

REVISION DE TECNICAS DE REPRODUCCION CONTROLADA EN PECES

Por: Dr. Zoel Varela

1) INTRODUCCION

La semilla para la cría de peces es, hoy en día, un factor limitante en piscicultura.

La industria es ampliamente dependiente del control de la reproducción en los diferentes momentos del año. Cuando no existe otra opción, más que la de trabajar con especies cuyos ciclos de reproducción no son manejados por el hombre, los stocks de cría o juveniles en la naturaleza son agotados para proveer semilla para las operaciones de cultivo. Sin control sobre la reproducción, además el mejoramiento genético es imposible.

Donaldson (1975) ha establecido 3 niveles en el control de la reproducción de peces; el primer nivel es el de lograr la madurez sexual y la puesta en el mismo momento del año en que normalmente lo hacen en la naturaleza. El segundo nivel es el de lograr o retrasar este período en algunas semanas o meses. El tercer nivel es el de ser capaz de inducir en especies particulares la puesta en cualquier momento del año. Esto, puntualiza el autor, resultaría en producción continua a lo largo del año asegurando el completo uso de todas las facilidades. Las herramientas principales que los acuicultores poseen para lograr estos objetivos son: el control ambiental; y la reproducción inducida por hormonas.

Sneed y Clemens (1960) señalan las ventajas de la inducción de la puesta por medio de hormonas: al pez salvaje se le puede hacer poner en condiciones artificiales. Los piscicultores pueden predecir bastante correctamente el momento de la puesta pudiendo por lo tanto tomar las medidas necesarias. Tamaños uniformes de huevos o de alevinos pueden ser concentrados en estanques sin el stock de cría, evitando así tanto el canibalismo como la transmisión de enfermedades. Se pueden obtener híbridos, coordinando la producción de gametos de diferentes especies.

2) BASES FISIOLÓGICAS DEL CONTROL DE LA REPRODUCCION EN LOS PECES

En la naturaleza, la reproducción es regulada por factores ambientales, desencadenando una secuencia Hipotálamo-Hipófisis-Gónada, la cual debe ser perfectamente comprendida y conocida por el hombre, para así ser capaz de controlarla.

Donaldson (1975) destacó que en los teleosteos (peces óseos) la influencia de los factores ambientales sobre la reproducción está medida por la interacción entre el cerebro, la hipófisis, testículos u ovarios y en menor grado por las glándulas Tiroideas e Interrenales.

2.1 El Hipotálamo:

Factores ambientales tales como el fotoperíodo, la temperatura, la salinidad, las precipitaciones y la presión atmosférica, entre otras; actuando por intermedio de los órganos de los sentidos del pez; determinan la secreción por el hipotálamo de un factor liberador de gonadotropina. Esta sustancia es producida en el núcleo lateralis tuberis y transmitida directamente por vía neuronal a las células gonadotropas de la Hipófisis. Existe una sustancia de acción similar en los mamíferos que está compuesta por 10 aminoácidos peptídicos, y es conocida como factor Liberador de Hormona Luteinizante o LH-RH.

2.2 Hipófisis

Con relación a la reproducción, la glándula hipófisis es un enlace entre el sistema nervioso central (SNC) y las gónadas. De acuerdo a Pickford y Atz (1957), en los peces, la hipófisis se forma durante el desarrollo a partir de dos elementos embriológicamente diferentes, la neurohipófisis y la adenohipófisis. La neurohipófisis se desarrolla a partir de una profundización del piso del 3er. ventrículo, el infundíbulo. La adenohipófisis se diferencia a partir de una invaginación del techo de la boca.

La adenohipófisis está dividida en: pro, meso y metaadenohipófisis de acuerdo a sus posiciones anatómicas y secreciones.

La mesoadenohipófisis es el lugar de producción y liberación de la hormona gonadotrófica. Hasta el momento, toda la evidencia bioquímica indica que solamente existe una gonadotrófina en los teleosteos.

2.3 Nivel Gonadal

Hoar (1965) confirma que las hormonas gonadales en los peces son esteroides como en otros vertebrados.

Las hormonas sintetizadas por el testículo son androgénicas y las sintetizadas por el ovario, estrogénicas. En vertebrados superiores los principales esteroides gonadales son progesteronas del cuerpo lúteo, testosterona de los testículos y estadiol 17 beta con sus derivados, a partir de los ovarios. Estas hormonas son sintetizadas en un proceso metabólico común, en el que el colesterol da lugar a la progesterona y ésta a los andrógenos y estrógenos. La síntesis de corticoesteroides está ligada a la misma cadena (fig. 1).

De acuerdo a Hoar (1969), las hormonas hipofisiarias tienen efectos directos tanto en la gametogénesis como en el metabolismo y comportamiento. También regulan el desarrollo de los tejidos endocrinos de las gónadas.

El concepto de control hipofisiario en la génesis de los esteroides en el tejido endocrino de las gónadas, está apoyado por datos experimentales. Las hormonas gonadales, llevan a cabo algunas de las funciones hipofisiarias, así como la coordinación de algunas etapas de la gametogénesis, comportamiento sexual, fertilización y en algunos casos el cuidado parental. En el nivel gonadal, la división de responsabilidades en la regulación de la reproducción, parecería estar dividida entre la hipófisis y las gónadas de diferente manera en las distintas especies.

Por ejemplo, Donaldson (1973) demostró que en el Bagre, la gonadotropina puede estimular la ovulación por inducción de la corticoesteroidogénesis en tejido extra ovárico, mientras que en el MEDAKA (*Oryzias latipes*) la ovulación podría ser producida por la inducción de la corticoesteroidogénesis a partir de la gonadotropinas ováricas. Donaldson también cita el trabajo de Jalabert et al., quien propone la existencia en la Trucha, de dos mediadores; un progestágeno producido por el ovario a través de estimulación gonadotrófica, ocasionando la maduración del ovocito; y un segundo mediador cuya naturaleza y lugar de producción es desconocido, el cual es inducido por la gonadotropina o el progestágeno, provocando la ovulación.

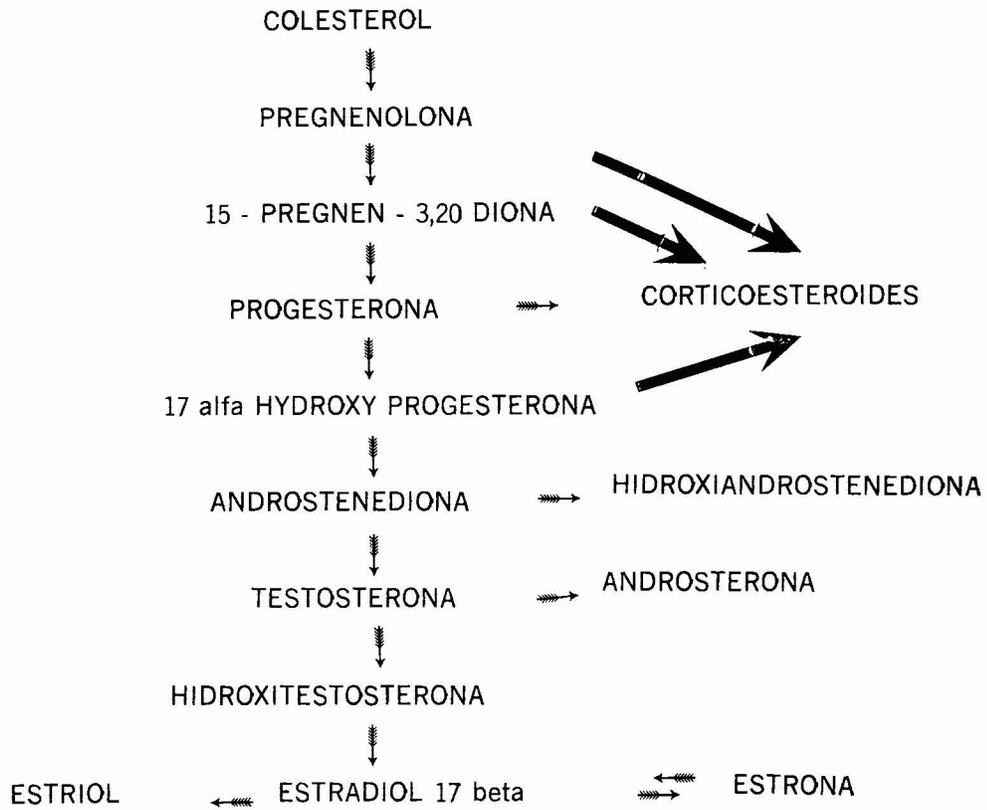


Figura 1. — Principales etapas de la síntesis, de las hormonas esteroides y corticoesteroides a partir del colesterol

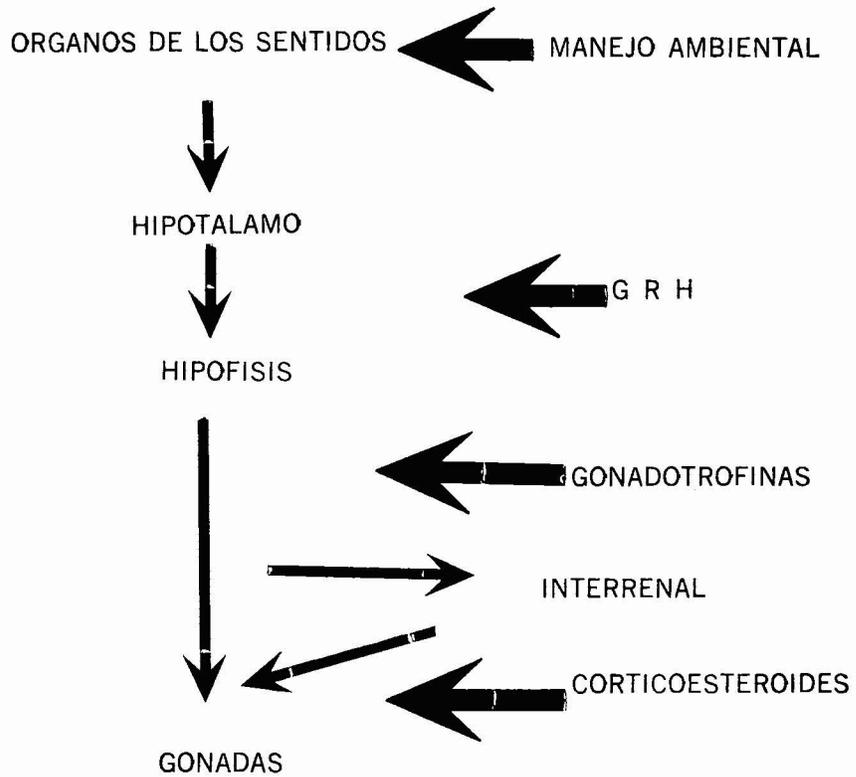


Figura 2

3) REPRODUCCION DE PECES CONTROLADA POR EL HOMBRE

La reproducción de peces es manipulada por el hombre con éxito variable, interviniendo en distintos niveles del eje Hipotálamo-Hipófisis-Gónadal. Las principales áreas de manipulación se muestran en la figura 2.

3.1 Manejo de Factores Ambientales

El fotoperíodo y la temperatura son considerados como los principales factores de regulación del ambiente. Se ha demostrado que la liberación de gonadotrofinas antes del desove en la Trucha de arroyo y de la Trucha Arco Iris está en relación con el ciclo diario de luz. Esto mismo se verifica en otras especies.

Donaldson (1975) señaló que aunque el fotoperíodo es considerado como el principal factor de regulación, está influido por la temperatura en un gran número de especies de Teleósteos. De Vlaming (1972) concluyó que el fotoperíodo es dominante en salmónidos, el fotoperíodo y la temperatura en ciprinidos, la temperatura es extremadamente importante en ciprinodontiformes, las variaciones en la luz diurna influyen en el ciclo reproductivo de gasterosteidos y la temperatura y el fotoperíodo interactúan en algunos perciformes.

Debido a las grandes diferencias entre especies y la poca investigación que se ha realizado en esta área, no se ha hecho demasiado uso de esta información para el manejo de la reproducción de las principales especies cultivadas. Otros factores conocidos por su influencia en los ciclos reproductivos de peces son la salinidad, efectos de las precipitaciones y presión atmosférica. Con más investigación, esta área de estudio puede proveer valiosas armas para la manipulación de la reproducción de peces.

3.2 Hormonas liberadoras de gonadotrofinas

Donaldson (1975) informa que el LH-RH sintético es disponible comercialmente en la actualidad y puede ser de gran importancia en el futuro cercano, pudiéndose intentar provocar la liberación de gonadotrofinas in vivo en peces. Esto podría ser usado para inducir la puesta en especies cultivadas por acción de sus propias hormonas gonadotróficas.

El principal problema en este campo puede surgir en virtud de la liberación directa de GRH natural (Factor Liberador de Gonadotrofina) del hipotálamo sobre la hipófisis en los peces.

Los efectos del GRH inyectado; actuando a través del sistema circulatorio están siendo evaluadas (Weil et al, 1978) (Sokolowska et al, 1978).

3.3 Gonadotrofina de los peces

La inyección de Hipófisis es por mucho, la técnica más utilizada en reproducción controlada de peces. Investigadores brasileños fueron los primeros en desarrollar este método en 1935. El procedimiento básico es descrito por Pickford y Atz (1957).

Se colectan hipófisis de peces donantes dentro de un corto período después de muertos.

Las glándulas se limpian y se ponen en alcohol absoluto, el cual es renovado al día siguiente. También se puede utilizar acetona. Las glándulas así almacenadas mantienen su poder por más de 1 año. Es importante obtener las glándulas de especímenes maduros o en vías de maduración. Para preparar las inyecciones, las hipófisis se desecan y maceran en un mortero, con una pequeña cantidad de suero fisiológico, suficiente para proveer el volumen para una inyección. Esto es centrifugado manualmente y el líquido sobrenadante es usado para la inyección.

Las inyecciones pueden ser intramusculares, en la musculatura dorsal del pez; o intraperitoneal, siendo aplicada en la base de las aletas pélvicas. Varias inyecciones son suministradas a intervalos de 6 horas y en dosis crecientes. Solamente a través de la experimentación se puede determinar cuál es la dosis apropiada de hipófisis necesaria para inducir la puesta en cada caso particular. Busch (1978) señala como desventajas del uso de hipófisis de peces, que su colección, preservación y almacenamiento insumen tiempo y dinero y que un stock de peces donantes puede ser de difícil obtención.

No existen frecuencias y dosis definidas de inyecciones para los principales peces cultivados, y el trabajador debe ajustar las variables a circunstancias específicas.

Esto es una consecuencia de las variaciones en la potencialidad de la glándula y de la no existencia de una unidad standard de extracto de hipófisis.

3.4 Gonadotrofinas placentarias de Mamíferos

Shehadeh (1975) enumera las ventajas del uso de gonadotrofinas placentarias de mamíferos: ellas son fuente confiable y accesible, y pueden ser fácilmente almacenadas por largos períodos, sin pérdida de su potencial. Su potencia es uniforme permitiendo la repetición de experiencias con valores normales constantes. No hay necesidad de sacrificar valiosos stocks de cría ni dedicar tiempo a los procedimientos de colecta, preservación, procesado y distribución de los materiales hipofisiarios.

La principal desventaja que presentan es que no todas las especies de peces son sensibles a ellas.

Las hormonas gonadotróficas de mamíferos más usadas son la gonadotrofina coriónica humana (HCG) y el suero de yegua preñada (PMS).

La HCG tiene acción similar a la LH induciendo la ovulación en varias especies de peces (Sundararaj y Goswami, 1966). PMS es fundamentalmente de acción similar a la FSH y se ha encontrado que es solamente efectiva en dosis mayores que la HCG.

3.5 Corticoesteroides

Sundaraj y Goswami (1966) demostraron que las hormonas del tipo corticoesteroide tales como el cortisol, cortisona y fundamentalmente la desorcicorticosterona (DOCA) eran efectivas en la inducción de la ovulación en Bagres hembras maduras en las que se había retirado la hipófisis.

En *Clarias lazeras* (Africa) se logró éxito en la puesta con inyecciones de DOCA (Shehadeh, 1973). El efecto positivo de las hormonas corticoesteroides en el ciclo reproductivo de algunos peces, está posiblemente relacionado a los pasos comunes en la génesis de los esteroides, los cuales son compartidos con las hormonas gonadales, así como por el hecho de que el desarrollo gonadal puede ser en algunas especies, una función metabólica normal de los corticoesteroides.

En los casos de respuestas positivas, se verifican las mismas ventajas que con el uso de hormonas de mamíferos.

4) TECNICAS DE REPRODUCCION CONTROLADA EN ALGUNAS ESPECIES CULTIVADAS

Un gran número de especies está siendo estudiado en relación con su comportamiento reproductivo y la posibilidad de ser controlado por el hombre. Las principales técnicas usadas en el presente en peces cultivados comercialmente son resumidas en la tabla siguiente:

ESPECIES	METODO	RESPUESTA
Ayu (<i>Plecoglossus altivelis</i>)	Acortamiento del fotoperíodo	Reproducción retardada.
Carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)	Machos y hembras inyectados intraperitonealmente con 2-3 mg/kg de hipófisis desecada de Carpa.	Listas para desovar 12-20 horas luego de la inyección.
Carpas chinas (<i>Ctenopharyngodon idella</i> , <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> , <i>Aristichthys nobilis</i> .)	Hembras: 2-4 mg. de hipófisis de carpa o 700-1000 U.I. de HCG por Kg. de peso. Inyección fraccionada de 1/8 a 1/10 de la dosis total y el resto 6-24 hs. más tarde. Machos: inyectados posteriormente para evitar una maduración adelantada.	El desove tiene lugar 6-20 horas luego de la última inyección.
Bagre de Canal (<i>Ictalurus punctatus</i>)	Hembras inyectadas I.P. en 3 dosis de 2.2 a 22 mg. de hipófisis de carpa o 600-2.200 U.I. de HCG por Kg. de peso. Los machos no son inyectados.	Desove en acuario 16-24 horas luego de la última inyección.
Clarias (<i>Clarias macrocephalus</i>)	Inyección única de 13-26 mg. de hipófisis por Kg. de peso.	Desove 14-16 horas luego de la inyección.
(<i>Clarias lazera</i>)	DOCA, 50 mg/Kg. peso.	Desove.
Carpas Indias (<i>Labeo rohita</i> , <i>L. calbasu</i> , <i>Cirrhinus mrigala</i>)	Hembras: Primera Dosis de extracto de hipófisis homoplástica 2-3 mg/Kg. de peso. Luego de 6 horas, segunda inyección 6-8 mg/Kg. de peso. Machos: inyectados conjuntamente con la segunda dosis de las hembras; a machos de 2-3 mg./Kg. de peso.	Desove tiene lugar 3-6 horas luego de la última inyección.
Esturión (<i>Huso huso</i> , <i>Acipenser ruthenus</i> , <i>A. guldenstadti</i> , <i>A. nudiventris</i> , <i>A. stellatus</i>)	(Unión Soviética) se utilizan extractos de hipófisis homoplásticos.	Se mantienen ejemplares en tanques hasta que estén maduros.

Fuentes: Bardach et al., 1972 //// Shehadeh, 1975.

BIBLIOGRAFIA

- BARDACH, J. E., JOHN H. BYTHER, W. O. McLARNEY. 1972. Aquaculture, the farming and husbandry of freshwater and marine organisms. Wiley, N. York. 868 pp.
- BUSCH, R. L. 1978. Effects of clomiphene citrate on the reproductive cycle of the channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Ph. D. Thesis. Auburn University.
- DE VLAMING, V. L. 1972. Environmental control of teleost reproductive cycles: a brief review. J. Fish. Biol. 4:131-140.
- DONALDSON, E. M. 1973. Reproductive endocrinology of fishes. Am. Zool., 13:909-927.
- DONALDSON, E. M. 1975. Physiological and physicochemical factors associated with maturation and spawning. In FAO-EIFAC Workshop on controlled reproduction of cultivated fishes. EIFAC Tech. pap. N.º 25:53-71.
- HOAR, W. S. 1957. Reproduction. In Hoar, W. S., D. J. Randall (eds.) Fish Physiology, Vol. 3:1-73. Academic Press, N. York.
- HOAR, W. S. 1965. Comparative physiology: hormones and reproduction in fishes. Ann. Rev. Physiol. 27:51-70.
- PICKFORD, C. E. and J. W. ATZ. 1957. The physiology of the pituitary gland of fishes. New York Zoological Society. N. York. 613 pp.
- SHEHADEH, Z. H. 1975. Induced breeding techniques. A review of progress and problems. In FAO-EIFAC workshop on controlled reproduction of cultivated fishes. EIFAC Tech. Papers N.º 25:72-89.
- SNEED, K. E., H. P. CLEMENS. 1960. Hormone spawning of warmwater fishes its practical and biological significance. Prog. Fish. Cult. 22:109-113.
- SOKOLOWSKA, M. W. POPEK, K. BIENIARZ. 1978. Synthetic releasing hormones LH/FSH-RH and LH-RG: effect of intracerebral and intramuscular injections on female carp. (*Cyprinus carpio* L.) maturation. In Billard, R. (chairman), International symposium on reproductive physiology of fish. Annales de Biologie, Animale, Biochimie, Bophysique. Vol. 18 N.º 4 Jour en Josas, France.
- SUNDARARAJ, B., S. V. GOSWAMI. 1966. Effects of mammalian hypophysial hormones, placental gonadotropins, gonadal hormones and adrenal corticosteroids on ovulation and spawning in hypophysectomized catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch). J. Experimental Zoology 161:287-295.
- WEIL, C., R. BILLARD, B. BRETTON, B. JALABERT. 1978. Pituitary response to LH-RH at different stages of gametogenesis in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in International symposium on reproductive physiology of fish. Annales de Biologie Animales, Biochimie, Bophysique. Vol. 18, N.º 4. France.