuáticos el cual consiste en: Vaciado, Limpieza, Secado y Llenado de las pilas

3.7 PARAMETRO FISICO QUIMICOS.

Fueron tomados, para un mayor control de las pilas y se realizaron tres veces por semana en horas de la mañana. A sí la temperatura, fue medida con un termómetro de mercurio; él oxígeno disuelto en el agua fue tomado mediante la prueba de winkler, el PH se midió con un potenciómetro y la turbidez del agua fue medida a la 1:00 p.m. con el disco secchi. Además de los parámetros mencionados para tener un buen control del agua en todas las pilas se realizaron recambios de agua 2 veces por semana

3.8 ANALISIS ESTADISTICO

Para poder comprobar la hipótesis planteada en el proyecto, se utilizó la prueba estadística Chi cuadrado (χ^2), la cual permitió determinar la efectividad de la hormona, 17 alpha Metiltestosterona en la producción de alevines machos. Tabla 18

Además se utilizó la prueba estadísticas de diferencia de proporciones para determinar si existía diferencia significativa entre el suministro oral de la dosis de 30 y 60 Mg. de Hormona. Tabla 19.

Los porcentajes de alevines monosexo obtenidos en cada uno de los tratamientos se presentaron en TABLAS 15, 16 Y 17

IV RESULTADOS

4.1 PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA DEL PROYECTO

Los resultados obtenidos en la investigación son presentados a continuación, la Tabla 1 detalla los criterios técnicos utilizados para la producción de alevines

Tabla 1. Producción de alevines en los estanques de reproducción

Criterios técnicos	Parámetro
No. de hembras sembradas	30
Biomasa (lb.)	10.37
No. De machos sembrados	14
Relación hembra - macho	2:1
Duración siembra cosecha (Días)	15
No. de alevines utilizados en proyecto	2576
Tamaño (longitud)	< de 12 m m

Para complementar el uso de los criterios técnicos también se tomaron los parámetros físico-químicos del agua. En al Tabla 2 se presenta una comparación de valores entre los tratamientos utilizados en la etapa de reversión.

TABLA 2. Comparación de valores de parámetros físico – químicos en los diferentes tratamientos durante la etapa de reversión.

TRATAMIENTO	MES	T°C.	P.H.	OXIGENO (PPM)
30mg de hormona	Junio	27.7	7.0	5.7
60mg de hormona	Junio	28.3	7.0	5.6
Testigo	Junio	28.4	7.0	5.5

De acuerdo al alimento proporcionado en la etapa de reversión la Tabla 3 detalla la cantidad de alimento suministrado en cada tratamiento, por día, y el total utilizado en 30 días

TABLA 3. Total de alimento de un 40% de proteína aplicado en los diferentes tratamientos durante un mes.

ACTIVIDAD	30 mg/Hormona	60 mg./Hormona	Alimento. Sin Hormona
No. de Alevines sembrados por tratamiento	1500	807	269
Peso Inicial gr.	0.013	0.013	0.013
Alimento/pila /día/gr.	1.3	0.7	0.7
Alimento/tratamiento/día/gr.	3.9	2.1	0.7
Total./alimento/30días/gr.	117	63	21
Total./alimento/30días/lb.	0.26	0.14	0.05

En cuanto al crecimiento y a la sobrevivencia obtenida en la etapa de reversión las tablas 4, 5 y 6 presentan los datos reportados en los diferentes tratamientos.

TABLA 4. Incremento de peso y sobrevivencia obtenida en el período de hormonización (30 días), para el Tratamiento con 30 mg de hormona, en pilas de concreto.

DETALLE	P1	P2	P3
Peso Inicial (gr.)	0.013	0.013	0.013
Peso Final (gr.)	1.30	1.90	0.96
Incremento/peso/ día	0.042	0.063	0.031
Incremento/neto	1.28	1.88	0.95
Cosecha/total	423	175	336
% sobrevivencia	84.6	35.0	67.2

TABLA 5. Incremento de peso y sobrevivencia obtenida en el período de hormonización (30 días), para el Tratamiento con 60 mg. de hormona, en pilas de asbesto.

DETALLE	P1	P2	P3
Peso Inicial (gr.)	0.013	0.013	0.013
Peso Final (gr.)	1.61	1.23	1.27
Incremento/peso/ día	0.053	0.040	0.048
Incremento/neto	1.60	1.22	1.46
Cosecha/total	262	262	229
% sobrevivencia	97.39	97.39	85.13

TABLA 6. Incremento de peso y sobrevivencia obtenida en el período de hormonización (30 días), para el tratamiento sin hormona, en pilas de asbesto.

DETALLE	P1
Peso Inicial (gr.)	0.013
Peso Final (gr.)	1.0
Incremento/peso/ día	0.033
Incremento/neto	0.987
Cosecha/total	225
% sobrevivencia	83.64

4.2 RESULTADOS DE LA TERCERA ETAPA DEL PROYECTO

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la tercera etapa del proyecto que correspondió al crecimiento y desarrollo de los alevines después de la etapa de reversión. Se inicia presentando la Tabla 7, que detalla la cantidad total de alimento proporcionado por tratamiento durante los dos meses de duración de la etapa, además muestra la tasa de alimentación utilizada en cada período.

Posteriormente en la Tabla 8 y la Figura .N°1 se refleja la fluctuaciones de crecimiento de las tres replicas del tratamiento con 60 Mg. de hormona.

De igual forma la Tabla 9 y la figura N°2 presenta el proceso de crecimiento en las replicas del tratamiento con 30 Mg. de hormona

TABLA 7. Resultados de la cantidad de alimento (35% de proteína), proporcionado durante el primer periodo de crecimiento y desarrollo por cada tratamiento.

Detalle	Período de alimentación	Tasa Alimentación %	Tratamiento con 60 mg. de Hormona/alimento			Tratamiento con 30 MG. de Hormona/alimento			Tratamiento sin Hormona/ Testigo
			P1	P2	P3	P1	P2	P3	
Biomasa/pila/período	0 – 14	6	421.8	322.26	336.63	549.9	336	332.56	225
	15 – 29	6	1509.1	1296.9	1715.21	2732.58	1036	1239.8	1671.75
	30 – 44	5	2093.3	1341.44	1951.08	3409.38	2427.25	2019.36	3422.25
	45 – 63	5	3856.64	3992.88	4209.02	6023.52	3853.5	3766.56	5465.25
Alimento/día/período	0 – 14	6	25	19.33	20.20	33.0	20.0	19.0	13.5
	15 – 29	6	90.5	77.8	102.9	164	74	74	100.3
	30 – 44	5	104.7	67.1	97.6	170	121.3	100.97	171.11
	45 – 63	5	192.8	199.6	210.5	301.1	193	188.3	273.26
Total alimento/período	0 – 14	6	350	270.62	282.8	462	280	266	189
	15 – 29	6	1267	1089.2	1440.60	2296	1036	1036	1404.2
	30 – 44	5	1465.8	939.40	1366.4	2380	1698.2	1413.5	2395
	45 – 63	5	3470.4	3592.8	3790.8	5419.8	3474	3389.4	4918.68
Total			6553.2	5892.02	6880.6	10557.8	6488.2	6104.9	

Total de alimento = $\sum 6553.2+5892.02+6880.6=19325.82$ gr que es igual a 42.56 lb. Para el tratamiento con 60 mg de hormona
 Total de alimento = $\sum 10557.8+6488.2+6104.9=23150$ gr. que es igual a 51lb pera el tratamiento con 30 mg. de hormona.

TABLA 8. Pesos promedios en gramos durante la etapa de crecimiento y desarrollo en el tratamiento con 60 mg. de hormona en pilas de concreto. (20 m²)

DIAS	P1	P2	P3
0	1.61	1.23	1.47
14	5.76	4.95	7.49
28	7.99	5.12	8.52
42	14.72	15.24	18.38
63	22.06	28.0	28.89

FIGURA 1. Fluctuación de pesos promedios en gramos durante la etapa de crecimiento y desarrollo en 3 replicas del tratamiento con 60 mg. de hormona.

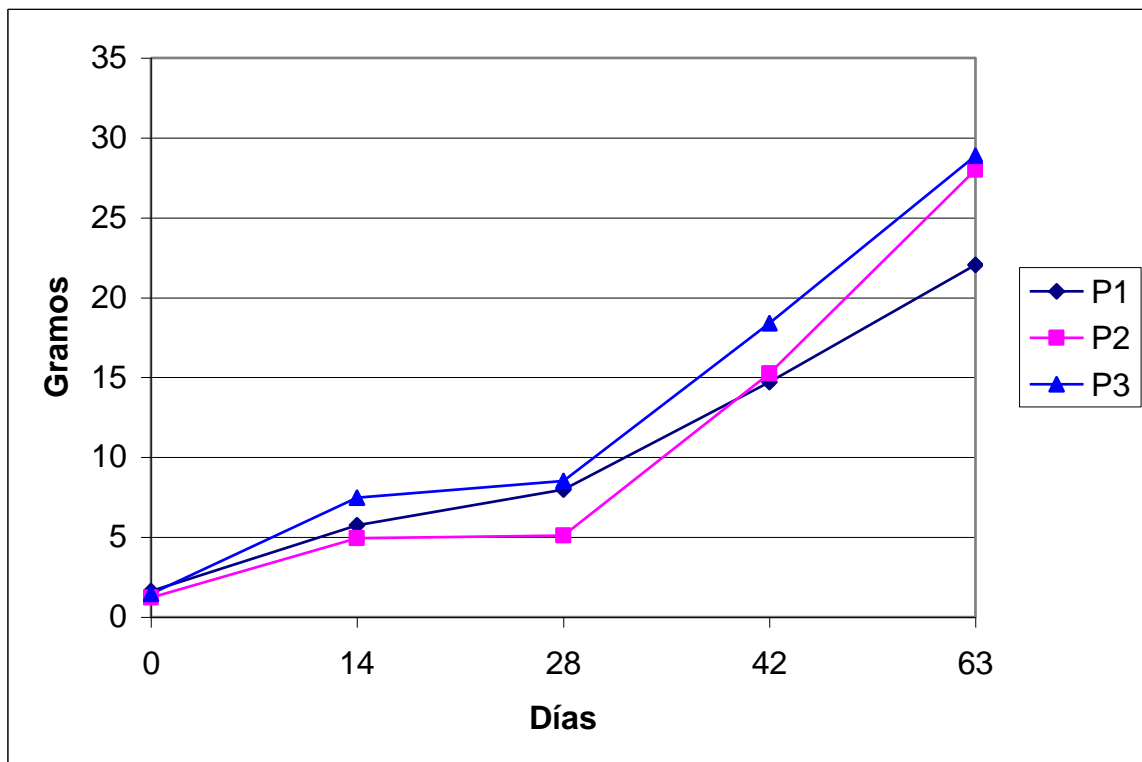
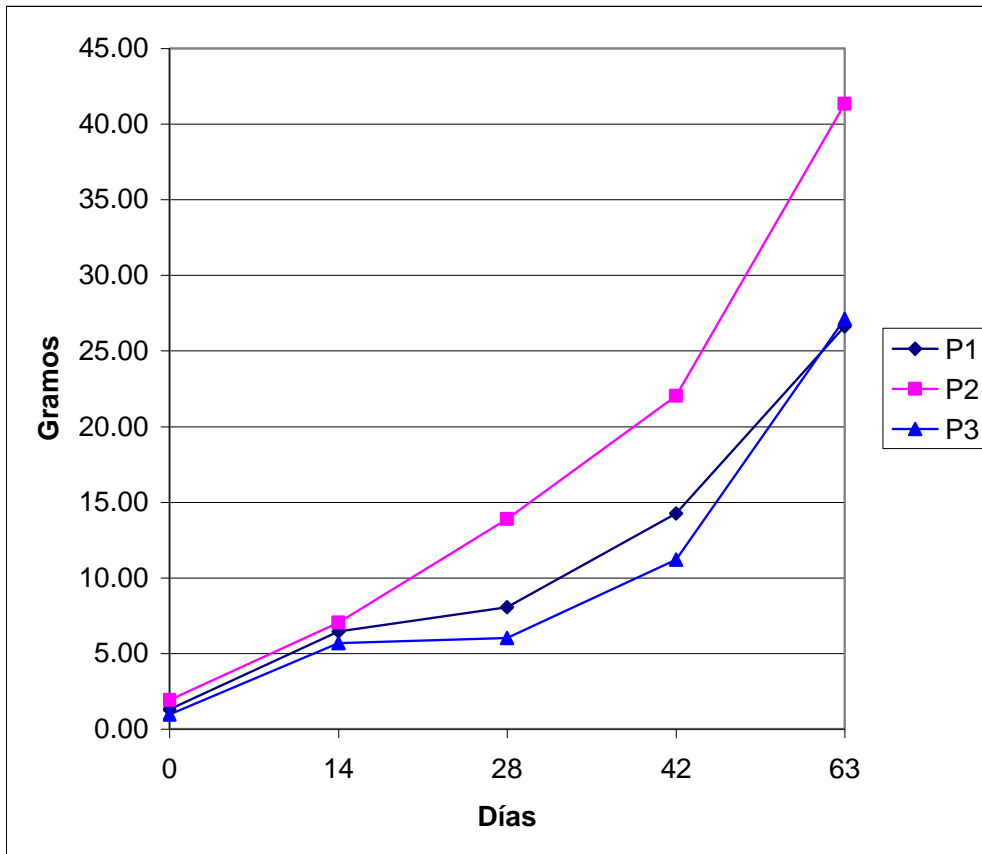


TABLA 9. Pesos promedios en gramos durante la etapa de crecimiento y desarrollo en el tratamiento con 30 mg. hormona en pilas de concreto. (20m²)

DIAS	P1	P2	P3
0	1.30	1.92	0.96
14	6.46	7.04	5.69
28	8.06	13.87	6.01
42	14.24	22.02	11.21
63	26.62	41.33	27.12

FIGURA 2. Fluctuación de pesos promedios en gramos durante la etapa de crecimiento y desarrollo en 3 replicas del tratamiento con 30 mg. de hormona.



En cuanto a la sobrevivencia durante esta tercera etapa la Tabla 10 al igual que la Tabla 11 y la tabla 12, presenta los datos obtenidos en cada una de las pilas que conforman los tratamientos con 30 y 60 Mg. de hormona, a si por ejemplo tenemos que de los peces tratados con 30 Mg. de hormona, alcanzaron una sobrevivencia máxima del 86.85% con una tasa de siembra de 9 peces por m².

TABLA 10. Tasa de siembra y sobre vivencia de los alevines en el tratamiento con 30 mg de hormona en pilas de concreto de 20 m². (1° período julio - agosto), Etapa III

DETALLE	P1	P2	P3
Siembra	423	175	336
Densidad peces/m ²	21	9	17
Peso Inicial (gr.)	1.3	1.9	0.96
Longitud (cm.)	3.8	2.8	3
Cosecha total (64 días)	200	152	99
Peso final (gr.)	26.62	41.33	27.12
Longitud final (cm.)	10.3	12.3	10.4
% Sobrevivencia	47.28	86.85	29.46
% Perdida	52.71	13.14	70.5

TABLA 11. Tasa de siembra y sobrevivencia de los alevines en el tratamiento con 60 m g. de hormona en pilas de concreto de 20 m². (1° Período julio – agosto), Etapa III

DETALLE	P1	P2	P3
Siembra	262	262	229
Densidad peces/m ²	13	13	11.5
Peso Inicial (gr.)	1.61	1.23	1.47
Longitud (cm.)	3.9	3.5	4.2
Cosecha total (64 días)	250	230	196
Peso final (gr.)	22.06	28.0	28.8
Longitud final (cm.)	9.9	10.5	11
% Sobrevivencia	95.41	87.7	85.5
% Perdida	4.58	12.21	14.41

TABLA 12. Tasa de siembra y sobrevivencia de los alevines en el tratamiento sin hormona en pilas de concreto de 20 m².(1°. Período julio agosto), Etapa III

DETALLE	P1
Siembra	225
Densidad peces/m ²	11
Peso Inicial (gr.)	1
Longitud (cm.)	3
Cosecha total (64 días)	200
Peso final (gr.)	24.29
Longitud final (cm.)	10
% Sobrevivencia	89
% Perdida	11

Como parte de los resultados , a continuación la Tabla 13 muestra los datos de los parámetros físico-químicos del agua del mes de julio tomados durante el crecimiento de los alevines que a diferencia de la etapa de reversión, en esta se tomo en cuenta la turbidez del agua.

TABLA 13. Resultados de los Parámetros físico – químicos en el mes de julio, etapa III

TRATAMIENTO	T °C	P.H.	OXIGENO ppm	SECCHI (cm.)
30 m g hormona /kg.	29.8	7.0	4.4	37.4
60 m g. hormona /kg	29.8	7.0	4.5	37.5
Testigo	29.9	7.0	4.5	37.5

De igual forma la Tabla 14 muestra los promedios de los datos obtenidos en el mes de agosto en los tratamientos con 30 y 60 Mg. de hormona y el tratamiento testigo.

TABLA 14. Resultados de los Parámetros físico – químicos en el mes de Agosto, etapa III

TRATAMIENTO	T. °C	P.H.	OXIGENO ppm	SECCHI (cm.)
30 m g .hormona /Kg.	29.6	7.0	5.6	36.5
60 m g .hormona /Kg.	29.6	7.0	5.6	36.9
Testigo	29.5	7.0	5.7	36.7

Al finalizar el primer período de la etapa de crecimiento, que tubo una duración de dos meses, se procedió a evaluar la efectividad de la hormona 17 alpha metiltestisterona, mediante la identificación del sexo en los alevines por medio de la observación externa de los órganos reproductivos, información que permitió conocer el porcentaje de alevines machos obtenidos en cada una de las pilas que conformaron los diferentes tratamientos. De esta forma los datos de la Tabla 15 presentan el porcentaje total de machos que fue de 97.1 % al utilizar una dosis de 30 Mg. de hormona, al igual que la Tabla 16 presenta un resultado de un 98.3 % al utilizar una dosis de 60 Mg. de hormona, y por último la Tabla 17 muestra el porcentaje total de machos obtenidos en el tratamiento testigo el cual únicamente alcanzo un 41% de alevines machos.

TABLA 15. Evaluación del efecto del andrógeno 17 Alpha MetilTestosterona en el tratamiento utilizando 30 mg. de hormona.

Pilas	Siembra	Cosecha	Mortalidad	No. Hembras Fenotipicas	No. Machos Fenotipicos	% Machos	% Hembras
1	423	200	223	3	197	98.5	1.5
2	175	152	23	8	144	94.7	5.2
3	336	99	237	2	97	97.9	2.0
Total	934	451	483	13	438	97.1	2.9

TABLA 16. Evaluación del efecto del andrógeno 17 Alpha MetilTestosterona en el tratamiento utilizando 60 m g. de hormona.

Pilas	Siembra	Cosecha	Mortalidad	No. Hembras Fenotipicas	No. Machos Fenotipicos	% Machos	% Hembras
1	262	250	12	10	240	96	4
2	262	230	32	0	230	100	0
3	229	196	33	2	194	98.9	1.0
Total	753	676	77	12	664	98.3	1.8

TABLA 17. Evaluación del porcentaje de machos obtenidos sin tratamiento hormonal

Pilas	Siembra	Cosecha	Mortalidad	No. Hembras Fenotipicas	No. Machos Fenotipicos	% Machos	% Hembras
1	225	200	25	118	82	41	59

TABLA 18 Resultados obtenidos en la prueba estadística: Chi cuadrado (x^2) que comprueban la efectividad de la hormona 17 alpha metiltestosterona en la producción de machos.

Tratamiento	x^2 Tabulado	x^2 calculado
30 m g hormona/kg. alimento	3.841	400.48
60 m g hormona/kg. Alimento.	3.841	628.8
Testigo (sin hormona).	3.841	6.48

TABLA 19 resultados obtenidos en la prueba estadística de diferencia de proporciones (U).

Tratamiento	U Tabulado	U calculado
30 m g hormona/kg. alimento y 60 m g hormona/kg. Alimento.	1.96	16.28

4.3 segundo periodo de la III etapa prueba de cruzamiento

Para finalizar el proyecto de reversión se concluye con una prueba de cruzamiento efectuada en el segundo período, de la etapa de crecimiento, utilizando los alevines provenientes de los tratamientos con 30 y 60 mg. de la hormona 17 alpha metiltestosterona por lo que en la Tabla 20 se presentan los resultados de utilizar una relación de dos peces reversados por un macho, tal relación comprobó que en efecto la hormona si puede inducir a una población de machos.

TABLA 20. Resultados de la prueba de cruzamiento en el segundo período de la Etapa III. Durante el mes de septiembre/02, con relación de 2 peces reversados por 1 macho no reversado

No. de pila	Tratamiento	No. de reversados	No. de Machos no reversados	Observaciones
1	30 m g hormona/Kg.	93	46	Sin reproducción
3	60 m g hormona/Kg.	78	39	Sin reproducción

La Tabla 21 presenta los resultados de utilizar una relación de un pez reversado por dos hembras no reversadas, dicha relación permitió conocer que en efecto los machos reversados son capaces de reproducirse con hembras naturales (sin tratamiento hormonal),ya que la reproducción de alevines se produjo a partir de los 10 días en adelante.

TABLA 21 Resultados de la prueba de cruzamiento en el segundo período de la Etapa III.

Durante el mes de septiembre/02, con relación de 1 reversados por 2 hembras no reversadas

No. de pila	Tratamiento	No. de reversados	No. de Hembras no reversados	Periodo de Reproducción/ días
2	30 m g hormona/Kg..	93	187	20
4	60 m g hormona/Kg.	78	156	10

V DISCUSIÓN

Para el estudio de reversión de sexo con Oreochromis niloticus se seleccionó únicamente aquellos alevines menores de 12 m m. de longitud. Tabla 1. Al igual que Espinoza (1995), que utilizó alevines de este mismo tamaño en su trabajo de reversión de sexo realizado en la estación acuícola Enrique Núñez en Costa Rica;, por considerar que los alevines de este tamaño aun no han iniciado la diferenciación de su tejido gonadal, por lo que las crías mayores de 12 m m de longitud se descartaron.

Los parámetros físico-químicos considerados durante esta investigación fueron:

La temperatura registrada en el mes de junio que para la etapa de reversión, osciló entre 27.7 y 28.4 °C, Tabla 2. Estos rangos de temperatura se asemejan a los reportados por Carranza en (1990), para la misma estación, coincidiendo que las temperaturas bajas de 25 y 27 °C estuvieron dadas en las pilas ubicadas dentro del laboratorio de aguas y que las temperaturas máximas de 30 y 32 °C fueron para las pilas expuestas al sol y al aire libre. Autores como Rothbord (1983), citado por Carranza (1990), afirma que si bien las bajas temperaturas ($20 \pm 1^\circ \text{C}$) inhiben el rango de crecimiento de las crías en los estanques, no afecta la proporción de machos en los lotes de reversión sexual.

En cuanto al oxígeno disuelto en el agua se obtuvieron rangos de 5.5 y 5.7 ppm., en los diferentes tratamientos, Tabla 2; siendo mayores que los valores reportados por Espinoza (1990), de 4.5 y 4.9 ppm. en su estudio de reversión de sexo, el PH reportado en la investigación fue de 7.0 en todos los tratamientos, valor que al ser comparado con el PH

reportado por Moreno (1985), que fue de 8.2, muestra que nuestro ensayo presentó condiciones de oxígeno y PH muy favorables para el desarrollo de la tilapia.

La cantidad de alimento total suministrado durante un período de 30 días, en las tres pilas del tratamiento con 30 gr. de hormona fue de 117 gr. mientras que para las tres pilas del tratamiento con 60 gr. de hormona se proporciono 63 gr. Y 21 gr. Para los peces de pila testigo, estos valores pueden observarse en la Tabla 3. Además se utilizó una tasa de alimentación del 20% del peso corporal de los alevines por pila, porcentaje que se mantuvo hasta el final del período de hormonización, esta tasa de alimentación coincide con el porcentaje aplicado por el MAG (2002), en su guía de producción de alevines de tilapia *O. niloticus* utilizando el método de reversión sexual.

En cuanto a la sobrevivencia de los alevines sembrados en los diferentes tratamientos se reportó que para los alevines tratados con 30 m g. de hormona en pilas de concreto hubo una sobrevivencia del 84.6% en la pila 1, un 67.2% para la pila 3 y un 35% para la pila 2, Tabla 4, esta disminución en la pila 2 se debió a que esta replica fue atacada por bacterias , por lo que fue necesario aplicar para su curación el químico azul de metileno a una razón de una gota por litro de agua.

El porcentaje de sobrevivencia para los alevines tratados con 60 m g de hormona en pilas de asbesto fue para las pilas 1 y 2 de 97.39 %, y de 85.13% para la pila 3, Tabla 5. Mientras que los peces del tratamiento testigo presentaron un 83.64% de sobrevivencia, Tabla 6.

A pesar del incidente ocurrido (presencia de bacterias) en una de las pilas, los porcentajes de sobrevivencia obtenidos en el estudio, en general alcanzaron valores mínimos y máximos que oscilaron entre un 35 y un 97.39 % , porcentajes bastantes alentadores al compararlos con los valores de sobrevivencia que obtuvo Carranza (1990), en su estudio de reversión que presento valores mínimos y máximos de 24.6 y 62.2 % en condiciones

semejantes. Esto también difiere con lo reportado por Espinoza (1995), en Costa Rica que obtuvo una sobrevivencia de 60 %.

Respecto al peso promedio en los alevines del tratamiento con 30 gr. de hormona alcanzaron pesos máximos y mínimos que oscilaron entre 1.9 gr. y 0.96 gr. Tabla 4, en el tratamiento con 60 mg. de hormona los pesos oscilaron entre 1.61 y 1.23 gr. Tabla 5, mientras que el peso obtenido por los peces de la pila testigo fue de un gramo. Tabla 6. Estos valores nos indican que los pesos promedios obtenidos en nuestro estudio, concuerdan con lo reportado por Espinoza (1995), que alcanzó un peso promedio de un gramo en un período de 30 días que duro la reversión sexual, de igual forma FAO-ORG. (2002), de acuerdo a sus estudios en la producción de alevines reversados consideran que estos deben alcanzar de uno a 3 gr. de peso promedio en un período de 30 días.

En cuanto a la nutrición de los peces durante la tercera etapa de crecimiento y desarrollo, se suministro un concentrado en harina con un 35% de proteína coincidiendo con lo sugerido por Monge et. al (1995) en su estudio de nutrición en O. niloticus en Costa Rica. La tasa de alimentación que se utilizó en nuestro estudio fue ajustado cada 14 días con base a lo sugerido por MAG. (2002). y durante los dos primeros períodos (14 días) fue del 6 % y los dos períodos posteriores de un 5 % de la biomasa total de los peces de cada pila. Tabla 7; estos porcentajes fueron similares a los aplicados por autores como Monje (1995), y el MAG (2002).

En cuanto a la cantidad total de alimento proporcionado en las tres pilas en este período para los peces tratados con 30 mg. de hormona fue de 19325.24 gr. que es igual a 42.5 lb. para los peces tratados con 60 mg de hormona un total de 23150.9 gr. que es igual a 51 lb. y para el tratamiento testigo una cantidad de 4918.68 gr. que es equivalente a 10.8 lb. lo

que suman un total de 104.3 libras suministradas en las 7 pilas utilizadas en la investigación. Tabla 7

Respecto al incremento de peso para los alevines provenientes del tratamiento con 30 gr. de hormona, puede observarse en la figura 2 y en la tabla 9, en sus diferentes replicas que el mayor aumento alcanzado durante todo el período fue el de los peces de la pila 2, que al final continuo siendo el mayor valor obtenido con 41.33 gr. esto se puede atribuir a la baja densidad de siembra con la que se mantuvo dicha pila ya que fueron los peces sobrevivientes de la infección por bacterias en la etapa de reversión Tabla 10. los aumento de pesos en las pilas 1 y 3 oscilaron entre 26.6 gr. y 27.1 gr. considerados bastante buenos, tomando en cuenta su elevada tasa de siembra Tablas 9 y 10.

En la Tabla 8. Fig. 1 se puede apreciar el aumento de peso de los alevines tratados con 60. mg. de hormona; esta grafica muestra que el menor peso alcanzado fue el de la pila 1 con 22.0 gr., a pesar de que en su trayectoria el crecimiento se mantuvo bastante estable, fue en los últimos 21 días que su crecimiento aumento menos que en las pilas 2 y 3, esta reducción relativa pudo relacionarse con que esta pila mantuvo su densidad de siembra inicial hasta el final del período contando con solamente un 4.5 % de perdida total Tabla 11. Mientras que en las pilas 2 y 3 alcanzaron una perdida del 12. y el 14.4% respectivamente lo que posiblemente produjo una ventaja en el aprovechamiento del alimento por la población sobreviviente alcanzando valores de 28 a 28.8 gr. de peso.

Referente a la sobrevivencia Tabla 10 Y 11, se obtuvo un 95.41% como valor máximo en la pila 1 del tratamiento con 60 mg. de hormona y un valor mínimo de 29.46% para la pila 3 con tratamiento de 30 mg. de hormona; esta disminución en la sobrevivencia se considera que se debió a la falta de protección con cedazo colocado sobre las pilas, lo que facilito la depredación por las aves, coincidiendo con lo reportado por Moreno 1985, donde hizo

énfasis en que la mayor mortalidad que él obtuvo se atribuyó a la presencia de depredadores ya que parte de su ensayo estuvo situado al aire libre.

En cuanto a los valores de los parámetros físicos – químicos en esta etapa mantuvieron rangos estables, a sí la temperatura en el mes de julio se reportó un valor que osciló entre 29.9 y 29.8 °C, Tabla 13, en el mes de agosto la temperatura oscilo entre 29.5 y 29.6 °C, Tabla 14.

Además se reporto un PH. de 7.0 en todo el período. El oxígeno disuelto en el agua para el mes de julio fluctuó entre 4.4 y 4.5 ppm., para el mes de agosto los valores fueron de 5.6 a 5.7 ppm. La turbidez presentó valores de 36.5 y 37.5 cm. durante todo el período, Tablas 13 Y 14, por lo que se descarta que los parámetros físico – químicos del agua hayan incidido en los bajos porcentajes de sobrevivencia obtenidos en esta etapa.

Referente a la evaluación de la efectividad de la hormona 17 alpha metiltestosterona para la producción de machos, se obtuvo un valor de 94.7 y 98.5% de machos en la dosis de 30 mg de hormona; mientras que para el tratamiento con una dosis de 60 mg. de hormona se reportaron rangos de 96 y 100 %, siendo la pila.2 de este tratamiento el que obtuvo este ultimo valor. Tablas 15 Y 16, en el caso de los alevines de la pila testigo al que no se le suministro hormona, presentó una mayor inclinación hacia la producción de hembras obteniendo únicamente un 41% de machos, Tabla 17.

Para comprobar la efectividad de la hormona se utilizó la prueba estadísticas Chi (X^2), a un nivel de significancia de $p = 0.05$ mostrando que el Chi calculado fue mayor que el Chi tabulado, por lo que se confirma la efectividad de la hormona en la producción de machos. Tabla 18 ,Anexo 5..

De acuerdo a los resultados totales obtenidos por dosis de tratamientos se alcanzo un 97.1% de machos en la aplicación de 30 mg. de hormona y un 98.3% de machos con la

aplicación de la dosis de 60 mg. de hormona, estos porcentajes coinciden con lo reportado por Espinoza en 1995, que obtuvo un 98.0% de machos al utilizar la hormona 17 alpha metiltestosterona a una dosis de 60 mg./kg. de alimento/30 días, de la misma forma

Valdés et al (2002), reporta un 100% de machos empleando la misma hormona durante 30 días, a una dosis de 30 mg/kg. de alimento por 30 días.

Los resultados obtenidos en la prueba estadísticas de diferencia de proporciones comprobó que no existen diferencias significativas entre la aplicación de 30 y 60 mg. de hormona para la producción de machos, ya que el “U” calculado fue menor que el “U” tabulado, lo que determina que la dosis de 30 mg. de hormona por kg. de alimento es suficiente para obtener un alto porcentaje de machos. Tabla No 19.

Durante el segundo período de la etapa de crecimiento y desarrollo se realizó la prueba de cruzamiento de peces reversados y no reversados para ser sometidos a observación directa en las pilas, con el fin de comprobar si ocurría o no reproducción en las pilas, anexo 6 (esquema de distribución de peces reversados y no reversados para su cruzamiento).

La Tabla 20 nos permite observar y comprobar que en efecto los peces reversados no se reprodujeron en las pilas 1 y 3 confirmando su sexo macho ya que en esta prueba de cruzamiento peces reversados con machos no reversados no se presentó reproducción.

No obstante en las pilas. 2 y 4 Tabla 21, se comprueba que hubo reproducción, ya que de los 10 días en adelante en ambas pilas se observó la presencia de jaramugos (peces recién nacidos), en aguas superficiales del estanque. Esto nos indica que los machos reversados al ser cruzados con hembras no reversadas presentan capacidad de reproducción.

VI CONCLUSIONES

- Según los resultados obtenidos al no presentarse variaciones bruscas de temperatura en la Estación de CENDEPESCA de Santa Cruz Porrillo, favoreció el desarrollo y el crecimiento de los alevines.
- De acuerdo a los resultados se concluye que el Andrógeno 17 Alpha Metiltestosterona causó el efecto esperado que fue el de producir un alto porcentaje de machos.
- Se considera que en períodos cortos de 30 días se puede obtener un alto porcentaje de alevines reversados (machos) de tilapia *O. niloticus*.
- Se comprobó que no existe diferencia significativa entre la utilización de dosis de 30 y 60 Mg. de hormona.
- Durante el transcurso del estudio se observó que la pérdida de alevines en las pilas No. 1 y 3, se debió a la presencia de aves depredadoras (Martín pescador, garzas etc.)
- Se comprobó que en 30 días los alevines pueden alcanzar de 1 a más gr. de peso con un alimento de un 40 % de proteína.
- Se concluye que la determinación fenotípica puede realizarse con peces que ya han alcanzado 22 gr. de peso.
- Se concluye que en 60 días, utilizando una tasa de siembra de 9 alevines/m², estos pueden alcanzar un peso promedio de 41.33 gr.
- Se concluye que las crías de tilapia nilotica con un tamaño menor de 12 mm . de longitud son apropiadas para el proceso de reversión de sexo, utilizando el

Andrógeno 17 Alpha Metiltestosterona, obteniéndose desde 97.1 a 98.2 % de efectividad.

VII RECOMENDACIONES

- De acuerdo a la investigación se recomienda utilizar un máximo de 30 días para efectuar el proceso de reversión de sexo utilizando Andrógeno 17 Alpha Metiltestosterona con el fin de garantizar un alto porcentaje de machos.
- Para la obtención de un 97.1 % de machos se recomienda utilizar una dosis de 30 Mg de hormona por Kg. de alimento durante 30 días.
- Para evitar el alto grado de depredación causado por las aves, se recomienda utilizar malla tipo cedan para cubrir el área de las pilas.
- Se recomienda para el proceso de reversión de sexo se utilicen crías de tilapia nilótica con un tamaño menor de 12 m m. de longitud, para una mayor asimilación de la hormona.

VIII. LITERATURA CITADA

ABREGO, F. C.; H. J. MAXIMILIANO, R. SALGADO, 1975. Inventario y evaluación de estanques piscícolas en EL salvador 1970-1972, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador El Salvador.

CARRANZA, N.O, 1990. Utilización de la Hormona 17Alpha Metiltestosterona para el reverso del sexo en Tilapia Oreochromis niloticus, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Región paracentral centro de investigación y Desarrollo Pesquero Santa Cruz Porrillo, El Salvador 16 pp.

DANIEL, W. 1997. Bioestadística 3ª Ed. Editorial Limusa S.A de C.V. México D. F. 878 pp.

ESPINOZA, O. F; C. S. MONGE, E. D. SANCHO, 1995 Reversión de sexo en Tilapia (Oreochromis niloticus) en la Estación Acuícola ERIQUE JIMÉNEZ NUÑES In: primer simposio Centroamericano sobre el cultivo de Tilapia, INCOPECA, PRADEPECA, ACUACORPORACION, Escuela de Ciencias Biológicas, San José, Costa Rica 102-105pp.

HEPHER, B. & PRUGININ, 1991. Cultivo de Peces Comerciales 3ª Ed. Editorial Limusa, México, D. F. 316 pp.

JIMENEZ, P. 1990. Evaluación Preliminar de la Pesca Continental en El Salvador, Banco de Fomento Agropecuario, San Salvador El Salvador C. A. 24 pp.

MENDISABAL, S. H. 1998. Engorde exitoso de tilapia. Alevín Reversado que Asegura Mejores Rendimientos. Rev. Agricultura. N° 7: 5-6.

MORENO, Q. 1985. El uso de la hormona 17 Alpha Metiltestosterona en alevines de Tilapia para la producción de una población monosexual en Panamá, Rev. Lat. Acui. Lima Perú N° 24-23, 44 Jun.

ORELLANA, H .S. 1988. Estudio sobre el crecimiento de seis especies de peces en poli cultivo, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades Universidad de El Salvador (Tesis De Licenciatura En Biología), 75 pp.

SURESH, V. A. 2000. Ultimos avances en el Manejo de Reproductores de Tilapia Rev. Aquatic.N°10. 1-12.

DIRECCIONES

Caul @ misionesonline.com

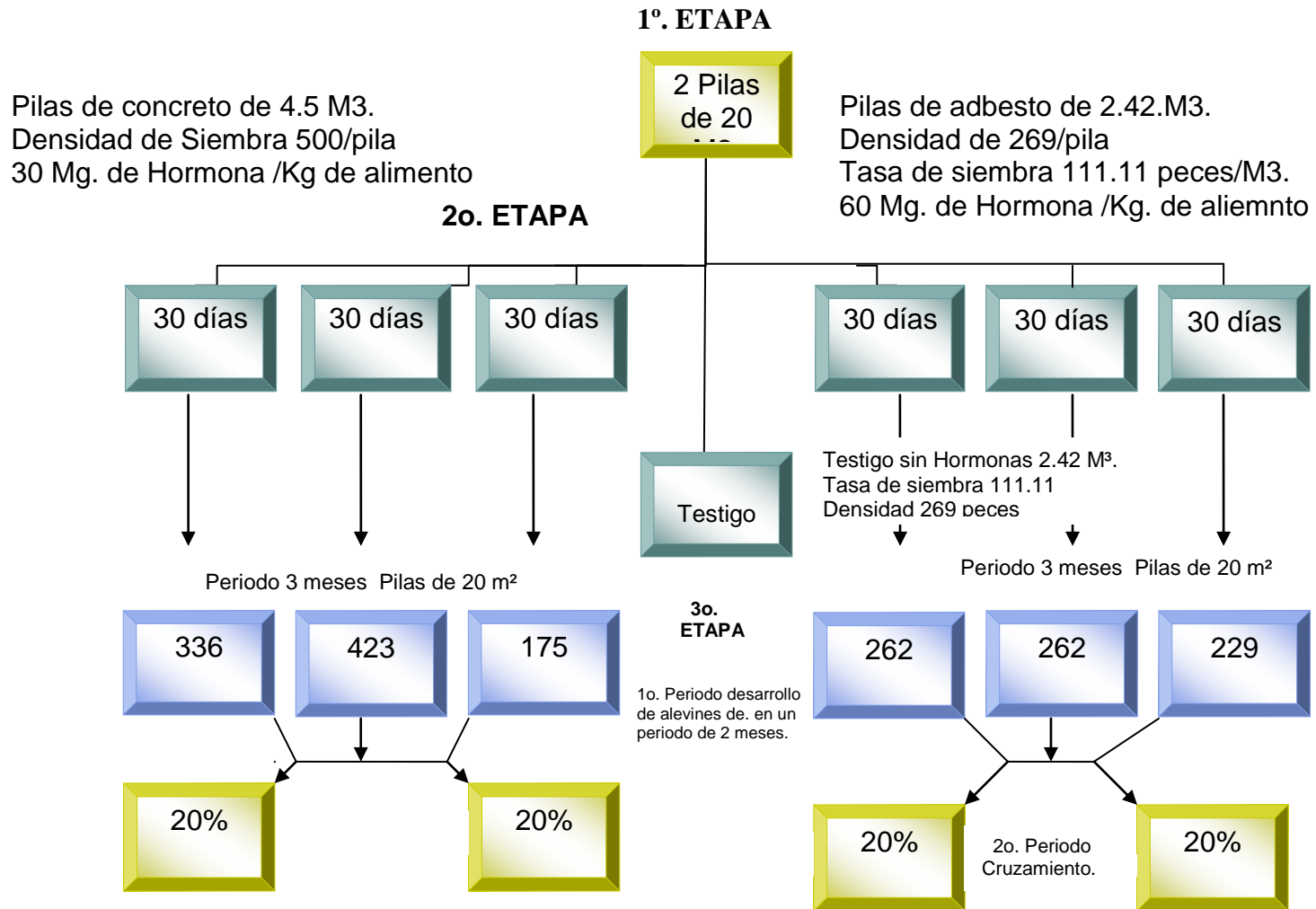
ZOE TECNO-CAMPO www.infopop.com

<http://www.mag.go.cr/incopesca/acuicul-2htm>

<http://www.fao.org/ag/agl/ria128/iiap/iiap12/iiap12-10htm>

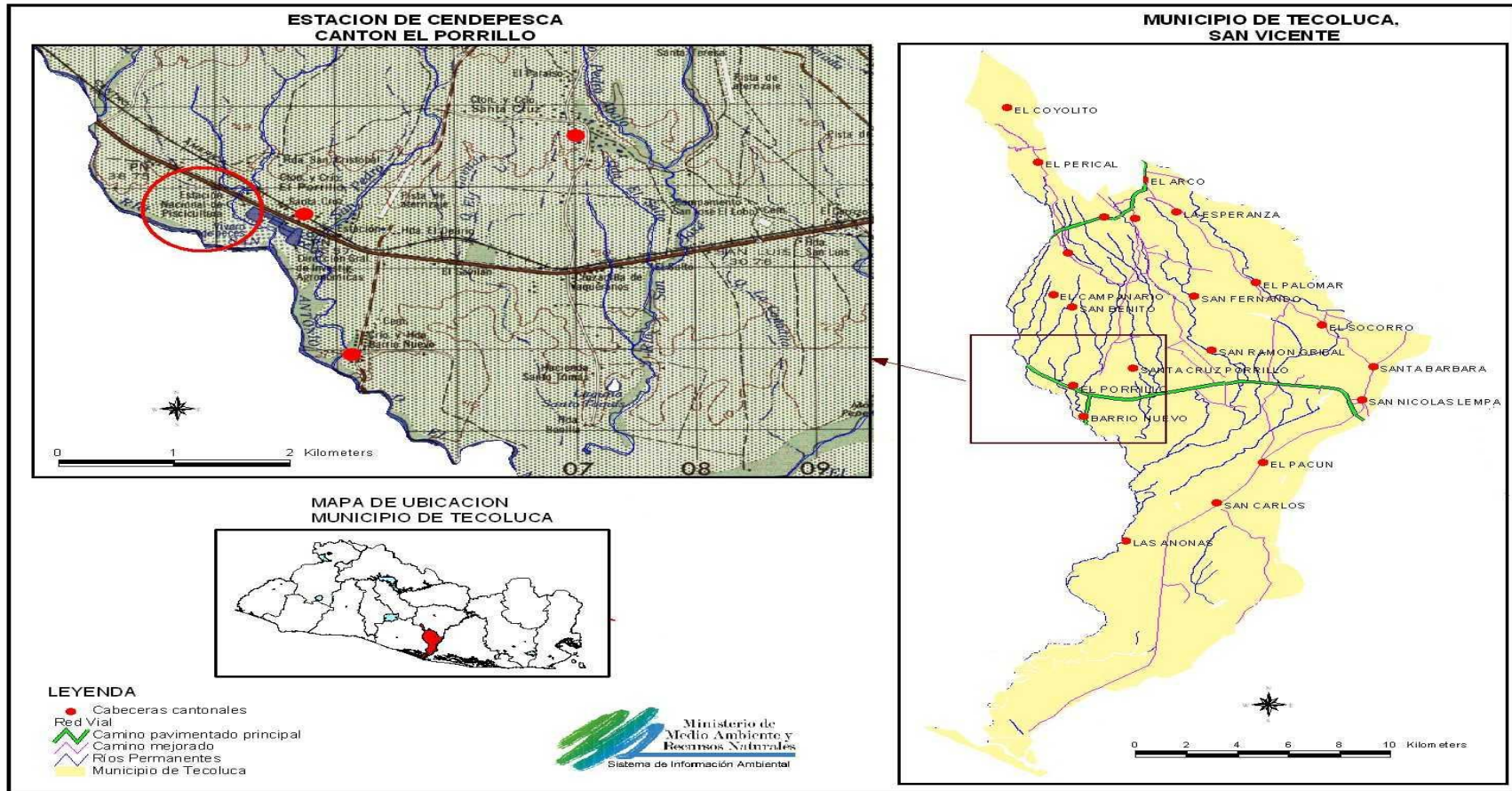
ANEXO No.1

FLUJOGRAMA DE METODOLOGIA PARA EL PROYECTO DE REVERSION DE SEXO



ANEXO No. 2

UBICACIÓN DEL CENTRO DE DESARROLLO DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA EN SANTA CRUZ PORRILLO



ANEXO No 3
Ración de alimento sobre el porcentaje de la biomasa del pez.

Intervalo de peso (gramos)	Ración de alimento en % / diario
1-5	10
5-10	6.3
10-20	5.2
20-50	4.6
50-70	3.3
70-100	2.8
100-150	2.2
150-200	1.7
200-300	1.5
300-400	1.3
Mayor de 400	1.2

(Bersak, 1982 citado por MAG, 2002).

ANEXO N° 4

Prueba estadística (χ^2) para determinar la eficiencia de la hormona 17 alpha metiltosterona en la producción de peces machos.

$$\text{Formula de } \chi^2 = \frac{(O - E)^2}{E}$$

O = A la frecuencia observada

E = a la frecuencia esperada

Para esta prueba se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: Que el suministro oral de la hormona 17 alpha metiltosterona influye en el incremento de individuos machos dentro de una población.

Hipótesis alternativa: se esperaría que en una población de peces se produzca un 50% de individuos machos y el otro 50% fuesen hembras.

Para los peces que se les aplico la dosis de 30 mg. de hormona por kg. de alimento se tiene que:

O = 13 hembras y 438 machos.

E = 225.5 hembras y 225.5 machos

$$\chi^2 = \frac{(438 - 225.5)^2}{225.5} = 200.24$$

$$\chi^2 = \frac{(13 - 225.5)^2}{225.5} = 200.24$$

χ^2 calculado = 400.48

χ^2 tabulando = 3.841

Para los peces que se les aplico la dosis de 60 mg de hormona por kg de alimento se tiene que:

O = 12 hembras y 664 machos.

E = 338 hembras y 338 machos

$$\chi^2 = \frac{(664 - 338)^2}{338} = 314.42$$

$$\chi^2 = \frac{(12 - 338)^2}{338} = 314.42$$

χ^2 calculado = 628.8

χ^2 tabulando = 3.841

Para los peces del tratamiento al que no se les aplico hormona en el alimento se tiene que:

O = 118 hembras y 82 machos.

E = 100 hembras y 100 machos.

$$x^2 = \frac{(82 - 100)^2}{100} = 3.24$$

$$x^2 = \frac{(188 - 100)^2}{100} = 3.24$$

x^2 calculado = 6.48

x^2 tabulando = 3.841

ANEXO No.5

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE PECES REVERSADOS Y NO REVERSADOS PARA EL PERIODO DE CRUZAMIENTO

