

**Reproducción inducida del sábalo amazónico,
Brycon melanopterus (COPE, 1872), con diferentes dosis de extracto
de hipófisis de carpa (EHC) e incubación a diferentes densidades de siembra en
un sistema Woynarovich de selección pasiva**

**Artificial reproduction of *Brycon melanopterus* (COPE, 1872) with different doses
of pituitary extract of carp and incubation at different stocking densities in a
Woynarovich system of passive selection**

Lucero Salcedo. R.D¹., García Galano T.², Sanguino Ortiz W.R³

Resumen

Se evaluó el desempeño reproductivo de hembras del sábalo amazónico, *Brycon melanopterus*, utilizando diferentes dosis de EHC; también se evaluaron diferentes densidades en la incubación de huevos, utilizando un sistema Woynarovich de selección pasiva implementado para solucionar los problemas que para esta especie presenta el sistema Woynarovich tradicional. El trabajo de campo se llevó a cabo en la estación piscícola Aquamazonia, localizada en el municipio de Villagarzón - Putumayo (Colombia). Para el primer estudio se seleccionaron 18 hembras con un peso de 2.48 ± 0.07 Kg, una longitud total de 37.56 ± 1.11 cm y con un promedio de 64.8 % de núcleos migrando. Se repartieron en tres tratamientos (T1 – 6.6 mg/kg, T2 – 5.6 mg/kg, T3 – 4.65 mg/kg). Se empleó un diseño estadístico completamente aleatorizado, con 6 réplicas para cada tratamiento. En todos los tratamientos se obtuvo respuesta a la inducción. El tiempo de latencia presentó diferencias significativas, observándose el mejor tiempo en el tratamiento con la menor dosis (T3 – 4.65 mg/kg). En las variables fecundidad reproductiva, fertilidad y sobrevivencia embrionaria, no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Los resultados estuvieron entre: 250150 y 356733 huevos por hembra; 80.31 y 81.03 % y 91.72 y 91.94 %, respectivamente. El análisis parcial de costos manifestó que el tratamiento más económico fue con la menor dosis de EHC. En el segundo estudio se evaluaron 3 tratamientos (T1– 1,5 g de huevos/l, T2– 1,8 g de huevos/l y T3 - 2,1 g de huevos/l. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro réplicas. En la sobrevivencia embrionaria y el porcentaje de eclosión no se presentaron diferencias estadísticas significativas. Los resultados estuvieron entre 85,02 y 86,44 % y 70,50 y 71,81%, respectivamente. El tiempo de retención hídrico presentó diferencias significativas, registrándose el mejor valor con la menor densidad (T1 – 1.5 g de huevos/l).

Palabras clave. Reproducción, *Brycon melanopterus*, incubación, densidades.

Key words. Reproduction, *Brycon melanopterus*, incubation, densities.

¹ Docente Universidad de Nariño – Departamento de Recursos Hidrobiológicos. Ciudad Universitaria Torobajo Pasto – Colombia. dayanlfish@gmail.com

² Docente Universidad de la Habana – Centro de Investigaciones Marinas, Calle 16 # 114, entre 1era y 3era, Miramar Playa. Ciudad de la Habana - Cuba. tsai@cim.uh.cu

³ Docente Universidad de Nariño – Departamento de Recursos Hidrobiológicos. Ciudad Universitaria Torobajo Pasto – Colombia. wilmer963@hotmail.com

Introducción

La tradición de pesca artesanal y consumo indiscriminado de las especies acuícolas ha ocasionado la disminución y en otros casos la desaparición de algunas de las especies icticas nativas. Esto ha generado la necesidad de establecer técnicas de reproducción y cultivo para aumentar la producción de alevinos e impulsar métodos de repoblamiento y comercialización. Son numerosas las especies de peces que se cultivan en el mundo (FAO, 2008) y aunque algunas maduran y desovan de forma espontánea en cautiverio, en muchas de ellas este proceso debe ser inducido, alcanzándose resultados satisfactorios. Tanto la maduración gonadal como el desove se ven afectados por diversos estímulos ambientales tales como la temperatura, iluminación, pluviosidad, etc. La recepción de estos estímulos por el pez, conduce a una serie de eventos en los cuales el sistema endocrino segrega determinadas hormonas que actúan sobre órganos específicos. En la actualidad, el acuicultor tiene la posibilidad de intervenir y modificar alguno de estos eventos y llevar artificialmente a término el proceso reproductivo. Uno de los medios para llevar a cabo esto es mediante la técnica de la reproducción inducida a través del manejo hormonal. La utilización de extracto de hipófisis de carpa (EHC) para inducir a la ovulación, procedimiento referido como hipofisación, fue aplicado con éxito por primera vez en Brasil en 1934 (Von Ihering et al., 1937; citados por Harvey y Hoar, 1980). Dicha técnica, aunque todavía constituye el pilar de muchas operaciones de reproducción inducida, a lo largo de los años ha generado soluciones cada vez mas sofisticadas al problema de la inhibición de la reproducción, hasta el punto de haber utilizado con diversos grados de éxito, gonadotropinas purificadas, hormonas liberadoras hipotalámicas, hormonas de origen mamífero, esteroides y sustancias extrabiológicas como el antiestrógeno clomifeno. Existen numerosos trabajos donde se aborda la preparación y almacenamiento de extractos de pituitaria, la especificidad filogenética de las hormonas administradas, la selección de los reproductores y la evaluación del estado de desarrollo gonadal, estandarización y preservación de los productos sexuales de numerosas especies de peces (Harvey y Hoar, 1980; Pardo, 2001). Sin embargo aún no se han estandarizado las técnicas en especies como *Brycon melanopterus*, un carácido que habita los ríos del piedemonte amazónico de Colombia y que presenta un gran potencial para la piscicultura, iniciándose en los últimos años estudios en sus aspectos bio-ecológicos y productivos. Dentro de sus bondades se destacan su buen comportamiento y rendimiento en sistemas de cultivo y su aceptación de dietas omnívoras (Zaniboni-Filho, 1997a). El sábalo amazónico, *B. melanopterus*, es muy apetecido por los pescadores comerciales y deportivos de la zona alta del río Mocoa – Putumayo y hacen parte de la dieta de indígenas, campesinos y habitantes ribereños de la Amazonía Colombiana. (Castro, 1997). Otra característica que posee la especie es la posibilidad de manipular hormonalmente su reproducción, obteniéndose así semilla apta para cultivo (Zaniboni-Filho, 1997b). Sin embargo, la producción de alevinos es poco permanente, debido a los problemas que se presentan durante el proceso de inducción, donde se observa el taponamiento en las hembras y en el proceso de desarrollo embrionario hay altas mortalidades, proliferación de hongos, embriones deformes y uno de los mayores problemas, el canibalismo de la especie. Durante los últimos años se han realizado algunas investigaciones en el Centro Experimental Amazónico de CORPOAMAZONIA en Mocoa – Putumayo y en la Estación de Aquamazonía localizada en Villagarzón –

Putumayo, con el objetivo de lograr una producción sostenible de alevinos, ya que esta especie tiene una alta demanda en el mercado, con un costo aproximado de \$USD/kg. La reproducción inducida utilizando el extracto de hipófisis de carpa en hembras del sábalo amazónico, ha dado respuestas positivas, pero el resultado no ha sido del 100%, además, el costo de la misma hace necesario probar otras dosis y protocolos de aplicación para estandarizar la efectividad en las reproducciones, por lo que resulta necesario abordar esta problemática. Otro aspecto que debe ser estudiado es el proceso de incubación de los huevos, el cual se realiza con el sistema Woynarovich, ya que se presentan problemas de mortalidad por la presencia de hongos, producidos por los restos de corion que se descomponen después de la eclosión, provocando obstrucción de los filtros de las incubadoras y por consiguiente el empobrecimiento de la calidad del agua dentro de la misma. En la actualidad, ya se han realizado algunas modificaciones a este sistema de incubación, y se le ha denominado sistema Woynarovich de "selección pasiva" (SWSP), que consta de una incubadora de siembra y una de cosecha, que se encuentran comunicadas con un canal el cuál se encarga de colectar las larvas, sin embargo, durante los ensayos preliminares se ha observado que un porcentaje bajo de los restos de corion llegan a ser colectados en la incubadora de cosecha, lo cuál se debe posiblemente a que aún no se ha estandarizado el caudal que se debe manejar a lo largo del período de incubación, de igual manera aun no se conoce la densidad de huevos adecuada para la incubadora de siembra y los periodos de modificación de caudal que permitan mantener los embriones en movimiento y colectar únicamente larvas viables para facilitar el manejo y disminuir los costos por mano de obra requerida para la limpieza de la incubadora de cosecha, obteniendo así mejores resultados a nivel productivo.

Objetivo general

Evaluar la respuesta reproductiva a la inducción al desove en hembras de *Brycon melanopterus* con diferentes dosis de extracto de hipófisis de carpa (EHC) y el sistema de incubación Woynarovich de "selección pasiva" (SWSP) utilizando diferentes densidades de siembra.

Objetivos específicos

- Determinar la dosis adecuada para la respuesta a la inducción al desove con EHC.
- Comparar el desempeño reproductivo de las hembras de *B. melanopterus* tratadas con EHC en diferentes dosis (tiempo de latencia, fecundidad reproductiva, porcentaje de fertilidad y sobrevivencia embrionaria)
- Determinar la densidad adecuada de incubación de los huevos en el sistema Woynarovich de "selección pasiva".
- Calcular el porcentaje de sobrevivencia embrionaria y el porcentaje de eclosión.
- Determinar el tiempo de eclosión.
- Determinar el tiempo de retención hídrico.
- Evaluar los parámetros físico-químicos como indicadores de calidad de agua (caudal, oxígeno disuelto, temperatura, ph, nitritos, hierro).
- Describir los estadios embrionarios de la especie *B. melanopterus*.

- Realizar el análisis parcial de costos para cada estudio.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la Estación Piscícola de Aquamazonia, localizada en la vereda La Paz, en el municipio de Villagarzòn - departamento del Putumayo (suroccidente colombiano). El trabajo de campo tuvo una duración de 6 meses comprendidos de octubre de 2007 a marzo de 2008.

Animales experimentales. Para el estudio de diferentes dosis hormonales se utilizaron 18 hembras y 9 machos, con una relación hembra macho de 2:1. Los animales fueron tomados de los lotes de reproductores que se encuentran en cautiverio en estanques de tierra a una densidad de 1.0 animal/m². Para la obtención de huevos destinados al estudio de densidad de siembra en incubadoras se utilizaron 6 hembras y 3 machos.

Instalaciones y equipos. Se utilizaron tanques rectangulares de concreto de 1000 l para el proceso de inducción. Para el proceso de incubación se usaron incubadoras tipo Woynarovich de 200 l y 70 l. El agua del laboratorio esta contenida en un tanque reservorio, la cual es recirculada y pasada a través de un filtro con 3 compartimentos; el primero contiene piedra de rio de 450 mm y 2 capas de carbón activado contenidas en malla de 500 µm, el segundo es en su totalidad de carbón activado y el tercero es donde sale el agua lista para ser bombeada de nuevo al laboratorio.

Plan de manejo

- **Captura y selección.** Los ejemplares para reproducción se capturaron en un estanque de 150 m², para la captura se empleó un chinchorro de 15 m de largo por 1.5 de ancho y 1.0 pulgada de ojo de malla. En primera instancia se realizó una preselección utilizando nasas sin nudo de 0.40 x 0.40 m, para evitar laceraciones en los reproductores (Figura 6). Las características que se tuvieron en cuenta fueron: papila genital prominente y enrojecida en las hembras y exposición de fluido seminal a leve presión abdominal en los machos, según lo establecido por Woynarovich y Horvath (1983).

Los peces preseleccionados fueron trasladados al laboratorio de reproducción donde se depositaron en contenedores con una solución de sal al 2.0 %. En las hembras para determinar el estado de madurez reproductiva se empleó la técnica de biopsia ovárica (Harvey y Carosfeld, 1993). Se tomó una muestra por vía del oviducto, con una cánula naso-gástrica para niños número seis. Los ovocitos fueron depositados en suero fisiológico y posteriormente se midió el diámetro con un escalímetro (escala 1:1). Luego, se sumergieron en líquido aclarador Serra (60 % de alcohol absoluto, 30 % de formol y 10 % de ácido acético glacial) (Billard, 1979), por cinco minutos para clasificar de acuerdo a la posición del núcleo de los ovocitos (centrales, migrando, periféricos y atrésicos).

Para el estudio reproducción inducida se seleccionaron 18 hembras y 9 machos y en el estudio de densidad de siembra 6 hembras y 3 machos para la obtención de 1512 g de huevos.

Inducción hormonal. Los ejemplares se mantuvieron en tanques rectangulares de 2000 l con flujo de agua continuo. Debido al comportamiento nervioso de esta especie con tendencia a saltar del tanque, se cubrió con malla para evitar este tipo de accidentes y la posterior pérdida de un reproductor. Los ejemplares a inducir fueron sedados con Quinaldine para evitar que estos se maltraten, debido a que esta especie pierde las escamas fácilmente durante la manipulación. Posteriormente se pesaron en una balanza electrónica con capacidad de 30 kg/g. La hormona utilizada fue extracto de hipófisis de carpa (EHC) marca ARGENT, una vez obtenidos los pesos de los peces a inducir, se procedió a calcular las dosis. Para el pesaje de la hormona se utilizó una balanza analítica con capacidad de 310 g, luego se procedió a aplicar la primera dosis a nivel intramuscular. La dosis final se aplicó a las doce horas siguientes.

Desove artificial. Después de aplicar las dosis finales, se procedió a esperar la respuesta de los ejemplares observando el comportamiento. El primer indicio que la hembra esta lista para desovar es el movimiento ondulatorio de la aleta dorsal aproximadamente por 10 minutos, posterior a esto la hembra presentó una natación rápida muy cerca de las paredes de la pileta. En este momento las hembras y machos se sedaron con Quinaldine y se procedió a la obtención de los gametos mediante desove artificial, posteriormente se efectuó la fertilización e hidratación de los huevos. Los huevos obtenidos se pesaron antes de ser fertilizados para calcular la fecundidad reproductiva por tratamiento. Del total del desove se tomo 1 g para hacer el conteo de ovocitos y la obtención del diámetro de los ovocitos obtenidos por desove artificial (Figura 1).



Figura 1. Desove artificial e hidratación de los huevos fertilizados.

Incubación - Evaluación de diferentes dosis de inductor. El sistema de incubación implementado en este estudio se denominó sistema Woynarovich de "selección pasiva" (SWSP), que es una modificación del sistema Woynarovich tradicional. El principio de incubación es el mismo, es decir incubación con flujo ascendente según lo planteado por Woynarovich (1975), la variación consiste en utilizar el mínimo flujo ascendente que permita el movimiento de los huevos pero sin llevarlos a la superficie, su oxigenación y la eliminación de metabolitos, además de conseguir que los sólidos sedimentables (principalmente el corion) no salga de la incubadora debido al mínimo flujo que no es capaz de superar la fuerza de sedimentación de estos cascarones. Después de la

eclosión, se aprovecha en este sistema la forma de natación de las larvas, cuando estas nadan de manera vertical, al llegar a la superficie se encuentran con una corriente lineal capaz de arrastrarlas hasta la salida de la incubadora donde no hay filtro y posteriormente se las encausa a otra incubadora tipo cosecha donde existe un filtro; solo aquellas larvas bien formadas y sanas pueden nadar hasta llegar a la superficie, las demás no lo hacen y se quedan en el fondo al igual que restos de corion por lo tanto hay una selección. Se utilizaron 18 incubadoras Woynarovich cónicas de tipo vertical, hechas en fibra de vidrio con capacidad de 200 l, cada una con un filtro de 500 μm para evitar la salida de las larvas. Para el estudio de densidad de siembra de huevos en incubadoras se utilizó un sistema de 12 incubadoras Woynarovich de 70 l y 3 incubadoras de 200 l (incubadoras de cosecha) con un filtro de 500 μm para evitar la salida de las larvas. Se dispuso una canaleta de PVC para la colecta de las larvas que fue ubicada en la salida del agua de las incubadoras de siembra y finaliza en la parte superior de la incubadora de cosecha donde entran las larvas libres de restos de corion, huevos no viables, embriones muertos y larvas malformadas. El caudal de las incubadoras de siembra se modificó a lo largo del estudio para mantener los huevos y larvas a media columna de agua y así permitir que la incubadora de cosecha se mantuviera limpia para el momento en que las larvas empezaron a eclosionar (Figura 2).

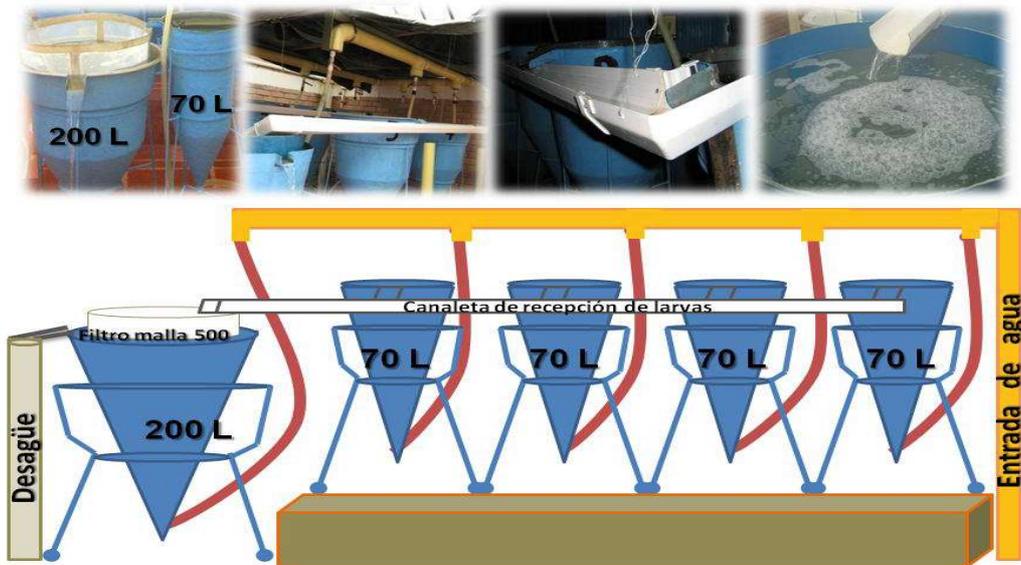


Figura 2. Incubadoras Woynarovich y sistema de cosecha.

Profilaxis. Después del desove, las hembras se sumergieron en agua limpia con una solución de sal al 3% y agua corriente con difusores para su recuperación y 4 horas más tarde se trasladaron al estanque en tierra para evitar mayor cantidad de estrés causado por el confinamiento de las hembras en el laboratorio.

Mediciones. Las muestras se tomaron con una caja petri y se realizaron conteos sucesivos de la siguiente manera: La fertilidad se midió en fase de gastrulación tardía (estado de desarrollo embrionario, cierre del blastoporo que ocurre seis horas después de la fertilización). Se realizaron 6 conteos, de cada conteo se calculó el promedio y

posteriormente se obtuvo el porcentaje. Para la medición de la sobrevivencia embrionaria se tuvo en cuenta que el tiempo de incubación hasta la eclosión reportado para las especies del género *Brycon* es de aproximadamente de 12.5 - 13 horas, por lo tanto se tomaron las muestras a las 11 horas 30 minutos siguiendo el protocolo de Clavijo (2002) con *B. amazonicus* (toma de muestras 1 – 2 horas antes de la eclosión). Se realizaron 5 conteos, cuantificándolos en vivos (presencia de movimiento caudal) y muertos o no viables, después se calculó la sobrevivencia embrionaria. El porcentaje de eclosión se tomó de la misma manera y se realizaron 5 conteos para cuantificar cuantas larvas habían eclosionado (larvas fuera del corion) y los embriones que aún no se liberaban del corion. Posterior a esto se calculó el porcentaje.

Control de parámetros físico químicos. El monitoreo de parámetros físico-químicos (temperatura, pH, nitritos, hierro, oxígeno disuelto) se efectuó cada hora para todos los procedimientos. La temperatura se tomó con un termómetro digital marca EXTECH. La medición de oxígeno disuelto se realizó con un Oxímetro YSI 55. Para análisis de los parámetros físico químicos se utilizó el kit de parámetros HACH FF2A.

Tratamientos. Para el estudio de diferentes dosis de hormona, se evaluaron tres tratamientos con seis réplicas por tratamiento (Tabla 1). En el estudio de diferentes densidades de siembra en incubadoras se evaluaron tres tratamientos con cuatro réplicas por tratamiento de la siguiente forma (Tabla 2).

Tabla 1. Tratamientos a evaluar en reproducción inducida.

Protocolo % de la dosis total						
Tratamiento	Dosis total / kg de peso vivo	EHC mg/kg 1 dosis	% dosis	Intervalo en horas	EHC mg/kg 2 dosis	% dosis
T1	6.60	0.600	10	12	6.000	90
T2	5.60	0.560	10	12	5.040	90
T3	4.65	0.465	10	12	4.185	90

Tabla 2. Tratamientos a evaluar para diferentes densidades en incubación.

Tratamiento	Gramos de huevos por incubadora 70/l	Gramos de huevos por tratamiento
1.5 g de huevos/l	105	420
1.8 g de huevos/l	126	504
2.1 g de huevos/l	147	588

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado. Para determinar la significación estadística de las diferencias observadas se seleccionó como método estándar, el análisis de varianza paramétrico de efectos fijos (ANOVA). En los casos en que se encontraron diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Student – Newman Keuls (SNK) con un nivel de significación de 0.05. Previo a la aplicación de los análisis se determinó la no existencia de desviaciones importantes de la normalidad y la homogeneidad de varianza, siguiendo los criterios de Zar (1996) y Underwood (1997). Se transformaron los datos en los casos donde los valores se encontraban en porcentaje para poder ser analizados. Para el procesamiento de los datos obtenidos se empleó el programa Microsoft Excel y STATISTICA 6.0 para Windows (Statsoft 1995).

VARIABLES A EVALUAR. Las variables que se evaluaron para los dos estudios fueron:

- **Tiempo de latencia.** Tiempo en minutos a partir de la segunda dosis de la hormona hasta el momento en que la hembra presenta respuesta positiva.

- **Diámetro ovopositorio.** Medición del diámetro de los ovocitos y huevos fertilizados.

- a) Al momento de la biopsia
- b) Antes de la fertilización
- c) Después de la hidratación

- **Numero de grados hora desove.** Es la medición de la temperatura del agua cada hora para saber el momento exacto del desove.

$$\text{HGD} = \text{NH} * \text{ST}$$

Donde:

NH = número de horas

ST =sumatoria de la temperatura cada hora desde la segunda dosis hasta la eclosión.

- **Fecundidad reproductiva.** Cantidad de huevos/kg. Es la cantidad de huevos que deposita la hembra.

$$\text{FR} = \text{PTHD} * \text{CMDH}$$

Donde:

PTHD = peso total de huevos depositados.

CMDH= Conteo de una muestra determinada de huevos en 1g.

- **Incremento de hidratación del huevo.** Tamaño del huevo después de hidratar menos el tamaño del huevo antes de fertilizar.

- **Fertilidad.** Es el porcentaje de huevos que son fertilizados y sufren un proceso embrionario.

$$\%F = \text{NHF} * 100 / \text{MDH}$$

Donde:

NHF: número de huevos fertilizados.
MDH: Muestra determinada de huevos.

• **Sobrevivencia embrionaria.** Es el porcentaje de embriones que son viables para eclosionar (presentan movimientos caudales).

$$\%SE = (NEV * 100) / MDE$$

Donde:

NEV: número de embriones viables.

MDE: Muestra determinada de embriones.

• **Porcentaje de Eclosión.** Es el porcentaje de larvas que eclosionan en un determinado tiempo. Muestreos cada media hora.

$$\%E = (NLE * 100) / MDL$$

Donde:

NLE = Número de larvas eclosionadas

MDL= Muestra determinada de larvas

• **Tiempo de retención hídrico.** Es el tiempo que tarda cada incubadora de siembra de 70 l en descargar todas las larvas eclosionadas a la incubadora de cosecha de 200 l.

Resultados y Discusiones

Reproducción inducida con diferentes dosis de Extracto de hipófisis de carpa (EHC). Al comparar los largos y los pesos de las hembras a inducir en cada uno de los tratamientos, no se observan diferencias estadísticas (Tabla 3).

Tabla 3. Tratamiento, peso y longitud de las hembras de *Brycon melanopterus*.

Tratamiento	Peso (kg)	Longitud (cm)
T1 - 6.60 mg/kg EHC	2.66 ± 0.15	40.18 ± 2.29
T2 - 5.60 mg/kg EHC	2.41 ± 0.08	36.47 ± 2.98
T3 - 4.65 mg/kg EHC	2.38 ± 0.13	36.03 ± 1.93

± : Error estándar.

Respuesta a la hormona. Este parámetro se tomó teniendo en cuenta cuantas hembras de cada tratamiento presentaban respuesta a la hormona, tomando como respuesta el movimiento ondulatorio de aleta dorsal y la natación cerca de las paredes del tanque con movimientos operculares rápidos y la obtención de los ovocitos sin presencia de taponamientos. Para todos los tratamientos se presentaron respuestas positivas, por lo tanto este parámetro fue del 100% para todos los tratamientos.

Tiempo de latencia. En la Tabla 4, se observa el tiempo transcurrido en minutos desde la última aplicación hormonal hasta el momento de respuesta de la hembra a la hormona.

Tabla 4. Tiempo de latencia y grados hora para cada tratamiento.

Tratamiento	T1 6.60 mg/kg EHC	T2 5.60 mg/kg EHC	T3 4.65 mg/kg EHC
Tiempo en minutos	321.67 ± 1.05	332.17 ± 1.42	272 ± 1.29
Grados hora	2814.58 ± 9.22	2765.29 ± 11.85	2264.4 ± 10.75

±: Error estándar

Al analizar el tiempo de latencia para las hembras entre tratamientos, se encontró que existen diferencias ($F_{2,15}=644.78$, $p=0.00000$). Según los resultados de la prueba SNK, todos los tratamientos son diferentes y el tiempo de latencia más bajo se observó cuando se utilizó la menor cantidad de hormona (T3) (Figura 3).

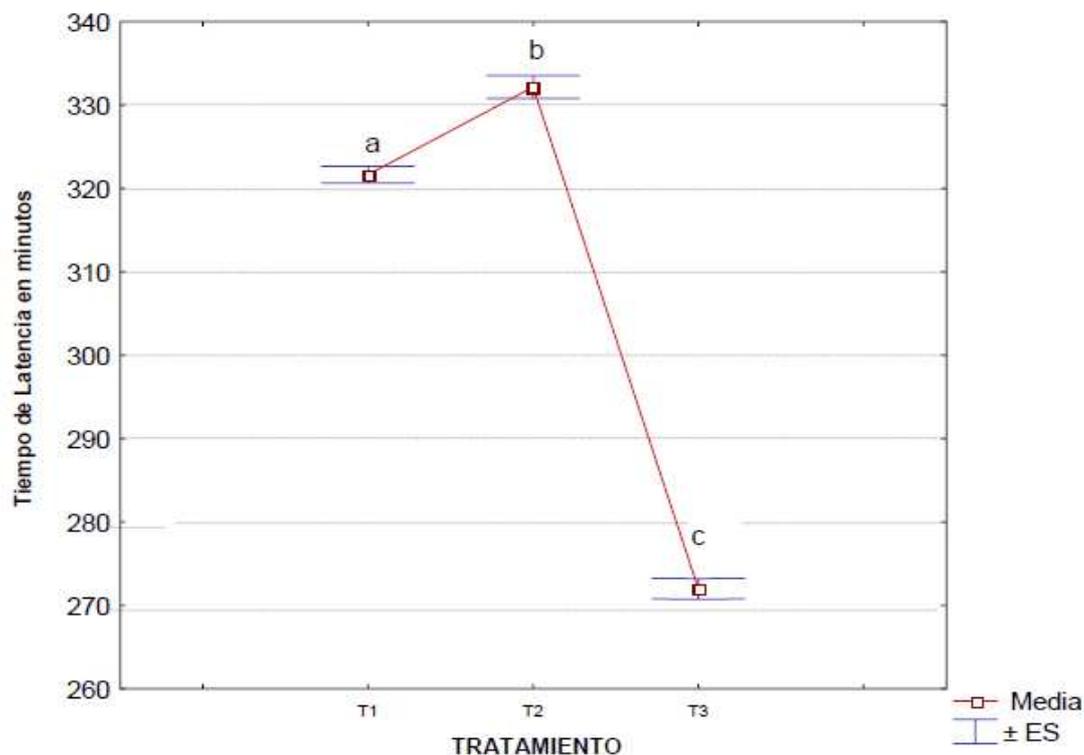


Figura 3. Tiempo de latencia para los tres tratamientos.

Fecundidad reproductiva. En la Tabla 5 se distinguen los pesos promedios de las hembras y la cantidad de ovocitos producidos. La fecundidad reproductiva, considerada como el número de ovocitos en 1g, por el peso total de ovocitos producidos por la hembra, no presentó diferencias significativas al realizar el análisis de varianza ($F_{2,15}=2.6742$, $p=0.10155$) (Figura 4).

Tabla 5. Indicadores de desempeño productivo en hembras de *B. melanopterus*.

Tratamientos	T1- 6.60 mg/kg EHC	T2 - 5.60 mg/kg EHC	T3 - 4.65 mg/kg EHC
Peso de hembras (kg)	2.66 ± 0.073268	2.41 ± 0.080558	2.38 ± 0.127421
Peso desove (g)	250 ± 34.16	183.33 ± 15.36	175 ± 20.41
No. ovocitos/1 g	1425.17 ± 6.03	1421.67 ± 5.24	1425.83 ± 7.36
No. ovocitos/hembra	356733.3 ± 49778.62	260645.8 ± 21841.92	250150.0 ± 30263.01
Ovocitos / kg de peso	147395.5 ± 20674.52	107273.6 ± 6547.88	90197.7 ± 6902.1

±: Error estándar

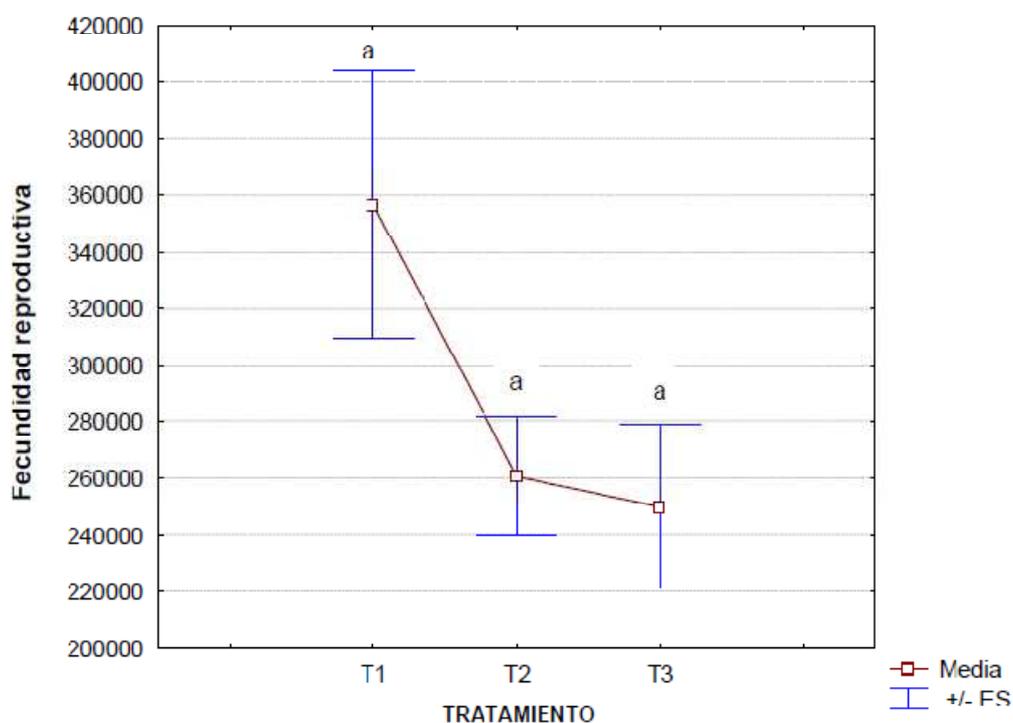


Figura 4. Fecundidad reproductiva para las hembras en los tres tratamientos.

Fertilidad. No existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($F_{2,15}=0.24251$, $p=0.78768$). Los valores oscilan entre 80.31 y 81.03 %. (Tabla 6) (Figura 5).

Tabla 6. Porcentajes de fertilidad para cada tratamiento.

Tratamiento	Fertilidad %
T1 - 6.60 mg/kg EHC	81.03 ± 0.74
T2 - 5.60 mg/kg EHC	80.31 ± 0.84
T3 - 4.65 mg/kg EHC	80.43 ± 0.78

±: Error estándar

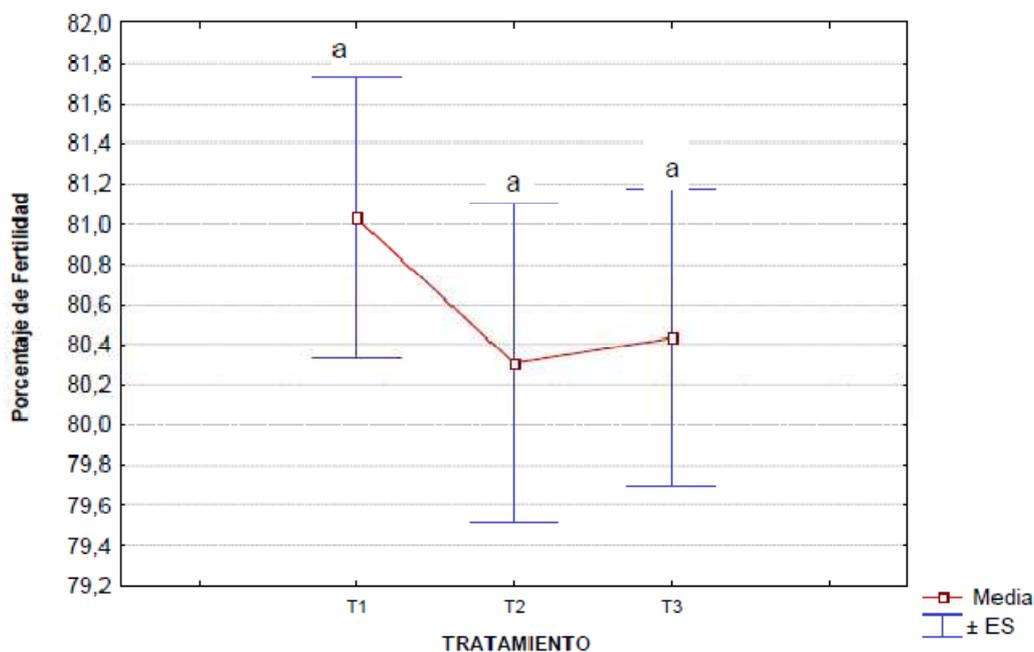


Figura 5. Porcentaje de fertilidad para los tres tratamientos.

Sobrevivencia embrionaria. No existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($F_{2,15}=0.08903$, $p=0.91529$). Los valores oscilan entre 91.64 y 91.94 %. (Tabla 7) (Figura 6).

Tabla 7. Porcentajes de sobrevivencia embrionaria para cada tratamiento.

Tratamiento	% Sobrevivencia embrionaria
T1 - 6.60 mg/kg EHC	91.64 ± 0.71
T2 - 5.60 mg/kg EHC	91.94 ± 0.24
T3 - 4.65 mg/kg EHC	91.72 ± 0.29

±: Error estándar

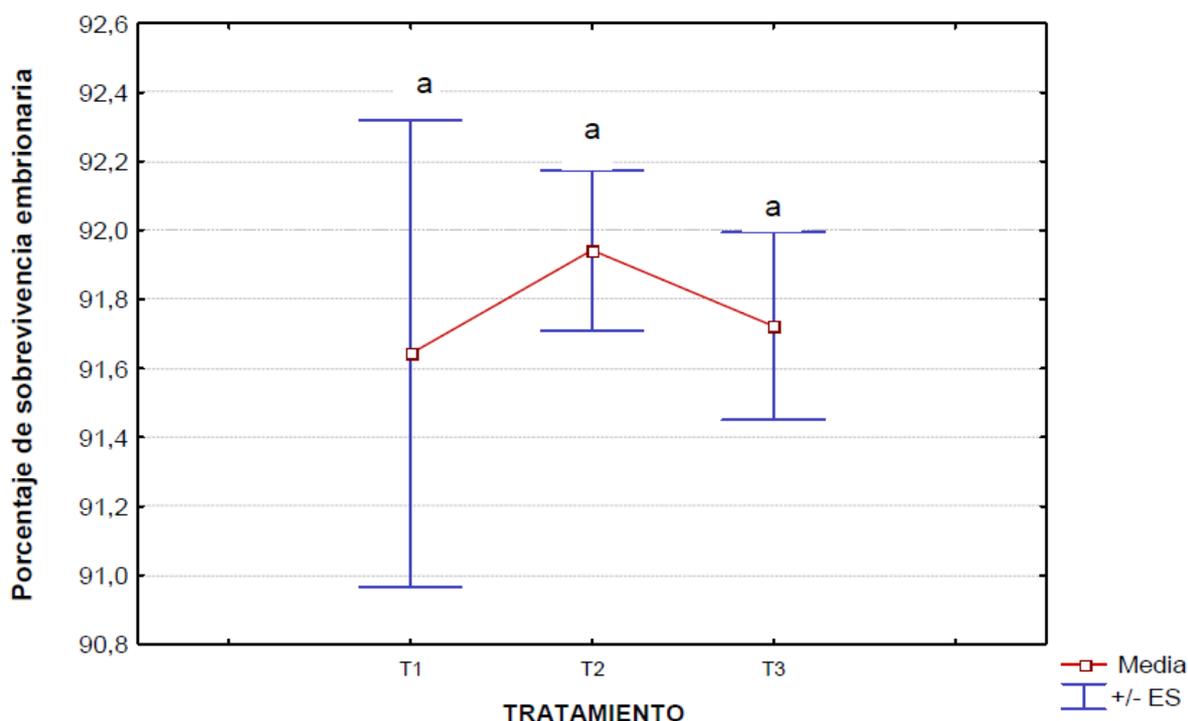


Figura 6. Porcentaje de supervivencia embrionaria para los tres tratamientos.

Análisis parcial de costos. En la tabla 8 se puede apreciar que el tratamiento en el cual se aplicó la menor cantidad de hormona y se registró el menor tiempo de latencia, presentó los costos más bajos. Los costos del tratamiento 3 fueron menores del T1 y el T2 en un 20.58 y 23.39%, respectivamente.

Tabla 8. Costos parciales por tratamiento

Tratamiento	Costo parcial Hormona por Tto. \$ Col	Costo parcial Hormona por Hembra \$ Col	Mano de obra por Tto. \$ Col	Costo energía por Tto. \$ Col	Total \$ Col
T1 - 6.6 mg/kg EHC	126324.00	21054.00	43101.51	68370	237795.51
T2 - 5.6 mg/kg EHC	97272.00	16212.00	43448.34	68550	209270.34
T3 - 4.65 mg/kg EHC	79788.00	13298.00	41525.01	67540	188853.01

Tto: tratamiento, \$ Col: Pesos Colombianos

Densidad de siembra en el sistema Woynarovich de "selección pasiva"

Sobrevivencia embrionaria. En la tabla 9 se presentan los porcentajes de sobrevivencia embrionaria al igual que los valores de oxígeno disuelto, parámetro utilizado como covariable, teniendo en cuenta que este afecta el desarrollo de las especies ícticas. No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($F(2,8)=0.01725$, $p=0.98294$) (Figura 7).

Tabla 9. Porcentajes de Sobrevivencia embrionaria para cada tratamiento

Tratamiento	Sobrevivencia embrionaria %	Oxígeno disuelto* mg/l
T1 (1.5 g de huevos/l)	86.44 ± 0.73	9.22± 0.04
T2 (1.8 g de huevos/l)	85.76 ± 0.98	8.98 ± 0.03
T3 (2.1 g de huevos/l)	85.02 ± 0.81	8.46 ± 0.03

*Oxígeno disuelto en mg/l tomado desde la siembra hasta la hora de registro de la sobrevivencia embrionaria (11.5 horas postfertilización). ±: Error estándar

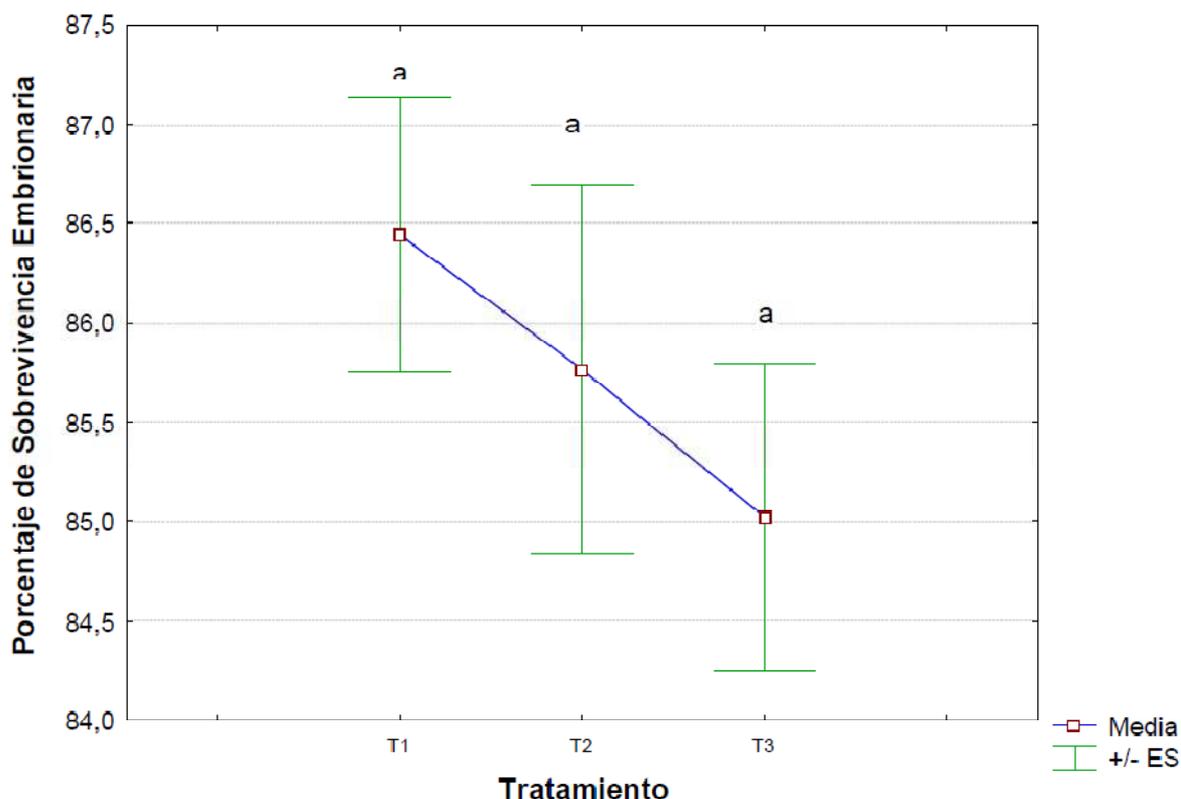


Figura 7. Porcentaje de sobrevivencia embrionaria para los tres tratamientos.

Porcentaje de eclosión. Las primeras larvas eclosionaron para los tres tratamientos entre las 12.5 y 13 horas, no encontrándose diferencias significativas entre estos ($F_{2,8}=0.42064$, $p=0.67035$) (Figura 8).

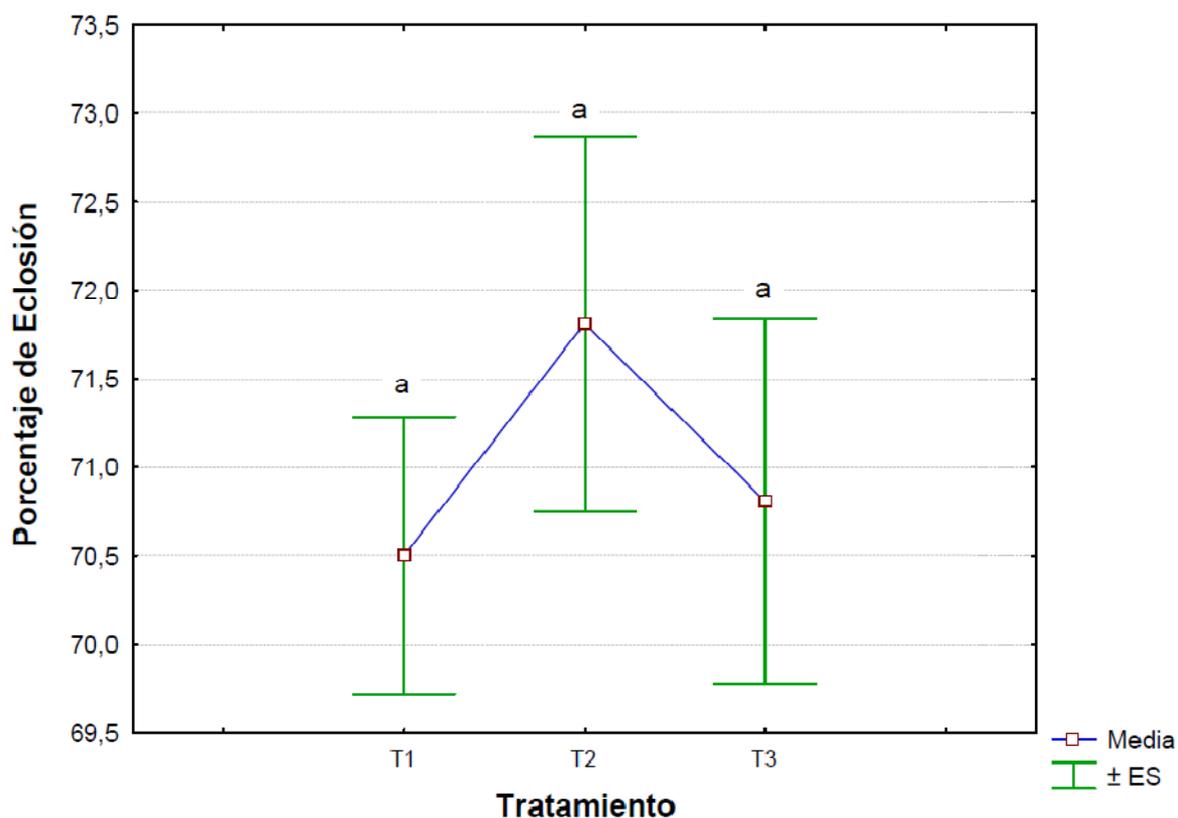


Figura 8. Porcentaje de eclosión para los tres tratamientos.

En la tabla 10 se observan los porcentajes de eclosión para cada tratamiento al igual que los valores de oxígeno, parámetro tomado como covariable en el análisis de varianza.

Tabla 10. Porcentajes de eclosión y concentraciones de oxígeno disuelto por tratamiento.

Tratamiento	Eclosión %	Oxígeno disuelto mg/l*
T1 (1.5 g de huevos/l)	70.50 ± 0.83	8.26 ± 0.14
T2 (1.8 g de huevos/l)	71.81 ± 1.12	8.03 ± 0.13
T3 (2.1 g de huevos/l)	70.81 ± 1.08	7.61 ± 0.14

*Oxígeno disuelto tomado desde la Siembra hasta las 3 horas posteclosión.
±: Error estándar

Tiempo de retención hídrico. A continuación se presentan los valores obtenidos para cada tratamiento del tiempo de retención hídrico, al igual que los de caudal, parámetro tomado como covariable teniendo en cuenta que este afecta directamente la cantidad de agua suministrada a las incubadoras y por consiguiente los valores de oxígeno (Tabla 11).

Tabla 11. Tiempo de retención hídrico para cada tratamiento

Tratamiento	Tiempo de retención hídrico horas	Caudal * l/m
T1 (1.5 g de huevos/l)	11.38 ± 0.24	3.30 ± 0.05
T2 (1.8 g de huevos/l)	14.25 ± 0.14	5.29 ± 0.03
T3 (2.1 g de huevos/l)	16.75 ± 0.32	5.82 ± 0.1

*Desde la eclosión hasta la hora final del tiempo de retención hídrico. \pm : Error estándar

Al analizar el tiempo de retención hídrico, tomado como el tiempo que tarda cada incubadora en descargar a la incubadora de cosecha todas las larvas eclosionadas y viables, se encontró que existen diferencias estadísticas significativas ($F_{2,8}=10.445$, $p=0.00588$) y todos los tratamientos son diferentes entre si. El tratamiento 1 con la menor densidad de siembra presentó menor tiempo que el T2 y T3 (Figura 9).

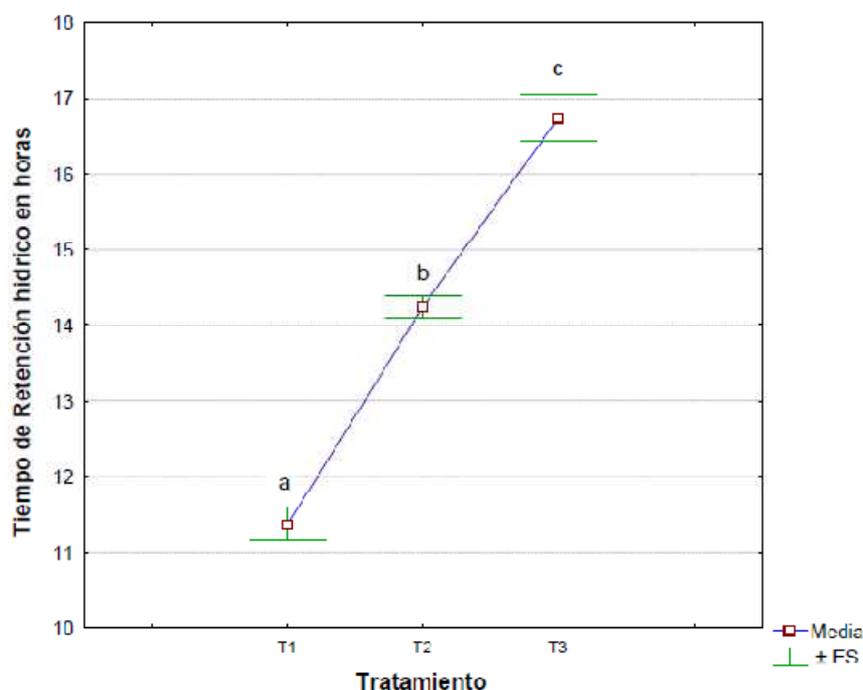


Figura 9. Tiempo de retención hídrico para los tres tratamientos.

Parámetros físico-químicos analizados. Los parámetros físico-químicos analizados fueron nitritos, hierro, oxígeno disuelto, pH, temperatura. Los nitritos y el hierro permanecieron en valores de 0. El pH se mantuvo para todos los tratamientos en 7 durante todo el estudio. La temperatura tuvo algunas variaciones a lo largo del estudio pero fue la misma para todos los tratamientos (Anexo 4). En el caso del oxígeno se presentaron fluctuaciones entre tratamientos por tanto se realizó un análisis de varianza utilizando como covariable el caudal regulado para cada tratamiento. En la Tabla 12 se observan los valores medios para oxígeno disuelto y caudal.

Tabla 12. Oxígeno disuelto y caudal totales para cada tratamiento

Tratamiento	Oxígeno disuelto* mg/l	Caudal l/m
T1 (1.5 g de huevos/l)	7.87 ± 0.01	3.71 ± 0.05
T2 (1.8 g de huevos/l)	7.41 ± 0.03	5.61 ± 0.01
T3 (2.1 g de huevos/l)	6.95 ± 0.03	5.98 ± 0.04

*Oxígeno disuelto en mg/l tomado desde la siembra hasta la hora de la toma del tiempo de retención hídrico en cada tratamiento.

Según el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas significativas ($F(2,8)=41.455$, $p=0.00006$) entre tratamientos. La prueba SNK (Figura 10) indica que los valores de oxígeno disuelto son significativamente más altos en el T1 donde se aplicó la densidad mas baja.

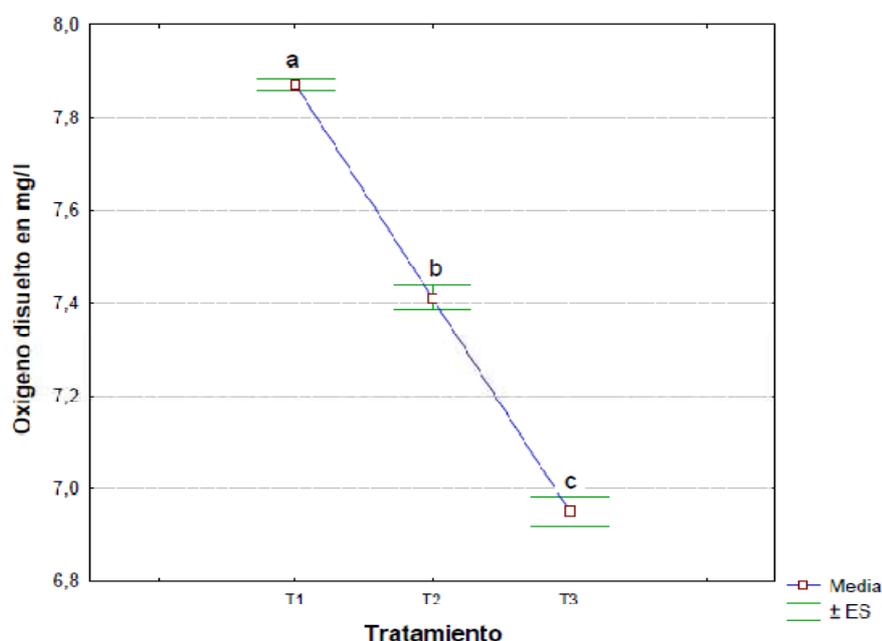


Figura 10. Valores medios e intervalo de confianza (0.95) del Oxígeno disuelto para los tres tratamientos.

Análisis parcial de costos. En la Tabla 13 se puede apreciar que el costo total del tratamiento 1 donde se utilizó la densidad de siembra mas baja y se registró el menor tiempo de retención hídrico en el sistema de incubadoras de cosecha, presentó los costos más bajos. En porcentaje el T1 fue menor del T2 y T3 en un 4.30 y 9.10 % respectivamente.

Tabla 13. Costos parciales por tratamiento

Tratamiento	Mano de obra por tratamiento \$ Col	Costo energía por tratamiento \$ Col	Total \$ Col
T1 (1.5 g de huevos/l)	81347.4	19000	100347.4
T2 (1.8 g de huevos/l)	83554.5	21300	104854.5
T3 (2.1 g de huevos/l)	86392.2	24000	110392.2

\$ Col: Pesos Colombianos

La resultados obtenidos en esta investigación demuestran que utilizando dosis de 6.6, 5.6 y 4.65 mg/kg, todas las hembras de *Brycon melanopterus* presentan respuesta a la inducción, permitiendo realizar el desove artificial y la posterior fertilización de los huevos. Los datos obtenidos con la dosis mayor corroboran los resultados presentados por Palacios (2007), donde aplicando la dosis de 6.6 mg/kg se obtuvo respuesta al inductor por parte del lote de hembras inducidas. Es importante resaltar que en este estudio el lote de hembras respondió a la inducción hormonal y no se presentó mortalidad, a diferencia de lo obtenido con un lote de hembras de *B. hilarii*, que al ser inducidas con dosis de 5.50 y 6.6 mg/kg solo respondieron a la inducción el 41.6 y 75 % respectivamente y presentaron mortalidades del 58.3 y 33.3 % (García y Galvis, 2003). Es probable que con *B. hilarii* no se hayan tomado las medidas de manejo apropiadas como son el uso de anestésicos y mallas suaves durante la manipulación, teniendo en cuenta que los bryconidos tienen alta sensibilidad al manejo y por el comportamiento nervioso presentan afecciones físicas que repercuten al momento del desove. Teniendo en cuenta los datos obtenidos para la variable Tiempo de latencia, se puede afirmar, que el tiempo que demoran las hembras en presentar la respuesta al inductor después de la última aplicación hormonal, responde a la cantidad de EHC utilizado y que con la dosis de 4.65 mg/kg (T3), el lote de hembras presenta respuesta mas rápida, con una diferencia aproximada de 50 y 60 minutos con respecto al T1 y T2, respectivamente. Con respecto a esta variable, Clavijo (2005) reporta que al inducir *B. amazonicus* con 6.6 mg/kg se presenta respuesta a los 320 minutos, tiempo similar al reportado para el T1 y T2, determinando así que esta especie tiene un comportamiento reproductivo similar a *B. melanopterus*. El tiempo de latencia para los tres tratamiento fue menor al reportado en hembras de *B. hilarii* usando dosis de 5.5 y 6.6 mg/kg, las cuales presentaron respuesta a la inducción a los 416 minutos con una temperatura promedio de 27.5 °C (García y Galvis, 2003). Harvey y Hoar (1980), afirman que la temperatura tiene efecto en el tiempo de latencia a partir de estudios donde demostraron que la

carpa dorada inducida con GCH de salmón, tiene un período de latencia sensible al cambio de temperatura y cada aumento de 4.0 - 5.0 °C reduce el tiempo de liberación de los ovocitos. Sin embargo para este estudio, la temperatura no afectó el comportamiento entre tratamientos debido a que no tuvo variaciones notables a lo largo del proceso y fue idéntica en todos los tratamientos. La temperatura promedio fue de $27.71 \pm 0.45^{\circ}\text{C}$ la cuál se encuentra dentro del rango de temperaturas apropiadas para reproducción de especies del género *Brycon* (Clavijo, 2002). El menor tiempo de latencia beneficia en la reproducción de la especie, evitando el estrés producido por los largos periodos de manipulación y además permite asegurar el momento preciso de desove para evitar la reabsorción de los huevos o la obtención de huevos no viables. Además que reduce la duración del proceso en la sala de manejo y permite realizar otros procesos. De los datos analizados se puede afirmar que las cantidades utilizadas de inductor tienen igual efecto en la cantidad de ovocitos obtenidos por hembra. Estos resultados son similares a los reportados por García y Galvis (2003), en la especie *B. hilarii* utilizando dosis de 6.6 y 5.5 mg/kg de EHC, la cual presentó 92.113 ± 34.632 ovocitos/kg. De igual manera los datos obtenidos se asemejan a lo reportado para *B. amazonicus* que produce 270000 ovocitos por hembra y aproximadamente 120000 ovocitos/kg de peso utilizando 5 mg/kg de EHC (Hurtado, 1986). La cantidad de ovocitos producidos por hembra, se obtiene mediante la respuesta positiva de *B. melanopterus* ante hormonas, ya que interactúan efectivamente a nivel de receptores y logran así estimular la producción de esteroides a nivel de las células intersticiales del ovario para llegar a la ovulación y desove (Chirinos, 1998). Aunque no existen estudios de *B. melanopterus* en cuanto a porcentajes de fertilidad que permitan comparar los resultados obtenidos, el presentar un comportamiento reproductivo similar a otras especies del genero *Brycon*, permite afirmar que los valores obtenidos en este trabajo son superiores a los presentados por Arias et al., (2003) para *B. amazonicus*, donde se registraron porcentajes de fertilidad del 68 y 70% en hembras inducidas con 5 mg/kg de EHC. El porcentaje de fertilidad obtenido para *B. melanopterus* presenta valores mayores comparados con especies de silúridos como *Rhamdia sebae*, que inducido con EHC presenta porcentajes de 51.0 ± 7.39 (Paredes, 2007). Díaz et al., reprodujo *R. sebae* con 5.5 mg/kg de EHC y reporta un 60 % de fertilidad. Arias y Aya (2004), en la misma especie, reportan 58 % de fertilidad con GCH. Polo (2004) trabajando con *Prochilodus magdalenae*, un carácido de la familia Prochilodontidae, obtuvo el 73.9% de fertilidad utilizando EHC. Estas variaciones en los porcentajes es probable que se deban a las características propias de cada especie, el estado de madurez de las hembras y la cantidad y calidad del semen. Los porcentajes de sobrevivencia embrionaria tomados a las 11.30 hpf con un rango de temperatura de 26 – 27 °C fueron muy superiores comparados con los descritos por Arias et al., (2003) con *B. amazonicus* que presentó porcentajes del 61 y 65% a las 10 hpf con temperaturas de 25,5 – 27.2 °C. Es probable que las variaciones en la sobrevivencia embrionaria entre *B. melanopterus* y *B. amazonicus* se deban a las fluctuaciones de temperatura registradas para este último, ya que se observa disminución en la temperatura hasta de 1.7° C, que en la fase de incubación de peces puede ser letal, teniendo en cuenta que los peces en este período en el que prácticamente todas las estructuras y funciones están en pleno desarrollo, o en transición, son especialmente sensibles a los cambios de todo orden, sobretodo a los cambios medioambientales (Chippari et al., 2000). Además, la temperatura óptima reportada para bryconidos se encuentra entre 26.5 y 27.5 °C,

temperaturas menores a 26 ° C y superiores a 28 °C presentan bajos porcentajes de sobrevivencia embrionaria y embriones deformes. No existe literatura que permita comparar los resultados de la incubación en el sistema Woynarovich de "selección pasiva" (SWSP) debido a que las investigaciones realizadas en esta especie han sido a nivel de su comportamiento y biología en sistemas naturales. Hay algunas investigaciones que evalúan su estado productivo, pero ninguna de ellas ha evaluado la densidad de incubación. El sistema (SWSP) que se implementó en esta investigación es nuevo y diseñado debido a los problemas que esta especie presenta en la fase de incubación hasta parte de la larvicultura. Se presentan altas mortalidades debido a la acumulación de residuos de huevos no viables, embriones deformes, los cuáles taponan los filtros de las incubadoras Woynarovich tradicionales de 200 l y por consiguiente los costos de mano de obra son elevados teniendo en cuenta que se debe limpiar los filtros con cepillo, aproximadamente cada hora a partir de la 7 hpf, con el fin de mantener una buena calidad del agua, evitar la proliferación de hongos y otras patologías. A partir del análisis de los datos se puede afirmar que la sobrevivencia embrionaria no está afectada por la densidad de siembra sino que depende de otros factores, como son el estado de madurez de las hembras, la cantidad y calidad seminal y los parámetros de calidad del agua. Los porcentajes observados están dentro de los rangos que se han evaluado en bryconidos, presentando valores entre 85.02 y 86.44 %. Además los resultados son superiores a los obtenidos para *B. amazonicus* usando el sistema tradicional Woynarovich, encontrándose valores entre el 43 y el 69%. Todo esto indica que el sistema Woynarovich de "selección pasiva" presenta mayor eficiencia, reflejándose en mayores porcentajes de sobrevivencia.

La hora de eclosión para *B. melanopterus* se encuentra dentro del rango de eclosión de las especies del genero Brycon y presenta un comportamiento similar al de la especie *B. amazonicus*. Landines (1995) reporta la eclosión de larvas de *B. amazonicus*, a las 12hpf, con una temperatura de $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Clavijo y Arias (2000) observaron la eclosión de las primeras larvas de *B. amazonicus* a las 14 hpf con una temperatura de $27.4 \pm 1.4^{\circ}\text{C}$. Según Lopes et al. (1995) la eclosión en *B. amazonicus* se presentó a las 10 horas 30 minutos con una temperatura de 30°C . Carvalho (1998), trabajando con la especie *B. cephalus* reporta eclosión a las 17 horas con temperatura media de 26°C . Otero (1955), reportan la eclosión de *B. moorei* a las 14 hpf con una temperatura promedio de 27°C . La especie *B. melanopterus*, en cuanto a los estadios de desarrollo embrionario, presenta mayores similitudes con *B. amazonicus* que con otras especies de Bryconidos y los tiempos de cada fase varían aún mas comparado con especies de otras familias. El porcentaje de eclosión y el tiempo de la misma no dependen directamente de las densidades de siembra utilizadas en las incubadoras. Estos parámetros están más relacionados con la temperatura y la viabilidad de los huevos que fueron fertilizados. El tiempo de retención hídrico que evalúa el tiempo que tardan en evacuarse todas las larvas al sistema de cosecha, depende directamente de la densidad que se utilizó. Para este estudio el tratamiento que presenta la cosecha de las larvas en menor tiempo es el T1 con la menor densidad de siembra. En cuestiones de manejo, el T1 no requirió limpieza de las paredes de las incubadoras de siembra, a diferencia del T2 y T3, con una mayor densidad, donde se requirió limpiar las paredes internas de las incubadoras por sifoneo debido a la acumulación de restos biológicos, empleándose mas tiempo, lo que afecta la parte económica debido a que se elevan los

costos por mano de obra. Teniendo en cuenta el análisis de costos se puede concluir que manejar densidades de 1.5 g de huevos/l es más rentable y eficiente debido a que presenta los costos mas bajos en mano de obra, energía eléctrica y permite la disposición del sistema Woynarovich de "selección pasiva" para futuros procesos reproductivos y por lo tanto mayores ingresos. Además su uso reduce notablemente el costo de mano de obra al ser comparado con el sistema Woynarovich tradicional, debido a que no requiere limpieza constante de filtros y permite que el personal a cargo pueda realizar otras labores.

Conclusiones

El extracto hipofisiario de carpa induce el desove de hembras de *B. melanopterus* con alto grado de madurez reproductiva, dependiendo el tiempo de latencia de la cantidad de dosis hormonal. La fecundidad reproductiva en las hembras de *B. melanopterus* para este estudio no depende directamente de la dosis hormonal utilizada. Los porcentajes de fertilidad y de sobrevivencia embrionaria no son afectados por la dosis hormonal y están más relacionados con el estado de madurez de la hembra y la calidad del agua. Utilizando la dosis de 4,65 mg/kg en hembras de *B. melanopterus* se obtienen lo menores costos y además la respuesta al inductor es mas rápida que usando dosis de 6,6 y 5,6 mg/kg. La densidad de los huevos en el sistema Woynarovich de "selección pasiva" no afecta directamente los porcentajes de sobrevivencia embrionaria y eclosión, al igual que el tiempo que tardan en eclosionar las larvas. Los valores de oxígeno disuelto se ven afectados por la densidad utilizada, siendo los mas altos con la menor densidad. La densidad más baja reduce el tiempo de cosecha de las larvas y en general facilita un manejo mas rápido, disminuyendo los costos por mano de obra. La especie *Brycon melanopterus* presenta mayores similitudes con *B. amazonicus* en los estadios de desarrollo embrionario, que con otras especies de Bryconidos.

Recomendaciones

Realizar investigaciones donde se utilice el sistema Woynarovich de "selección pasiva" donde se evalúen diferentes temperaturas y otros parámetros de calidad de agua. Evaluar las fases de *B. melanopterus* posteriores a las 36 horas de la eclosión, momento en que se observan los primeros signos de canibalismo, utilizando diferentes tipos de alimentos y/o sustancias que permitan reducir la alta mortalidad que presenta esta especie.

Bibliografía

Andrade, E. F. 1997. Indução reproductiva e ontogenia inicial da piabanha, *B. insignis* (STEINDACHNER, 1876) (CARACIFORMES, BRYCONDIDAE), mantida em confinamiento – Vale do Paraíba, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos – SO, Brasil. p. 56.

Arias, C. José Alfredo y Aya, Elizabeth. Inducción Reproductiva del yamú *Brycon amazonicus* con Ovopel. En: JORNADA DE ACUACULTURA (10º 2004 Villavicencio) Memorias de la X Jornada de Acuicultura. Villavicencio, 2004. p. 159.

Arias, J.A.; Zaniboni, F.E.; Pardo, S.C.; Vásquez, T.W. y Atencio, V.J. 2003. Effect of food restriction in spawning of yamú females *Brycon amazonicus*. Aquaculture 2003; Bahía, Salvador, Brazil. p. 52.

Arias, José. 2002. Biología reproductiva del yamú *Brycon amazonicus* (Pisces: Characidae) en cautiverio. Trabajo de Grado (Doctor en Ciencias). Santiago de Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. p. 4.

Billard, R. 1979. La gamétogenese, le cycle sexuel et le contrôle de la reproduction chez les poissons téléostéens. Bull. Fr. Pisc. No. 273. p. 120.

Carvalho, E.G. 2001. Reducao na oferta de raga: Efeitos no metabolismo energetico e na maturacao gonadal do matrinxá (*Brycon cephalus* Teleostei: characidae) em cativeiro. Tesis, Faculdade de Ciencias Agrarias e Veterinarias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, S.P., Brazil. p. 49 – 68.

Castro, Darío. 1997. Peces del Río Putumayo: Una aproximación de los recursos ictiológicos del Río Putumayo. Mocoa, Putumayo: Corporación Para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía. p. 46.

Chaparro, M.N. 1988. Reproducción Artificial de Peces Continentales. En: Revista de Ingeniería Pesquera. Santa Marta, Colombia: Universidad de Magdalena. Vol. 8, No. 1-2. p. 32. Chirinos, José. 1998. La Cachama Ministerio de Agricultura de Venezuela. Caracas: Imprentagob. Ministerio de Agricultura y Pesca. p. 50.

Clavijo A. Jhon. 2002. Desarrollo embrionario del Yamu *Brycon amazonicus* (EIGENMANN, 1912) (PISCES: CHARACIDAE). Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Facultad de ciencias Agrarias, Programa de Zootecnia. Bogotá, D.C. p. 25 – 35.

Clavijo A, J. A y Arias C, J.A. 2000. Desarrollo embrionario del yamú *Brycon amazonicus* (PISCES: CARACIDAE). En Memorias XXXV Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. Medellín Colombia. Cruz C, P.E. y Velasco S, Y.M. 2004. Crioconservación de semen de yamú (*Brycon amazonicus*): calidad seminal, dosis inseminante y sistemas de empaque. II Congreso Col Acuicultura; Villavicencio. p. 27-34.

Cruz C, P.E. 2002. Características espermáticas y crioconservación de semen de yamú (*Brycon amazonicus*) situación actual y perspectivas. VIII Jornada de Acuicultura: Villavicencio; Universidad de los Llanos-IALL . p. 39-48.

Cruz C, P.E; Pardo C, S.C y Arias C, J.A. 1999. Resultados preliminares sobre características seminales del yamú (*Brycon amazonicus*). II Congreso Suramericano de Acuicultura, Puerto La Cruz, Venezuela. p. 35.

Diaz, S. Elizabeth; Arias, C. Alfredo y Aya, B. Elizabeth. 2004. Comparación del Ovaprim y el Extracto Hipofisiario de Carpa (EHC) en la inducción a la ovulación y desove de barbilla *Rhamdia sebae* c.f. (Pises: Pimelodidae). En: Memorias X Jornada de Acuicultura 2004. Villavicencio, Colombia. p. 159.

FAO. 2008. Producción de Acuicultura 1950 - 2006. FISHSTAT plus. [Disponible en]: <http://www.fao.org/fi/statist/FISO/FISHPLUS.asp>. Fenerich-Verani, N. et al., 1984. The size composition of the eggs of curimbata, *Prochilodus scrofa* Steindachner 1881, induced to spawn with human chorionic gonadotropin (GCH). *Aquaculture*, 42(1). p. 37-41.

Froese, Rainer y Pauly, D. Fish BASE. 2007. *Brycon melanopterus* (1872). [Disponible en]: <http://www.fishbase.org/Eschmeyer/EschPiscesSummary.cfm?ID=27668>.

Freire, D. et al., 2003. Análise morfológica da maturacao final do ovocito em Curimbata (*Prochilodus lineatus* Valenciennes, 1836). CIVA 2003. [Disponible en]: <http://www.civa2003.org>.

García D, Alfredo y Galvis Q, Germán. 2003. Experiencias acerca de la reproducción inducida del sábalo amazónico *Brycon hilarii*. Asociación de acuicultores ACUICA – PRONATTA. CD ROM - Memorias de Acuicultura 2003 – Alternativa Alimentaria. (Ponencias Seminarios pdg. pdf). Bogotá, Colombia. p. 20 – 32

Giron, Herien. 2000. Experiencias en reproducción inducida de especies ícticas nativas promisorias (*Prochilodus nigricans*, *Brycon melanopterus* y *Schizodon fasciatus*) en el Centro Experimental Amazónico (CEA). Mocoa, Putumayo: Corporación Para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía. p.12

Harvey, B. y Carosfeld, J. 1993. Induced breeding in tropical fish culture. Ottawa: IDCR. p.144

Harvey, Brian y Hoar, William. 1980. Teoría y práctica de la reproducción inducida en los peces. Ottawa: Centro internacional de investigaciones para el desarrollo (CIID). p. 48.

Hurtado R, H. y Useche L, C.A. 1986. Estudio sobre la biología del yamú *Brycon amazonicus* Eigenmann, 1912 y de la palometa, *Mylossoma duriventris* Cuvier, 1818, (Pisces: Characidae), en la parte baja del río Cafre, sistema del Río Guaviare. Tesis de diploma, Universidad Nacional, Bogotá. p. 36 - 122.

Iwamatsu, T. 1994. States of normal development in the Medaka *Oryzias latipes*. *Zoological Science*. v. 11. p. 825 – 839.

Killeen, C. B.; Maclay, H. A. y Jonston, I.A. 1999. Development in *Salmo trutta* at different temperatures, with a quantitative scoring method for intraspecific comparisons. *Journal of Fish Biology*. v. 55. p. 382 – 404.

Kuo, C.M. y Nash, C. E. Recent progress on the control of ovarian development and induced spawning of the grey mullet (*Mugil cephalus* L.). *Aquaculture*, Vol. 5 (1975). p. 21.

Landines, P. M. 1995. Inducción de la reproducción del yamú *Brycon amazonicus* a partir de extracto de hipófisis de carpa (EPC). *Bol. Cient. INPA*. Santafé de Bogotá, Colombia. No 3: p. 5 – 17.

Lopes, R.N.M., J.A., Soares, M.C.F. 1995. Desenvolvimento embrionário e larval do matrinxã GÜNTHER, 1869, (PISCES, CHARACIDAE). *B. Téc. CEPTA*, Pirassununga, Brasil.v. 8. p. 25 – 39.

Ortega, Lucy y Rodríguez, Carlos. 2004. Evaluación comparativa del efecto del extracto pituitario de carpa (EPC) y gonadotropina coriónica humana (GCH) en la reproducción inducida del bagre del Patía (*Rhamdia quelen*) en condiciones de cautiverio. Tesis de Diploma, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa Ingeniería en Producción Acuícola. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. p. 56.

Otero, R. 1988. Reproducción y técnicas de propagación de la dorada *Brycon moorei sinuensis*, Dahl, 1955. En: Reunión Red Nacional de Acuicultura, 2. Neiva, Colombia. *Memorias*. p. 157-168.

Palacios, Pedro. 2007. Evaluación comparativa de dos estimulantes de crecimiento tipo probiótico y prebiótico en el levante y ceba del sábalo amazónico (*Brycon melanopterus* COPE, 1872), en el Centro Experimental Amazónico, Mocoa, Putumayo, Colombia. Tesis de Diploma, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa Ingeniería en Producción Acuícola. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. p. 85 – 88.

Pardo C, S. C. 2001. Reprodução induzida de Yamú *Brycon amazonicus* (Pisces: Characiformes). Tese de Maestrado, Univ de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. p. 67.

Pardo C, S.C; Suarez M.H; Arias C, J.A; Atencio G, V.J; Zaniboni, F.E; Vazquez, T.W. 2000. Avaliação de incubadoras experimentais para pesquisa em reprodução induzida. *Aqüicultura Brasil 2000*. XI Simbraq, Florianópolis, Brasil. p. 134-140.

Paredes C, Natalia. 2007. Reproducción inducida de barbilla *Rhamdia sebae* c. f. (siluriformes, pimelodidae) con diferentes dosis y protocolos de aplicación de la hormona gonadotropina coriónica humana (GCH) comparada con extracto hipofisiario de carpa (EHC). Tesis de Diploma, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia. p. 22 – 62.

Polo, E. N; Martínez R. P y Atencio G. V. 2004. Desempeño reproductivo del bocachico (*Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1878) inducido dos veces en un mismo año. EN: JORNADA DE ACUACULTURA (10º 2004 Villavicencio) Memorias de la X Jornada de Acuicultura. Villavicencio. p. 97.

Romagosa, E.; P. Paiva y E.M. Godinho. 1990. Pattern of oocyte diameter frequency distribution in females of de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (*Colossoma mitrei* Berg, 1895), induced to spawn. *Aquaculture*, 86: 105-110.

Rottmann, R.W; J.V. Shireman y Chapman, F.A.. 1991. Determining Sexual Maturity of Broodstock for Induced Spawning of Fish. SRAC Publication, 423: 1 - 4.

Senhorini, José y Landines, Miguel. Generalidades sobre el manejo y selección de reproductores de peces reofílicos. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER. Bogotá – Colombia. p. 7.

Sotelo, F Guillermo; Arias, C José y Aya, B, Elizabeth. 2004. Inducción a la ovulación y desove de la barbilla *Rhamdia sebae* c.f (pisces: Pymelodidae) con ovopel. EN: JORNADA DE ACUACULTURA (10º 2004 Villavicencio) Memorias X Jornada de Acuicultura, Villavicencio. . p. 132.

Underwood, A. J. 1997. Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press. Cambridge. 84 p.

Venturieri, R y Bernardino, G. 1999. Hormônios na reprodução artificial de peixes. En: Panorama da AQUICULTURA, São Jose dos Pinhais: No. 4. p. 39.

Verret. J. 1999. Memorias. Primer Curso Internacional sobre Nutrición de larvas de peces. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. p. 1 – 21.

Woynarovich, E. y Horvath, L. 1983. A propagação artificial de peixes de águas tropicais. Manual de extensão. Brasília: FAO/CODEV/CNPq-. p. 220.

Zaniboni-Filho, E. 1997 a. Reprodução de espécies de peixes nativos. Em: Memórias I Curso Taller Internacional de Acuicultura. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 5p.

Zaniboni-Filho, E. 1997 b. Larvicultura e Alevinagem de peixes nativos. En: Memorias I Curso Taller Internacional de Acuicultura. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 5p.

Zaniboni-Filho, E. y Nuñez A. P. 2004. Fisiologia da reproducao e propagacao artificial dos peixes. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquatica. p. 45-73.

Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Yersey, 3ra Ed.; X+, 662.

Zuluaga, Anabella y Correa, Sandra. 1999. Identificación taxonómica de cinco especies ícticas de la región del putumayo. Santiago de Cali. Convenio SENA-SECAB-CORPOAMAZONÍA. p. 10.