

USO DE METIL TESTOSTERONA EN LA REVERSION DE SEXO
EN TILAPIA (*Oreochromis aureus*)

ANA LORENA SALAS ARAYA

PRACTICA DIRIGIDA PRESENTADA PARA OPTAR EL
TITULO DE LICENCIADA EN BIOLOGIA

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Facultad de Ciencias
Escuela de Biología

1986

USO DE METIL TESTOSTERONA EN LA REVERSION DE SEXO
EN TILAPIA (*Oreochromis aureus*)

EN TILAPIA (*Oreochromis aureus*)

ANA LORENA SALAS ARAYA
ANA LORENA SALAS ARAYA

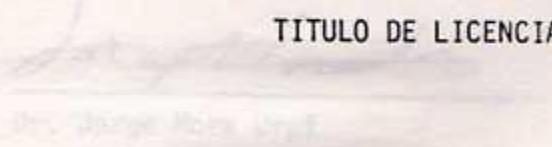


Director de Práctica

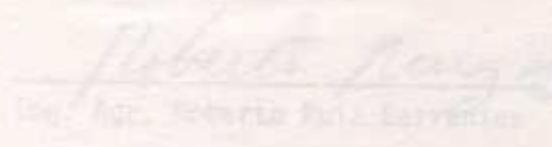


Miembro del Tribunal

PRACTICA DIRIGIDA PRESENTADA PARA OPTAR EL
TITULO DE LICENCIADA EN BIOLOGIA



Miembro del Tribunal



Miembro del Tribunal

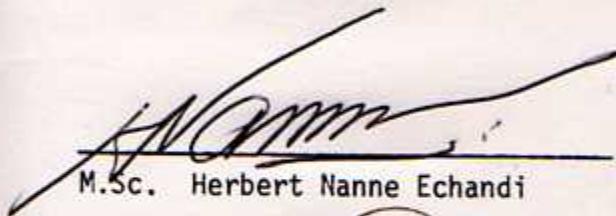


Sub-Director de la Escuela

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Facultad de Ciencias
Escuela de Biología

USO DE METIL TESTOSTERONA EN LA REVERSION DE SEXO
EN TILAPIA (*Oreochromis aureus*)

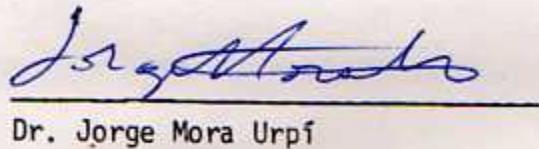
ANA LORENA SALAS ARAYA


M.Sc. Herbert Nanne Echandi

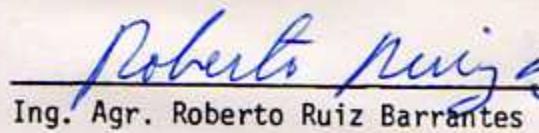
Director de Práctica


Lic. Myrna López de Bussing

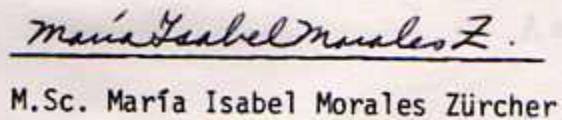
Miembro del Tribunal


Dr. Jorge Mora Urfí

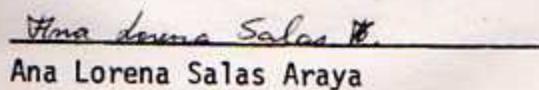
Miembro del Tribunal


Ing. Agr. Roberto Ruiz Barrantes

Miembro del Tribunal


M.Sc. María Isabel Morales Zürcher

Sub-Directora de la Escuela


Ana Lorena Salas Araya

Sustentante

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

Agradezco profundamente al Ministerio de Agricultura y Ganadería, con el cual tengo compromisos, por la oportunidad que me brinda para concluir mis estudios y el presente trabajo.

Al Sr. Ingeniero Norberto Ramón Edwards le agradezco en todo lo que vale su oportuna dirección de este trabajo, su apoyo y atención en los momentos más difíciles.

Al Sr. Ingeniero Fabrice Julio Hernández por sus sugerencias y críticas.

A mis compañeros de la Estación Agrícola Pablo García de Madrid, España y España, de quienes he recibido una gran ayuda en el desarrollo de este trabajo, y a los que no me hubiera sido posible llevar a buen término la presente actividad sin este trabajo.

A mis hijos de cuyo inocente sacrificio necesité para salir adelante,

A mis compañeros de la Estación Pablo García, especialistas Sr. Víctor Sánchez, Sr. Víctor Díaz por su colaboración en los trabajos de campo, Sr. Juan Sánchez y Sr. Walter González por su valiosa participación en el análisis estadístico, Sr. Guillermo Salazar.

A mi esposo,

A mi familia.

A Sr. Juan Sánchez por sus acertadas sugerencias.

A mis compañeros del Departamento de Agricultura, que de una u otra forma se interesaron por mi trabajo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente al Ministerio de Agricultura y Ganadería, con el cual quedo comprometida, por la oportunidad que me brindó para concluir mis estudios y el presente trabajo.

Al Biólogo Herbert Nanne Echandi le agradezco en todo lo que vale su acertada dirección de este trabajo, su apoyo y atención en los momentos que la necesité.

Al Ingeniero Roberto Ruiz Barrantes por sus sugerencias y valioso aporte.

A los trabajadores de la Estación Acuícola Fabio Baudrit M. (Marvin, Javier y Ronald), lo mismo que a Carlos Luis por su desinteresada colaboración, sin la cual no me hubiera sido posible llevar a buen término la parte práctica de este trabajo.

A mis compañeros de la Estación Fabio Baudrit, especialmente a Guillermo Sancho, a Boris Coto por su colaboración en las traducciones, a Eladio Ramírez y a Walter González por su valiosa participación en el análisis estadístico, a Guillermo Solórzano por la confección de los esquemas, a Rodolfo Araya por sus acertadas sugerencias.

A mis compañeros del Departamento de Acuicultura, que de una u otra forma se interesaron por mi trabajo.

INDICE

	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE	iii
RESUMEN	iv
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	
1.1 Generalidades.....	3
1.2 Hábitos reproductivos.....	6
1.3 Métodos de control de la reproducción.....	6
1.4 Producción de poblaciones de un solo sexo inducidas con hormonas sexuales (reversión de sexo).....	8
1.5 Reversión sexual con estrógenos.....	9
1.6 Reversión del sexo a través de andrógenos.....	10
MATERIALES Y METODOS.....	15
RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
LITERATURA CITADA.....	32
APENDICE.....	34

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo como parte del Proyecto Cooperativo de Acuicultura del Ministerio de Agricultura y Ganadería y la Universidad de Costa Rica en la Estación Experimental Fabio Baudrit M., del 22 al 29 de octubre de 1985.

Se administró el andrógeno sintético 17 α metil testosterona oralmente a alevines recién eclosionados de *Oreochromis aureus*, que tuvieran una longitud total corporal inferior a 12 mm con el fin de que sus gónadas, sexualmente indiferenciadas se desarrollarán en gónadas masculinas únicamente, y determinar la alteración en el crecimiento de los alevines por la acción hormonal.

Los alevines se mantuvieron en jaulas flotantes en estanques de cría. Durante 4 semanas cada día consecutivo se administró la hormona mezclada con alimento molido de tilapia en dosis del 10% de su peso, utilizando una proporción de 60 miligramos de hormona por kilo de alimento. La aplicación de mezcla hormonal se suspendió al cumplirse las 4 semanas (28 días), posteriormente se mantuvieron durante 10 semanas en desarrollo, en una densidad de 40 por metro cuadrado. Durante el período recibieron diariamente alimento molido de tilapia en dosis del 3% del peso total estimado. Los grupos testigo recibieron únicamente la dosis correspondiente de alimento molido de tilapia durante todo el experimento.

La proporción de sexos fue alterada significativamente a favor de los machos en el tratamiento hormonal, se obtuvo un 93.49% de machos, y no se observó ningún individuo con características femeninas. El 6,51% restante se presentó, por medio del sexado manual, como atípico o indeterminado; sin embargo, mediante examen de gónadas se observó que presentaba características masculinas.

Con respecto al incremento en peso y longitud corporal, los resultados muestran una diferencia significativa, entre los alevines tratados con hormona y los no tratados.

INTRODUCCION

El cultivo en estanques, de peces del género *Oreochromis*, conocidos comúnmente como tilapia, representa para el país, una excelente alternativa de diversificación para el mejoramiento de la dieta de los habitantes y como fuente generadora de empleo e inclusive de divisas.

La aplicación de los conocimientos biológicos de las especies cultivadas es determinante en el éxito de las diferentes técnicas utilizadas.

La resistencia de las especies de tilapia a cambios ambientales, a parásitos y enfermedades, y la utilización de materiales orgánicos en su cultivo, con lo cual se baja notablemente los costos de producción, así como el buen sabor y alto valor nutritivo de su carne, además de su aceptación y mercadeo son razones que conducen a los acuacultores a seguir cultivándolas.

Su cultivo resulta promisorio sobre todo en zonas donde se concentran los elementos necesarios para su desarrollo: fuente abundante de agua durante todo el año, suelo arcilloso, clima cálido y disponibilidad de desechos orgánicos provenientes de actividades pecuarias.

Las especies del género *Oreochromis* tienen un ciclo reproductivo corto y una gran facilidad de reproducción, lo que provoca sobrepoblación en los estanques de engorde y enanismo de los peces. Por esta situación se ha hecho necesario cultivar sólo machos. Mediante este sistema, al eliminarse

la reproducción, se consigue aumentar el crecimiento de los peces y permite elevar la densidad de siembra. En este sentido, en muchos países se realizan esfuerzos para la obtención de sólo machos en la descendencia y para tal fin tradicionalmente se realizan cruces interespecíficos, cuya técnica fue iniciada por Hickling en Malasia (21). Este método no es eficiente cuando las líneas que se utilizan en el cruce no son genéticamente puras (1).

Un sistema bastante moderno para la producción de individuos de un solo sexo y denominado reversión de sexo, se efectúa administrando hormonas sexuales femeninas o masculinas en la dieta de los peces, las cuales alteran los mecanismos de información genética hacia la formación de gónadas funcionales de uno u otro sexo.

Se ha informado que mediante este sistema se logra producir individuos sólo machos, aplicando andrógenos (2). La reversión sexual se ha aplicado en *Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus*, *O. aureus* y en varias especies de salmónidos (6, 8, 10, 23).

Debido al desarrollo alcanzado por el cultivo de la tilapia en Costa Rica se ha creído conveniente realizar el presente estudio, aplicando métodos existentes en otros países, con *O. aureus* en las condiciones de manejo de nuestro país. Interesa determinar también el posible efecto del tratamiento hormonal sobre la etapa de desarrollo del pez y la factibilidad económica de su aplicación en gran escala en proyectos comerciales.

REVISION DE LITERATURA

1.1 Generalidades

A las tilapias, pertenecientes a la familia Cichlidae y originarias de Africa y el Cercano Oriente, se les ha pescado desde tiempos anteriores a nuestra era (4) y se les considera uno de los mejores recursos proteínicos para el desarrollo de los pueblos (26). Según Guerrero (7), las tilapias son un alimento importante en muchos países tropicales y subtropicales, y varias especies son cultivadas en países en desarrollo, donde la proteína animal es escasa.

La mayoría de los autores coinciden en que la popularidad de la tilapia se basa en su capacidad de adaptación, su crecimiento rápido, sus hábitos alimenticios y reproductivos, y la facilidad con que puede ser cultivada (12,23,27), lo que le ha permitido ser uno de los peces para cultivo más ampliamente distribuidos desde el punto de vista de la nutrición humana, y el que tiene mayores perspectivas para ser utilizado en proyectos piscícolas intensivos (4).

Se cultiva en el Sudeste de Asia, Japón, Rusia Asiática, India, Cercano Oriente, en toda Africa Tropical, parte de Europa, Estados Unidos y la mayor parte de los países de América Latina (2). En países como Senegal y Nueva Guinea, la pesca continental es casi enteramente de este pez (1). También en Israel y Taiwán es importante, en especial en este último país; donde su producción llegó a 28.000 toneladas en el año 1979; un incremento

notable de 300% en 10 años (12). Del mismo modo se ha observado un aumento en la producción de tilapia en las zonas montañosas, ya que se alimenta eficientemente, tanto en la columna de agua como en el fondo.

En Costa Rica las tilapias se introdujeron en la década de los 60 (15).

Pertenece a un habitat léntico, y pueden soportar fuertes fluctuaciones en temperatura y salinidad. Se encuentran en aguas con temperaturas entre 20 y 30 grados centígrados, pero pueden adaptarse en aguas más frías. La mayor parte no crece a temperaturas inferiores a 15 grados. La temperatura óptima de reproducción es entre 26°C y 29°C en la mayor parte de ellas (2).

Existen dos formas de cultivarlas, en monocultivo o en policultivo con otras especies (4). En policultivo se ha asociado con carpa común (*Ciprinus carpio*), carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), carpa cabeza grande (*Aristichthys nobilis*) y carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*), también se ha producido tilapia en asociación con tambaqui o cachama (*Colossoma macropomum*), especie nativa de la cuenca amazónica, de carácter omnívoro (13,17).

Ruiz (20) ha investigado la producción de tilapia en asociación con almeja de agua dulce y en estudios realizados en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, localizada en Cañas, Provincia de Guanacaste, se obtuvo producciones superiores a los 9.000 kilos por hectárea por año, cultivando tilapia en asociación con caracol y almeja de agua dulce (5).

La tilapia se beneficia tanto del plancton como de micro y macroorganismos bentónicos, ya que se alimenta eficientemente, tanto en la columna de agua como del fondo de los estanques (12).

Resulta de vital importancia la fertilización del estanque, particularmente para las especies filtradoras de plancton, las cuales tienen un apetito voraz por lo que pueden crecer rápidamente (2). Bolaños (3) estudió la producción de híbridos de tilapia en estanques fertilizados con gallinaza y superfosfato triple; los resultados mostraron una producción de más de 3.000 kilos por hectárea por año.

Las necesidades de suplementos alimenticios en el cultivo de tilapia, aunque son poco conocidas, según la opinión de autoridades en este campo, es esencial en el éxito de los cultivos intensivos (2); Lovel (12) indica que el uso reciente de alimentos artificiales de alta calidad en el cultivo de la tilapia, avanza a grandes pasos. En un estudio realizado en México, entre 1981-1982, sobre fertilización orgánica y alimentación artificial, se obtuvo que entre la carpa, la trucha, el bagre y la tilapia, es ésta la que mostró mayor eficiencia (27).

Los parásitos y enfermedades afectan menos a la tilapia que a cualquier otro pez cultivado (2). Pullin (19) informa que las tilapias tienen un umbral particularmente alto al ataque por *Salmonella* sp. y *Shigella* sp. y que entre la tilapia y varias especies de carpas chinas, es la primera la que muestra mayor resistencia a la contaminación por bacterias patógenas.

1.2 Hábitos reproductivos

La tilapia madura a muy temprana edad, algunas al tercero o cuarto mes, cuando todavía están lejos de alcanzar el tamaño comercial (24). Bardach et al (2) apuntan que ya a los 2 meses de edad pueden madurar y procrear, y pueden reproducirse de nuevo cada 3 a 6 semanas. La hembra desova entre 75 a 250 huevos en nidos que el macho ha construido en el fondo de los estanques, donde el macho deposita el esperma; la hembra los toma en su boca, donde ocurre la incubación y la eclosión en los 3 a 5 días siguientes. Los alevines permanecen en la boca de la hembra hasta que el saco vitelino sea absorbido. Aún a los 10 ó 15 días posteriores a la eclosión, la hembra los retoma en su boca en momentos de peligro.

1.3 Métodos de control de la reproducción

Pretto (16) considera que la excesiva reproducción que caracteriza a las tilapias, debe ser controlada para evitar competencia intra e inter-específica, debido principalmente al alimento, lo que provoca enanismo en los peces de cosecha, e impide a la mayor parte llegar a un tamaño de mercado. Este autor señala diversas tecnologías existentes para evitar este problema:

1. Cría de machos y hembras en jaulas con alta densidad
2. Cría de machos y hembras en presencia de depredadores
3. Cría de machos y hembras con cosecha parcial de la reproducción

4. Cultivo de peces de la misma edad
5. Cultivo en agua salada
6. Obtención de machos, mediante sexado manual
7. Reversión de sexo, por medio de hormonas
8. Producción de híbridos machos

El autor considera estos métodos aceptables, pero sujetos a las condiciones de desarrollo e infraestructura del cultivo en los países de América Latina.

Otros métodos de control de la reproducción son: altas densidades de siembra, esterilización de hembras con hormonas represivas de la acción gonadal, inhibición de la reproducción con esterilizantes químicos (7,26).

Con la utilización de depredadores se ha informado buen tamaño de las tilapias de cosecha, sin embargo, se reduce significativamente el total de producción. Se ha observado que cuando se cultivan machos y hembras, pretendiendo controlar la reproducción con cosechas parciales continuas, se reduce la población y se provoca alta mortalidad por daño físico y bajos niveles de oxígeno disuelto (7).

El cultivo de solo machos, tiene la ventaja de un mayor crecimiento de los peces, además de que se pueden cultivar en densidades más altas (6).

En el sexado manual, los sexos se distinguen por observación de la

papila urogenital. Es conveniente utilizar un aplicador impregnado de tinta o algún otro colorante, sobre la papila para apreciar mejor la abertura genital en la hembra. Es un método laborioso, que requiere algo de destreza. Los posibles errores humanos son su mayor inconveniente. La producción de híbridos para obtener poblaciones exclusivamente de machos, se dificulta debido a la necesidad de mantener líneas puras por largos períodos de tiempo. La mezcla de las líneas trae como resultado la aparición de diferentes proporciones de hembras (1, 7, 18).

1.4 Producción de poblaciones de un solo sexo inducidas con hormonas sexuales (reversión de sexo).

La técnica de reversión de sexo se desarrolló en la Universidad de Auburn en Alabama, Estados Unidos, para producir poblaciones de un solo sexo. Su potencial se demostró bajo condiciones experimentales (26).

El uso de hormonas sexuales para producir poblaciones de tilapia de un solo sexo será comercialmente factible, si se perfeccionan los métodos o si son adoptadas técnicas de tratamiento estandarizadas (22).

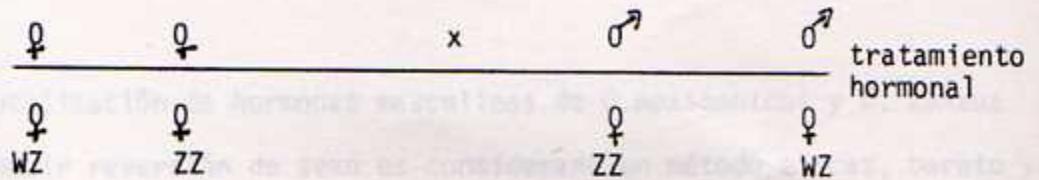
La utilización de hormonas esteroides para producir poblaciones de un solo sexo es un método probado efectivamente en muchas especies de tilapia (7).

Shelton et al (22) consideran que se puede desarrollar una población

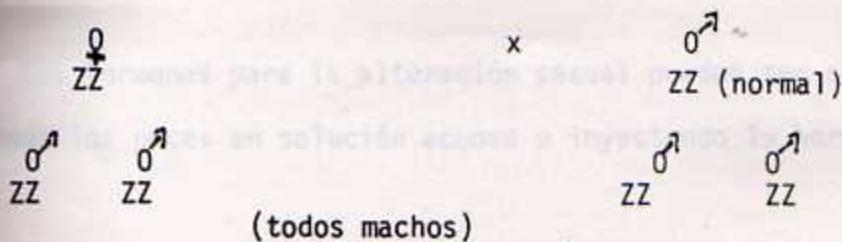
de un solo sexo por medio de inducción hormonal para reversar el sexo por interferencia con los mecanismos de determinación del sexo de la mitad de la población. El potencial para desarrollar hembras o machos ocurre en la fertilización, cuando se recupera el número diploide de cromosomas. El sexo es determinado genéticamente por cromosomas sexuales pero algunos factores determinantes del sexo se encuentran también en los autosomas. La administración de estas hormonas alteran los mecanismos de información genética hacia la formación de gónadas funcionales de uno u otro sexo.

1.5 Reversión sexual con estrógenos

Con la aplicación de estrógenos en machos de especies de tilapia homogamética (ZZ ó YY), se obtienen hembras funcionales con genotipo masculino. Estas hembras se cruzan luego con machos normales. La progenie de estos cruces puede conducir a la obtención de machos en su totalidad.



0 ZZ hembras fenotípicas funcionales con genotipo masculino



Este método tiene el inconveniente de que hay necesidad de realizar pruebas de progenie para distinguir las hembras con genotipo masculino de las normales. También es necesario mantener las líneas puras, sin mezclar, al igual que en la hibridación interespecífica (9,25).

1.6 Reversión del sexo a través de andrógenos.

Cuando se desea obtener directamente machos de la población total, se administran andrógenos a la población normal joven. Hembras genéticas son inducidas a desarrollarse en machos funcionales, pero su genotipo no es afectado; así los mecanismos genéticos que determinan el fenotipo sexual son inhibidos (6).

Alevines de tilapia sexualmente indiferenciados tratados con metiltestosterona y etiniltestosterona produjeron repetidamente poblaciones totales de machos (25).

La utilización de hormonas masculinas de *O. mossambicus* y *O. aureus* para inducir reversión de sexo es considerado un método eficaz, barato y práctico de prevención de sobrepoblación. Los procesos envuelven el uso de andrógenos orales para producir 100% machos (6).

Las hormonas para la alteración sexual pueden ser administradas, sumergiendo los peces en solución acuosa o inyectando la hormona. Se sugiere

17 alfa metiltestosterona ó 17 alfa etiltestosterona, en forma oral, que es la que ha dado resultados más consistentes, ya que la actividad oral es mayor con productos sintéticos. Estas drogas sintéticas son más baratas que los esteroides naturales y son algunas de las más potentes, disponibles para el efecto masculinizante (21, 25).

La 17 alfa metiltestosterona es insoluble en agua y soluble en alcohol, se conoce comercialmente bajo los siguientes nombres:

Anertan
 Homandren
 Malestrone
 Mt-Oretron-M
 Nu-Man
 Testovirom

La 17 alfa etiltestosterona es una hormona insoluble en agua y soluble en alcohol y aceite, se conoce comercialmente bajo los siguientes nombres:

Gestoral
 Etiltestosterona
 Pregneninolone
 Progestone
 Proluton

Johnstone encontró solamente un 1% de los niveles iniciales aplicados de metiltestosterona después de 100 horas de la aplicación (11). Shelton (22) recomienda tratamiento oral de alevines de *O. aureus* entre 9 y 11

milímetros de longitud corporal, en densidades de 2.600 por metro cuadrado o menos, en dosis de hormona de 60 miligramos por kilogramo de alimento, durante 6 semanas a temperatura de 25 a 29 grados centígrados para producir totalidad de machos.

El tratamiento se puede realizar en tanques cubiertos, los cuales pueden ser de concreto, fibra de vidrio o metal, con buena aireación y realizando cambios de agua. El uso de formalina, sal o permanganato de potasio es una medida profiláctica para evitar enfermedades (6).

El plancton como alimento natural se produce normalmente en estanques al descubierto y si se adiciona materia orgánica se reproduce en grandes cantidades. Algunos autores consideran que realizar el tratamiento hormonal en este tipo de estanques, podría conducir a los alevines a preferir el alimento natural, dejando de ingerir el alimento artificial en el cual va incluida la hormona. Por esta razón, recomiendan realizar el tratamiento en tanques cubiertos, en los cuales se reduce la cantidad de plancton disponible (22). Smitherman^{1/} informa que, por el contrario, ante la presencia de alimento natural y alimentación artificial, los pececillos prefieren el alimento artificial.

Para los dos andrógenos, metiltestosterona y etiniltestosterona, la

^{1/} SMITHERMAN, R. Universidad de Auburn, Alabama, Estados Unidos. 1985
(Comunicación Personal)

dosis entre 30 y 60 mgrs. por kilo de alimento han sido las más efectivas.

Cantidades menores pueden disminuir la eficacia o anularla del todo. Los tratamientos con estrógenos suelen ser menos eficaces que con andrógenos (24).

Guerrero (6) indica que la hormona se puede aplicar mezclada con el alimento o bien se puede disolver en alcohol y mezclarse luego con el alimento. El mismo autor alimentó diariamente los alevines con una dosis del 12% del peso del cuerpo durante la primera semana, con 10% la segunda y 8% la tercera. La dosis diaria la dividió en 3 porciones, cada porción la aplicó con una diferencia de 4 horas durante un período en el cual los alevines alcanzaron 18 a 22 milímetros de longitud total del cuerpo, en *O. aureus*.

Estudios de Shelton et al (23) demostraron que la eficacia del andrógeno fue alta en tratamientos que duraron 21 y 28 días, a temperatura de 21 grados centígrados. Solo machos se obtuvieron en cada réplica. Períodos de tratamiento de 16 a 19 días, no fueron suficientes para producir poblaciones de machos. La reducción en la eficiencia del andrógeno se asoció con altas temperaturas. El andrógeno no fue eficiente a los 30°C, aunque la duración del tratamiento fue suficiente y los pececillos no medían menos de 18 milímetros de longitud corporal; un porcentaje de hembras permaneció en la población.

En densidades de 160 alevines por metro cuadrado y 21 días de duración

MATERIALES Y MÉTODOS

del tratamiento, alcanzaron un tamaño de 26.3 y 28.6 milímetros recibiendo una dosis de alimento en la cual los alevines pudieron satisfacerse en exceso, y dosis del 12% del peso, respectivamente. Se obtuvo un 98.9% de machos con la dosis en exceso. Mientras que en períodos de duración de 28 días de tratamiento bajo las mismas condiciones, el resultado en ambas dosis fue de 100% de machos. Los alevines que recibieron una dosis de alimento del 12% alcanzaron una longitud corporal de 33 mm y los que recibieron una dosis en exceso alcanzaron 33.9 mm.

Se considera además que la mortalidad, durante los períodos de tratamiento hormonal, puede afectar la proporción de sexos. En experimentos Shelton et al también hallaron que la mortalidad fue menor que 10% en todas las réplicas.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en estanques de cultivo del Proyecto Cooperativo de Acuacultura del Ministerio de Agricultura y Ganadería y la Universidad de Costa Rica, en la Estación Experimental Fabio Baudrit M., ubicado a 840 metros sobre el nivel del mar, en el Barrio San José de Alajuela, entre el 22 de julio y el 29 de octubre de 1985.

Estos estanques son al descubierto con fondo de tierra, se les aplica fertilizante orgánico para la producción de alimento natural (plancton), y se les adiciona agua semanalmente para reponer la pérdida ocurrida por evaporación y filtración.

Para el mantenimiento de los peces durante el ensayo, se utilizaron jaulas flotantes con armazón soldada de varilla de hierro de 0.63 cm (1/4 pulgada) de diámetro, y sus laterales se cubrieron con cedazo plástico tipo mosquitero. En la parte superior de la jaula, a lo largo de los bordes se colocaron trozos de caña de bambú para flotación.

La depredación por aves se evitó cubriendo la superficie superior con cedazo de nylon de 1.9 cm.

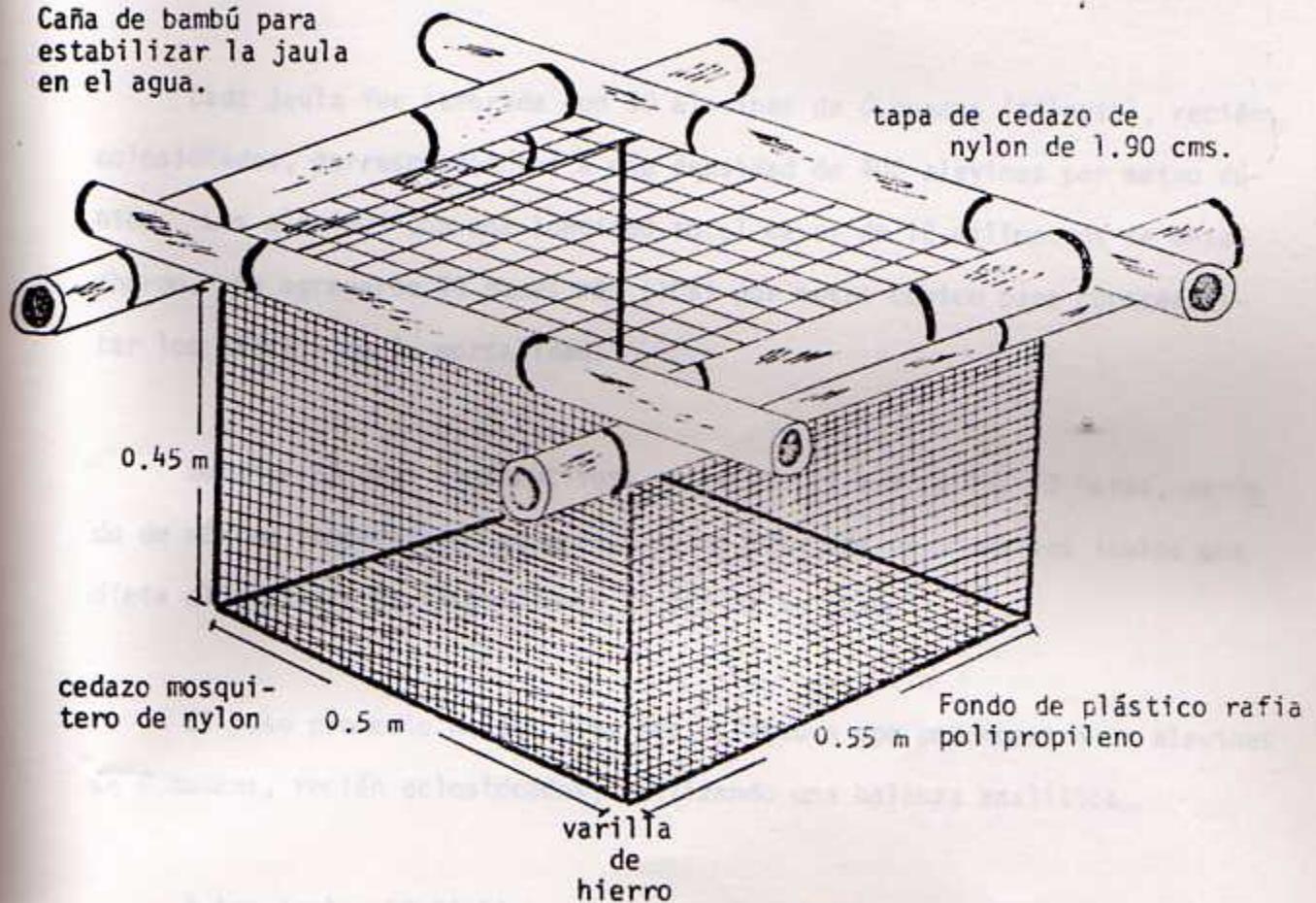
Las jaulas se numeraron y rotularon con letras A y B y se colocaron a 4 m. de la orilla, en dos estanques separados con el fin de evitar paso de sustancia hormonal de unas jaulas a otras.

JAUJA UTILIZADA EN EL ESTUDIO DE REVERSION DE SEXO EN

Oreochromis aureus

Caña de bambú para
estabilizar la jaula
en el agua.

tapa de cedazo de
nylon de 1.90 cms.



En ambos estanques se suspendió la aplicación de fertilizante para disminuir la cantidad de plancton.

El agua que alimenta dichos estanques tiene un pH que oscila entre 7 y 8 y contiene un nivel de oxígeno disuelto de 6 miligramos por litro.

Cada jaula fue sembrada con 50 alevines de *O. aureus* (tilapia), recién eclosionados, correspondientes a una densidad de 400 alevines por metro cúbico. Los alevines con una longitud total mayor de 12 milímetros se desecharon. Se agregaron 40 peces más (10%) por metro cúbico para contrarrestar los efectos de la mortalidad.

Durante 28 días consecutivos, entre las 11 a.m. y las 13 horas, período de máxima temperatura, se aplicó a los alevines de todas las jaulas una dieta alimenticia correspondiente al 10% de su peso.

El peso promedio de los alevines se obtuvo con una muestra de alevines de *O. aureus*, recién eclosionados, utilizando una balanza analítica.

A las jaulas 1A, 2A, 3A, se les aplicó alimento para tilapia finamente molido. Este contiene un 22% de proteína, y fue preparado por la Industria Nacional de Alimentos Gibbons, a base de: subproductos de molinería de trigo, subproductos de molinería de arroz, harina de carne y huesos, harina de semilla de algodón, premezcla vitamínica y mineral y ácido propiónico.

Las jaulas 1B, 2B, 3B recibieron el mismo tipo de alimento mezclado con alfa metil testosterona, hormona sexual masculina, sintética, importada de los Estados Unidos.

Preparación de la mezcla.

La mezcla utilizada en este estudio se preparó en base al método de evaporación alcohólica descrito por Guerrero (6), de la siguiente forma:

- Se hizo una solución de 15 g de alfa metil testosterona en 250 ml de alcohol etílico de 95%.
- El alimento molido de tilapia, procedente de la fábrica, fue triturado y pasado por un tamiz fino, varias veces, hasta obtenerlo pulverizado. Se tomó 250 g de este alimento en polvo y se adicionó a la solución alcohólica, mezclando constantemente hasta obtener una mezcla totalmente homogénea.
- La mezcla se dejó secar al aire con el propósito de evaporar el exceso de alcohol. Se procedió luego a pesar la dosis correspondiente de los primeros 15 días, de cada una de las jaulas. Se guardó por separado en bolsas plásticas etiquetadas y herméticamente cerradas en una cámara fría que mantiene una temperatura entre 13 y 15 grados centígrados.

La mezcla hormonal restante se guardó en la misma cámara, y se utilizó en la alimentación de las 2 semanas posteriores.

Al cumplir las 2 semanas de la siembra, se realizó un muestreo por

jaula para determinar el peso de los alevines. Con este dato se calculó de nuevo la dosis a suministrar, en el período restante, hasta completar 28 días (I etapa).

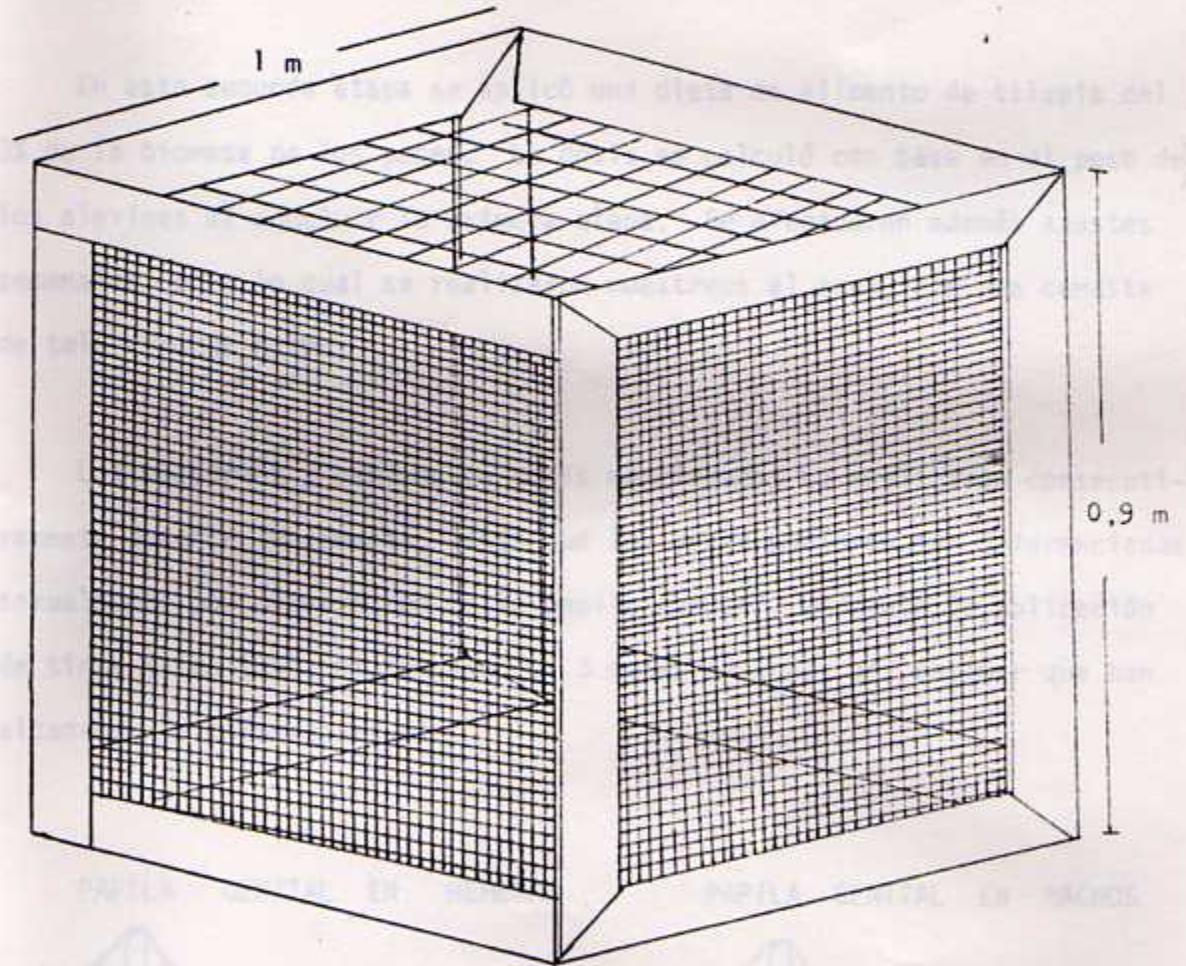
Cumplidos los 28 días del tratamiento se detuvo la aplicación de mezcla hormonal y se procedió a realizar el conteo de alevines sobrevivientes por jaula, datos que se pueden observar en el Cuadro 8A. Al mismo tiempo se realizaron mediciones en peso y talla de los alevines (Cuadros 2A, 3A).

A partir de este momento los peces fueron trasladados a otras jaulas (II etapa), construidas con armazón de madera, laterales de cedazo tipo mosquitero plástico, fondo doble de polipropileno (rafia), y cubiertas con malla para prevenir, al igual que en las primeras, el ataque de aves. La altura de las jaulas es de 90 cm. En éstas se colocaron los alevines provenientes de cada una de las jaulas utilizadas inicialmente, por separado, con una densidad de 40 por metro cuadrado para su desarrollo. Esta densidad se usa corrientemente en la Estación para desarrollar alevines.

Las jaulas se colocaron en un mismo estanque, para evitar al máximo posible los cambios en cantidad de plancton, de volumen y calidad de agua, etc.

Para efectos prácticos los elevines pueden ser desarrollados en estas
cuas sin necesidad de usar el elevin. La cual se utiliza únicamente para
control de los elevines en el estudio.

ESQUEMA DE JAULA

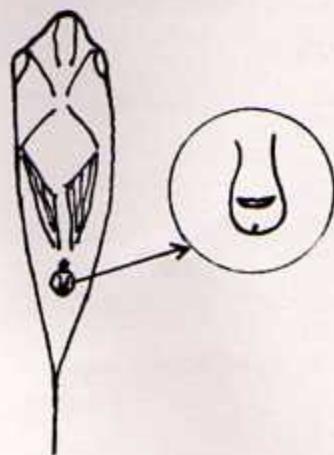


Para efectos prácticos los alevines pueden ser desarrollados en estanques sin necesidad de usar esta jaula, la cual se utilizó únicamente para control de los alevines en el estudio.

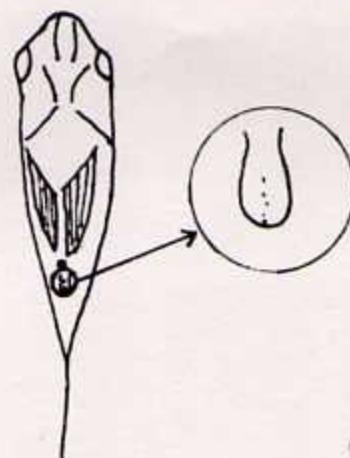
En esta segunda etapa se aplicó una dieta de alimento de tilapia del 3% de la biomasa de los peces. La dosis se calculó con base en el peso de los alevines al concluir la primera etapa. Se efectuaron además ajustes semanales, para lo cual se realizaron muestreos al azar, con una canasta de tela fina de nylon.

Los muestreos y cambios de dosis mencionados se realizaron consecutivamente durante 10 semanas, hasta que los peces pudieron ser diferenciados sexualmente por observación de la papila genital, mediante la aplicación de tinta china (16), al cumplir los 3 meses de edad, por estimar que han alcanzado la madurez sexual.

PAPILA GENITAL EN HEMBRAS

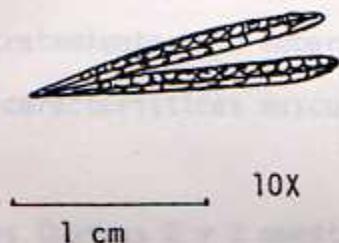


PAPILA GENITAL EN MACHOS

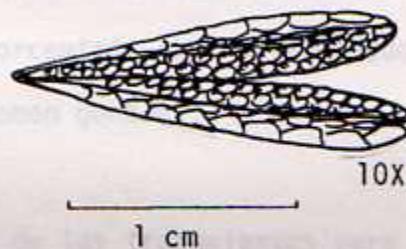


Se anotó la proporción de individuos sexualmente indeterminados, cuando carecían de la características externas propias de cada tipo sexual. Luego en estos mismos individuos indeterminados se determinó la proporción de sexos por examen de las gónadas mediante disección.

GONADA EN MACHOS



GONADA EN HEMBRAS



Se realizó prueba de "T" de Student al 5% para comparar las medias de los tratamientos y un análisis de regresión por mínimos cuadrados(14) para describir el comportamiento del peso y talla con respecto al tiempo.

Los Gráficos 4 y 5 presentan los promedios de los valores observados de la longitud corporal y peso, además los valores estimados con base en los datos de regresión (14).

El Gráfico 6 muestra el alimento consumido por alavín en los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

CUADRO 1. Promedios expresados en porcentajes, de los factores sexuales obtenidos en alevines de

A partir de los datos que aparecen en el Cuadro 1, donde se presentan los promedios del porcentaje de sexos de los alevines de *Oreochromis aureus* en cada tratamiento, puede notarse que hubo una variación altamente significativa en favor de los machos, en aquellos mantenidos bajo tratamiento hormonal. Se observa además que no se obtuvo una totalidad de machos en este tratamiento; sin embargo, el reducido porcentaje de indeterminados, presentó características masculinas según el examen gonadal.

Los Cuadros 2 y 3 muestran los promedios de los tratamientos para las variaciones peso y longitud corporal en la primera y segunda etapas, respectivamente. Nótese que no se encontró diferencia significativa para dichas variables. De acuerdo con la opinión de Anderson y Smitherman (22), los andrógenos pueden afectar el metabolismo en algunas especies, pero el tratamiento para la obtención de machos es tan corto, que resulta poco probable que influya en el crecimiento.

CUADRO 2. Promedios expresados en porcentajes, de los factores sexuales obtenidos en alevines de

Los Cuadros 4 y 5 presentan los promedios de los valores observados para longitud corporal y peso, además los valores estimados con base en modelos de regresión (14).

CUADRO 3. Promedios expresados en porcentajes, de los factores sexuales obtenidos en alevines de

El Cuadro 6 muestra el alimento consumido por alevín en los tratamientos.

CUADRO 1. Promedios expresados en porcentajes, de los fenotipos sexual obtenidos en alevines de *Oreochromis aureus*.

TRATAMIENTO	MEDIAS		
	MACHOS	HEMBRAS	INDETERMINADOS
Con hormona	93,49*	0*	6,51
Sin hormona	56,20*	43,8*	0

De acuerdo a la determinación del sexo por examen gonadal se halló que la totalidad de individuos indeterminados externamente presentaron gónadas masculinas.

* Tratamiento que presentan diferencia significativa, según prueba de "T" 5%.

CUADRO 2. Medias de los tratamientos para las variables peso y talla de los alevines de *O. aureus* a los 28 días de edad.

TRATAMIENTO	PESO PROMEDIO (g)	TALLA PROMEDIO (cm)
Sin hormona	0,44* ^a	2,81 ^a
Con hormona	0,42 ^a	2,83 ^a

* Tratamiento con letra **a** en cada variable, no tienen diferencia significativa, según prueba de "T" 5%.

CUADRO 3. Medias de los tratamientos para las variables peso y talla de los alevines de *O. aureus* de los 28 a los 99 días de edad.

TRATAMIENTO	PESO PROMEDIO (g)	TALLA PROMEDIO (cm)
Sin hormona	2,48 ^{a*}	4,95 ^a
Con hormona	2,38 ^a	4,91 ^a

* Tratamiento con letra a en cada variable, no tienen diferencia significativa, según prueba de "T" 5%.

CUADRO 4. Promedio de los valores en peso observados y estimados de acuerdo al tiempo en los tratamientos

TIEMPO/ DIAS	TRATAMIENTO CON HORMONA		TRATAMIENTO SIN HORMONA	
	VALOR OBSERVADO	VALOR ESTIMADO	VALOR OBSERVADO	VALOR ESTIMADO
0	0,39	0,44	0,44	0,40
9	0,48	0,60	0,57	0,47
15	0,94	0,79	0,70	0,60
23	1,25	1,13	1,18	0,88
29	1,53	1,46	1,44	1,49
35	1,78	1,85	2,05	2,53
44	2,56	2,56	2,44	2,18
51	3,02	3,20	3,25	2,80
64	5,07	4,62	5,17	4,18
71	5,42	5,51	5,56	5,05

En el Cuadro 7, se incluye el porcentaje de mortalidad obtenido al concluir la primera y segunda etapa, respectivamente. No se encontró diferencia significativa de un tratamiento sobre el otro.

CUADRO 5. Promedio de los valores en longitud corporal observados y estimados de acuerdo al tiempo en los tratamientos.

TIEMPO/ DIAS	TRATAMIENTO CON HORMONA		TRATAMIENTO SIN HORMONA	
	VALOR OBSERVADO (y)	VALOR ESTIMADO (y)	VALOR OBSERVADO (y)	VALOR ESTIMADO (y)
0	2,83	2,79	2,81	2,79
9	3,09	3,25	3,05	3,01
15	3,47	3,60	3,13	3,38
23	4,35	4,08	3,96	3,91
29	4,57	4,44	4,36	4,33
35	4,84	4,80	4,98	4,76
44	5,33	5,35	5,34	5,42
51	5,74	5,79	5,88	5,95
59	6,10	6,27	6,42	6,55
64	6,45	6,59	7,12	6,93
71	7,25	7,02	7,41	7,47

Los autores (25) hallaron mortalidades inferiores a 10% en pollos de 21 a 28 días de tratamiento hormonal, lo cual concuerda con los resultados del presente estudio.

En el Cuadro 7, se incluye el porcentaje de mortalidad obtenido al concluir la primera y segunda etapa, respectivamente. No se encontró diferencia significativa de un tratamiento sobre el otro.

CUADRO 6. Medias de los tratamientos para el alimento consumido por pez.

TRATAMIENTO	MEDIAS DEL ALIMENTO CONSUMIDO POR PEZ	
	Primera etapa	Segunda etapa
Sin hormona	0,38 ^{a*}	5,62 ^a
Con hormona	0,27 ^a	4,80 ^a

CUADRO 7. Medias de los tratamientos para la mortalidad (%) de la primera y segunda etapa.

DIAS	MEDIAS	
	Sin hormona	Con hormona
28	25,33 ^{a*}	9,87 ^a
99	20,53 ^a	8,95 ^a

Varios autores (23) hallaron mortalidades inferiores a 10% en periodos de 21 a 28 días de tratamiento hormonal, lo cual concuerda con los resultados del presente estudio.

Sea hormona $Y = 2.7944 + 0.063464x - 0.00018003x^2$

Costo hormona $Y = 2.7902 + 0.064345x - 0.00018003x^2$

En el Cuadro 15A, se ha establecido el costo de los materiales necesarios para realizar el tratamiento hormonal en jaulas flotantes, con una densidad de 400/m² en estanques de cultivo. Según estos datos, el costo por alevín tratado, es de 1,15 colones; los alevines machos se venden actualmente en las Estaciones Acuícolas en el país entre 1,50 y 2 colones cada uno.

Cuando se determinaron estos valores (marzo y abril de 1986) existía una relación aproximada de 54 colones por dólar estadounidense.

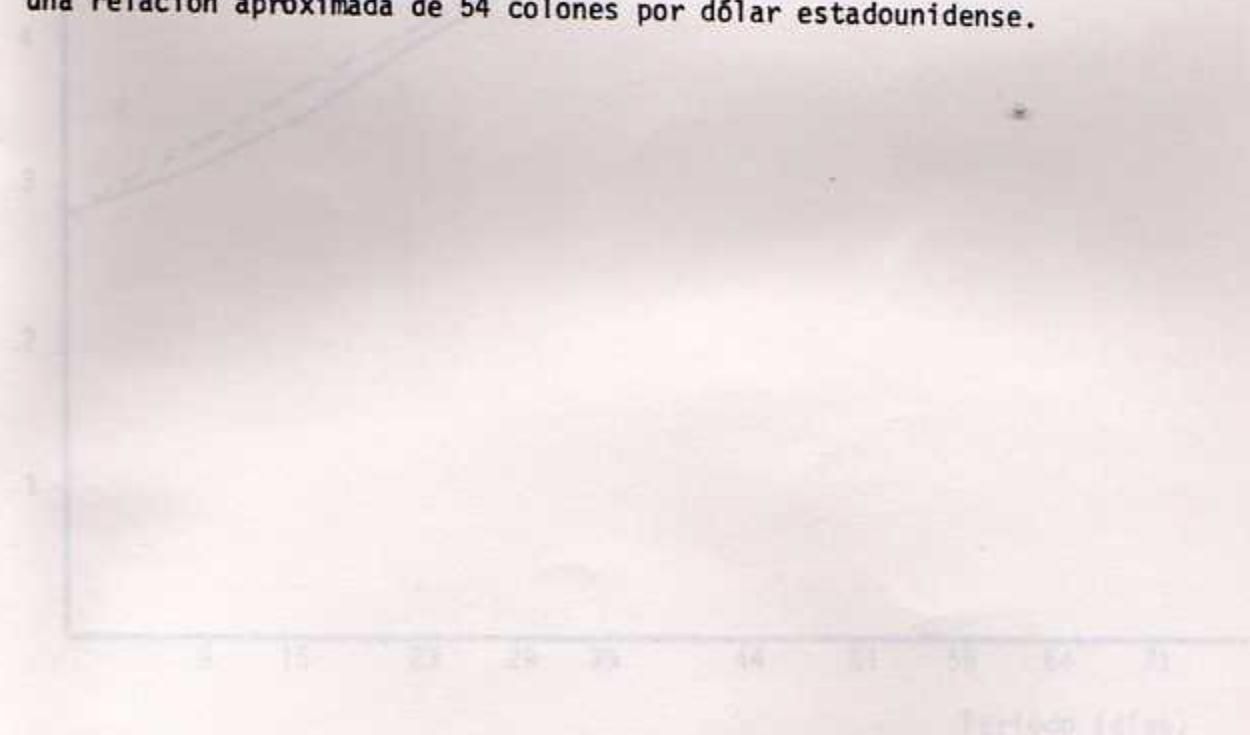


Figura 3. Influencia de la hormona sobre la longitud total corporal de los alevines de *Macrotis acuta*.

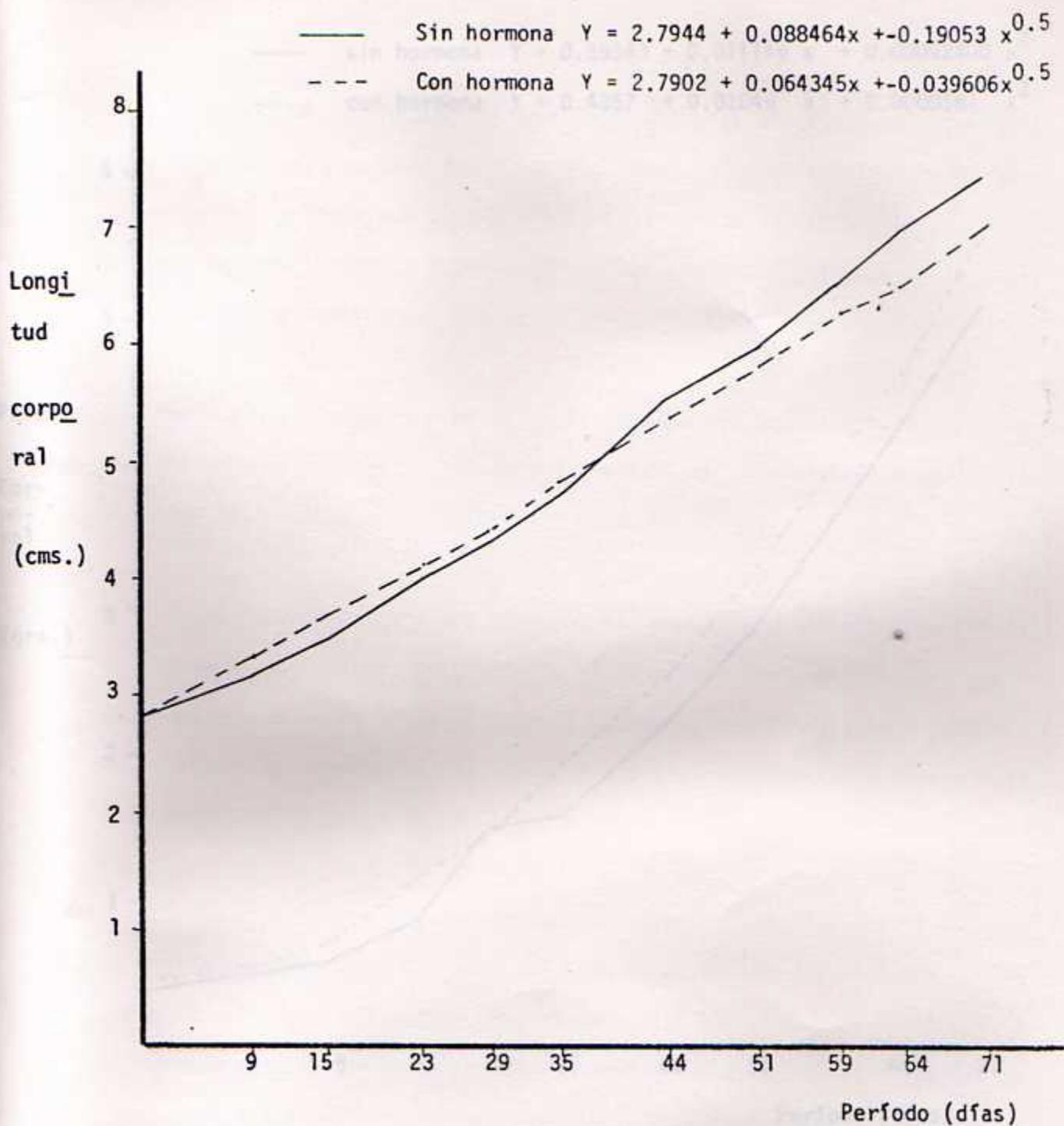


Figura 1. Influencia de la hormona sobre la longitud total corporal de los alevines de *Oreochromis aureus*.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

— sin hormona $Y = 0.39543 + 0.011146 x + 0.00092400 x^2$
 - - - con hormona $Y = 0.4357 + 0.01049 x + 0.0008581 x^2$

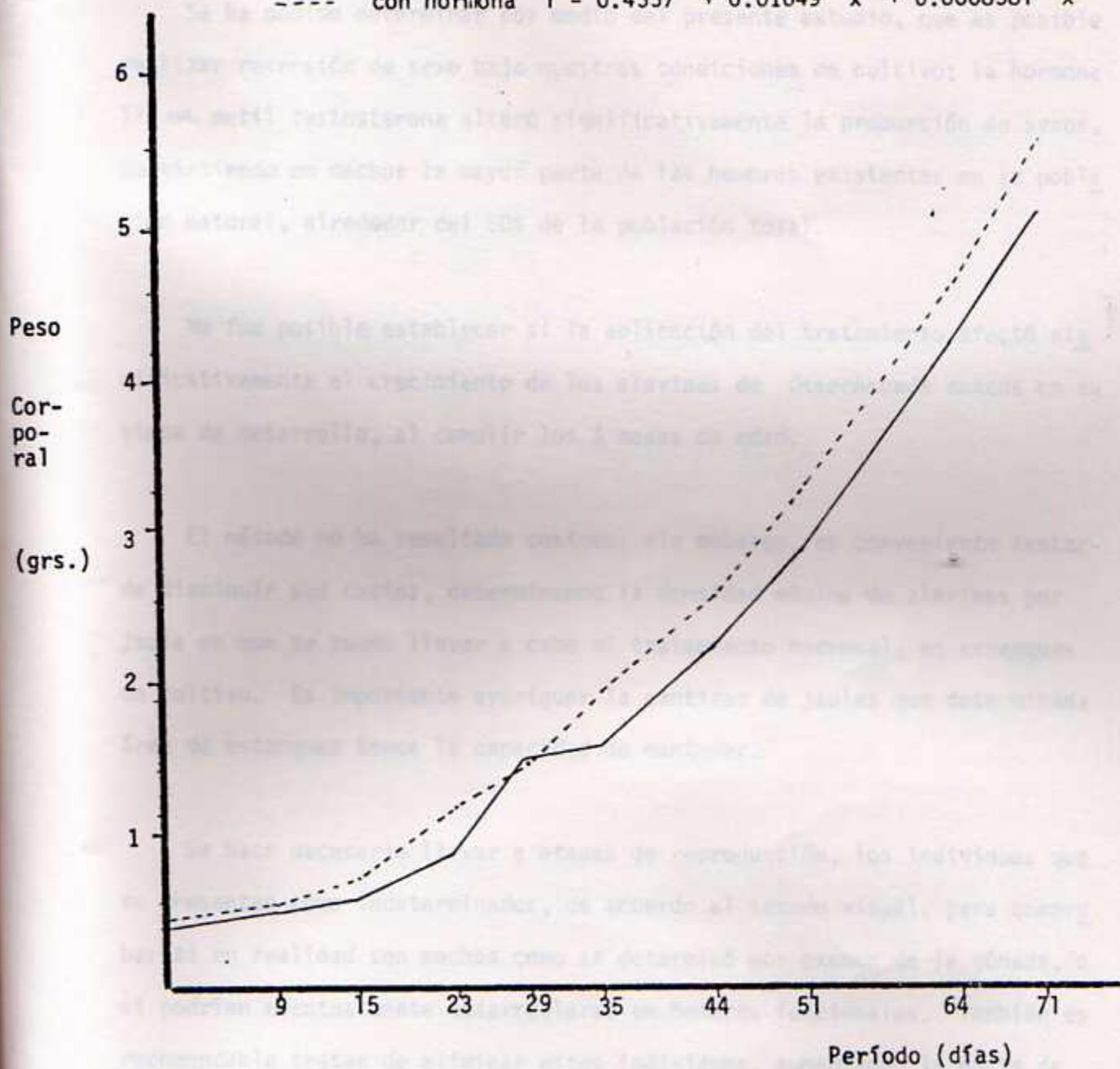


Figura 2. Influencia de la hormona sobre el peso de los alevines de *Oreochromis aureus*

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha podido determinar por medio del presente estudio, que es posible realizar reversión de sexo bajo nuestras condiciones de cultivo; la hormona 17 α metil testosterona alteró significativamente la proporción de sexos, convirtiendo en machos la mayor parte de las hembras existentes en la población natural, alrededor del 50% de la población total.

No fue posible establecer si la aplicación del tratamiento afectó significativamente el crecimiento de los alevines de *Oreochromis aureus* en su etapa de desarrollo, al cumplir los 3 meses de edad.

El método no ha resultado costoso; sin embargo, es conveniente tratar de disminuir sus costos, determinando la densidad máxima de alevines por jaula en que se pueda llevar a cabo el tratamiento hormonal, en estanques de cultivo. Es importante averiguar la cantidad de jaulas que determinada área de estanques tenga la capacidad de mantener.

Se hace necesario llevar a etapas de reproducción, los individuos que se presentan como indeterminados, de acuerdo al sexado visual, para comprobar si en realidad son machos como se determinó por examen de la gónada, o si podrían eventualmente desarrollarse en hembras funcionales. También es recomendable tratar de eliminar estos individuos, aumentando la dosis de mezcla hormonal a aplicar.

LITERATURA CITADA

1. AVTALION, R. Markers in Sarotherodon and their use for sex and species identification. In: Pullin, R.S. and Lowe, Mc Connell, R.H. (eds) Biology and culture of tilapias. Iclarm conference proceeding 7. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 1982. pp 309-316.
2. BARDACH, J., RYTHER, J., MCLARNEY, W. Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater and marine organisms. V.S. Wiley and Sons, 1973. pp 350-384.
3. BOLAÑOS, J. Estudio preliminar sobre el cultivo de híbridos de tilapia (*Tilapia hornorum* x *Tilapia mossambica*) con gallinaza y superfosfato triple, en Costa Rica. Revista Latinoamericana de Acuicultura. N° 2:22-28. 1979.
4. CORELLA, R., GONZALEZ, N. y LEON, S. Diseño de alimentos suplementarios para tilapia. Revista de la Asociación Bananera Nacional S.A. N°16: 5,16. 1982.
5. COSTA RICA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Dirección General de Recursos Pesqueros y Acuicultura. Departamento de Acuicultura. Informe anual. 1984.
6. GUERRERO, R.D. Use of male sex hormones for production of all male tilapia broods. Auburn University. 1978. 4 p.
7. GUERRERO, R.D. Control of tilapia reproduction. In: Pullin, R.S. and Lowe-Mc Connell, R.H. (eds). Biology and culture of tilapias. Iclarm conference proceeding 7. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. pp 309-316. 1982.
8. GOETZ, F.W., DONALDSON, E., HUNTER, G. Efects of estradiol 17 B and 17 α methyl testosterone on gonadal differentiation in the Coho Salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture. 17: 267-278. 1979.
9. JENSEN, G.L. and SHELTON, W.I. Efects of estrogens on *Tilapia aurea* Implications for production of monosex genetic male tilapia. Aquaculture. 16: 233-242. 1979.
10. JOHNSTONE, R., SIMPSON, T.H. and YOUNGSON, A.F. Sex reversal in Salmonid. Aquaculture. 13: 115-134. 1978.
11. JOHNSTONE, R., MACINTOSH, D.J., WRIGHT, R.S. Elimination orally administered 17 α methyltestosterone by *Oreochromis mossambicus* (tilapia) and *Salmo gairdneri* (Rainbow trout) juveniles. Aquaculture. 35: 249-257. 1983.

12. LOWELL, T. Feeding tilapia. *Aquaculture magazine*. November-December. pp 42-43. 1980.
13. LOVASHING, L. Tilapias hybridation. *International Center of Aquaculture*. Auburn University. U.S. p. 279-308. 1980.
14. MURRAY, R. Estadística. Traducido de la 1a. ed. en inglés. Mc Graw-Hill S.A., México. 1970. 357 p.
15. NANNE, H. El cultivo de la tilapia en Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. N°7: 11-17. 1981.
16. PRETTO, R. Módulo de producción de *Tilapia nilotica* macho a nivel de granja para el policultivo de peces. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. N°14: 43-45. 1982.
17. PRETTO, R. Policultivo con especies de aguas calientes. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. N°15: 27-30. 1983.
18. PRETTO, R. El sexado de la tilapia por el método del tinte. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. N°7: 24-25. 1981.
19. PULLIN, R.S. Disease of tilapia. In: Pullin, R.S. and Lowe-Mc Connell R.H. (eds) *Biology and culture of tilapias*. Iclarm conference proceeding 7. *International Center for Living Aquatic Resources Management*. Manila, Philippines. 1982. pp 331-352.
20. RUIZ, R. Ensayo de crecimiento en policultivo. *Revista de la Asociación Bananera Nacional S.A.* N°17: 6-7. 1982.
21. SALGADO, R. El efecto de diferentes tasas de siembra en la producción de híbridos intraespecíficos del género tilapia (*Sarotherodon*). *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. N°2: 29-41. 1979.
22. SHELTON, W.L., HOPKINS, K.D. and JENSEN, G.L. Use of hormones to produce monosex tilapia for aquaculture. Auburn, Alabama, V.S. *Alabama Cooperative Fishery Research*. 1978. 24 p.
23. SHELTON, W.L., RODRIGUEZ, D. and LOPEZ, J. Factors affecting androgen sex reversal of *Tilapia aurea*. *Aquaculture*. 25: 59-65. 1981.
24. SPOTS, D. High density tilapia culture Japan. *Aquaculture magazine*. Julio-Agosto. pp 21-23. 1983.
25. TAYAMAN, M. Inducement of sex reversal in *Sarotherodon niloticus* (Linnaeus). *Aquaculture* 14: 349-354. 1978,
26. WOHLFARTH, G.W. and HULATA, G.I. Applied genetics of tilapias. *International Center for Living Aquatic Resources Management* Manila, Philippines. 1981. 26 p.
27. ZARZA, E. Zootecnia Acuícola en México 1981-1982. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. N°14: 9-15. 1982.

CUADRO 1A. Porcentaje de fenotipos sexuales controlados por repetición.

TRATAMIENTO	CON HORMONA			SIN HORMONA		
	MACHOS	HEMBRAS	INDETERMINADOS	MACHOS	HEMBRAS	INDETERMINADOS
I	80.8	0	9.10	58.62	41.87	0
II	95.24	0	4.76	85.17	44.87	0
III	93.88	0	4.12	54.83	45.15	0
IV	93.40	0	6.60	56.20	43.80	0

APENDICE

CUADRO 1A. Porcentaje de fenotipos sexuales obtenidos por repetición.

TRATAMIENTO	CON HORMONA			SIN HORMONA		
	MACHOS	HEMBRAS	INDETERMINADOS	MACHOS	HEMBRAS	INDETERMINADOS
I	90.9	0	9.10	58.62	41.57	0
II	95.74	0	4.25	55.17	44.87	0
III	93.82	0	6.18	54.83	45.16	0
\bar{x}	93.49	0	6.51	56.20	43.80	0

CUADRO 2-A. Promedio de peso (g) por tratamiento al final de la primera etapa.

TRATAMIENTO	I	II	III	\bar{x}
Con hormona	0.50	0.30	0.37	0.39
Sin hormona	0.30	0.45	0.56	0.44

CUADRO 3-A. Promedios de la longitud corporal (cm) por tratamiento al final de la primera etapa.

TRATAMIENTO	I	II	III	\bar{x}
Con hormona	3	2.70	2.80	2.83
Sin hormona	2.67	2.85	2.90	2.81

CUADRO 4-A. Promedios del incremento en peso (g) de los alevines de acuerdo a los muestreos en el tratamiento hormonal durante la segunda etapa.

TRATAMIENTO	TIEMPO EN DIAS	I	II	III	\bar{X}
H O R M O N A	0	0.50	0.30	0.37	0.39
	9	0.66	0.38	0.40	0.48
	15	1.06	0.90	0.87	0.94
	23	1.38	1.16	1.22	1.25
	29	1.68	1.40	1.52	1.53
	35	1.94	1.62	1.78	1.78
	44	2.76	2.30	2.61	2.56
	51	3.12	2.73	3.22	3.62
	59	3.92	3.39	3.97	3.76
	64	5.26	4.87	5.10	5.07
CON	71	5.65	5.17	5.45	5.42

CUADRO 5-A. Promedios del incremento en peso (g) de los alevines de acuerdo a los muestreos en el tratamiento sin hormona durante la segunda etapa.

TRATAMIENTO	TIEMPO EN DIAS	I	II	III	\bar{X}
HORMONA	0	0.30	0.45	0.56	0.44
	9	0.62	0.50	0.60	0.57
	15	0.76	0.61	0.72	0.70
	23	1.23	1.10	1.20	1.18
	29	1.60	1.50	1.23	1.44
	35	2.12	2.15	1.79	2.05
	44	2.64	2.38	2.29	2.44
	51	3.56	3.21	2.97	3.25
SIN	59	4.64	4.81	4.18	4.54
	64	5.22	5.50	4.80	5.17
	71	5.66	5.82	5.20	5.56

CUADRO 6-A. Incremento de la longitud corporal (cm) de los alevines de acuerdo a los muestreos en el tratamiento hormonal durante de la segunda etapa.

TRATAMIENTO	TIEMPO EN DIAS	I	II	III	\bar{X}
C O N H O R M O N A	0	3	2.70	2.80	2.83
	9	3.15	3.09	3.02	3.09
	15	3.70	3.22	3.50	3.47
	23	4.65	4.18	4.23	4.35
	29	4.76	4.42	4.53	4.57
	35	5.04	4.70	4.78	4.84
	44	5.42	5.17	5.40	5.33
	51	5.78	5.62	5.82	5.74
	59	6.14	5.98	6.17	6.10
	64	6.52	6.36	6.47	6.45
	71	7.46	6.95	7.35	7.25

CUADRO 7-A. Incremento en longitud corporal (cm) de acuerdo a los muestreos en el tratamiento sin hormonas durante la segunda etapa.

TRATAMIENTO	TIEMPO EN DIAS	I	II	III	\bar{X}
S I N HORMONA	0	2.67	2.85	2.90	2.81
	9	3.15	2.90	3.10	3.05
	15	3.20	3.00	3.20	3.13
	23	4.10	3.86	3.93	3.96
	29	4.65	4.39	4.03	4.36
	35	5.20	5.11	4.63	4.96
	44	5.58	5.39	5.04	5.34
	51	6.08	5.99	5.56	5.88
	59	6.62	6.52	6.12	6.42
	64	7.12	7.34	6.91	7.12
	71	7.37	7.68	7.18	7.41

CUADRO 8-A. Promedios de la mortalidad (%) por tratamiento en la primera etapa.

TRATAMIENTO	I	II	III	\bar{x}
Con hormona	22	2	4	9.33
Sin hormona	26	24	26	25.33

CUADRO 9-A. Promedios de la mortalidad (%) por tratamiento en la segunda etapa.

TRATAMIENTO	I	II	III	\bar{x}
Con hormona	15.38	4.08	8.33	9.26
Sin hormona	27.02	21.05	16.21	21.43

CUADRO 10-A. Promedio del alimento consumido por alevín en los tratamientos durante la primera etapa.

TRATAMIENTO	I	II	III	\bar{x}
Con hormona	0.37	0.19	0.26	0.27
Sin hormona	0.39	0.38	0.37	0.38

CUADRO 11-A. Promedio del alimento consumido por alevín en los tratamientos durante la segunda etapa.

TRATAMIENTO	I	II	III	\bar{x}
Con hormona	5.46	4.22	4.73	4.80
Sin hormona	5.94	5.96	4.98	5.63

CUADRO 12A. Datos promedio mensuales de temperatura durante los meses en que se llevó a cabo el estudio. Estación Meteorológica Fabio Baudrit M.

mes	Temperatura del agua (°C)	Temperatura ambiente (°C)
Julio	24.1	21.3
Agosto	24.1	20.8
Setiembre	24.5	20.8
Octubre	24.4	20.5

CUADRO 13A. Costos de materiales utilizados en el estudio de reversión de sexo por metro de jaula, en densidad de 400 alevines por metro.

CANTIDAD DE MATERIAL	TOTAL COSTOS EN COLONES
4 mts. cedazo mosquitero	120.00
16 mts. varilla hierro de 0.64 cm (1/4 pulgada)	136.00
4 mts. polipropileno (2 sacos)	14.00
1 mt. plástico	10.00
2 mts. malla antipájaro	174.00
150 gramos mezcla hormonal (alimento de tilapia más hormona)	7.00
TOTAL	ℓ 461.00

