

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALÁ

*“Estudio de las gónadas de crías de *Xiphophorus helleri* tras la Administración de  
Dietilelbestrol en la dieta.”*

T E S I S

QUE PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE

B I O L O G O

PRESENTA:

**MARIO BACA RUEDA**

Dir. M. en C. Alba F. Márquez Espinosa

México, 2002.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



U.A.M. CAMPUS

*Este trabajo esta dedicado con todo mi corazón al hombre que me dio todo, al que algún día y en algún lugar del cielo espero abrazar y entregar personalmente este y cada uno de mis logros personales y así corresponder aunque sea un poco, a la gran deuda que tengo con ese gran Señor: mi Tata*

*A mi* **PADRE**

**DON HERIBERTO BACA CRUZ (Q.P.D)**

## **AGRADECIMIENTOS.**

*A mi esposa **Cecilia**, gracias por estar conmigo, por motivarme a seguir siempre adelante y principalmente por tu amor y por los hijos que en un futuro tendremos.*

*A mi MADRE Doña **Socorro Rueda** por darme la vida, su tiempo, sus sacrificios, su fortaleza, su confianza y sobre todo su amor, también por ser la mujer más buena y más valiente que he conocido.*

*A mis Hermanos y sobrinos por todo lo que significan para mí:  
**Vicky, Nacho**, hijos y nieto; **Isa, Gonzalo** e hijas; **Flor** comadre, **Juan** compadre e **Iván**;  
**Irene** y el **Tejoncito**; **Chana, Caribú Lu, Omar** y el **Panzas**; la **Lic.**; la pinta **Mongo**,  
**Gabino** y los que vengán; el compadre **Beto, Fabiola** y **Frida** y a la hermana **Sashis**.*

*También quiero agradecer todo el apoyo recibido para la elaboración de este trabajo a:*

*M. en C. **Alba Márquez** por su dedicación, por todas las facilidades prestadas y sobre todo por su amistad, gracias Alba.*

*A todos los revisores por sus valiosas sugerencias: **José del Carmen Benítez, Rodolfo Cárdenas, Mario Fernández** y **Héctor Barrera**.*

*A todos los amigos y compañeros de la carrera, de los que prefiero no mencionar sus nombres para no caer en omisiones imperdonables, a todos ellos mil gracias.*

# INDICE

**IZT.**

Introducción.....	1
Antecedentes.....	10
Objetivos.....	16
Metodología.....	17
Resultados, análisis y discusión.....	20
Conclusiones.....	38
Apéndice .....	39
Bibliografía.....	42

## INTRODUCCION

El hombre a lo largo de su historia ha utilizado los recursos naturales que le rodean para satisfacer sus necesidades más elementales como el alimento, el vestido, la salud, la vivienda e incluso la recreación, valiéndose para ello de la explotación de los diversos medios a los que ha tenido acceso, tal es el caso de los bosques, las planicies y los medios acuáticos. De tal manera que los animales y plantas que se encuentran en estos medios han tenido gran importancia en todas las épocas para el bienestar y la existencia misma del género humano (Jiménez, 1994).

En este sentido los peces han jugado un papel fundamental en la vida del hombre, ya que han sido una de las principales fuentes de alimento para las diversas civilizaciones que han poblado la tierra, a través de la historia de la humanidad se ha creado y perfeccionado una técnica o actividad para cultivar o reproducir peces o en general organismos acuáticos en condiciones artificiales, se trata de la acuicultura que se encarga de producir peces en lugares en donde de manera natural no podrían ser encontrados.

El término acuicultura se refiere al uso de métodos y técnicas para el manejo y control de los organismos cuyo hábitat es el agua, hasta su cosecha, procesamiento, comercialización y consumo. En un sentido más amplio, la acuicultura está concebida como una actividad orientada a la creación de unidades de producción, de ello se desprende que es un actividad interdisciplinaria que va desde la selección y manejo de organismos reproductores y producción de crías, hasta el consumo,

pasando por la organización social para el trabajo y desde un punto de vista biológico la acuicultura es el intento del hombre por incrementar la productividad de los recursos acuáticos mediante la manipulación deliberada de sus procesos fisiológicos de crecimiento, reproducción y mortalidad, haciendo uso de insumos como alimento, energía y mano de obra (Aguilera, 1994).

Este mantenimiento de peces tuvo su origen como forma de disponer de alimento vivo en estanques o fosos, los antiguos egipcios fueron los primeros en utilizar acuarios, una especie de grandes tanques de cristal con peces de agua fría para fines decorativos, sin embargo el mantenimiento de peces ornamentales tuvo su origen en el Lejano Oriente (Chaumeton, 1991).

Se tienen reportes de que la acuicultura ya se practicaba desde el año 575 a. de C., en China y que en el México prehispánico también se mantenían peces artificialmente en los jardines imperiales de Netzahualcoyotl y de Moctezuma (Sevilla, 1986).

En algunas regiones del mundo la acuicultura se lleva a cabo como una actividad experimental, pero en diversos países, entre los que se encuentra México, la acuicultura se practica ampliamente e incluso ha llegado a niveles altamente desarrollados principalmente por la comercialización extensiva de algunas especies como la trucha arcoiris, la carpa, la tilapia y algunos invertebrados como el langostino y el ostión y por los avances en el cultivo de otras especies como el pescado blanco las mojarra nativas y el mejillón, que se encuentran aún en fase



experimental. Por esta razón, en México se ha fomentado de manera importante la acuicultura como una actividad paralela a la agricultura y a la ganadería, la cual ofrece excelentes oportunidades para los diversos sectores de la sociedad nacional y puede llegar a ser un instrumento para regular el desequilibrio en el desarrollo económico regional (Aguilera, 1994).

Los peces no solo han sido utilizados por el hombre como una fuente de alimento, sino que además por la belleza de muchas de las especies de este grupo han sido recreación y entretenimiento de las personas, lo que originó el acuarismo, actividad que ha tenido mucha aceptación en los años recientes ya que es altamente redituable para aquellos que se dedican a la producción de peces de ornato.

En los últimos años se han buscado medios más eficientes para la producción masiva de especies acuícolas tanto comestibles como de ornato, entre ellos la administración de hormonas para acelerar los procesos de desarrollo de los organismos y con ello tener un menor requerimiento de espacios (Borges, 1998).

Debido a que los esteroides y las hormonas sexuales pueden ser administradas a través de la dieta, estos compuestos pueden ser utilizados como estimuladores de crecimiento en diversas especies de peces. Varios salmónidos de las familias *Onchorynchus* y *Salmo*, la carpa común *Cyprinus carpio* y algunas tilapias del género *Oreochromis* muestran respuestas de crecimiento con una o más de estas hormonas en la dieta. Ante el auge que han tenido tanto la acuicultura como el

acuicultura se han realizado trabajos de investigación para aumentar y mejorar la producción de peces, así uno de los medios más populares para lograr esto es la administración de hormonas en los peces para aumentar su rentabilidad, principalmente en los peces comestibles (Gannam, 1991).

La dieta es entonces uno de los mejores medios para inducir cambios o mejoras en los organismos, ya que la reproducción en los peces es como en otros vertebrados, afectada por el ambiente y por factores nutricionales, los efectos de la cantidad y calidad de alimento han sido investigados en diversas especies de importancia en acuicultura (Navas, 1998).

Así mismo, se sabe que en muchos vertebrados, incluidos los peces, las condiciones de alimentación y nutrición juegan un papel importante en la regulación de la reproducción (Tveiten, 1998).

La diferenciación sexual es altamente observable en reptiles, anfibios y especialmente en peces. Esta plasticidad para modificar el fenotipo final ha constituido la base para la aplicación de hormonas en técnicas de control sexual. El control sexual mediante hormonas ha llevado a la producción de poblaciones monosexo en un considerable número de especies. Tradicionalmente la aplicación de andrógenos es utilizada para obtener poblaciones 100% de machos, mientras que la administración de estrógenos resulta en poblaciones 100% de hembras (Blázquez, 2001).

Zhang (2001) menciona que en la mayoría de los peces resulta más fácil lograr la inversión sexual de hembras a machos, que de machos a hembras, esto a partir de diversos experimentos realizados en el amphioxus *Branchiostoma belcheri*.

Las investigaciones para mejorar la producción de los peces mediante la administración de hormonas no solo tiene por objeto aumentar el tamaño de los peces comestibles, sino también incrementar la belleza de los peces de ornato, esto se ha logrado al inducir el sexo fenotípico de las poblaciones, es decir, a obtener poblaciones monosexo, principalmente de machos, que por lo regular son los más llamativos y por lo tanto más comercializados dentro del acuarismo.

Una hormona sexual es una sustancia química secretada en los líquidos corporales por una célula o un grupo de células que ejerce efecto fisiológico sobre el control de los caracteres sexuales secundarios, el ciclo reproductor, el crecimiento y el desarrollo de los órganos reproductores, desencadenan también intensa actividad anabólica proteínica y se dividen en andrógenos, estrógenos y progestágenos.

Se denominan estrógenos a esteroides de 18 carbonos o moléculas similares capaces de provocar estro o celo y producir las características sexuales secundarias femeninas, una de ellas es el dietilelbestrol (fig. 1), que es un compuesto sintético, activo por vía oral con actividad estrogénica, derivado del dihidroxiestibeno, que se introdujo en 1938. No se semeja químicamente a los estrógenos pero ejerce potente efecto estrogénico, ya que es posible que en el organismo pueda ocurrir el cierre

del anillo para formar una estructura semejante al núcleo esteroide (Márquez, 1999).

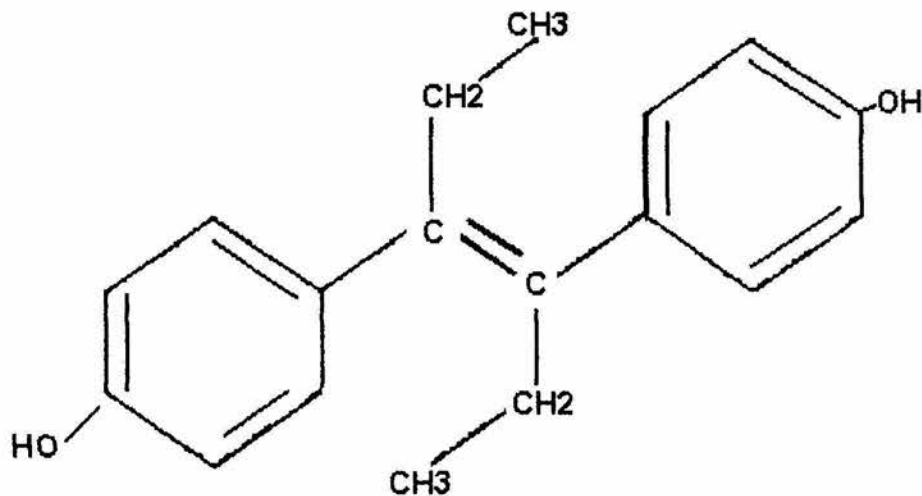


Fig. 1. Estructura química de la hormona sintética dietilestilbestrol (tomada de Márquez, 1999).

## CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

Una de las especies más utilizadas para este tipo de trabajos es el pez espada o cola de espada (*Xiphophorus helleri*, Heckel, 1848) que presenta un marcado dimorfismo sexual (fig. 2) y es altamente adaptable a las condiciones de laboratorio.

En los machos la maduración sexual promueve los cambios morfológicos como el alargamiento de la aleta caudal en forma de espada (características de la cual toma su nombre), un incremento en la coloración de las franjas laterales y la modificación de la aleta anal en un órgano intromitente llamado gonopodio.

De esta manera la inducción sexual en busca de poblaciones monosexo para *Xiphophorus helleri* puede ser muy notoria debido a las marcadas diferencias sexuales en esta especie.

Se ha dicho que esta especie presenta una reversión sexual natural, sin embargo para aceptar que los peces tienen una reversión sexual funcional primero se tiene que averiguar que: el pez funciona inicialmente como hembra y después deja de serlo para convertirse en un macho completamente funcional. Algunos reportes en la materia no han podido encontrar este fenómeno. Popoff (1929) y Sacks (1955) dudan que ocurra realmente una reversión sexual funcional, así mismo Peters (1964) encuentra que un pez cola de espada de Honduras presenta dos tipos de machos. El normal o de rápida diferenciación y el de lenta diferenciación, este último de mayor tamaño y más lenta diferenciación sexual y aparentemente los machos lentos se observan como hembras en estados inmaduros y los caracteres sexuales secundarios de macho se manifiestan en momentos tardíos (Yamamoto, 1969).

*Xiphophorus helleri* junto con los demás organismos de la familia poeciliidae forman parte importante de la industria mundial del acuarismo

y uno de los problemas asociados con la producción intensiva de estos peces es el canibalismo filial. En *X. helleri* un importante número de juveniles son comidos por los adultos, la conducta de canibalismo de los adultos reproductivos se incrementa durante el periodo de parto que se da entre el primer y el último nacimiento de la camada (Johnes, 1998).

El tamaño del macho adulto es de ocho a diez centímetros sin contar la espada, mientras que la hembra el tamaño oscila alrededor de los doce centímetros de longitud, su cuerpo es alargado y comprimido lateralmente. El macho presenta una larga espada formada a partir del desarrollo de los radios inferiores de la aleta caudal y la hembra carece de ella, su coloración fundamental es de un verde claro azulado realzado por una línea lateral rojiza con vivos azul metálico (Scholtz 1977).

En cautiverio mantienen un comportamiento relativamente pacífico hacia las otras especies, de tal manera que puede criarse en un acuario comunitario, los machos son en ocasiones agresivos entre ellos (Mills, 1991).

En estado silvestre viven en aguas con corrientes y abundancia de pastos con barro en el fondo que es la base de crecimiento de la vegetación acuática, estas aguas se han reportado con una temperatura de 24°C. Ellos viven en bancos entre la vegetación donde hay mayor corriente de agua. Estos peces presentan dos estrategias ecológicas que les permiten colonizar diferentes hábitats, uno es que las hembras portan las crías hasta que estas nacen, por lo que son considerados como peces

vivíparos y la segunda es su alta resistencia a cambios de temperatura y salinidad (Fuentes, 1998).

### POSICION TAXONOMICA

<b>Phylum</b>	<b>Chordata</b>
<b>Subphylum</b>	<b>Gnathostomata</b>
<b>Clase</b>	<b>Osteichthyes</b>
<b>Subclase</b>	<b>Actinopterygii</b>
<b>Orden</b>	<b>Cyprinodontiformes</b>
<b>Suborden</b>	<b>Cyprinodontoidei</b>
<b>Familia</b>	<b>Poeciliidae</b>
<b>Género</b>	<b>Xiphophorus</b>
<b>Especie</b>	<b><i>Xiphophorus helleri</i> (Heckel, 1884)</b>
<b>Nombre común</b>	<b>Pez espada o Pez Cola de espada</b>

Sistemática según Rosen, 1960, citado en Alvarez del Villar, 1970.

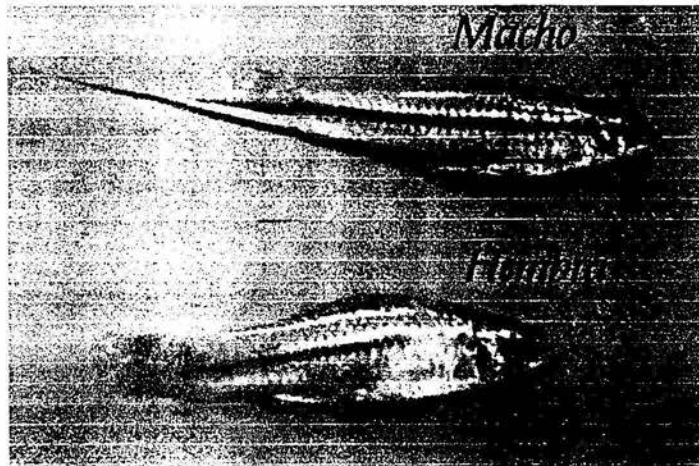


Fig. 2. Macho y Hembra adultos de *Xiphophorus helleri* (un año de edad). Aquí se aprecia perfectamente el dimorfismo sexual de esta especie, el macho con la prolongación de la aleta caudal en forma de espada (de donde se deriva su nombre común) y una coloración más intensa en las franjas dorsales, mientras que la hembra presenta una coloración menos llamativa y la aleta caudal sin prolongación alguna.

## ANTECEDENTES

Los trabajos de administración hormonal de poecilidos comienzan durante la primera mitad del siglo XX, primero con la finalidad de incrementar el crecimiento de los organismos y posteriormente al modificarla dosis adicionadas a las dietas se dirigieron las investigaciones hacia la inducción y a la reversión sexual (Yamamoto, 1969).

Uno de los primeros y más completos trabajos sobre la diferenciación sexual de *Xiphophorus helleri* es el realizado por Eisenberg (1923) en donde trata sobre los estadios gonadales normales y sobre las principales estructuras sexuales de estos peces, en donde describe que en las primeras dos semanas de vida de *Xiphophorus helleri* las gónadas se encuentran indiferenciadas y en el momento del nacimiento las crías miden aproximadamente ocho milímetros de longitud y las gónadas muy pequeñas aún se encuentran inmersas en el saco peritoneal ubicado en la cavidad del cuerpo. Estas consisten únicamente en dos tipos celulares, las células gremiales primordiales y unas células mucho más pequeñas con núcleo elongado las cuales no pueden ser distinguidas de las células peritoneales y que se encuentran alrededor de las células germinales para formar folículos.

Witschi y Crow (1937) trabajaron con hembras de *Xiphophorus helleri* preñadas, a las que aplicaron testosterona de manera directa en el agua, obteniendo expulsión o reabsorción de los embriones y comprobando de esta manera que las hormonas causan alteraciones serias en el ciclo reproductivo normal de los organismos.



Clements (1966) trabajó con poecilidos (gupys) aplicando testosterona por vía oral desde el nacimiento hasta los sesenta días, obteniendo un considerable aumento en el número de machos con relación a las hembras.

Takahashi (1975) trabajó con machos de *Poecilia reticulata* aplicando etinilestradiol y encontró que con esta hormona se obtienen resultados totalmente efectivos al inducir una completa feminización.

Schreibman (1982) examinó las gónadas de machos y hembras de platys *Xiphophorus maculatus* de tres días a siete meses de nacidos encontrando importantes datos sobre las rutas naturales de la actividad gemetogénica.

Sower (1984) trabajó con alevines de *Salmo solar* que fueron tratados con dietilestilbestrol en el alimento durante 60 días obteniendo apenas un pequeño porcentaje de hembras y algunos peces intersexuales.

Pandian y Soosamma (1993) promueven la masculinización de gupys *Poecilia reticulada* con la aplicación de andrógenos sintéticos 19-noretiniltestosterona, 17  $\alpha$ -etiniltestosterona, 9 (11)- dimetiltestosterona y un esteroide natural, la androstenediona en el alimento, obteniendo un alto porcentaje de reversión de hembras.

Melard (1995) aplica 17  $\alpha$ -etinilestradiol a *Oreochromis aureus* en el alimento en dosis de 100, 150 y 20 mg/kg, obteniendo porcentajes de 94,

93 y 98% de hembras en la población respectivamente, en comparación con el 53% de hembras en el grupo control.

Peña (1996) aplica dietilelbestrol a hembras preñadas de *Xiphophorus helleri* para obtener una población monosexo de hembras en la segunda generación, alcanzando una población de 84.3% hembras con una concentración de 10 mg/kg de alimento.

Fuentes (1998) aplica 17  $\alpha$ metiltestosterona para obtener una población monosexo de *Xiphophorus helleri*, induciendo un 100% de machos con excelentes características morfológicas, con dosis de 7.5 a 12.5 mg de hormona por kg de alimento.

Márquez (1999) promueve la diferenciación sexual de peces *Xiphophorus helleri* mediante la administración de 17  $\alpha$ -metiltestosterona y dietilelbestrol, obteniendo resultados notables en la alteración morfológica y en la estructura gonadal de los organismos.

Robers (2000) trabajó en cultivos de células primarias de la glándula pituitaria de machos de pez gato africano *Clarias gariepinus*, aplicando testosterona, dihidrotestosterona, 11-cetotestosterona y estradiol, demostrando que este último puede elevar los niveles de hormona luteinizante dependiendo de las dosis aplicadas.

Jirotkul (2000) realiza diferentes experimentos de carácter ecológico con machos de guppy *Poecilia reticulada*, encontrando que la distribución de machos con caracteres sexuales secundarios más notables (colorido

naranja y cola más desplegada) influye directamente como una técnica alternativa de apareamiento.

Kinnberg (2000) prueba los efectos de nonilfenol y  $17\beta$ -estradiol en la síntesis de vitelogenina y la morfología testicular de los machos de platy *Xiphophorus maculatus*, con este trabajo se observó que el  $17\beta$ -estradiol causó una reducción significativa en el índice gonadosomático. La revisión histológica revela los efectos de las dosis dependientes de nonilfenol en la estructura testicular, manifestándose en la aparición de numerosos cistos con células espermatogénicas en los testículos del grupo control, mientras que en los testículos de los peces tratados con las hormonas muestran un decremento en el número de cistos acompañados de un incremento en la cantidad de células de Sertoli hipertrofiadas.

Park (2001) trabaja con el dimorfismo sexual y con los caracteres morfométricos de *Pterogogus aurigarius* encontrando que estos peces exhiben un hermafroditismo secuencial caracterizado por cambios en el patrón de color y en modificaciones en las dos primeras espinas de la aleta dorsal que es la característica más notable del dimorfismo sexual de esta especie.

Lone (2001) hace una descripción de los cambios correlativos de las gónadas de *Sparidentex hasta*, a partir del efecto de las hormonas esteroideas, testosterona, 11-cetotestosterona y  $17\beta$ -estradiol, de las cuales la primera no tuvo una relación significativa con el sexo, mientras que la segunda tuvo un efecto muy importante en la maduración de las gónadas masculinas y el  $17\beta$ -estradiol se presentó en concentraciones

elevadas en la reversión sexual de los individuos a hembras en la temporada reproductiva.

Collins (2001) estudia la liberación de la hormona gonadotropina I y II contenida en el cerebro y glándula pituitaria de machos y hembras del pez piedra *Sebastes rastrelliger*, encontrando todos los tipos de esta hormona durante los estadios reproductivos.

Nolan (2001) realiza una descripción histológica de las gónadas intersexuales de gobidos *Rutilus rutilus*, utilizó 150 individuos intersexuales y encontró células germinales femeninas y/o ovocitos dentro de los testículos y malformaciones en los ductos reproductivos. La mayoría de los peces intersexuales mostraron ovocitos primarios y secundarios a lo largo del tejido testicular y en los organismos más severamente feminizados se separaron grandes áreas de tejido ovárico del tejido testicular y en casi todos los organismos se presentó un ducto reproductivo muy similar al ducto ovárico de las hembras y el ducto espermático estuvo ausente o fue vestigial.

Blázquez (2001) trabaja con la inducción sexual de *Dicentrarchus labrax* mediante la aplicación de  $17\alpha$ -metilttestosterona (MT) y  $17\alpha$ -metildihidrotestosterona (MDHT), obteniendo diferentes resultados, 20 días de exposición a la MT en dosis de 10 mg/kg de alimento entre los días 86 y 106 post-fertilización dan como resultado una completa masculinización en *Dicentrarchus labrax* en contraposición al 46% de hembras en el grupo control, los primeros experimentos dirigidos hacia el desarrollo ovárico resultaron en un número variable de hembras con un

tanto de 10.5 a 49.5%, todos los tratamientos que se aplicaron entre los 110 y 210 días post-fertilización indujeron una total masculinización observando ovocitos intratesticulares después de aplicar MT pero no después de aplicar MDGT, ya que esta se convierte en estradiol por la acción de la aromatasa, la exposición de este andrógeno en dosis de 10 mg/kg de alimento comenzando de los 60 a los 160 días post-fertilización resulta en una total supresión del desarrollo ovárico y una parcial inducción a la esterilidad, la cual se completa a los 200 días de tratamiento. Estos efectos en el desarrollo gonadal fueron confirmados posteriormente por una dramática reducción en el índice gonadosomático.

## OBJETIVOS

- Determinar el efecto de dietilelbestrol en las gónadas de crías de *Xiphophorus helleri*.
- Definir cuanto tiempo de administración de la hormona es necesario para inducir un cambio estructural en las gónadas.
- Determinar que dosis es la adecuada para conseguir una mejor inducción sexual a hembras.
- Comprobar si el dietilelbestrol tiene efectos anabólicos.

## METODOLOGIA

Se utilizaron seis hembras preñadas de *Xiphophorus helleri*, las cuales se mantuvieron en peces de 50L, se acondicionó una maternidad y se les proporcionó alimento comercial en presentación de hojuelas. De estas hembras se obtuvieron 270 crías las que se trataron con diferentes concentraciones de la hormona dietilestilbestrol a partir del primer día de nacidas, utilizando el siguiente diseño experimental.

Se manejaron dosis de 8 miligramos de hormona por kilogramo de alimento (mg/kg), 12 mg/kg y 0mg/kg (control). Las dosis fueron preparadas por dilución en alcohol siguiendo la técnica de Guerrero (1975) y se utilizó iniciador de trucha en presentación de harina como alimento (apéndice 2). El alimento fue proporcionado *ad libitum*.

La duración de la alimentación hormonada fue de 100 días durante los cuales se obtuvieron 10 muestras por tratamiento y por repetición debido a que a ese tiempo los peces ya pueden ser sexadas por características sexuales secundarias (Márquez, 1999).

Se prepararon un total de 9 peceras de 50L para las tres unidades experimentales y dos repeticiones de cada una, acondicionadas con un filtro de caja y con un abastecimiento de oxígeno proveniente de la red de aire del acuario, colocando 30 individuos por cada pecera.

Paralelamente se mantuvo una repetición extra de cada dosis manejada, bajo las mismas condiciones y sin tomar muestras para determinar la proporción sexual fenotípica al finalizar el tratamiento.

Las condiciones fisicoquímicas bajo las cuales se mantuvieron los peces, fueron las siguientes: se mantuvo una temperatura de  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , un pH de  $7.2 \pm 0.1$  un fotoperiodo natural de 13 horas de luz por 11 horas de oscuridad, una aireación y filtración constante, llevando para ello un registro diario con la finalidad de detectar y corregir alteraciones en los parámetros.

Con una periodicidad de diez días, de cada tratamiento se tomaron aleatoria mente tres organismos, los cuales se midieron, se pesaron (esto se realizó mediante el uso de una balanza analítica para registrar el peso en gramos y de una hoja de papel milimétrico para registrar la talla en milímetros) y posteriormente se sacrificaron para extraer las gónadas, las cuales fueron conservadas en formol al 10% para la realización posterior de la técnica histológica. Durante las disecciones pudo determinarse el sexo gonadal de cada uno de los peces tomando en cuenta la escala empírica de maduración gonadal de Nikolsky (1963) dentro de las cuales se señala que los ovarios se distinguen de los testículos en los siguientes aspectos:

Los ovarios desde estadios juveniles se caracterizan por ser sacos pareados de color amarillento opaco y con los ovocitos a simple vista, mientras que los testículos son más delgados, blanquecinos translúcidos y sin evidencias visibles de los gametos.



Para la realización de la técnica histológica, fue necesario fijar las gónadas en formol al 10%, posteriormente se llevo a cabo la deshidratación de los tejidos con alcoholes de concentración ascendente para después incluir en parafina y realizar los cortes seriados en micrótomo, los cortes fueron teñidos por el método H y E. (apéndice 1).

El análisis estadístico utilizado en el presente trabajo fue un Análisis de Varianza y una Prueba de Tukey, las cuales se realizaron con ayuda del programa Statistica para Windows versión 4.5.

**IZT.**

La metodología se basó en los trabajos realizados por Márquez (1999) y Fuentes (1998) debido al grado de eficiencia que tuvo la hormona dietilelbestrol en la obtención de un alto porcentaje de hembras.



## RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION

Las condiciones ambientales (tabla 1) en las que se desarrollaron los organismos tratados no tuvieron variaciones considerables y se mantuvieron siempre dentro de los parámetros óptimos para el adecuado mantenimiento de los peces, lo cual sugiere que los efectos o cambios en las condiciones fisiológicas de las gónadas pueden estar influenciados básicamente a la administración del dietilelbestrol y no a cambios drásticos en el ambiente, Rodríguez (1989) señala que el ciclo de vida de cada especie está íntimamente relacionado con factores como temperatura, fotoperiodo y disponibilidad de alimento, que afectan directamente el eje endocrinológico en la estimulación hormonal induciendo a uno u otro sexo.

Tabla 1.- Condiciones ambientales registradas en las 9 peceras.

FACTOR	CONDICIÓN PROMEDIO
pH	7.2 $\pm$ 0.1
Temperatura	24°C $\pm$ 1°C
Aireación	Sin problemas
Fotoperiodo	13 h. luz/11 h. oscuridad
Mortalidad	0
Filtración	Sin problemas

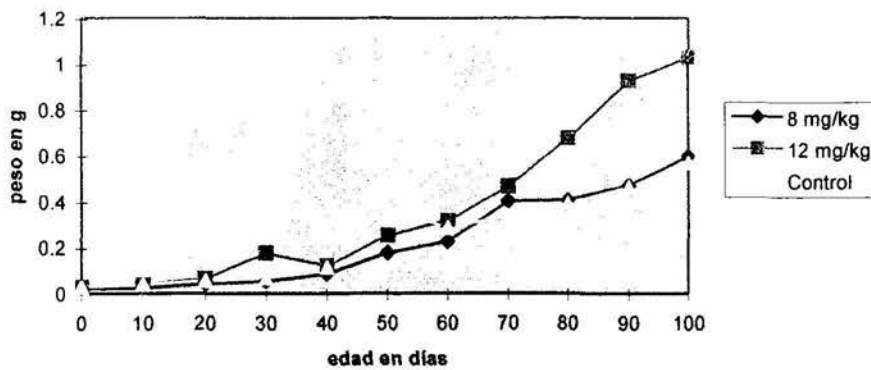
La tabla y las gráficas siguientes muestran que el desarrollo de los organismos tratados con la concentración de 8 mg/kg. de dietilelbestrol es muy similar al que presentan los organismos del grupo control,

mientras que los peces sometidos a la concentración de 12 mg/kg se desarrollan más ampliamente alcanzando pesos y talla mayores en comparación con los individuos de los otros tratamientos.

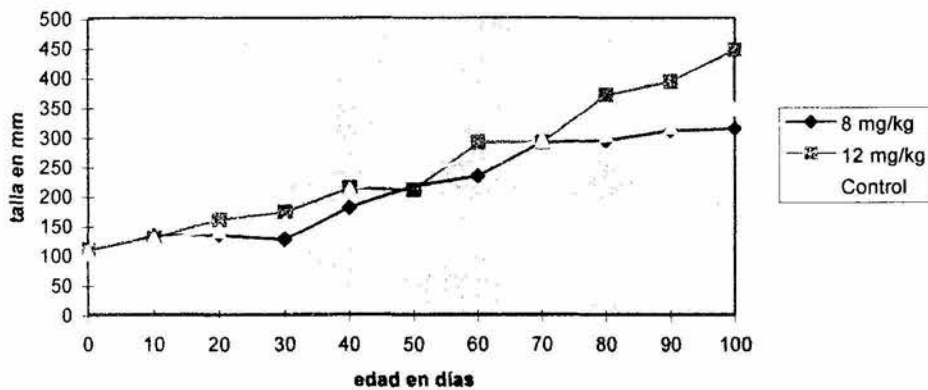
Tabla 2. Valores de peso y talla de los tres tratamientos realizados.

Edad en días	8 mg/kg		12 mg/kg		Control	
	Peso en g	Talla en mm	Peso en g	Talla en mm	Peso en g	Talla en mm
0	0.02	103	0.028	110	0.026	103
10	0.022	133	0.038	130	0.038	126
20	0.040	133	0.065	160	0.054	140
30	0.052	126	0.175	173	0.066	153
40	0.085	180	0.120	213	0.112	210
50	0.176	216	0.252	210	0.379	236
60	0.223	233	0.316	290	0.282	266
70	0.399	290	0.464	290	0.337	293
80	0.405	293	0.675	370	0.392	303
90	0.469	310	0.924	393	0.463	316
100	0.596	313	1.028	446	0.567	346

Al respecto el análisis estadístico realizado nos indica que hay diferencias significativas en la ganancia de peso y talla entre el tratamiento de 12 mg/kg con el tratamiento de 8 mg/kg y el grupo control, pero entre el tratamiento de 8 mg/kg y el grupo control no hay diferencias estadísticamente significativas, lo que sugiere que para lograr un efecto anabólico en los peces mediante la administración de dietilestilbestrol es necesario aplicar la dosis de 12 mg/kg.



**gráfica 1, ganancia de peso en los tres tratamientos**



**gráfica 2, ganancia de talla en los tres tratamientos**

Gannam (1990) señala que el efecto positivo de las hormonas sexuales como agentes anabólicos en el crecimiento y el aumento proteínico de los animales comerciales de sangre caliente, han conducido a la investigación de los posibles beneficios de estas hormonas en la piscicultura debido a que las hormonas sexuales pueden ser administradas a través de la dieta, teniendo efecto directo sobre el incremento de peso y talla.

De esta manera el crecimiento gradual en los organismos puede apreciarse en individuos de distintas edades como lo muestra la figura 2.



Fig. 3. Se aprecia la diferencia de tallas entre individuos del grupo control a las edades de diez (a), treinta (b) y cien (c) días respectivamente.

La diferenciación que se hace entre ovarios y testículos en las disecciones de los organismos está basada en las observaciones hechas por Nikolsky (1963), contenidas en su tabla de maduración gonádica, que señalan a los testículos como estructuras pareadas alargadas y translúcidas como se observa en la fig. 4, mientras que los ovarios de acuerdo con el mismo criterio son estructuras más tubulares y opacas con indicio de gametos, además esto se sustenta por las observaciones de Eisenberg (1923) quien dice que las gónadas pareadas de las hembras de *Xiphophorus helleri* se fusionan y forman un ovario sencillo y la superficie media de las gónadas forman la cavidad del ovario, mientras que en los machos las gónadas permanecen siempre pareadas. Esto se puede apreciar en la fig. 5 en las que las gónadas se aprecian como dos sacos estrechamente unidos.

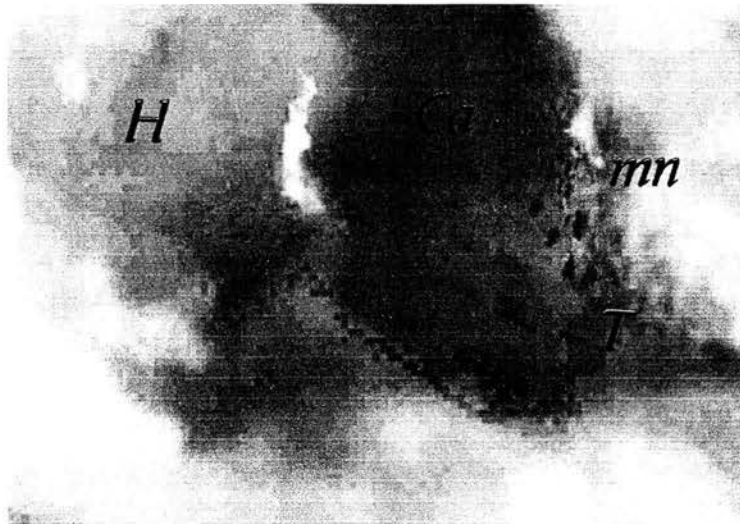


Fig. 4. Organismo de cien días de nacido del grupo control en el que se observan los testículos (T) como un par de tubos alargados blanquecinos sin evidencias de gametos, inmersos en la cavidad abdominal (Ca), muy cerca del hígado (H), aumento 60X.

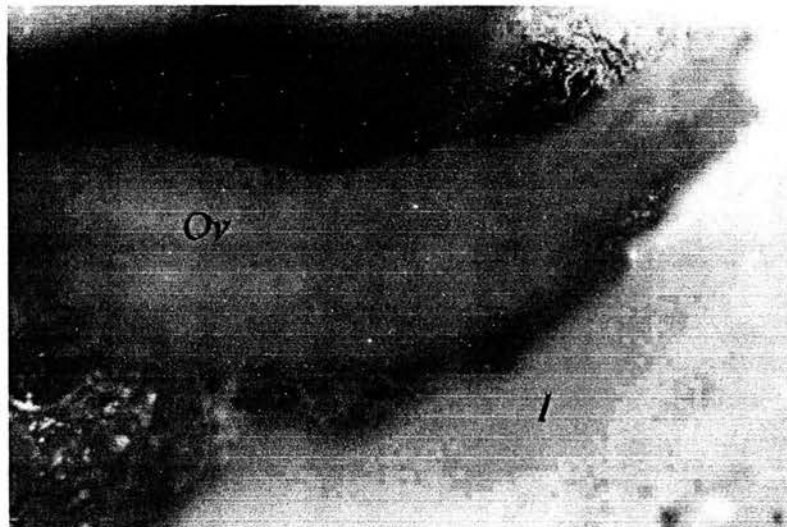


Fig. 5. Ovarios de un individuo de cien días de nacido del grupo control en donde se distinguen claramente los ovocitos (Ov), cerca del intestino (I), aumento de 80X.

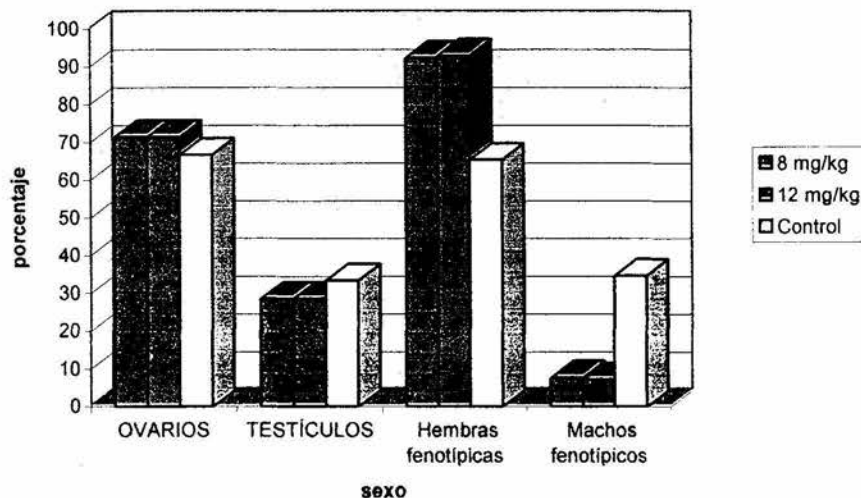
En base a estos criterios, se procedió a determinar el sexo de todos los individuos procesados, obteniendo así, la siguiente tabla donde se muestra la proporción sexual entre los diferentes tratamientos y el grupo control:

Tabla 3. Proporción sexual tanto en las gónadas de los organismos disectados como en el fenotipo de los individuos de las peceras alternas con el mismo tratamiento y las mismas condiciones.

		Sexo T= Testículo O= Ovario I= gónada indiferenciada		
Edad en días	muestra	8mg/kg	12mg/kg	control
10	1	I	I	I
	2	I	I	I
	3	I	I	I
20	1	I	I	I
	2	I	I	I
	3	I	I	I
30	1	I	I	I
	2	I	I	I
	3	I	I	I
40	1	O	O	O
	2	O	T	O
	3	T	O	T
50	1	T	O	T
	2	O	O	O
	3	O	T	O
60	1	O	O	T
	2	O	O	O
	3	O	O	O
70	1	O	O	T
	2	O	O	O
	3	O	O	O
80	1	O	T	T
	2	O	O	O
	3	T	O	O
90	1	O	O	O
	2	O	T	O
	3	O	O	O
100	1	O	O	O
	2	T	O	T
	3	O	O	T
<b>% O</b>		<b>71.4</b>	<b>71.4</b>	<b>66.6</b>
<b>% T</b>		<b>28.5</b>	<b>28.5</b>	<b>33.3</b>
<b>% Hembras fenotípicas</b>		<b>92.3</b>	<b>92.8</b>	<b>65.3</b>
<b>% Machos fenotípicos</b>		<b>7.7</b>	<b>7.14</b>	<b>34.6</b>

Esta tabla muestra que la hormona no tiene efectos drásticos sobre la diferenciación de las gónadas, que de acuerdo con Krisfalusi (2000) es el

proceso por el cual las células comienzan a especializarse en estructura y función y el fenotipo gonadal es expresado, incluyendo a ambas gonadogénesis, la formación de los componentes somáticos de la gónada y la gametogénesis que es la formación y desarrollo de los gametos.



**gráfica 3, proporción sexual fenotípica y gonadal en los tres tratamientos**

La hormona si afecta notablemente las características sexuales secundarias de los organismos, promoviendo que la mayoría de los peces se expresen como hembras fenotípicas aunque en el sexo gonadal se mantenga con un porcentaje similar al del grupo control (gráfica 3).

Algunos de los efectos del dietilelbestrol en dosis de 12 mg/kg, pudieron ser apreciados de manera macroscópica durante la disección de las gónadas a un individuo de cien días de nacido que presentaba las características sexuales de hembra como se observa en la figura 7, una



coloración poco llamativa sin la prolongación de la aleta caudal ni la fusión de la aleta anal como un gonopodio, pero que al ser disectado presentó un par de testículos.

En la fig. 6 Y 7 se observa que la administración del dietilelbestrol tiene un efecto directo sobre las características sexuales secundarias de los organismos, retrasando en los machos la aparición de estas ya que en el grupo control a los cien días ya se manifestaban claramente (fig.7), aunque esta hormona no altera por lo menos de manera macroscópica al sexo gonadal, lo que sugiere que la hormona puede ser utilizada para inducir el sexo fenotípico de los peces, pero sin revertir su sexo gonadal.



Fig. 6. Organismos con un tratamiento completo de 12 mg/kg presentando características sexuales de hembra.



Fig. 7. Mismo individuo disectado en el que se aprecia un par de testículos (T) bien definidos en la cavidad abdominal (Ca), cerca del hígado (H), con los radios de la aleta anal no fusionadas (Rnf), con aumento de 30X.

Las figuras siguientes muestran que la diferenciación de las gónadas de *Xiphophorus helleri* no se presenta durante los primeros treinta días posteriores al nacimiento, ni en el grupo control, ni en los dos tratamientos administrados. Coincidiendo con las observaciones de Tavolga (1949) que señala que en las primeras semanas de vida los poecilidos presentan gónadas indiferenciadas.



Fig. 8. Se muestra un pez de veinte días del grupo control, en el cual se aprecian las gónadas (Gi) justo por debajo de la vejiga gaseosa (Vg), muy de cerca del intestino (I).

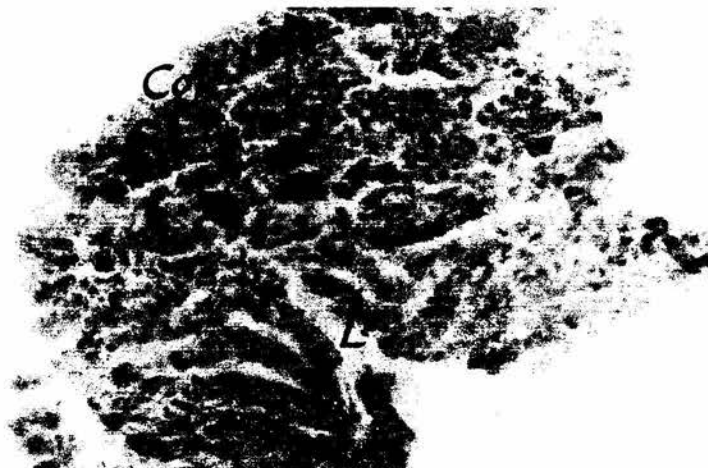


Fig. 9. Corte representativo de la estructura gonadal de los organismos del grupo control de cero a treinta días de nacidos en donde se aprecia el lumen (L), algunas células germinales indiferenciadas (Cgi) aumento de 800X.

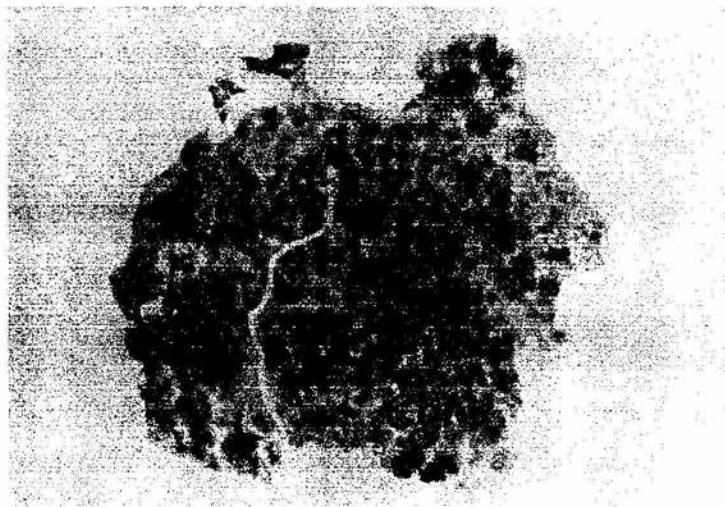


Fig. 10 Corte representativo de la estructura gonadal de los organismos con tratamiento de 8 mg/kg y 12 mg/kg de cero a treinta días de nacidos en donde se aprecia el lumen (L), algunas células germinales indiferenciadas (Cgi) aumento de 800 X.

A los cuarenta días ya se aprecia en las tres unidades experimentales que las gónadas se encuentran diferenciadas como ovarios o testículos, en el caso de la dosis de 8 mg/kg no se observan diferencias muy marcadas en cuanto a la disposición y grado de desarrollo de los ovocitos con el grupo control, lo que sugiere que a esta edad la hormona no causa efectos notorios en los ovarios del pez, sin embargo, en el caso de la dosis de 12 mg/kg se observa una gónada muy particular con características tanto de ovario como de testículo, lo que indica que esta dosis de la hormona ocasiona un cierto grado de reversión sexual gonadal en los testículos pero, no logra desarrollar ovocitos sanos, es decir, no lleva a una reversión completa.

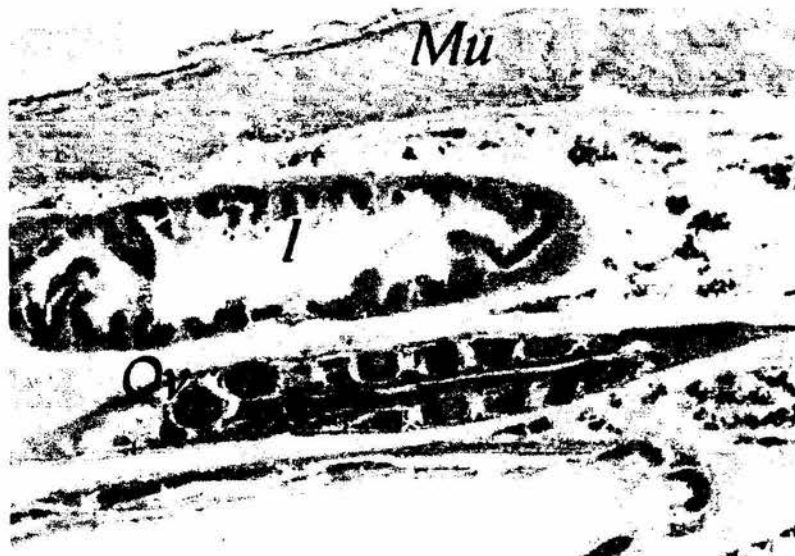


Fig. 11. Corte longitudinal de un pez del grupo control de cuarenta días de nacido en donde se aprecia el intestino (I), la musculatura (Mu) y un ovario (Ov) bien definido que muestra un saco alargado, aumento de 200X.

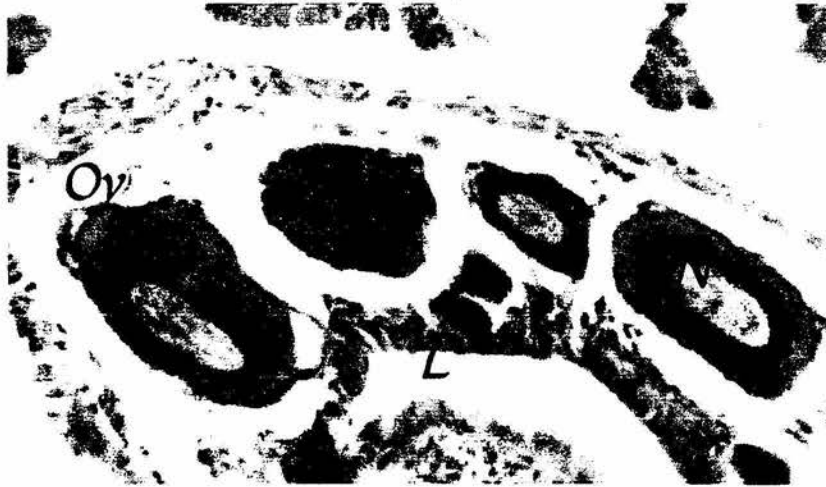


Fig. 12. Corte transversal del ovario de un organismo de cuarenta días de nacido con tratamiento de 8mg/kg en donde se aprecian los ovocitos (Ov) con sus núcleos (N), ovocitos previtelogénicos (Pv) y el lumen (L), aumento de 400X.

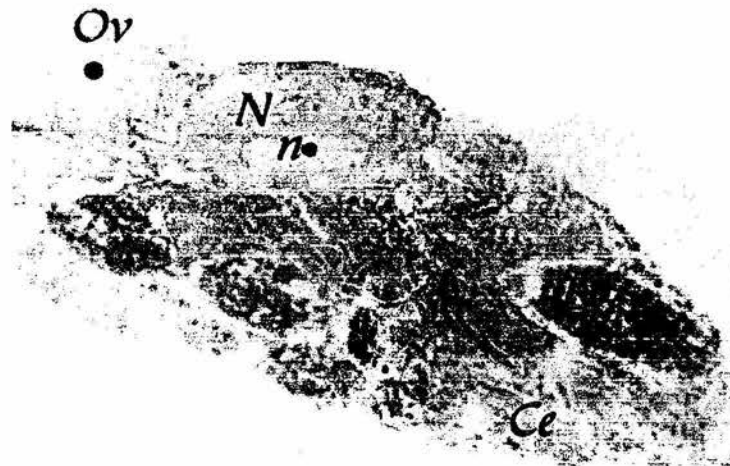


Fig. 13. Corte longitudinal de la gónada de un individuo de cuarenta días de nacido con tratamiento de 12 mg/kg, en donde se aprecian un par de ovocitos (Ov) con sus núcleos (N) y nucleolos (n) bien definidos, junto a varios paquetes de espermatogonias (Eg), aumento 400 X.

Los cortes siguientes muestran que la dosis de 8 mg/kg a la edad de cincuenta días es capaz de retrasar el desarrollo normal de los testículos impidiendo que se formen los cistos en la cantidad en lo que hacen los del grupo control, en lo que respecta a la dosis de 12 mg/kg se muestra un ovario bien diferenciado muy similar al grupo control de la misma edad, aunque con algunas alteraciones celulares por su cercanía con el

Intestino infectado, lo que sugiere que las condiciones de salud de los organismos pueden también afectar el desarrollo normal de las gónadas.

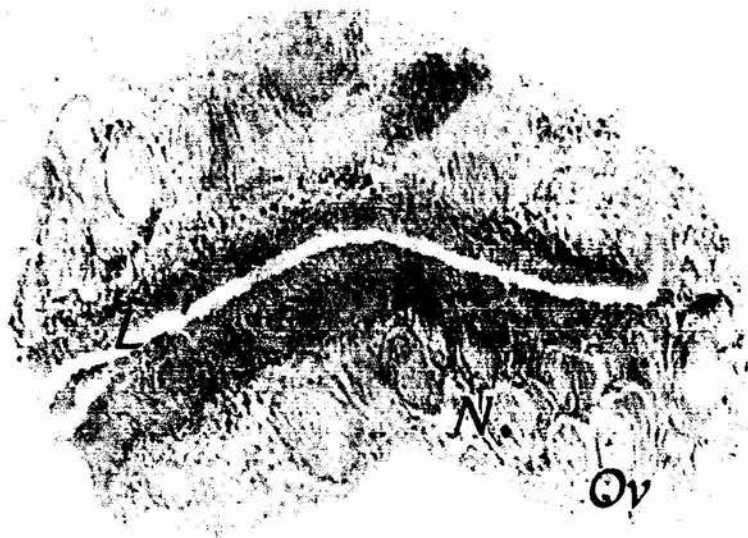


Fig. 14. Corte transversal de un ovario perteneciente a un individuo control de cincuenta días de nacido, en donde se aprecia el conducto central (L) y los ovocitos (Ov) con su núcleo (N), aumento de 400X.

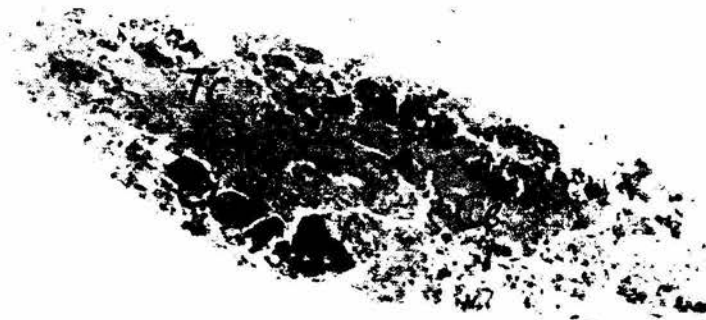


Fig. 15. Corte transversal de un testículo de un individuo control de cincuenta días de nacido en el que se distinguen algunos cistos (Ci) y conductos espermáticos (Ce) inmersos en el tejido conectivo (Tc), aumento 400X.

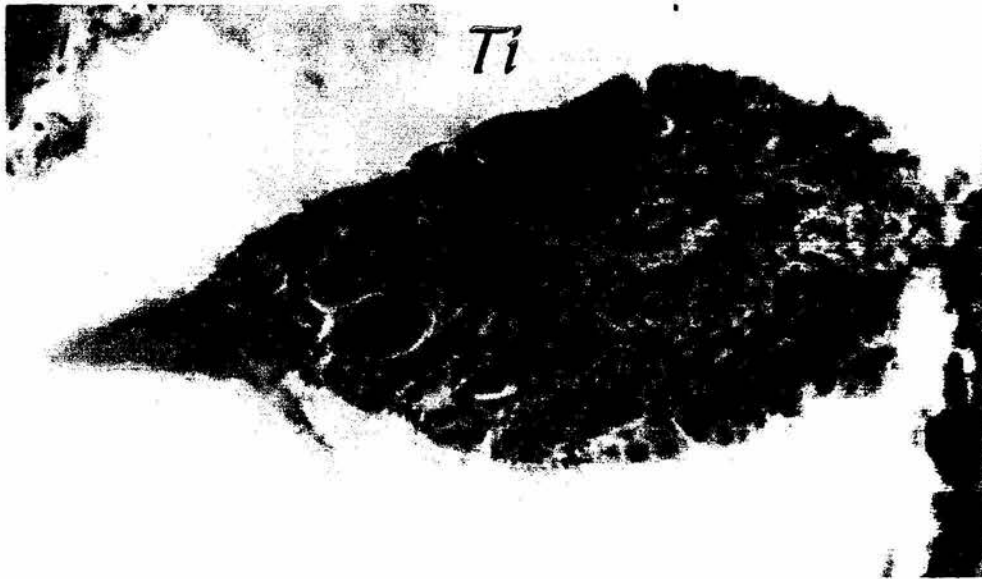


Fig. 16. Corte transversal de un individuo de cincuenta días de nacido con dosis de 8mg/kg que muestra una estructura testicular inmadura (Ti), sin los cistos encontrados en el grupo control, aumento 400X.



Fig. 17. Corte transversal del ovario de un individuo de cincuenta días de nacido con dosis de 12 mg/kg que muestra ovocitos normales (Ov) y otros en proceso de necrosis (On) debido a la cercanía con el intestino (I) que se encuentra afectado por alguna patología de origen bacteriano, aumento 400X.

Entre los sesenta y los ochenta días pueden verse bien diferenciados los ovocitos previtelogénicos en el ovario y cistos con espermatogonias y espermátides en el testículo de los organismos del grupo control. Así mismo en estas edades para la dosis de 8 mg/kg no se observan diferencias importantes en el desarrollo de las gónadas con respecto al grupo control, pero en la dosis de 12 mg/kg se aprecia un retraso muy severo en el desarrollo de las gónadas, lo que sugiere que el dietilestilbestrol afecta el crecimiento de los testículos dejándolos como gónadas inmaduras pero no alcanza a llevarlos hasta ovarios.



Fig. 18. Corte representativo de un ovario de los organismos del grupo control de sesenta, setenta y ochenta días de nacidos, donde se observan los ovocitos (Ov), con su núcleo (N), nucleolo (n), y el lumen (L), aumento 400X.



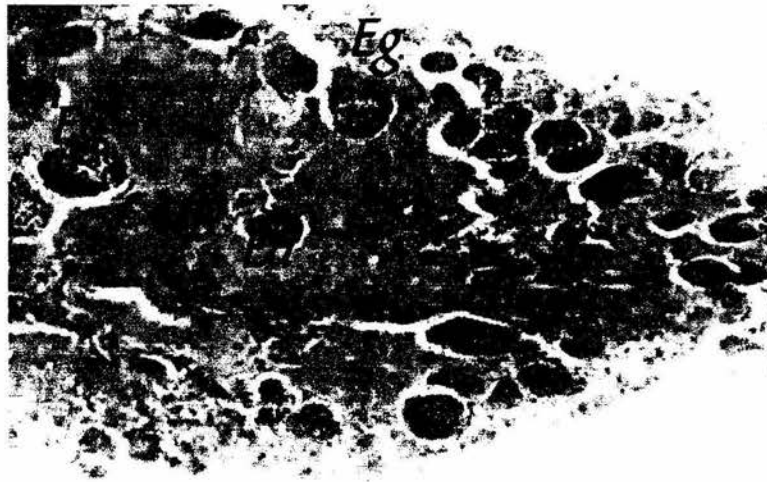


Fig. 19. Corte representativo de un testículo de los organismos del grupo control de sesenta, setenta y ochenta días de nacidos, donde se observan cistos de espermatogonias (Eg) y espermatídes (Ea), también se observan los conductos espermáticos (Ce), aumento 400X.



Fig. 20. Corte representativo de un ovario de los organismos con dosis de 8 mg/kg de sesenta, setenta y ochenta días de nacidos, donde se observan los ovocitos (Ov), aumento 400X.



Fig. 21. Corte representativo de la gónada de los organismos con dosis de 12 mg/kg de sesenta, setenta y ochenta días de nacidos, donde se observa que las células germinales indiferencias (Cgi), entre la vejiga gaseosa (Vg) y el intestino (I), que no concuerdan con el grado de desarrollo del grupo control tanto en ovarios como en testículos, aumento 400 X.

Finalmente los cortes de noventa y cien días muestran que el dietilelbestrol tiene un efecto negativo en el desarrollo de los ovarios, atrofiando los ovocitos en ambas dosis, aunque de manera más severa en el caso de la dosis de 12 mg/kg en donde el número de ovocitos atrésicos es mucho mayor.



Fig. 22. Corte representativo del ovario de los individuos del grupo control de noventa a cien días de nacidos en el que se aprecia algunos ovocitos muy desarrollados (Ov) que muestran Núcleos (N) y nucleolos (n), aumento a 400X.

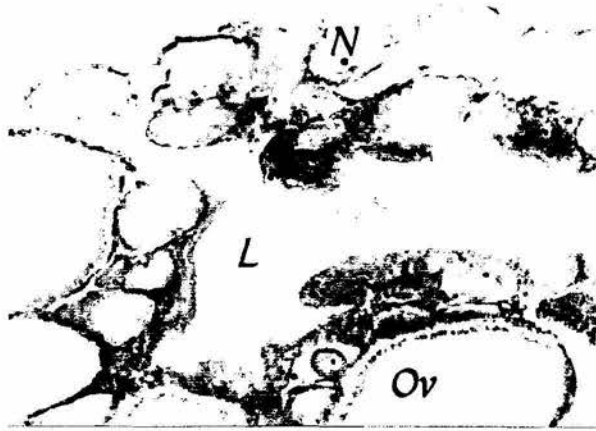


Fig. 23. Corte representativo del ovario de los individuos con dosis de 8 mg/kg de noventa a cien días de nacidos en el que se aprecia algunos ovocitos atresicos (at) y varios ovocitos desarrollados (Ov), aumento a 400X.



Fig. 24. Corte representativo del ovario de los individuos con dosis de 12 mg/kg de noventa y cien días de nacidos en el que se aprecia muchos ovocitos atresicos (at) y varios ovocitos bien desarrollados (Ov), aumento a 400X.

## CONCLUSIONES

El dietilestilbestrol inhibe la expresión de las características sexuales secundarias de macho ya que no se presentan en ninguno de los organismos tratados con las dosis aplicadas, pero si en algunos individuos del grupo control.

Esta hormona no logra provocar una reversión sexual gonadal completa ya que la proporción entre ovarios y testículos no se altera considerablemente en relación con el grupo control.

Tanto la dosis de 8 mg/kg como la de 12 mg/kg son adecuadas para lograr una inducción sexual fenotípica a hembras, con un tiempo mínimo de administración de cuarenta días, pero ninguna de ellas consigue una reversión gonadal total en los peces.

Ambas dosis tienen un efecto negativo en el desarrollo de los testículos impidiendo su maduración normal e induciendo a la presencia de algunos ovocitos que tampoco se desarrollan normalmente, y en el caso de los ovarios la hormona no impide su desarrollo pero degenera un importante número de ovocitos, por lo que su aplicación no es recomendable en peces que se requieren como reproductores.

La dosis de 12 mg/kg es adecuada para incrementar el peso y la talla de los organismos, por lo que puede ser utilizada como un agente anabólico con muy buenos resultados.

## APENDICE

# IZT.

### 1. Técnica histológica



U.N.A.M. CAMPUS

La realización de la técnica histológica se llevarán a cabo los siguientes pasos.

1. Gónada en formol al 10% por 24 horas, como mínimo.
2. Lavar en agua corriente de 15 a 30 minutos como mínimo.
3. Deshidratar con alcoholes de concentración ascendente.

Alcohol	Tiempo
70%	1 hora
80%	1 hora
96%	no más de dos horas
100%	no más de dos horas

4. Aclarar en aceite de cedro-cloroformo (1:1) mínimo por 12 horas.
5. Aceite de cedro, mínimo 24 horas.
6. Paso rápido con cloroformo.
7. Inclusión en parafina.

Impregnación	Parafina I	2 horas
	Parafina II	2 horas
	Paraplast	2 horas
Bloque	Paraplast	hasta que solidifique

8. Cortar al micrótopo y colocar la serie de cortes en un portaobjetos, agregando Ruyter para que estiren los tejidos y se ponen en el horno para que se adhieran al portaobjetos.

9. Una vez que las laminillas con los tejidos están listas, se llevan a cabo la tinción.

	REACTIVO	TIEMPO
DESPARAFINAR	Xilol I	5 min.
	Xilol II	5 min.
HIDRATAR	OH-100%	1 a 3 min.
	OH-96%	1 a 3 min.
	OH-90%	1 a 3 min.
	OH-80%	1 a 3 min.
	OH-70%	1 a 3 min.
	Agua corriente	paso rápido
DESHIDRATAR	Hematoxilina de Harris	7 a 10 min.
	Alcohol ácido	paso rápido
	Agua corriente	paso rápido
	Agua amoniaca	paso rápido
	Agua corriente	paso rápido
	Eosina	3 a 4 min.
DESHIDRATAR	OH-70%	5 min.
	OH-80%	5 min.
	OH-90%	5 min.
	OH-96%	5 min.
	OH-96%	5 min.
	OH-100%	5 min.
	OH-100%	5 min.

10. Ya concluida la tinción se observa al microscopio.

(Junqueira,  
1991)

Nota: La técnica anterior se encuentra estandarizada para gónadas.

**Apéndice 2.- Información nutrimental del alimento utilizado para los tres tratamientos**

---

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>HARINA</b>
<b>HUMEDAD</b>	<b>12.0% MAX</b>
<b>PROTEINA</b>	<b>50.0% MIN</b>
<b>GRASA</b>	<b>15.0% MIN</b>
<b>FIBRA CRUDA</b>	<b>4.0% MAX</b>
<b>CENIZAS</b>	<b>12% MAX</b>
<b>CALCIO</b>	<b>2.0% MIN</b>
<b>FOSFORO</b>	<b>1.20% MIN</b>
<b>E.L.N.</b>	<b>7.0% P/DIF</b>

---

## BIBLIOGRAFIA

Aguilera, H. P., 1994. ¿Qué es la acuicultura? Secretaría de Pesca, México. pp 9-21.

Al-ablani, S., Phelps, R. P., 1997. Sex reversal in black crappie *Promoxis nigromaculatus*: effect of oral administration of 17 $\alpha$ -methyltestosterone on two age classes. *Aquaculture*, 158:155-165.

Alvarez, J. V., 1970. Peces Mexicanos. Edit. Secretaría de Industria y Comercio. México. pp. 106-109.

Badillo, A., 1998. Algunos aspectos de la biología de *Gobionellus hastatus* (Familia: Gobidae) en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. U.N.A.M. Tesis de licenciatura en biología, México.

Baras, E., Prignon, C., Gohoungou G., Melard C. 2000. Phenotypic sex differentiation of blue tilapia under constant and fluctuating thermal regimes and its adaptive and evolutionary implications. *Journal of Fish Biology*. Vol. 57. No. 1 jul. pp. 210-223.

Barnabe, G., 1991. Acuicultura. Vol. VII. Edit. Omega. Barcelona. pp.21-25.

Baroiller, J. F., Guiguen, Y., Fostier, A., 1999. Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish. C.M.L.S. (cellular and molecular life sciences). SS. pp. 910-930.



Barragán, G., 1998. Análisis celular ovárico del pez vivíparo *Poecilia sphenops* en estado de madurez gonádica. U.N.A.M. Campus Iztacala. Tesis de Licenciatura en biología. México.

Benítez, F., 1991. Estructura histológica de la gónada de los teleósteos. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, U.N.A.M. México.

Blázquez, M., Piferrer, F., Zanuy, S., Carrillo, M., Donaldson, E. M., 1995. Development of sex control techniques for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L) aquaculture: effects of dietary 17 $\alpha$ -methyltestosterone prior to sex differentiation. *Aquaculture*, 135:359-342.

Blázquez, M., Felip, A., Zanuy, S., Carrillo, M., Piferrer, F., 2002. Critical period of androgen-inducible sex differentiation in a teleost fish, the European sea bass" *Journal of Fish Biology*. Vol. 58. No. 2. Feb. pp. 342-358.

Billard, R. A., 1982. Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* pp. 65-79.

Borg, G., 1994. Androgens in teleost fishes. *Comp. Biochem. Physiol.* 109C. pp. 219-248.

Bromley, P. J., Ravier, C., Witthames, P. R., 2000. The influence of feeding regime on sexual maturation, fecundity and atresia in first-

time spawning turbot. *Journal of Fish Biology*. Vol. 5. No. 2 feb. pp. 264-278.

Burges, Peter., 1998. International Symposium on viviparous fishes. Cuernavaca, Morelos, México, February 25-27 1998. *Aquarium Sciences and Conservation*. 2: 95-96.

Caputo, V., Candi, G., La mesa, M., Arneri, E., 2000. Pattern of gonad maturation and the question of semelparity in the paedomorphic goby *Aphia minuta*. *Journal of Fish Biology*. Vol. 58. No. 3 mar. pp. 645-669.

Carlisle, S. L., Millar, M., Canario, S. K., Oliveira, M., Carneiro, L., Grober, M. S., 2000. Effects of 11-ketotestosterone on genital papilla morphology in the sex changing fish *Lythrypnus dalli*. *Journal of Fish Biology*. Vol. 57. No. 2 Aug. pp. 445-456.

Carrillo, M., Blázquez, M., Zanuy, S., Piferrer, F., 1999. Sex ratios in offspring of sex-reversed sea bass and the relationship between growth and phenotypic sex differentiation. *Journal of Fish Biology*. Vol. 55. No. 5. nov. pp. 916-930.

Chaumeton, H., 1991. *Guía de los peces de Acuario*. Ed. Omega, Barcelona, España. p. 6,108.

Clemens, H. P., 1996. The effects of feeding methyltestosterone to guppies for sixty days after birth. *COPEIA*. 2: 280-284.

Cochran, C. R., 1992. In vivo and in vitro evidence for the role of hormones in fish spermatogenesis. *The Journal of Experimental Zoology*. 216:143-150.

Collins, P. M., O'Neill, D. F., Barron, B. R., Morre, R. K., Shewood, N. M., 2002. Gonadotropin-Releasing Hormone Content in the Brain and Pituitary of Male and Female Grass Rockfish (*Sebastes rastrelliger*) in Relation to Seasonal Changes in Reproductive Status. *Biology of Reproduction*. 65:173-179.

Covaco, J. E., Van Ball, J., Van Dijk, W., Hassing, G. A. M., Goss, H. J., Schulz, R. W., 2001. Steroid Hormones Stimulate Gonadotrophs in Juvenile Male African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Biology of Reproduction*. 64:1358-1365.

Feist, G., Yeoh, Ch., Fitzpatrick, M. S., Shreck, C. B., 1995. The production of functional sex-reversed male rainbow trout with 17 $\alpha$ -methyltestosterone and 11 $\beta$ -hydroxyandrostenedione. *Aquaculture*. 131:145-152.

Fuentes, P. A., Márquez, E. A., 1994. Inducción sexual en peces de la familia Poeciliidae con el uso de la hormona 17 $\alpha$ -Metiltestosterona. XVIII Simposium de Biologías de Campo. XI Coloquio Estudiantil de 3<sup>o</sup> etapa. U.N.A.M. ENEP Iztacala, México.

Fuentes, P. A., 1998. Uso de la hormona 17 $\alpha$ -metiltestosterona en la obtención de poblaciones monosexo en peces cola de espada

*Xiphophorus helleri*, (poeciliidae). Tesis de licenciatura en Biología, ENEP Iztacala, U.N.A.M., México.

Gannam, A. L., Lovell, R. T., 1991. Effects of feeding  $17\alpha$ -methyltestosterone, 11-ketotestosterone, 17- $\beta$  estradiol, and 3, 5, 3, triiodothyronine to channel catfish, *I. Punctatus*. *Aquaculture*. 92: 377-388.

Guerrero, R. D., 1975. Use of androgen for the production of all male *Tilapia aurea*. *Trans. A. Fish. Soc.* 104:324-348.

Hassin, S., Claire, M., Holland, H., Zohar, Y., 2000. Early maturity in the male striped bass, *Morone saxatilis*: Follicle-Stimulating hormone and luteinizing hormone gene expression and their regulation by gonadotropin releasing hormone analogue and testosterone. *Biology of Reproduction*. 63: 1691-1697.

Helfman, G. S., Collette, B. B. Facey, D., 1997. The diversity of Fishes. Edit. Blackwell Science. U.S.A. pp. 352-353.

Jiménez, G. F., Auró, O. A., 1994. Enfermedades de peces de ornato y su importancia en sanidad acuícola. U.N.A.M. F.M.V.Z. México. p. 22.

Jirotkul, M., 2000. Male trait distribution determined alternative mating tactics in guppies. *Journal of Fish Biology*. Vol. 56. No. 6 jun. pp.1427-1434.

Jones, C. L. W., Kaiser, H., Webb, G. A., Hecht, T., 1998. Filial Cannibalism in the sword tail *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae). *Aquarium Science and Conservation*. 2: 79-88.

Junqueira, L. C., 1991. *Histología básica*. 3ª Edición, Salvat, México. pp. 3-6

Kinnberg K., Korsgaard, B., 2000. Effects of nonylphenol and estradiol -17 $\beta$  on vitellogenin synthesis and testis morphology in male platy fish *Xiphophorus maculatus*. *Journal of Experimental Biology*. 203: 171-181.

Krisfalusi, M. Nagler, J. J., 2000. Introduction of gonadal intersex in genotypic male rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) embryos following immersion in estradiol -17 $\beta$ . *Molecular Reproduction and Development*. 56:495-501.

Lagler, K., 1984. *Ictiología*. AGETEDECTOR, México. pp. 40, 89-91.

Lau, P. P., 2001. Gonad structure and sexual pattern in two threadfin breams and possible function of the dorsal accessory duct. *Journal of Fish Biology*. Vol. 58. No. 5. pp. 1438-1453.

Lone, K. P., Al-Ablani, S., Al-Yaqout, A., 2002. Steroid hormone profiles and correlative gonadal histological changes during natural sex reversal of sobaity kept in tanks and sea-cages. *Journal of Fish Biology*. Vol. 58. No. 2 feb. pp. 305-324.

Márquez, A., 1999. Inducción sexual en peces *Xiphophorus helleri* (poeciliidae) a través de la administración de la  $17\alpha$ -Metil testosterona y de Dietiletilbestrol en el alimento. U.N.A.M. Campus Iztacala, Tesis de Maestría, México.

Mata, C. S., 2001. Algunos aspectos de la Biología de *Gobioides brussoneti* en el sistema estuarino de Tecolutla Veracruz, México. U.N.A.M., Campus Iztacala, Tesis de licenciatura en biología, México, p. 25-32.

Melard, C., 1995. Production of a high percentage of male offspring with  $17\alpha$ -ethynylestradiol sex-reversed *Oreochromis aureus*. I. Estrogen sex-reversal and production of F2 pseudo females. *Aquaculture*. 130:25-34.

Merry J. W., 2001. Preference for symmetry in swordtail fish. *Animal Behavior*. 55:33-39.

Mills, D., 1991. Guía del acuario. Edit. OMEGA, Barcelona. pp. 8,68.

Morris, M. R., 1998. Further examination of female preference for vertical bars in swordtails: preference for no bars in a species without bars. *Journal of fish biology*. 53:56-63.

Mylonas, C., Scott, A. P., Zohar, Y., 1997. Plasma Gonadotropin II, Sex steroids, and Thyroid Hormones in wild Striped Bass (*Morone*

*saxatilis*) during permeation and final oocyte maturation. *General and Comparative Endocrinology*. 108:223-236.

Navas, M. J., 1998. Effect of dietary lipid composition on vitellogenin, 17 $\beta$  estradiol and gonadotropin plasma levels and spawning performance in captive sea bass (*Dicentrarchus labrax* L). *Aquaculture*. 165:65-79.

Nikolsky, G. V., 1963. *The ecology of fishes*. Edit. Academy Press. London. p. 160

Nolan, M., Jobling, I., Brighy, G., Sumpter, J. P. Tyler, C. R., 2001. *A histological description of intersexuality in the roach*. *Journal of Fish Biology*. Vol. 58. No. 1 feb. pp. 160-176.

Pandian, T. J., Sheela, S. G., 1995. Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture*. 138:1-22.

Park, I. S., Zhang, C. I., Lee, Y. D., 2001. Sexual dimorphism in morphometric characteristics of cocktail wrasse. *Journal of Fish Biology*. Vol. 58. No. 6 jun. pp. 1746-1749.

Peña, A. F., 1996. Obtención de una población monosexo (hembras) de *Xiphophorus helleri* (Heckel, 1848) mediante la administración de Dietilestilbestrol en el alimento a hembras grávidas. U.N.A.M Campus Iztacala, Tesis de licenciatura en Biología. México.

Robers, F. E. M., Hassing, G. A. M., Zandbergen, M. A., Goss, H. J. Schulz, R. W., 2000. Regulation of Steady-State luteinizing

hormone messenger ribonucleic acid levels, de novo synthesis, and release by sex steroids in primary pituitary cell cultures of male African catfish, *Clarias gaerlepinus*. *Biology of Reproduction*. 62:864-872.

Rodríguez, G. M., 1989. Técnicas de Evaluación Cuantitativa de la Madurez Gonádica en Peces. AGT Editores. p. 61.

Rosenthal, G., Evans, C. S., Miller, W. L., 1996. Female Performance for dynamic traits in the green sword tail *Xiphophorus helleri*. *Animal Behavior*. 51:811-820.

Sánchez, A., 1996. Estudio morfológico, macro y microscópico de las gónadas de *Gobionellus hastatus* en diferentes etapas de desarrollo. U.N.A.M. Campus Iztacala. Tesis de Licenciatura en Biología, México.

Santandreu, I. A., 1994. Effect of 17 $\alpha$ -methyltestosterone on growth and nitrogen excretion in masu salmon (*Onchorrhynchus masou* Brevoort). *Aquaculture*. 124:321-333.

Schlotz, A., 1977. Los Peces de acuario. Edit. OMEGA, Barcelona. p. 96.



Schreibman, M. P., Kallman, K. D., 1982. Histological and histochemistry of the testis and ovary of the platy fish, *X. maculatus* from birth to sexual maturity. *Cell Tissue Res.* 224: 81-87.

Sevilla, H. M. L., 1986. Introducción a la acuicultura. Edit. Continental. México. pp. 9-20.

Soosamma, K., Pandian, T. J., 1993. Masculinization of *Poecilia reticulata* by dietary administration of synthetic or natural androgen to gravid females. *Aquaculture.* 116:83-89.

Sower, S. A., 1984. Effects of estradiol and diethylestilbestrol on sex reversal and mortality in Atlantic salmon (*S. solar*). *Aquaculture.* 43: 75-81.

Takahashi, H., 1975. Functional feminization of genetic males of the guppies treated with estrogen after birth. *Bull. Fac. Fish Hokkaido Univ.* 26. pp. 223-234.

Tavolga, W. N., 1949. Embryonic development of the Platy fish (*Platypoecilus*), the Swordtail (*Xiphophorus*), and their hybrids. *Bulletin of the American Museum of Natural History.* Vol. 94. No. 4. New York. pp. 206-211.

Toft, G., Baatrup, E., 2001. Characteristics are altered by 4-tert-octilphenol y 17 $\beta$ -estradiol in the adult male Guppy (*Poecilia reticulata*). *Ecotoxicology and enviromental safety.* 48: 76-84.

Trainor, B. C., Basolo, A. L., 2000, An evaluation of video playback using *Xiphophorus helleri*. *Animal Behavior*. Vol. 59. No. 1. pp. 83-89.

Tveiten, H., Johnsen, H. K., 2001. Thermal influences on temporal changes in plasma testosterone and oestradiol-17 $\beta$  concentrations during gonadal recrudescence in female common wolsh. *Journal of Fish Biology*. Vol. 59. No. 1 jul. pp.175-178.

Witschi, E., Crow, E. N., 1973. Hormones and sex determination in fishes and in frogs. *Anat. Rec.* 70:121.

-a-Xiong T., 1993. Hormonal induction of precocious sex reversal in the rice field ell, *Monopterus albus*. *Aquaculture*. 118:131-140.

Yamamoto, T., 1969. Sex differentiation. *Fish Physiology* (Hoar, S. W. Randall D. J. y Donaldson E. M. Eds) Academy Press. New York. p. 37.

Yaron, Z., 1995. Endocrine control of gametogénesis and spawning induction in the carp. *Aquaculture*. 129:49-73.