

DIAGNOSIS DE LA ESPECIE *Oreochromis niloticus*

Los peces de la familia Cichlidae tienen forma oblonga, con largas aletas dorsales de 23 a 31 espinas y radios. La nariz cuenta con un nustrilo en cada lado. La familia cuenta con cerca de 700 especies (Fryer y Iles, 1972), que se encuentran distribuidas en África, América Central, México, al Norte y mitad de Sur América, parte de India y Ceilán (Secretaría de Pesca, 1986, Hernández, Benítez, 1988). Son peces que soportan variaciones en la temperatura de hasta 10 °C.

Dada la gran diversidad de especies en el grupo de la tilapia, su clasificación taxonómica resulta compleja, por lo que se ha dividido al grupo en cuatro géneros basados en su origen, morfología, hábitos alimenticios y reproductivos: *Tilapia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis* y *Dankilia* (Arredondo y Guzmán, 1985)

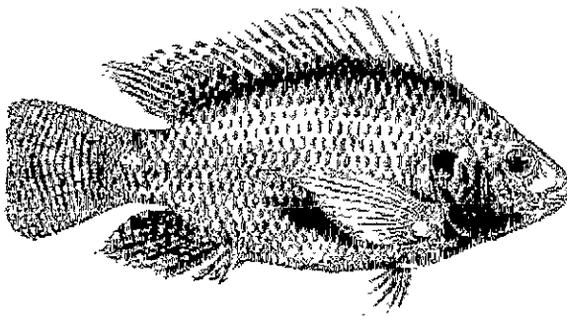


Figura 5. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757)



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.

POSICIÓN TAXONÓMICA DE *Oreochromis niloticus*

División III:	Euteleostei
Supér orden:	Acanthopterygii
Orden :	Peciformes
Sub orden :	Percaideo
Familia .	Cichlidae
Género :	<u><i>Oreochromis</i></u>
Especie :	<u><i>O niloticus</i></u> (Linnaeus, 1757)

(Trewavas, 1973)

Características del género *Oreochromis* presente en México, (Trewavas, 1973 en Arredondo, Guzmán , 1985)

1. Hábitos alimenticios preferentemente planctófagos.
2. Entre 14 y 29 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial
3. La especie tiene un período prenupcial corto.
4. El macho desarrolla una coloración muy marcada en la época de reproducción y fija su territorio.
5. El macho es polígamo y usa el nido para el cortejo y fertilización de los ovocitos.
6. En la tilapia macho, los testículos son de tipo lobular (Figura 6), los lóbulos están separados entre sí por una delgada capa de tejido conectivo fibroso. Dentro de los lóbulos la espermatogonia primaria sufre numerosas divisiones mitóticas hasta producir cistos que contienen varias células germinales que están aproximadamente en el mismo estadio de desarrollo.

Legislación

- 1. Código Federal de Instituciones y Procedimientos Electorales.**
- 2. Código Federal de Procedimientos Penales.**
- 3. Código Penal para el Distrito Federal.**
- 4. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.**
- 5. Código de Procedimientos Penales para el Distrito Federal.**
- 6. Ley Orgánica de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.**
- 7. Ley orgánica de la Procuraduría General de la República.**
- 8. Reglamento Ley Orgánica de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.**
- 9. Reglamento Ley Orgánica de la Procuraduría General de la República.**
- 10. Ley de Seguridad Pública del Distrito Federal.**

POSICIÓN TAXONÓMICA DE *Oreochromis niloticus*

División III:	Euteleostei
Supér orden	Acanthopterygii
Orden	Peciformes
Sub orden	Percaideo
Familia .	Cichlidae
Género :	<u><i>Oreochromis</i></u>
Especie :	<u><i>O.niloticus</i></u> (Linnaeus, 1757)

(Trewavas,1973)

Características del género *Oreochromis* presente en México, (Trewavas,1973 en Arredondo, Guzmán , 1985)

1. Hábitos alimenticios preferentemente planctófagos.
2. Entre 14 y 29 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial.
3. La especie tiene un período prenupcial corto.
4. El macho desarrolla una coloración muy marcada en la época de reproducción y fija su territorio.
5. El macho es polígamo y usa el nido para el cortejo y fertilización de los ovocitos
6. En la tilapia macho, los testículos son de tipo lobular (Figura 6), los lóbulos están separados entre sí por una delgada capa de tejido conectivo fibroso. Dentro de los lóbulos la espermatogonia primaria sufre numerosas divisiones mitóticas hasta producir cistos que contienen varias células germinales que están aproximadamente en el mismo estadio de desarrollo.

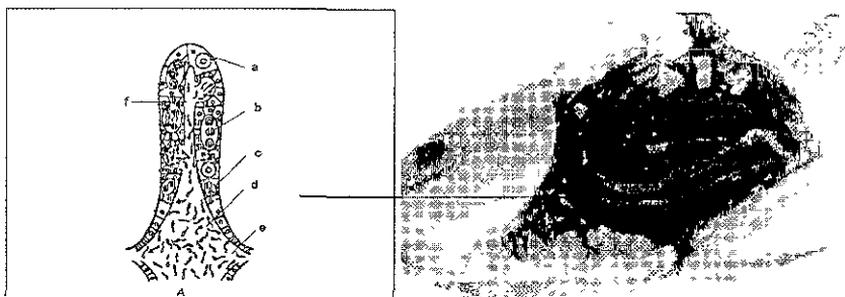
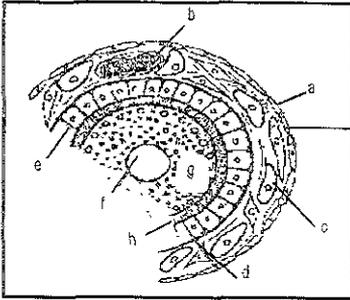


Figura 6. Estructura testicular en teleósteos A tipo lobular y B tipo tubular, (a) espermatogonias; (b) espermatocitos; (c) espermatídes; (d) espermatozoides; (e) conductos espermáticos, (f) lumen lobular (Nagama, 1983).

7. En sus primeras etapas, la espermatogonia se presenta como una célula grande con forma ovoide con núcleo grande y redondo. Posteriormente, después del estadio de proliferación, la espermatogonia se convierte en espermatocito primario una célula mas pequeña y redonda. A continuación pasará por los estadios de meiosis y la primera división de maduración dando como resultado el espermatocito secundario, para más adelante realizar la segunda división meiótica, originando la espermátida. La espermátida ya no sufre división celular, sólo el proceso de maduración, convirtiéndose en espermatozoide con cabeza, parte intermedia y flagelo. Cuando se dá la espermatogénesis y la espermiogénesis, los cistos se expanden y rompen liberando el esperma dentro del lumen lobular (Nagama, 1983).
8. Sus nidos asemejan cráteres circulares, ligeramente más grandes que la longitud de la hembra.
9. En las hembras, los ovarios presentan las ovogonias embebidas en el estroma ovárico (tejido de soporte) (Figura 7) (Benítez, 1991) Durante el proceso de desarrollo las células de la granulosa proveen de proteínas y grasa al ovocito, que las conservará en forma de yema granular y utilizará como alimento en las etapas posteriores a la fecundación hasta que el pez pueda capturar su alimento (Lagler, 1981).

A



B

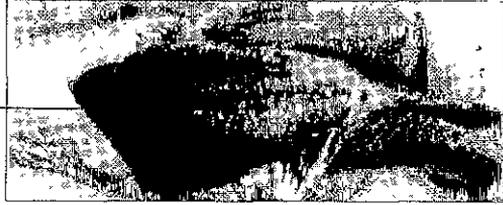


Figura 7. A) Estructura del folículo ovárico de teleósteos (a) fibroblastos; (b) vasos sanguíneos; (c) células tecales, (d) membrana basal; (e) células de la granulosa; (f) vesícula germinal; (g) citoplasma; (h) corona radiada (Nagama, 1983). B) posición de las gónadas en la tilapia *Oreochromis niloticus*.

10. La tilapia presenta un desarrollo folicular asincrónico, donde el ovario contiene ovocitos en todas las etapas de desarrollo (Redding y Patiño, 1993).
11. Los ovocitos son de color amarillo naranja (2 a 3 mm de diámetro) y no presentan una cubierta adhesiva externa.
12. La tilapia libera menos de 700 óvulos en cada desove.
13. Las hembras incuban los huevos y protegen a los alevines guardándolos en la boca por 20 ó 30 días.
14. La sobrevivencia total de las crías es del 90% bajo el cuidado de la madre.
15. La tilapia posee un tipo de reproducción dioica, o sea, que los espermatozoides y los óvulos se desarrollan en individuos separados.
16. En la tilapia la diferenciación de las gónadas ocurre en etapas tempranas del desarrollo entre los 16 y 30 días de edad (Jalabert, 1982), (tomando como referencia el día en que dejó de ser alevín)
17. Las tilapias alcanzan su madurez sexual a partir de los tres meses de edad. La frecuencia de desoves varía dependiendo de los factores ambientales, pudiendo ser desde 6 hasta 16 veces al año. En México se han observado hasta 10 desoves del mismo individuo en un año.

Características de la Guanetidina (GTD)

Su estructura química es un anillo no aromático, nitrogenado con dos puentes de carbono (C) que los separa de un grupo guanidinum no sustituido (Figura 7.1)

En los mamíferos, la GTD bloquea las neuronas noradrenérgicas periféricas, pero no atraviesa la barrera hematoencefálica por lo que no afecta la función cerebral. Inicialmente provoca una disociación entre el potencial de acción y la descarga de NA en la terminal nerviosa. Se acumula activamente en las neuronas simpáticas periféricas por los mecanismos de captación de catecolaminas produciendo la descarga de la NA endógena desde las terminales. Tiene la capacidad de bloquear la captación y liberación de NA la que se manifiesta en la reducción de la concentración del neurotransmisor. Es rápidamente transportada a sus sitios de acción intraneuronal a partir del cual es eliminada. Su vida media es de cinco días. Aproximadamente el 50% de la droga es metabolizada y el otro 50% es eliminada sin cambios por la orina. Por la larga vida media del fármaco, las dosis puede acumularse durante dos semanas. Esencialmente, todos los efectos de la guanetidina se deben al bloqueo simpático (Woosley y Nies, 1976 en Goodman, Gilman 1991).

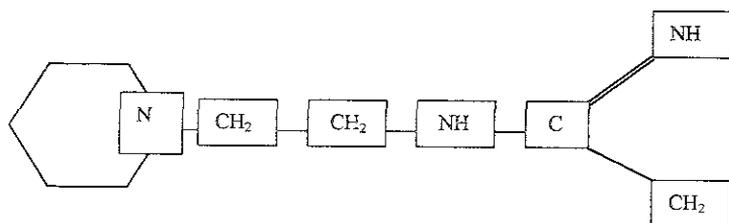


Figura 7.1 Estructura de la guanetidina, tomada de Goodman, Gilman 1991

Características de la hormona coriónica humana (hCG)

La hormona coriónica humana es una hormona glucoproteica compuesta por dos subunidades, la α compuesta por 92 aminoácidos y la β cual varía de tamaño de 102 a 145 aminoácidos y fue descubierta en la década de los 80 (Steven y col). Se produce en la placenta 15 días después de la fecundación, se encuentra en la sangre y la orina de la mujer preñada y actúa como la LH (Turner, 1966). En las etapas tempranas de la gestación, mantiene la función del cuerpo luteo y estimula la secreción de esteroides. En mamíferos, los estudios han demostrado que sus efectos varían según la dosis empleada (Merck Index, 1996).

Planteamiento del problema.

Es escaso el conocimiento de los efectos de la noradrenalina del sistema nervioso central y periférico sobre el crecimiento y la maduración de las gónadas de los peces, tanto de agua dulce como marinos. Debido a ello, en este estudio se trabajó con *Oreochromis niloticus* mantenidos a diferentes temperaturas y se analizó si el sistema noradrenérgico periférico modula la función de crecimiento y maduración de las gónadas, por medio de los efectos producidos por la desnervación noradrenérgica periférica con el fármaco guanetidina. Además se evaluó la estimulación de la hormona coriónica humana (hCG que actúa como la LH) en peces desnervados con el fin de observar sus efectos en el crecimiento y la maduración en las gónadas.

HIPÓTESIS

Si el sistema noradrenérgico periférico modula el crecimiento y la maduración de las gónadas, al desnervar las vías catecolaminérgicas periféricas con el fármaco guanetidina, esta función se verá afectada debido a que la temperatura es un factor fundamental en la regulación del desarrollo gonadal, los efectos de la desnervación variarán en función de la temperatura a la que se mantengan los peces

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la modulación que el sistema noradrenérgico periférico ejerce sobre el crecimiento y la maduración gonadal de ambos sexos de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*, por medio de la desnervación con guanetidina en animales mantenidos en diferentes temperaturas (25 y 30 °C).

OBJETIVOS PARTICULARES

Analizar los efectos del bloqueo del sistema noradrenérgico periférico provocado por la inyección de guanetidina, sobre el crecimiento y la maduración gonadal en ambos sexos de la tilapia *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad (adultos), Mantenidos a dos temperaturas constantes de 25 y 30°C

Analizar los efectos de la hCG en machos y hembras de tilapia de 90 días de edad con desnervación periférica producida por la inyección de GTD, sobre el crecimiento y la maduración gonadal, Mantenidos a dos temperaturas constantes de 25 y 30°C

DISEÑO EXPERIMENTAL

MÉTODOS

Se utilizaron tilapias (*Oreochromis niloticus*) de aproximadamente 20 días de edad nacidas en primavera y otoño en la piscifactoría Zacatepec localizada en el municipio de Zacatepec de Hidalgo, Estado de Morelos. Se ubica a los 99° 11' latitud Norte, 18° 41' longitud Oeste a una altitud de 1000 m.s.n.m. (S.P.P., 1981) El tipo de clima de acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973) es Aw' (w) (i) g, cálido subhúmedo con lluvias en verano y canícula, con marcha de temperaturas tipo ganges y un porcentaje de lluvia invernal menor a 5 mm. La precipitación media anual fluctúa entre los 800 y 1000 mm y la temperatura media anual es de 24 a 26 °C. La temperatura más alta se presenta en mayo y es de 32 a 33° C, y la más baja se registra en diciembre y enero con valores 20 a 21° C.(S.P.P, 1981).

Los animales fueron colocados para su aclimatación en acuarios de vidrio con dimensiones de 48 x 25 x 23 cm con una capacidad de 27 litros, a temperatura constante de 25 ó 30 °C, con sistema de bombeo continuo de aire y alimento para trucha con 50 % en proteína, al 6% diario de la biomasa. Los peces se mantuvieron en estas condiciones hasta que cumplieron 90 días de edad. Para cada experimento se colocaron 8 peces por acuario procurando que la proporción de sexos se mantuviera en 50 %, bajo fotoperíodo de 12 horas luz, (luces encendidas de las 8:00 a las 20:00 hrs.).

Al inicio y final del experimento se tomaron las siguientes medidas de los organismos: Longitud patrón, con un ictiómetro y peso corporal en una balanza analítica.

PROCEDIMIENTO DE AUTOPSIA.

A los peces se les sacrificó por decapitación, se extrajo el cerebro y se disecó el hipotálamo, el cual se congeló a $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta la posterior cuantificación de noradrenalina y su metabolito por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Al mismo tiempo se extrajeron y pesaron las gónadas con lo que se calculó el índice Gonadosomático (IGS) (Rodríguez, 1992).

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso de gónada}}{\text{Peso del pez}} \times 100$$

PROCEDIMIENTO DE CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA RESOLUCIÓN.

El equipo de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) consistió de una bomba (Perkim Elmer, modelo 250), una válvula de inyección Rheodine (Perkim Elmer, modelo 7125), columna Biofase ODS C-18 analítica (25 cm x 4.6, $5\text{ }\mu\text{m}$ de tamaño de partícula) y un detector amperométrico BAS LC-4A (Bioanalytical Systems, Inc) con un doble electrodo, uno de trabajo de carbón vítreo a un potencial de 850 mV y un electrodo de referencia de Ag/AgCl (Domínguez y Col., 1998); Bioanalytical Systems, Inc., West Lafayette, IN, USA).

La fase móvil fue preparada con agua químicamente pura ($10\text{ M}\Omega\text{ cm}$), y consistió de un buffer de ácido cítrico 0.1 M ajustado a $\text{pH} = 3.0$, con 100 mg de ácido 1-octano-sulfónico monohidratado (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA). El buffer se filtró y degasificó con una bomba de vacío por una hora. Inmediatamente se adicionaron 20 ml de acetonitrilo y 15 ml de tetrahidrofurano para cromatografía (E. Merck, Darmstadt, Germany)

La fase móvil fue bombeada a un flujo constante de 1.0 ml/minuto. Las soluciones estándar (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) fueron preparadas y diluidas

el día del experimento usando ácido perclórico 0.1 N. La calibración del equipo fue hecha para producir una curva estándar sobre un intervalo de 0.1 ng a 2 ng/ μ l de inyección. Noradrenalina y MHPG fueron identificados con sus tiempos relativos de retención y comparándolos con sus respectivos estándares usando un integrador Nelson Perkim Elmer 1020. Los resultados fueron expresados en ng de neurotransmisor/mg de tejido (Ayala y Col., 1998). La actividad de la neurona noradrenérgica (siendo sus unidades adimensionales) fue calculada siguiendo la relación descrita por Shannon y col. (1986) y Kerdelhué col. (1989).

Las muestras de hipotálamo fueron pesadas en una balanza de precisión (0.1/0.01 mg) y homogeneizadas en 150 μ l de ácido perclórico 0.1 N y centrifugadas a 12,000 rpm, a -4°C por 30 minutos y el supernadante fue filtrado usando un filtro de celulosa regenerado de 0.2 μm . Veinte μ l de este extracto fue inyectado por una válvula Rheodine conectada a la columna cromatográfica.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Experimento 1. Evaluar el efecto de la desnervación noradrenérgica periférica al inicio de la etapa de maduración (90 días) de *Oreochromis niloticus* machos y hembras sobre el crecimiento y la maduración gonadal mantenidos a temperaturas de 25 y 30 $^{\circ}\text{C}$.

Para ello, dos grupos de 24 peces (hembras y machos combinados) mantenidos en peceras a 25 y 30 $^{\circ}\text{C}$ fueron inyectados por vía intramuscular cada tercer día con 0.1 ml de solución salina o con 20 mg / kg de guanetidina, por un periodo de 30 días. Así mismo se mantuvo un grupo testigo sin tratamiento. Al término del experimento se procedió como se menciona en el procedimiento de autopsia.

el día del experimento usando ácido perclórico 0.1 N. La calibración del equipo fue hecha para producir una curva estándar sobre un intervalo de 0.1 ng a 2 ng/ μ l de inyección. Noradrenalina y MHPG fueron identificados con sus tiempos relativos de retención y comparándolos con sus respectivos estándares usando un integrador Nelson Perkim Elmer 1020. Los resultados fueron expresados en ng de neurotransmisor/mg de tejido (Ayala y Col., 1998). La actividad de la neurona noradrenérgica (siendo sus unidades adimensionales) fue calculada siguiendo la relación descrita por Shannon y col. (1986) y Kerdeihué col. (1989).

Las muestras de hipotálamo fueron pesadas en una balanza de precisión (0.1/0.01 mg) y homogeneizadas en 150 μ l de ácido perclórico 0.1 N y centrifugadas a 12,000 rpm, a -4°C por 30 minutos y el supernadante fue filtrado usando un filtro de celulosa regenerado de 0.2 μ m. Veinte μ l de este extracto fue inyectado por una válvula Rheodine conectada a la columna cromatográfica.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Experimento 1. Evaluar el efecto de la desnervación noradrenérgica periférica al inicio de la etapa de maduración (90 días) de *Oreochromis niloticus* machos y hembras sobre el crecimiento y la maduración gonadal mantenidos a temperaturas de 25 y 30 °C.

Para ello, dos grupos de 24 peces (hembras y machos combinados) mantenidos en peceras a 25 y 30 °C fueron inyectados por vía intramuscular cada tercer día con 0.1 ml de solución salina o con 20 mg / kg de guanetidina, por un periodo de 30 días. Así mismo se mantuvo un grupo testigo sin tratamiento. Al término del experimento se procedió como se menciona en el procedimiento de autopsia

Experimento 2 En función de los resultados obtenidos se estudió la respuesta de las gónadas a la estimulación con hCG en peces con desnervación simpática periférica.

Para ello grupos de animales mantenidos a 25 o 30 °C de temperatura fueron inyectados por vía intramuscular cada tercer día con 0.1 ml de solución salina o con : 50 UI de hormona corionica humana (hCG) cada 72 horas por 30 días o con Guanetidina (20 mg/kg de peso) cada tercer día y durante 20 días posteriormente con 50 UI de hormona coriónica humana (hCG) cada 72 horas durante 10 días. Así mismo se mantuvo un grupo testigo sin tratamiento. Al término del experimento se procedió como se menciona en el procedimiento de autopsia.

EVALUACION DE LOS RESULTADOS.

Los resultados de longitud patrón, peso corporal total, peso de las gónadas (ovarios y testículos), índice gonadosomático y concentración de las monoaminas fueron sometidos a pruebas de análisis de varianza de una vía ($P < 0.05$), además se utilizó la prueba de Tukey y la de rangos múltiples para las medias de los tratamientos cuando se presentaron diferencias ($P < 0.05$). En las tablas y gráficas se muestra el valor promedio \pm error estándar de la media

EXPERIMENTO 1. Efectos de la inyección intramuscular de GTD a peces mantenidos en condiciones de temperatura controlada a 25 y 30 °C

Objetivo: Analizar los efectos del bloqueo del sistema simpático periférico provocado por la inyección de guanetidina, sobre el crecimiento y la maduración gonadal de la tilapia *Oreochromis niloticus* de ambos sexos sexualmente maduros.

RESULTADOS

Efectos de la inyección de guanetidina, realizada al inicio de la etapa de maduración en *Oreochromis niloticus* hembras mantenidas a temperatura de 25°C, sobre el crecimiento y la maduración gonadal.

Tabla 1. Media \pm e m de la longitud patrón, el peso corporal, el peso de gónadas y el índice gonadosómico en hembras de *Oreochromis niloticus* a una edad de 90 días mantenidos a 25°C, en diferentes tratamientos durante 30 días.

TRATAMIENTO 25°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE OVARIOS (g)	ÍNDICE GONADOSÓMÁTICO (IGS)
TESTIGO	15	7.12 \pm 0.18	12.82 \pm 0.81	0.47 \pm 0.05	3.70 \pm 0.49
SALINA	18	6.81 \pm 0.20	10.76 \pm 0.91	0.36 \pm 0.07	3.34 \pm 0.60
GTD (20mg/kg)	20	6.80 \pm 0.15	9.66 \pm 0.55*	0.27 \pm 0.06*	2.79 \pm 0.60

* $p < 0.05$ vs testigo

EXPERIMENTO 1. Efectos de la inyección intramuscular de GTD a peces mantenidos en condiciones de temperatura controlada a 25 y 30 °C

Objetivo: Analizar los efectos del bloqueo del sistema simpático periférico provocado por la inyección de guanetidina, sobre el crecimiento y la maduración gonadal de la tilapia *Oreochromis niloticus* de ambos sexos sexualmente maduros

RESULTADOS

Efectos de la inyección de guanetidina, realizada al inicio de la etapa de maduración en *Oreochromis niloticus* hembras mantenidas a temperatura de 25°C, sobre el crecimiento y la maduración gonadal.

Tabla 1. Media \pm e.e.m. de la longitud patrón, el peso corporal, el peso de gónadas y el índice gonadosómico en hembras de *Oreochromis niloticus* a una edad de 90 días mantenidos a 25°C, en diferentes tratamientos durante 30 días.

TRATAMIENTO 25°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE OVARIOS (g)	ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
TESTIGO	15	7.12 \pm 0.18	12.82 \pm 0.81	0.47 \pm 0.05	3.70 \pm 0.49
SALINA	18	6.81 \pm 0.20	10.76 \pm 0.91	0.36 \pm 0.07	3.34 \pm 0.60
GTD (20mg/kg)	20	6.80 \pm 0.15	9.66 \pm 0.55*	0.27 \pm 0.06*	2.79 \pm 0.60

* p<0.05 vs testigo

En la Tabla 1 se muestran los efectos de la inyección de GTD sobre el crecimiento y maduración de las hembras de *Oreochromis niloticus* sometidas a temperatura de 25 °C, en comparación con los grupos testigo y el inyectado con solución salina. No se observaron diferencias significativas entre el grupo testigo y el salino. La desnervación simpática periférica provocó menor crecimiento corporal y maduración (peso de gónadas).

Efectos de la inyección de guanetidina, realizada al inicio de la etapa de maduración en *Oreochromis niloticus* hembras mantenidas a temperatura de 30°C, sobre el crecimiento y la maduración gonadal.

Tabla 2. Media \pm e.e.m. de la longitud patrón, el peso corporal, el peso de gónadas y el índice gonadosómico en hembras de *Oreochromis niloticus* de 90 días mantenidos a 30°C, en diferentes tratamientos durante 30 días.

TRATAMIENTO 30°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE OVARIOS (g)	ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
TESTIGO	25	6.90 \pm 0.35	12.47 \pm 1.71	0.32 \pm 0.08	2.57 \pm 0.44
SALINA	18	7.29 \pm 0.37	13.19 \pm 2.25	0.39 \pm 0.13	2.96 \pm 0.62
GTD (20mg/kg)	25	7.86 \pm 0.32	14.66 \pm 1.57	0.50 \pm 0.09	3.41 \pm 0.40

La desnervación simpática periférica producida por la inyección de guanetidina no modificó los parámetros ponderales ni del crecimiento gonadal de las hembras mantenidas a 30 °C.

El peso corporal y gonadal de las hembras desnervadas mantenidas a 30 °C, fue significativamente mayor que el observado en las mantenidas a 25 °C (Tablas 1 y 2).

Efectos de la inyección de guanetidina, realizada al inicio de la etapa de maduración en *Oreochromis niloticus* machos mantenidos a temperatura de 25°C sobre el crecimiento y la maduración gonadal.

Tabla 3. Media \pm e.e.m. de la longitud patrón, el peso corporal, el peso de gónadas y el índice gonadosómico en machos de *Oreochromis niloticus* de 90 días mantenidos a 25°C, en diferentes tratamientos durante 30 días.

TRATAMIENTO 25°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE TESTÍCULOS (g)	ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
TESTIGO	30	6.95 \pm 0.19	11.42 \pm 0.76	0.05 \pm 0.01	0.43 \pm 0.10
SALINA	29	7.00 \pm 0.20	11.60 \pm 0.91	0.06 \pm 0.01	0.51 \pm 0.11
GTD (20mg/kg)	21	7.02 \pm 0.26	11.84 \pm 1.45	0.04 \pm 0.01	0.33 \pm 0.05

No se presentaron diferencias significativas entre los valores de los grupos testigo, salina y desnervados (Tabla 3)

Efectos de la inyección de guanetidina realizada, al inicio de la etapa de maduración en *Oreochromis niloticus* machos mantenidos a temperatura de 30°C sobre el crecimiento y la maduración gonadal.

Tabla 4. Media \pm e.e.m de la longitud patrón, el peso corporal, el peso de gónadas y el índice gonadosómico en machos de *Oreochromis niloticus* de 90 días mantenidos a 30°C, en diferentes tratamientos durante 30 días

TRATAMIENTO 30°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE TESTÍCULOS (g)	ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
TESTIGO	38	7.42 \pm 0.29	15.52 \pm 1.81	0.06 \pm 0.01	0.39 \pm 0.06
SALINA	27	7.51 \pm 0.24	14.95 \pm 1.54	0.08 \pm 0.01	0.53 \pm 0.05
GTD (20mg/kg)	20	8.21 \pm 0.37	16.94 \pm 2.17	0.11 \pm 0.03	0.65 \pm 0.08

Al igual que en los animales mantenidos a 25°C, la desnervación simpática periférica no afectó el crecimiento ni la maduración de las tilapias macho (Tabla 4)

Comparación de los efectos de la inyección de guanetidina, realizada al inicio de la etapa de maduración de *Oreochromis niloticus* hembras y machos mantenidos a temperatura de 25 °C, sobre el crecimiento.

Tabla 5. Media \pm e.e.m. de la longitud patrón, el peso corporal en hembras (♀) y machos (♂) de *Oreochromis niloticus* de 90 días mantenidos a 25°C, en diferentes tratamientos durante 30 días.

TRATAMIENTO 25°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)
TESTIGO ♀	15	7.12 \pm 0.18	12.82 \pm 0.81
TESTIGO ♂	30	6.95 \pm 0.19	11.42 \pm 0.76
SALINA ♀	18	6.81 \pm 0.20	10.76 \pm 0.94
SALINA ♂	29	7.00 \pm 0.20	11.60 \pm 0.91
GTD ♀ (20mg/kg)	20	6.80 \pm 0.15	9.66 \pm 0.55* **
GTD ♂ (20mg/kg)	21	7.02 \pm 0.26	11.84 \pm 1.45

* p<0.05 vs sexo del mismo tratamiento ** p<0.05 vs testigo ♀

En la Tabla 5 se observan los efectos de la inyección de GTD sobre el crecimiento de hembras y machos de *Oreochromis niloticus* mantenidos a 25°C de temperatura. No se observaron diferencias significativas entre hembras y machos testigo y tratados con solución salina. La desnervación periférica provocada por la inyección de guanetidina afectó de manera inhibitoria el crecimiento de las hembras, y no afectó el de los machos.

Comparación de los efectos de la inyección de guanetidina, realizada al inicio de la etapa de maduración de *Oreochromis niloticus* hembras y machos sometidos a temperatura de 30 °C, sobre el crecimiento.

Tabla 6. Media \pm e.e.m .de longitud patrón, peso corporal en hembras (♀) y machos (♂) de *Oreochromis niloticus* de 90 días mantenidos a 30°C, en diferentes tratamientos durante 30 días

TRATAMIENTO 30°C	N	LONGITUD PATRON (cm)	PESO CORPORAL (g)
TESTIGO ♀	25	6.90 \pm 0.35	12.47 \pm 1.71
TESTIGO ♂	38	7.42 \pm 0.29	15.52 \pm 1.81
SALINA ♀	18	7.29 \pm 0.37	13.19 \pm 2.25
SALINA ♂	27	7.51 \pm 0.24	14.95 \pm 1.54
GTD ♀ (20mg/kg)	25	7.86 \pm 0.32	14.66 \pm 1.57
GTD ♂ (20mg/kg)	20	8.21 \pm 0.37	16.94 \pm 2.17

En la Tabla 6 se comparan los efectos de la inyección de GTD sobre el crecimiento de las hembras y machos de *Oreochromis niloticus* mantenidas a 30°C. No se observaron diferencias significativas en el crecimiento entre sexos de los diferentes grupos testigo y tratados.

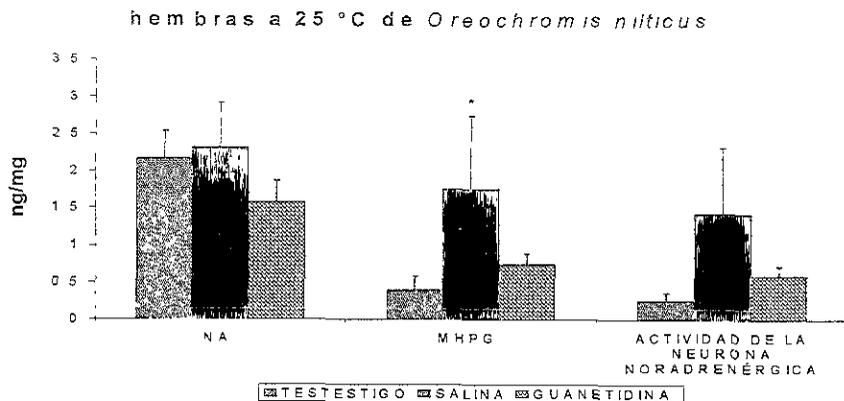
CUANTIFICACIÓN DE CATECOLAMINAS.

Objetivo: Conocer la concentración de noradrenalina y 4-Hidroxi-3-Metoxifeniletilenglicol (MHPG) y la actividad neural noradrenérgica, para establecer si la GTD atraviesa la barrera hematoencéfalica de *Oreochromis niloticus* y si influye en su concentración.

Para este fin peces de los diferentes grupos (testigo, salina y desnervados con GTD), de 120 días de edad, mantenidos a 25 y 30 °C se les diseccionó el hipotálamo para cuantificar la concentración de NA y MHPG.

HEMBRAS.

La desnervación simpática periférica no modificó la concentración de noradrenalina en el hipotálamo de los peces mantenidos a temperatura de 25 °C. La concentración de su metabolito (MHPG), en los hipotálamos de los peces a los que se les inyectó solución salina fue significativamente mayor que en el grupo testigo absoluto y el desnervado. Esta diferencia no se vio reflejada en el cálculo de la actividad neural actividad noradrenérgica (Figura 8).



• $P < 0.05$ vs tratamientos

FIGURA 8 Concentración de NA y MHPG y actividad noradrenérgica neuronal en el hipotálamo de *Oreochromis niloticus* hembras, mantenidas a 25°C

Las inyecciones de solución salina o GTD no modificaron la concentración de NA de los animales mantenidos a 30°C (Figura 9).

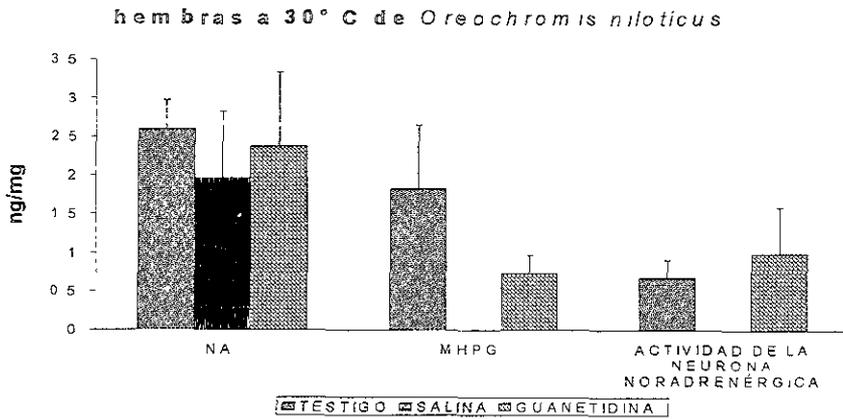


FIGURA 9. Concentración de NA y MHPG y actividad noradrenérgica neuronal en el hipotálamo de *Oreochromis niloticus* hembras, mantenidas a 30°C.

MACHOS.

La inyección de GTD no modificó la concentración de noradrenalina ni la actividad neuronal noradrenérgica en el hipotálamo de los machos mantenidos a 25 °C (Figura 10), y de los mantenidos a 30°C (Figura 11).

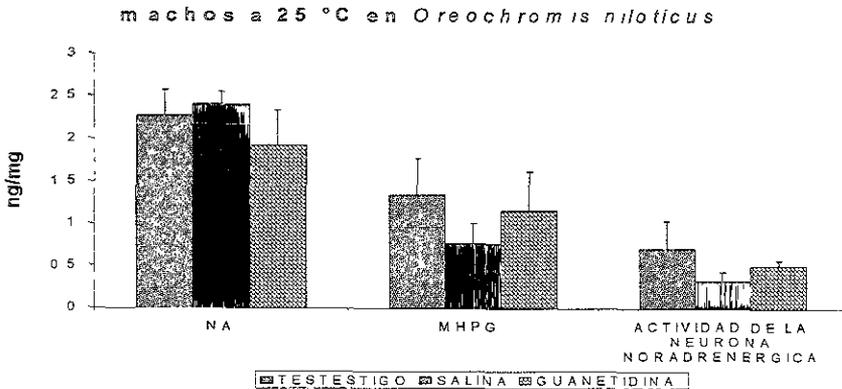
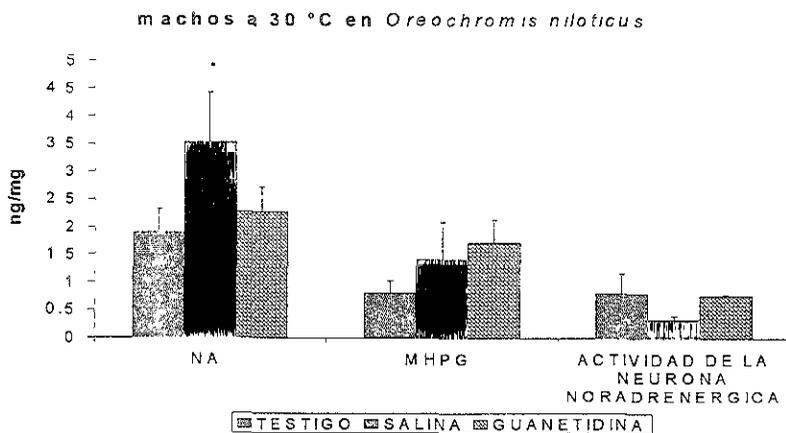


FIGURA 10. Concentración de NA y MHPG y actividad noradrenérgica neuronal en el hipotálamo de *Oreochromis niloticus* machos, mantenidas a 25°C.

Cuando los peces se mantuvieron a 30° se observó un aumento en la concentración de noradrenalina en el hipotálamo de los animales inyectados con solución salina, no siendo así en la concentración de su metabolito, el MHPG y la actividad neuronal (Figura 11)



• $P < 0.05$ vs testigo

FIGURA 11. Concentración de NA y MHPG y actividad noradrenérgica neuronal en el hipotálamo de *Oreochromis niloticus* machos, mantenidas a 30°C.

COMPARACION DE LAS CONCENTRACIONES DE NA, MHPG Y DE LA ACTIVIDAD NEURAL NORADRENÉRGICA EN EL HIPOTÁLAMO DE HEMBRAS Y MACHOS MANTENIDOS A 25 °C.

No se observaron cambios significativos en la concentración de NA entre hembras y machos testigos y tratados con GTD mantenidos a 25°C. La concentración de MHPG fue superior en las hembras tratadas con solución salina que en los machos que recibieron el mismo tratamiento. Esta diferencia se reflejó en la actividad neuronal. El tratamiento con GTD abolió los cambios inducidos por la inyección de solución salina (estrés inespecífico) (Figura 12).

hembras y machos a 25°C de *Oreochromis niloticus*

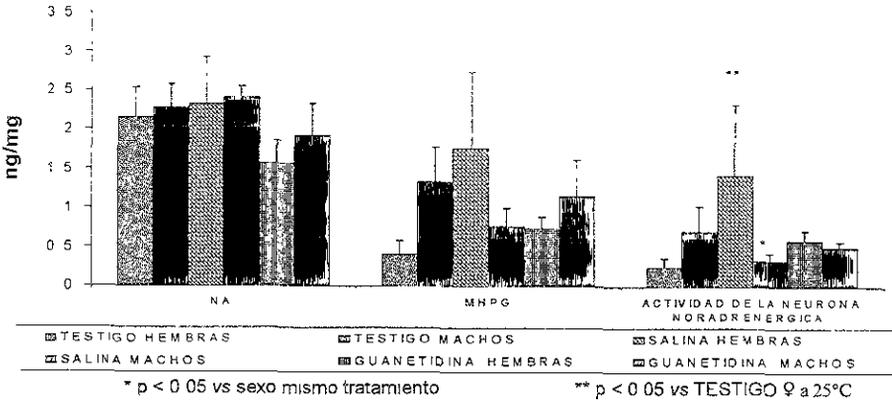


FIGURA 12 Concentración de NA y MHPG y actividad noradrenérgica neuronal en hipotálamo *Oreochromis niloticus* de hembras y machos mantenidas a 25°C.

COMPARACION DE LAS CONCENTRACIONES DE NA, MHPG Y DE LA ACTIVIDAD NEURAL NORADRENÉRICA, EN EL HIPOTÁLAMO DE HEMBRAS Y MACHOS MANTENIDOS A 30 °C.

No se observaron cambios significativos en la concentración de NA, MHPG y actividad neural entre hembras y machos testigos y tratados con GTD sometidos a 30°C. La administración de la solución salina en las hembras y machos no modifico las concentraciones de NA pero si las de MHPG, donde la concentración de las hembras estuvo por debajo de la sensibilidad del método. Esto se reflejo en la actividad neuronal (Figura 13).

hembras y machos a 30°C de *Oreochromis niloticus*

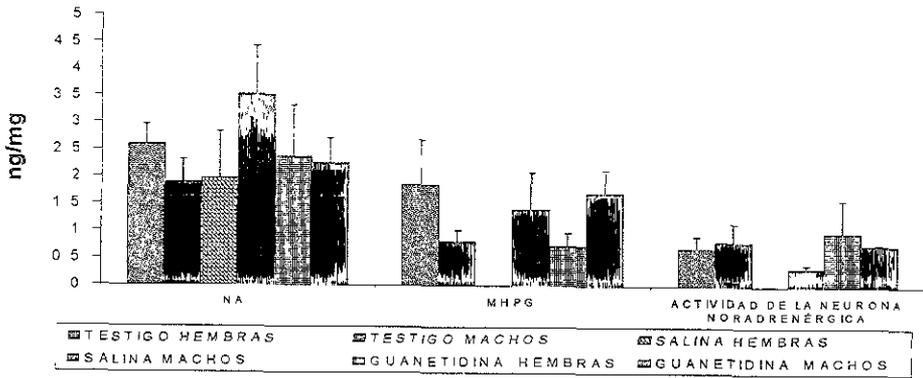


FIGURA 13. Concentración de NA, MHPG y actividad neuronal noradrenérgica en machos y hembras de *Oreochromis niloticus* (testigo absoluto y tratados con solución salina o GTD).

Los resultados obtenidos muestran que los efectos de la desnervación simpática periférica sobre las hembras de *Oreochromis niloticus* dependen de la temperatura a la que se mantienen los animales lo que no sucede en los machos, por lo que podemos suponer que existe una diferencia sexual en la participación de este sistema en los mecanismos de regulación que está vinculado a la temperatura a la que se mantienen a los animales.

Al igual que lo descrito para los mamíferos, la GTD no parece atravesar la barrera hemato-encéfalica ya que no se observaron diferencias significativas en la concentración de NA entre los animales desnervados y el grupo testigo

Dado que la desnervación simpática periférica abolió los efectos producidos por la inyección de solución salina, se puede pensar que esta inervación participa en los mecanismos de estrés

EXPERIMENTO. 2

Objetivo: Analizar los efectos de la desnervación simpática periférica sobre la estimulación hormonal con hCG en el crecimiento y la maduración gonadal de ambos sexos de la tilapia *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad.

Para ello, cuatro grupos de 24 peces mantenidos a 25° y 30°C se les inyecta por vía intramuscular cada tercer día por 30 días, con:

- 0.1 ml de solución salina (1 grupo mantenido a 25°C, otro a 30°C)
- 50 U.I de hCG (1 grupo mantenido a 25°C, otro a 30°C)
- 20 mg/kg de GTD por 20 días + 50 U.I de hCG por 10 días (1 grupo mantenido a 25°C, otro a 30°C)
- testigos (1 grupo mantenido a 25°C, otro a 30°C).

EFFECTOS DEL TRATAMIENTO CON hCG

RESULTADOS

Efectos del tratamiento de hCG realizada cada tercer día por 30 días desde el inicio de la etapa de maduración en *Oreochromis niloticus* hembras mantenidas a una temperatura de 25°C, sobre el crecimiento y la maduración gonadal.

Tabla 15. Media \pm e.e.m de la longitud patrón, el peso corporal, el peso de gónadas y el índice gonadosomático en hembras de *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad mantenidas a 25°C a las que se les aplicó hCG durante 30 días

TRATAMIENTO 25°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE OVARIOS (g)	ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
TESTIGO	15	7.12 \pm 0.18	12.82 \pm 0.81	0.47 \pm 0.06	3.70 \pm 0.49
SALINA	18	6.81 \pm 0.20	10.76 \pm 0.94	0.36 \pm 0.07	3.34 \pm 0.60
hCG (50 UI)	5	6.54 \pm 0.23	8.76 \pm 1.13*	0.14 \pm 0.08*	1.59 \pm 1.37

* $p < 0.05$ vs testigo

El tratamiento con hCG provocó menor crecimiento en la longitud patrón (aunque no fue estadísticamente significativo) y en los pesos corporal y de los ovarios, en comparación con los animales testigo y tratados con solución salina, lo que se refleja en el índice gonadosomático.

Efectos del tratamiento de hCG realizada cada tercer día por 30 días desde el inicio de la etapa de maduración en *Oreochromis niloticus* hembras mantenidas a una temperatura de 30°C, sobre el crecimiento y la maduración gonadal

Tabla 16. Media \pm e.e.m de la longitud patrón, el peso corporal, el peso de gónadas y el índice gonadosomático en hembras de *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad mantenidas a 30°C a las que se les aplicó hCG durante 30 días

TRATAMIENTO 30°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE OVARIOS (g)	ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
TESTIGO	25	6.82 \pm 0.35	12.47 \pm 1.71	0.32 \pm 0.08	2.57 \pm 0.44
SALINA	18	7.29 \pm 0.37	13.19 \pm 2.25	0.39 \pm 0.13	2.96 \pm 0.62
hCG (50 UI)	10	7.22 \pm 0.13	11.84 \pm 0.73	0.25 \pm 0.04	2.11 \pm 0.32

Cuando los animales fueron mantenidos a 30°C la inyección de hCG no modificó los parámetros estudiados (Tabla 16).

Efectos del tratamiento de hCG realizada cada 3^{er} día por 30 días desde el inicio de la etapa de maduración en *Oreochromis niloticus* machos mantenidas a una temperatura de 25°C, sobre el crecimiento y la maduración gonadal

Tabla 17. Media \pm e.e.m de la longitud patrón, el peso, el peso de gónadas y el índice gonada en machos de *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad mantenidos a 25°C a los que se les aplicó hCG durante 30 días.

TRATAMIENTO 25°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE TESTÍCULOS (g)	ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
TESTIGO	30	6.95 \pm 0.19	11.42 \pm 0.76	0.05 \pm 0.01	0.43 \pm 0.10
SALINA	29	7.00 \pm 0.20	11.60 \pm 0.91	0.06 \pm 0.01	0.51 \pm 0.11
hCG (50 UI)	14	8.54 \pm 0.19*	19.64 \pm 1.47*	0.13 \pm 0.04*	0.66 \pm 0.21

* p<0.05 vs tratamiento

El tratamiento de hCG a machos mantenidos a 25°C provocó aumento significativo del peso corporal y de las gónadas, por lo que el índice gonadosomático no se modificó respecto a los grupos testigo e inyectado con solución salina (Tabla 17).

Efectos del tratamiento de hCG realizada cada 3^{er} día por 30 días desde el inicio de la etapa de maduración en *Oreochromis niloticus* machos mantenidos a temperatura de 30°C, sobre el crecimiento y la maduración gonadal

Tabla 18. Media \pm e.e.m de la longitud patrón, el peso corporal, el peso de gónadas y el índice gonadosomático en machos de *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad, mantenidos a 30°C a los que se les aplicó hCG durante 30 días

TRATAMIENTO 30°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE TESTICULOS (g)	ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
TESTIGO	38	7.42 \pm 0.29	15.52 \pm 1.81	0.06 \pm 0.01	0.39 \pm 0.06
SALINA	27	7.51 \pm 0.24	14.95 \pm 1.54	0.08 \pm 0.15	0.53 \pm 0.05
hCG (50 UI)	11	8.05 \pm 0.28	17.60 \pm 1.64	0.09 \pm 0.03	0.51 \pm 0.12

El tratamiento con hCG a machos mantenidos a 30°C no modificó el crecimiento ponderal o peso gonadal (Tabla 18).

Comparación de los efectos de la inyección de hCG realizada cada 3^{er} día por 30 días desde el inicio de la etapa de maduración de *Oreochromis niloticus* hembras y machos mantenidos a temperatura de 25 °C, sobre el crecimiento.

Tabla 19. Media \pm e e m de la longitud patrón, el peso corporal en hembras (♀) y machos (♂) de *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad mantenidos a 25°C a los que se les aplicó hCG durante 30 días.

TRATAMIENTO 25°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)
TESTIGO ♀	15	7.12 \pm 0.18	12.82 \pm 0.81
TESTIGO ♂	30	6.95 \pm 0.19	11.42 \pm 0.76
SALINA ♀	18	6.81 \pm 0.20	10.76 \pm 0.94
SALINA ♂	29	7.00 \pm 0.20	11.60 \pm 0.91
hCG ♀ (50 UI)	5	6.54 \pm 0.23	8.76 \pm 1.13
hCG ♂ (50 UI)	14	8.54 \pm 0.19* **	19.64 \pm 1.47* **

* p<0.05 vs sexo del mismo tratamiento ** p<0.05 vs tratamientos

En la Tabla 19 se muestran los efectos del tratamiento con 50 UI de hCG sobre el crecimiento ponderal y en longitud de hembras y machos de *Oreochromis niloticus* mantenidos a una temperatura de 25°C, se observa que los machos respondieron al tratamiento hormonal con aumento de ambos parámetros, mientras que las hembras no respondieron al mismo

Comparación de los efectos de la inyección de hCG realizada cada 3^{er} día por 30 días desde el inicio de la etapa de maduración de *Oreochromis niloticus* hembras y machos mantenidos a temperatura de 30°C, sobre el crecimiento.

Tabla 20. Media \pm e.e.m de la longitud patrón, el peso corporal en hembras (♀) y machos (♂) de *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad mantenidos a 30°C a los que se les aplicó hCG durante 30 días

TRATAMIENTO 30°C	N	LONGITUD PATRON (cm.)	PESO CORPORAL (g)
TESTIGO ♀	25	6.90 \pm 0.35	12.47 \pm 1.71
TESTIGO ♂	38	7.42 \pm 0.29	15.52 \pm 1.81
SALINA ♀	18	7.29 \pm 0.37	13.19 \pm 2.25
SALINA ♂	27	7.51 \pm 0.24	14.95 \pm 1.54
hCG ♀ (50 UI)	10	7.22 \pm 0.13	11.84 \pm 0.73
hCG ♂ (50 UI)	11	8.05 \pm 0.28*	17.60 \pm 1.64

* $p < 0.05$ vs TESTIGO ♀

El aumento de la temperatura a la que se mantuvieron los animales abolió los efectos producidos por de la inyección de hCG sobre el crecimiento ponderal de los machos, pero no sobre la longitud. La respuesta de las hembras en los parámetros estudiados no fue afectada por el tratamiento con hCG (Tabla 20).

Los ovocitos de las gónadas de las hembras de *Oreochromis niloticus* tratadas con hCG presentaron una sustancia lechosa y una apariencia en color muy distinta a la que se presenta en condiciones normales.

RESULTADOS.

Efectos de la deservación simpática periférica producida por la inyección de GTD sobre el estímulo gonadotrópico con hCG a *Oreochromis niloticus* hembras mantenidas a 25°C, sobre el crecimiento y la maduración gonadal.

Tabla 21. Media \pm e.m de la longitud patrón, el peso corporal, el peso de gónadas y el índice gonadosomático en hembras de *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad sometidas a 25°C, en diferentes tratamientos durante 30 días.

TRATAMIENTO 25°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE OVARIOS (g)	INDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
hCG (50 UI)	5	6.54 \pm 0.23	8.76 \pm 1.13	0.14 \pm 0.08	1.59 \pm 1.37
GTD (20mg/kg)	20	6.80 \pm 0.15	9.66 \pm 0.55	0.27 \pm 0.06	2.79 \pm 0.60
GTD+hCG (20mg/kg+50 UI)	9	7.28 \pm 0.39	12.75 \pm 1.73*	0.17 \pm 0.04	1.33 \pm 0.25

* p<0.05 vs hCG

El peso corporal de los animales deservados tratados con hCG fue significativamente mayor que el de los animales tratados solo con hCG o GTD. Este aumento no se debió a cambios en el peso gonadal (Tabla 21).

Inyección de GTD+hCG, a *Oreochromis niloticus* hembras sometidas a temperatura de 30°C, sobre el crecimiento y la maduración gonadal.

Tabla 22. Media \pm e.e.m de la longitud patrón, el peso corporal, el peso de gónadas y el índice gonadosomático en hembras de *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad a 30°C, mantenidos en diferentes tratamientos durante 30 días.

TRATAMIENTO 30°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE OVARIOS (g)	ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
hCG (50 UI)	10	7.22 \pm 0.13	11.84 \pm 0.73	0.25 \pm 0.04	2.11 \pm 0.32
GTD (20mg/kg)	25	7.86 \pm 0.32	14.66 \pm 1.57	0.50 \pm 0.09	3.41 \pm 0.40
GTD+hCG (20mg/kg +50 UI)	12	7.27 \pm 0.21	12.35 \pm 1.01	0.18 \pm 0.03*	1.45 \pm 0.30*

* p<0.05 vs GTD

La desnervación simpática y la estimulación gonadotrópica no afectaron el crecimiento ni en longitud ni el ponderal. Cuando se compararon los peso de los ovarios de los animales desnervados y los desnervados con estimulación gonadotrópica se observó un crecimiento gonadal significativamente menor (Tabla 22)

Inyección de GTD + hCG, a *Oreochromis niloticus* machos mantenidos a temperatura de 25°C, sobre el crecimiento y la maduración gonadal.

Tabla 23. Media \pm e.e.m de la longitud patrón, el peso corporal, el peso de gónadas y el índice gonadosomático en machos de *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad a 25 °C, mantenidos en diferentes tratamientos durante 30 días.

TRATAMIENTO 25°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)	PESO DE TESTICULOS (g)	ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
hCG (50 UI)	14	8.54 \pm 0.19	19.64 \pm 1.47	0.13 \pm 0.04	0.66 \pm 0.21
GTD (20mg/kg)	21	7.02 \pm 0.26*	11.84 \pm 1.45*	0.04 \pm 0.01*	0.33 \pm 0.05*
GTD+hCG (20mg/kg+50 UI)	14	7.43 \pm 0.30*	13.78 \pm 1.30*	0.09 \pm 0.02	0.65 \pm 0.07

* p<0.05 vs hCG

Quando los animales fueron mantenidos a 25°C, la estimulación gonadotrópica revirtió los efectos de la desnervación simpática sobre el peso gonadal y el índice gonadosomático (Tabla 23).

Comparación de los efectos de la inyección de GTD+hCG, realizada al inicio de la etapa de maduración de *Oreochromis niloticus* hembras y machos a temperatura de 25 °C, sobre el crecimiento.

Tabla 25. Media \pm e.e.m de la longitud patrón, el peso corporal en hembras (♀) y machos (♂) de *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad mantenidas a 25°C, en diferentes tratamientos durante 30 días.

TRATAMIENTO 25°C	N	LONGITUD PATRÓN (cm)	PESO CORPORAL (g)
hCG ♀ (50 UI)	5	6.54 \pm 0.23*	8.76 \pm 1.13*
hCG ♂ (50 UI)	14	8.54 \pm 0.19 **	19.64 \pm 1.47 **
GTD ♀ (20mg/kg)	20	6.80 \pm 0.15	9.66 \pm 0.55*
GTD ♂ (20mg/kg)	21	7.02 \pm 0.26	11.84 \pm 1.45
GTD+hCG ♀ (20mg/kg+50 UI)	9	7.28 \pm 0.39	12.75 \pm 1.73
GTD+hCG ♂ (20mg/kg+50 UI)	14	7.43 \pm 0.30	13.78 \pm 1.30

* p<0.05 vs el sexo del mismo tratamiento ** p<0.05 vs tratamientos

En la Tabla 25 se muestran los efectos del tratamiento de GTD+hCG sobre el crecimiento de hembras y machos de *Oreochromis niloticus* sometidos a temperatura de 25°C. No se observaron diferencias significativas entre hembras y machos con GTD+hCG. La aplicación de hCG 50 UI y la desnervación periférica inhibió el crecimiento ponderal de las hembras pero no el de los machos.

Comparación de los efectos del tratamiento de GTD+hCG, realizada al inicio de la etapa de maduración de *Oreochromis niloticus* hembras y machos a temperatura de 30 °C, sobre el crecimiento.

Tabla 26 . Media \pm e e m de la longitud patrón, el peso corporal en hembras (♀) y machos (♂) de *Oreochromis niloticus* de 90 días de edad mantenidos a 30°C, en diferentes tratamientos durante 30 días

TRATAMIENTO 30°C	N	LONGITUD PATRON (cm)	PESO CORPORAL (g)
hCG ♀ (50 UI)	10	7.22 \pm 0.13	11.84 \pm 0.73
hCG ♂ (50 UI)	11	8.05 \pm 0.28	17.60 \pm 1.64
GTD ♀ (20mg/kg)	25	7.86 \pm 0.32	14.66 \pm 1.57
GTD ♂ (20mg/kg)	20	8.21 \pm 0.37***	16.94 \pm 2.17
GTD+hCG ♀ (20mg/kg+50 UI)	12	7.27 \pm 0.21**	12.35 \pm 1.01
GTD+hCG ♂ (20mg/kg+50 UI)	14	8.37 \pm 0.18* ***	18.32 \pm 1.32

* p<0.05 vs el sexo del mismo tratamiento ** p<0.05 vs GTD ♂ *** p<0.05 vs hCG ♀

En la Tabla 26 se muestran los efectos de la aplicación de GTD+hCG (20mg/kg+50 UI) sobre el crecimiento de hembras y machos de *Oreochromis niloticus* mantenidos a temperatura de 30°C en comparación con el sexo opuesto del mismo tratamiento, así como con el grupo de hCG y el desnervado. Sólo se observaron diferencias significativas en el crecimiento longitudinal entre los sexos en el grupo con GTD+hCG

DISCUSIÓN.

En la mayoría de los niveles de organización biológica existe una diversidad de tácticas reproductoras y los peces no son la excepción ya que presentan diversas formas y actos en los procesos reproductores que establecen temporadas reproductoras, mismas que se pueden definir como la ocurrencia de la crianza de un individuo en un tiempo específico. Las poblaciones exhiben temporadas reproductoras y sus individuos crían en forma sincrónica o asincrónica. Los ciclos temporales reproductores no necesariamente se encuentran vinculados con los ciclos reproductivos anuales; por ejemplo, un individuo, que cría en la primavera cada dos o tres años tiene un ciclo temporal, pero no un ciclo anual. La temporada reproductora incluye patrones en donde el individuo puede criar continuamente, en forma periódica en un año o una sola vez en su ciclo de vida. La temporada reproductora también puede responder a cambios específicos en el ambiente (*fotoperiodo, temperatura, etc.*), por ejemplo algunas especies sólo crían cuando inician las lluvias. De esta forma los peces responden a una amplia variedad de factores (señales) como en cualquier otro grupo de vertebrados (Whinttier y Crews; 1987).

Los ciclos reproductivos de varias especies de peces pueden ser influenciados por la manipulación experimental de la temperatura o la aplicación de hormonas. La temperatura es un factor importante (Fry, 1971) en los procesos metabólicos relacionados con la ingesta de alimento, pero también el metabolismo responde de forma diferente en cada una de las especies existentes de peces, de tal forma que para cada una de las especies existe un intervalo en el cual sus funciones fisiológicas actúan de forma correcta y por debajo o por arriba de este intervalo las diferentes especies ven amenazada su existencia. En la mayoría de las especies, ya sean terrestres, aéreas o acuáticas la temperatura se encuentra íntimamente relacionada en el proceso de crecimiento y sincronización de la maduración (Whinttier y Crews; 1987) y en combinación con el buen

funcionamiento de los diferentes mecanismos neuroendócrinos, hormonales e inmunológicos hacen posible el proceso de la reproducción

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que cuando las hembras de *Oreochromis niloticus* son mantenidas a 25°C, la desnervación simpática periférica resulta en una disminución en las diferentes variables implicadas, principalmente en el peso corporal y por lo tanto en el peso de gónadas cuando a los animales se les mantiene a 30°C se presenta el efecto opuesto, un incremento en las variables de peso corporal y peso de gónadas. Estos resultados nos permiten suponer que la desnervación noradrenérgica periférica afecta la respuesta de crecimiento y maduración de las gónadas dependiendo de la temperatura. Dado que en los machos la desnervación noradrenérgica no afectó significativamente la respuesta de los animales mantenidos a diferente temperatura, podemos suponer que la participación de este sistema en los mecanismos de regulación es diferente para machos y hembras. Estudios previos sobre los efectos de la desnervación noradrenérgica por la inyección de GTD sobre el crecimiento y maduración gonadal han sido realizadas principalmente en mamíferos. En la rata al realizarse la desnervación periférica con GTD ocasiona respuestas que permiten establecer que la inervación noradrenérgica participa en la regulación de la maduración gonadal, siendo diferente en la rata hembra prepúber y adulta. En la fase prepúber es de tipo inhibitoria en el adulto es de tipo estimuladora (Flores y col., 1990). Así mismo, en la cobaya la inervación catecolaminérgica participa en la regulación del crecimiento folicular y los efectos de la GTD dependerán de la etapa (al primer día de nacimiento o en el día 10) en que se realice la desnervación (Riboni y col., 1998)

Cuando se comparan los resultados de los animales de ambos sexos mantenidos a 25 y 30 °C se observa que en los machos la falta de inervación simpática periférica no afecta el crecimiento, lo que sí sucede en las hembras. Este análisis nos permite proponer la existencia de un dimorfismo sexual en los

mecanismos de regulación del crecimiento y maduración gonadal que son, además, dependientes de la temperatura ya que estas diferencias no se observaron en los animales mantenidos a 30°C. Para explicar esta diferencia cabe la posibilidad de que los mecanismos de reconocimiento de la temperatura (termorreceptores) sean diferentes entre machos y hembras, sin dejar de lado lo argumentado por Holden y Reed (1972) quien menciona que las tilapias macho exhiben una tasa de crecimiento más rápida que el de las hembras y ésta se incrementa a temperaturas mayores. Las variaciones en el crecimiento se deben posiblemente a que la desnervación con GTD no sólo afecta la inervación noradrenérgica sino a otras que se encuentren en la inervación periférica y que podrían estar involucradas en el crecimiento.

En los teleosteos, las catecolaminas son componentes importantes del sistema hipotálamo-hipófisis, principalmente en el área preóptica anterior del hipotálamo, y en los núcleos resus lateralis, resus posterioris (Joy, 1993) y tuberilis lateralis del hipotálamo. Los estudios fisiológicos han implicado la regulación de varias hormonas de la hipófisis incluida la GtH por una inervación directa de fibras hipotalámicas catecolaminérgicas (Yu y Peter; 1992). Nuestros resultados muestran que la GTD no afectó la concentración de NA hipotalámica, por lo que los resultados obtenidos no pueden explicarse por alteraciones en la secreción de GtH inducidos por cambios en la concentración de NA.

La diferencia en la concentración de NA del grupo de solución salina con respecto al grupo testigo a 25°C posiblemente se debió al estrés producido por la manipulación y la aplicación de la solución salina. Esto se puede apoyar en el comportamiento de los animales al ser manipulados y depositados nuevamente en el acuario, ya que dicho comportamiento fue de movimientos rápidos en cualquier dirección, a diferencia de aquellos animales a los que se les aplicó GTD en donde se presentó aletargamiento por aproximadamente media hora.

Dado que la desnervación simpática periférica abolió los efectos producidos por la inyección de solución salina, se puede pensar que esta inervación participa en los mecanismos de estrés.

La LH y FSH son responsables del desarrollo de los folículos, así como del proceso espermatogénico y de la actividad hormonal en las hembras y los machos. Los estudios sobre la inyección de hCG (hormona con efectos similares a la LH) en mamíferos han demostrado que sus efectos varían según la dosis empleada (Merck Index, 1996).

La respuesta diferencial en este estudio entre machos y hembras a la estimulación con hCG y su dependencia de la temperatura apoyan la idea de que entre machos y hembras existen diferencias en los termorreceptores para la detección de la temperatura ambiental. La respuesta gonadal a la estimulación con hCG varía con la especie de pez estudiado. Así, Stuart (1983) indujo la ovulación en la *Perca sp* con 50 UI/kg de hCG, mientras que en *Siganus gattatus* el desove fue inducido con 2 UI/g de peso de hCG (Ayson, 1991), en *Sparus auratus* fue necesario inyectar 100 UI/kg de hCG (Gordin y Zohar;1978); 1540 UI/kg en *Ictalurus punctatus* (Sneed y Clemens, 1959); 3000 UI/kg en el *C. auratus* (Yamazaki, 1965) y 60 000 UI/kg en el *Mugil cephalus* (Shchadeh y col., 1973; Kuo y col., 1973) y 2 UI/ml en *Clarias macrocephalus* (Mollan y Tan, 1983). Con base en estos resultados Lam (1982) sugiere que la dosis requerida para inducir la maduración puede estar relacionada con la capacidad de la hCG para remedar los efectos de las gonadotropinas endógenas de cada especie.

La apariencia de las gónadas de las hembras de *Oreochromis niloticus* tratadas con hCG (presentaron en los ovocitos una sustancia lechosa y una apariencia en color muy distintas a la que se presenta en condiciones normales donde su color es de un naranja amarillento y una frágil consistencia de las gónadas en las hembras tratadas) nos llevan a suponer que una sobre

estimulación gonadotrópica posiblemente aumentó la atresia folicular. Esta interpretación se apoya con los resultados obtenidos por Rowland (1983) en *Macquaria ambigua*, donde la inyección de hCG antes del inicio del desove resulta en un aparente deterioro de la calidad del ovocito. Este hecho ha sido corroborado por Pickford y Atz, 1957; Gordin y Zohar, 1978; Billard y Marcel, 1980). Berlinsky (1997) observó en *Paralichthys dentatus* que sólo el 35% de hembras inyectadas con 250 UI/kg de hCG ovularon un número reducido de ovocitos, pero únicamente una hembra tratada con hCG produjo ovocitos fértiles. Estos resultados posiblemente se explican por el deterioro de la calidad de los ovocitos.

Las diferencias observadas en la respuesta al estímulo gonadotrópico entre hembras y machos con desnervación simpática periférica, nos lleva a proponer que dicha inervación juega un papel diferencial en los mecanismos de modulación de la respuesta de las gónadas a las gonadotropinas de la función gonadal entre machos y hembras.

El hecho que la temperatura afecte de manera diferencial a los animales en función del sexo parece apoyar la idea de la existencia de diferencias sexuales en los mecanismos termoreguladores. Los termoreceptores se encuentran localizados en membranas delgadas que poseen una capacidad calórica extremadamente baja y se sabe que las terminaciones nerviosas de algunas fibras sensibles a la temperatura terminan libremente en el tejido epitelial (Gordon, 1984). En los peces es conocido que la línea lateral presenta receptores térmicos (Hoar, 1996) y que estas estructuras son inervadas por los nervios craneales VII, VIII, IX y X (Gregor y col., 1986). Otras estructuras que presentan termoreceptores son los melanóforos, pero en menor proporción ya que en los peces teleósteos su principal actividad es la de el cambio del color de la piel (Goldstein, 1982). A nivel neural se sabe que los peces, como los demás vertebrados, presentan sitios de termorregulación y uno de éstos es el núcleo preóptico periventricular (NPP) sensible a la NA (Hazel, 1993). Esta información implica a receptores a la

temperatura tanto central como periféricamente, sin embargo no se tienen referencias sobre la existencia de diferencias en los termorreceptores por sexo

Con los resultados de este trabajo en conjunto y las evidencias bibliográficas nos permiten establecer que la desnervación periférica con guanetidina afecta de forma diferencial a hembras y machos de *Oreocromis niloticus*, en los procesos reproductivos de crecimiento y maduración en las gónadas dependiendo de la temperatura en que se encuentren 25 o 30 °C. Por otro lado una sobre estimulación con la hormona hCG ocasionó un deterioro en la calidad de los ovocitos en los peces desnervados. Por ultimo a partir de los resultados obtenidos en la concentración de la noradrenalina en el hipotálamo se puede establecer que la guanetidina no fue capaz de atravesar la barrera hematoencefálica de *Oreocromis niloticus*.

CONCLUSIONES.

- La temperatura a la que se mantiene a *Oreochromis niloticus* afecta de manera diferencial el crecimiento y la maduración del ovario y el testículo.
- La participación de la inervación simpática periférica en los mecanismos de regulación del crecimiento gonadal y corporal es diferente entre machos y hembras.
- La guanetidina no atraviesa la barrera hematoencefálica en los machos y hembras
- Los efectos de la sobre estimulación gonadotrópica es afectada de manera diferencial por la desnervación simpática periférica
- La inervación simpática periférica participa en los mecanismos de regulación del estrés.

PROPUESTAS

Con base en los resultados obtenidos en el estudio de la participación periférica noradrenérgica en el crecimiento y maduración gonadal de la tilapia *Oreochromis niloticus*, se presentan varias sugerencias para posteriores estudios, algunas se mencionan a continuación.

- Trabajar con temperaturas de 28 y 32 °C.
- Conocer la intensidad lumínica en los acuarios y tratar de controlada
- Trabajar con peces a edades mayores a 90 días de edad.
- Cuantificar la concentración de catecolaminas en los ovarios y testículos en diferentes etapas del desarrollo gonadal de *O. niloticus*.
- Evaluar la participación de otras catecolaminas periféricas y neuropéptido Y en el desarrollo gonadal de *O. niloticus*.
- Evaluar la histología de los ovarios y de los testículos en las diferentes etapas de desarrollo en *O. niloticus*.
- Trabajar con diferentes concentraciones de hCG.

REFERENCIAS.

- Arredondo F. y Guzmán A., (1985). Actual situación taxonómica de la tribu Tilapini (Pisces, cichlidae) introducidas en México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. 56: Ser. Zool (2); 555-572.
- Ayala M. E., Monroy J., Morales L., Castro M. E. y Domínguez R., (1998) Effects of a lesion in dorsal raphe nuclei performed during the juvenile period of the female rat, on puberty **Brain Research Bulletin**, Vol. 47, No. 3: 211-2118.
- Ayson G. F., (1991). Induced spawning of rabbitfish, *Siganus gattatus* (Bloch) using human chorionic gonadotropin (hCG). **Aquaculture**, 95: 133-137.
- Baggerman, B., (1990). Sticklebacks, En. Reproductive Seasonality in Teleosts: Environmental Influences, Munro, A.D, Scott, A.P. and Lam, T. J., CRC Press, Boca Raton, Flo. Cap. 5.
- Barraclough. C. A., (1984). A role for hypothalamic catecholamines in regulation of gonadotropin secretion. **Recent Prog. Horm. Res**, 40 487-529
- Benítez, J. C., (1991) Comunicación personal. ENEP Iztacala, UNAM. En Rodríguez G. M., 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. Eds. AGT México.
- Berlinsky L. D; King. V. W; Hodson G. R y Sullivan V. C., (1997). Hormone Induced Spawning of Summer Flounder *Paralichthys dentatus*. **J. of the World Aquaculture Society**, 28: 79-86
- Billard R., K. Alagarwami, R., E. Péter, y Breton B. (1993). Potentialisation par le pimozide des effets du LHRH-A sur la secretion gonadotrope hypophysaire, l'ovulation et la spermiation chez la carpe commune (*Cyprinus carpio*) **C. R. Acad. Sci. (Paris)** 296. 181-184.

Billard R y Marcel J.. (1980) Stimulation of spermiation and induction of ovulation in pike (*Esox lucius*). *Aquaculture*, 21 181-195.

Billard R., Reinaud P., Hollenbecq M. G., y Breton B., (1984). Advancement and synchronisation of spawning in *Salmo gardneri* and *S. trutta* following administration of LHRH-A combined or not with pimozide. *Aquaculture*. 43: 57-66.

Bretón, B. (1989). Neuropeptide Y (NPY) modulates *in vitro* gonadotropin release from rainbow trout pituitary glands *Fish Physiol. Biochem* , 7: 77.

Burden W H., Ovarian innervation. En: Jones R. E. (1978). The vertebrate ovary: comparative biology. Eds. Plenum Press, New York. pp., 615-638

Chang J. P. y Cook A. F., y Peter R. E., (1983). Influences of catecholamines on gonadotropin secretion in goldfish *Carassius auratus*. *Gen. Com. Endocrinol.* 49: 22-31.

Chang, J.P. y Mackenzie, D.S., (1984). Effects of dopamine and norepinephrine on *in vitro* spontaneous and gonatropin-releasing hormone-induced gonadotropin release by dispersed cells or fragments of the goldfish pituitary. *Life Sci.* 35: 2027-2033.

Chang. J. P. Van Goor, F., (1991). Influences of norepinephrine and adrenergic agonists and antagonists on gonatropin secretion from dispersed pituitary cells of gold fish. *Neuroendocrinology* 51: 644-674.

Chang. J. P., Yu K. L., Wong A. O., y Peter R. E., (1990). Differential actions of dopamine receptor subtypes on gonadotropin and growth hormone release *in vitro* in goldfish. *Neuroendocrinology* 51: 664-674

Davies B , Swanson, P , y Bromage, N. (1995) The effects of photoperiod and temperature on serum GtH I and GtH II and the timing of maturation in the female rainbow trout. En "Reproductive physiology of fish" Eds. Goetz and Thomas. Of the fifth international symposium, Austin, USA. p 186.

De Leeuw R., Goos H. J., y Van Oordt P. G. W. (1986). The dopaminergic inhibition of the gonadotropin-releasing hormone-induced gonadotropin release. An *in vitro* study with fragments and cell suspension from pituitaries of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell) **Gen. Com. Endocrinol.** 63: 171-177.

Domínguez. R; Chávez R., y Cruz. E., (1991). La regulación del crecimiento y del desarrollo del folículo ovárico En: "Tópicos selectos de la biología de la reproducción" Eds. U.N.A.M y Miguel Ángel Porrúa, México. p 190.

Domínguez González A., Matsumara P., Timossi C., Cruz M. E. y Domínguez. R., (1998). Characterization of monoamine neural activity in the preoptic anterior hypothalamic area and medial basal hypothalamus in rats during the day of proestrus and its relation to gonadotrophin and sexual steroid hormone plasma levels. **Medi Sci Res.** 26: 275-278.

Dufour S , López E., Le Menn F., Le Belle N., Baloché S., y Fontaine Y. A., (1988). Stimulation of gonadotropin release and ovarian development by administration of a gonadoliberin agonist y of dopamine antagonist in female silver eel pre-treated with estradiol. **Gen. Com. Endocrinol.** 70. 20-30.

Elizur A. M., Zmopra N, Knibb W. R., y Zohar Y. (1995) **Seabream gonadotropins: sexual dimorphism in gene expression.** En: "Reproductive physiology of fish" Eds. Goetz y Thomas Of the fifth international symposium, Austin, USA., pp 14-15.

Elizur A. M., Zmopra N., Rosenfeld H., Meiri I., Hasing S., Gording H., y Zohar Y.. (1996). Gonadotropins β -GtH I and β -GtH II from the Gilthead Seabream, *Sparus aurata*. **Gen. Com. Endocrinol.** 102: 39-46

- Evans H. D , (1993). The Physiology of fish. Eds. CRC Press USA pp.435
- Fink G (1986) The endocrine control of ovulation. *Sci. Prog., Oxf.* 70: 403–423.
- Flores A , Ayala M E., y Domínguez R., (1990). Does noradrenergic peripheral innervation have a different role in the regulation ovulation in the pubertal and the adult rat. *Med Sci Res.* 18: 817-818
- Fryer, G. y Iles , (1972). The cichlid fishes of the great lakes of Africa-Their biology and evolution. En: "Applied Genetics of Tilapias " 1983.
- Cailliet G., M , Love M., S., y Ebeling W., A., (1986). *Fishes*. Eds. Wadsworth Publishing Company California U.S.A . p.,53.
- Goldstein L., (1992) Fisiología comparada. Eds. Interamericana, México, pp , 388-389.
- Goodman L. S. y Gilman A.,(1991). Las bases farmacológicas de la terapéutica Eds. Panamericana 8ª Edición México . p., 775.
- Gordon S. M., (1984). Fisiología animal principios y adaptaciones al medio ambiente. Eds. Continental México. México. pp., 478-479.
- Gordin H. y Zohar Y., (1978). Induce spawning of *Sparus auratus* (L.) by means of hormonal treatments. *Ann. Biol. Anim. Biochim., Biophys.* 18(4): 985-990.
- Groves D. J. y Batten T. F. C., (1986). Direct control of the gonadotroph in a teleost. *Gen. Com. Endocrinol.* 62: 365
- Harvey B. y Hovar, W , (1980). Teoría y práctica de la reproducción inducida en los peces. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo Ottawa, Ont CIID p 48

Hazel R. J., (1993). Thermal Biology en Evans H. D., (1993). The Physiology of fish. Eds CRC Press.USA. p 435.

Hernández B. S. y Benítez F. J. C., (1988). Taller de actualización las hormonas en la producción piscícola ENEP Iztacala, UNAM México p109

Hoard W. S., (1996). Fisiología general y comparada. Eds. Omega.Barcelona. pp., 453

Hoard W. S. y Randall D. J., (1969) Fish Physiology Reproduction and Growth Bioluminescencia, Pigments, and Poisons Eds Academic Press London pp. 45-46.

Holden M. y Reed W., (1972) West African fresh water fishes En: "Manipulación del sexo de la tilapia sin esteroides". J. of the World Aquaculture Society. 26 (1):98-102.

Idler, D. R 1983 Teleost gonadotropins. Isolation, biochemistry and function, En: "Fish Physiology", Vol. IX B A Hoar, W. S., Ryall, D. J and Donaldson. Academic Press NY. p. 187-212

Jalabert, B. y Zoar, Y., (1982). Reproductive physiology in cichlid fishes, with particular reference to Tilapia and Sarotherodon. En: "The Biology and Culture of Tilapias". Ed. R.S.V. Pullin y R.H. Lowe-McConnell Filipinas, pp. 129-140

Joy K. P., (1993). Hypothalamic monoamines and gonadotroping regulation in teleosts . Indian Rev. Life Sci. 13: 83-119

Kawachi H., (1989). The duality of teleost gonadotropins, Fish Physiol. Biochem, 7, 29,.

Kerdelhué B., Bonja F., Lesieur P., Pascualini C., El Abad A., Lenoir V., Doviller P., Chiueh M. C., y Paikovist M., (1989) Median eminence dopamine and serotonin neural activity. *Neuroendocrinology*. 49: 176-180.

Khan I. A. y Joy K. P., (1990). Differential effects of photoperiod and temperature on hypothalamic monoaminergic activity in the teleost *Channa punctatus* (Bloch). En " Senthilkumaran B, Joy K. P. (1995). Changes in hypothalamic catecholamines, dopamine β -hydroxylase, and phenylethanolamine-N-methyltransferase in the catfish *Heteropneustes fossilis* in relation to season, raised photoperiod and temperature, ovariectomy, and estradiol-17 β replacement". *Gen. and Comp. Endocrinology*. 97: 121-134.

Khan O y Dulka J. G., Dubourg P., Thibault J., y Peter R. E., (1987). Neuroanatomical substrate for the the inhibition of gonadotropin secretion in goldfish: Existence of a dopaminergic preoptic-hypophyseal pathway. *Neuroendocrinology*. 45: 451-458.

Kuo C. M., Shehadeh Z. H., (1973) Induced spawning of captive grey mullet (*Mugil cephalus* L.) females by injection of human chorionic gonadotropin (hCG). *Aquaculture*. 1(4): 429-432.

Lagier K. F., (1984). Ictiología. Eds. AGT, México. p., 489.

Lam T. J., (1982) Applications of endocrinology to fish culture. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 111-137

Lam T. J., (1983). Environmental influences on gonadal activity in fish Physiology, Vol. IX B Hoar, W, S., Randall, D. J., and Donaldson, E. M., Eds., Plenum Press, New York pp 67

Lescheid W. D., Teresawa Ei, Abler A. L., Urbanisky H. F., Warby C. M., Millar R. P., y Sherwood N. M., (1997). A second form of gonadotropin-releasing hormone

(GnRH) with characteristics of chicken GnRH-II is present in the primate brain
Endocrinology. 138: 5618-5628

Linard B., Bennani S., y Saligaut C., (1995). Involvement of estradiol in a catecholamine inhibitory tone of gonadotropin release in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Gen. Com. Endocrinol.* 99: 192-196.

Linard B., Anglade A., Corio M., Navas J. M., Pakdel F., Saligaut C., y Kah O., (1996). Estrogen receptors are expressed in a subset of tyrosine hydroxylase-positive neurons of the anterior preoptic region in the rainbow trout. *Neuroendocrinology*. 63: 156-165

Matsuo H., Bata Y., Naír R. M. G., Arimura A. y Schally A. B.. (1971) Structure of the porcine LH and FSH-releasing hormone I. The proposed amino acid sequence. En: "Temas selectos de la biología de la reproducción" Edit. Miguel Ángel Porrúa. México, pp., 59.

Merck Index (1996). An encyclopedia of chemical, drugs and biologicals Eds Merck&co.Inc. NY. p ,2273

Merie I., Gothif Y., Knibb W R., Zhoar Y., y Elizur A (1995). Preovulatory changes in gonadotropin gene expression and secretion in the gilthead seabream, *Sparus auratus*. En: "Reproductive physiology of fish" Eds. Goetz and Thomas Of the fifth international symposium, Austin, USA. p. 186.

Mollan M. F. A., y Tan E. S. P., (1983) HCG-Induced spawning of the catfish, *Clañas macrocephalus* (Gunther). *Aquaculture*. 35: 239-247.

Mousa A M, y Mousa A. S., (1999). Immunocytochemical study on the localization and distribution of the somatolactin cell in the pituitary gland and the brain of *Oreochromis niloticus* (Teleostei, Cichlidae). *Gen. and Com. Endocrinology* 113: 197-211.

Nagahama, Y., (1983). The functional morphology of teleost gonads. En "Fish physiology" (W S. Hoar, D. J. Ryll y E. M. Donaldson, Edit), Vol IX A, Academic Press. New York. pp., 223-275

Norris O. D., y Jones E. R., (1987). Hormones and reproduction in fishers, amphibian, and reptiles. Eds. Plenum Press New York. p. 386.

Nozaki M., Naito N., Swanson p., Dickhoff W W., Nakai Y., Suzuki K, y Kawauchi H., (1990). Salmonid pituitary gonadotrophs. II. Ontogeny of GtH I and GtH II cell in the rainbow trout salmo *Gardneri irideus* Gen. Com. *Endocrinol.* 77: 358-367.

Omeljanuk R. J., Shih S M., y Peter R. E., (1987). *In vivo* evaluation of dopamine receptor-mediated inhibition of gonadotropin secretion from the pituitary gly of the goldfish, *Carassius auratus*. *J. Endocrinol* 114: 449-458.

Peña M. B., (1999). Análisis de los factores ambientales y neuroendócrinos que regulan el crecimiento y la maduración sexual de la tilapia *Oreochromis niloticus*. Tesis de Doctorado. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza U.N.A.M México p. 47.

Peter, R. E., (1982). Neuroendocrine control of reproduction in teleosts. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 48-55,.

Peter, R E., (1986). Distribution of noradrenaline in el brain of teleosts. *J. Com. Neurology.* 254. 297-313

Peter, R E. y Paulencu C R., (1980). Involvement of preoptic region in gonadotropin release-inhibition in goldfish *Carassius auratus* *Neuroendocrinology* 31: 133-141

Peter, R. E. y Yu K. L., y Rosenblum P M., (1990). Direct neural regulation of the teleost adenohipophysis. *J. Exp. Zool* 4. 84

Pickford G. E., Atz J. W., (1957). The physiology of the pituitary gland of fishes Zoological Society, New York, pp., 613

Powell J. F. F., Zohar Y., Elizur A., Park M., Fischer W. H., Craig A. G., Rivier J. E., Lovejoy D. A., y Sherwood N. M., (1994). Three forms of gonadotropin-releasing hormone characterized from brains of one specie. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol. 91: 12081-12085.

Prat, F., Sumpter J. P., y Tyler R. C., (1996) Validation of radioimmunoassays for two salmon gonadotropins (GtH1 and GtHII) and their plasma concentrations throughout the reproductive cycle in male and female rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Biol. Reprod.* 54: 1375-1382.

Quiroz. L. U., (1999). Participación de la innervación catecolaminérgica, presente en la gónada fetal de la rata, sobre el crecimiento y diferenciación del folículo ovárico. Tesis de maestría Facultad de Estudios Superiores Zaragoza U.N.A.M México p 19.

Redding J. M., y Patiño N., (1993). Reproductive Physiology En. Evans H. D., (1993). *The Physiology of fish*. CRC Press.USA. pp. 503-534

Ribón L., Escamilla C., Chavira R., y Domínguez R., (1998). Effects of peripheral sympathetic denervation induced by guanethidine administration on the mechanisms regulating puberty in the female guinea pig. *J., of Endocrinol.* 156: 91-98.

Rodríguez G. M., (1992). Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces Eds.. AGT Editor. México. p. 2

Rowland J. S., (1983) The hormone-induced ovulation and spawning of the Australian freshwater fish golden perch, *Macquaria Ambigua* (Richardson) (Percichthyidae) *Aquaculture*, 35 221-238

Ruiz Durá F , (1988). Fundamentos de embriología y fisiología de la reproducción
Edit.U.N.A M. México. p. 202

Saligaut C., Linard B., Mañanos E. L., Kah O., Breton B., y Govoroun M.,
(1998). Release of pituitary gonadotrophins GtH I and GtH II in the rainbow
trout *Oncorhynchus mykiss*: modulation by estradiol and catecholamines. *Gen.
Com. Endocrinology*. 109: 302-309

Sas E., Maier L., y Tiner B , (1990). Catecholaminergic system in the brain of a
gymnotiform teleost fish: An immunohistochemical study. *J. Com. Neurol*. 292:
127-162

Schultz R W., Bogerd J., Bosman P T., Peute J , Rebers F. E. M., Zyberger M.
A., y Goos H. J., (1995). Physiological, morphological, and molecular aspects of
gonadotropins in fish with special reference to the african catfish. En
"Reproductive physiology of fish" Eds. Goetz and Thomas. Of the fifth
international symposium, Austin, USA.. pp. 2-4

Shannon N. J., Gunnet J. W , y Moore K. E , (1986). A comparison of biochemical
indices of 5-hydroxytryptaminergic neuronal activity following electrical stimulation
of the dorsal raphe nucleus *J. of Neurochemical* 47: 958-965.

Secretaría de Pesca., (1986). Piscicultura de agua dulce, Manual recetario-
Bagre-Carpa-Trucha-Tilapia. México p. 461

Senthilkumaran B , y Joy K. P., (1995).Changes in hypothalamic catecholamines,
dopamine β -hydroxylase, and phenylethanolamine-N-methyltransferase in the
catfish *Heteropneustes fossilis* in relation to season, raised photoperiod and
temperature, ovariectomy, and estradiol- 17β replacement *Gen. and Comp.
Endocrinology*. 97: 121-134.

Shchadeh Z. H., Kuo C. M y Milisen K., (1973). Validation of an *in vivo* method for monitoring ovarian development in the gray mullet (*Mugil cephalus*). *J. of Fish Biology*. 5. 489-496.

Sherwood N. M., (1993). Origin of Mamalian Gonadotropin Releasing hormones. *Endocrine Rev.* vol. 14 No. 2 , p. 241-254

Sneed K. E., y Clemens H P , (1959) The use of chorionic gonadotrophin to spawn warmwater fishes. *Prog. Fish Cult.* 21 (3): 117-120

Somoza, G. M. y Peter R E , (1991a). Effect of serotonin on gonadotropin and growth hormone release from *in vitro* perfused goldfish pituitary fragments, *Gen. Com. Endocrinol.*, 82: 103

Somoza, G. M., y Peter R. E., (1991). Serotonin stimulates gonadotropin release in female and male goldfish, *Carassius auratus* L. *Gen. Com. Endocrinol.*, 72: 374-382.

S.P.P (1981). Sintesis Geografica del Estado de Morelos. INEGI, México.

Stojkovic S. S., Izumi S. I., y Catt K. J., (1989). GnRH and central control of reproductive funtion: mechanisms of secretory responses to GnRH En: Genazzami AR. Petraglia F. Volpe A. (eds) Progressing Gynecology and Obstretics. The Pathenon Publishing Group lanes. UK, pp. 675-681.

Stojilkovic S. S., Torsello A. lida T. T. Rojas E., y Catt KJ. (1992). Calcium sigaling and secretory responses in agonist stimulated pituitary gonadotrophs. *J. Steroid. Biochem. Mol. Biol.* 41: 453-467

Sundajara, B. I., y Goswami, S. V., (1966) Effects of mammalian hypophysial hormones, placental gonadotropinas, hormonas gonadal, and adrenal corticoesteroids on ovulation and spawning in hypophysectomized catfish, *Heteropneustes fossilis* (Blonch). *J Exptl. Zool.* 161, 287-296., En "Hoard and

Randall. 1969. Fish Physiology Reproduction and Growth Bioluminescencia, Pigments, an Poisons " Eds Academic Press London p 50.

Suzuki, K., (1988). Steroidogenic activities of two distinct salmon gonadotropins, **Gen. Com. Endocrinol.** 71. 452.

Swanson P., y Dickey J T., (1996) Regulation of gonadotropin I by sex stteroids and gonadotropin-releasing hormone in Cho salmon. En "Abstracts of the 3rd international symposium on fish endocrinology" Japón p. 65.

Tanaka H., Kagawa H., y Hirose K , (1995). Steroidogenic activities of two distict gonadotropin in red seabream, *Pagrus major* En: "Reproductive physiology of fish" Eds. Goetz and Thomas Of the fithth international symposium, Austin, USA., pp. 10-12.

Trudeau V L., Sloley B. D., y Peter R E., (1993). Norepinephrine turnover in the golfish brain is modulated by sex steroids and GABA **Brain Res.** 624: 29-34.

Trewavas E., (1973). On the cichlid fishes of the genus *Peim chromis* and *filapia* and the reconigton of Sarothedon as a disting genus. **Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool)** 25. 1-26.

Turnen C. D. (1966). **General Endocrinology** 4Eth. Ed. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania en Hoard and Randail. 1969. En "Fish Physiology Reproduction and Growth Bioluminescencia, Pigments, an Poisons" Eds. Academic Press London pp 50.

Vyerkraak, G., (1992) Propertys of common carp gonadotropin I and Gonadotropin II **Gen. Com. Endocrinol** , 85. 217

Wasserman, W. J., y Smith, L. D., (1978). Oocyto maduration in nonmammalian vertebrates. En "The Vertebrate Ovary" Eds. Plenum Press, New York pp. 443-468.

Whinttier J., y Crews D., (1987). Seasonal reproduction: patterns and control. En: Norris O. D. Jones. E. R., (1987). Hormones and reproduction in fishes, amphibian, and reptiles. Eds. Plenum Press, New York, p. 385

Woosley R L., y Nies A S., (1976). Guanethidine En Goodman L S , Gilman A ,(1991). "Las bases farmacológicas de la terapéutica". Eds. Panamericana, 8ª Edición, México, pp . 775.

Yamazaki F , (1965). Effects of fish and chorionic gonadotropin on ovulation of goldfish *Carassius auratus*. *Mem. Facult. Fish. Hokkaido Univ.* 13: 1-68.

Yu K L , y Peter R. E., (1992). Adrenergic and dopaminergic regulation of brain gonadotropin-releasing hormone release from goldfish preoptic-anterior hypothalamus and pituitary *in vitro*. *Gen. and Com. Endocrinology.* 85: 138-146.