

## REPRODUCCIÓN INDUCIDA DEL PIAUÇU, *Leporinus macrocephalus* GARAVELLO Y BRITSKI, 1988 (CHARACIFORMES, ANOSTOMIDAE)

[Induced reproduction of piauçu, *Leporinus macrocephalus* Garavello and Britski, 1988 (Characiformes, Anostomidae)]

David A. REYNALTE-TATAJE<sup>1</sup>, Betina M. ESQUIVEL<sup>2</sup>, Juan R. ESQUIVEL<sup>2</sup>, Evoy ZANIBONI-FILHO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Aluno de Pós-Graduação em Aqüicultura. UFSC/CCA/ Departamento de Aqüicultura - Caixa Postal 476 - 88040-900, Florianópolis/SC.  
E-mail: reynaltd@hotmail.com

<sup>2</sup> Piscicultura Panamá. Município de Paulo Lopes - SC

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Aqüicultura  
E-mail: zaniboni@cca.ufsc.br

### RESUMEN

En condiciones de cautiverio, la mayoría de las especies migradoras no desovan al no obtener los estímulos necesarios para completar el proceso reproductivo. De esta forma, innumerables trabajos están siendo desarrollados para encontrar las mejores técnicas para inducir el desove de cada especie en particular. El presente estudio fue realizado en la Piscicultura Panamá, Paulo-Lopes-SC, para lo cual se utilizaron 36 reproductores de piauçu, entre machos y hembras, para poder evaluar la mejor técnica de desove y la necesidad de utilizar, en la reproducción de *L. macrocephalus*, una tercera dosis (dosis preliminar de 0.25 mg de extracto de Pituitaria de Carpa (EPC)/kg) adicional a las regularmente utilizadas: 0.5 mgEPC/kg e 5.0 mgEPS/kg. Al final del experimento fue observada una mejor tasa de fertilización ( $94.5 \pm 3.3\%$ ) con el uso del desove natural, cuando comparado con el desove por extrusión ( $25.8 \pm 25.3\%$ ), así como una mayor tasa de sobrevivencia de los reproductores (100%) en relación a aquellos sometidos a extrusión (66.7%). Por otro lado, no fue observada diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en relación a la tasa de fertilización con el uso de dos ( $97.0 \pm 2.9\%$ ) y tres dosis ( $94.5 \pm 3.3\%$ ). Se puede concluir que el desove natural del piauçu proporciona las mejores tasas de fertilización de los huevos y sobrevivencia de los reproductores, y que no existe diferencias entre el uso de dos o tres dosis hormonales, cuando se utiliza el desove natural.

**Palabras – clave:** *Leporinus macrocephalus*; desove; reproducción inducida

### RESUMO

Em condições de cativeiro, a maioria das espécies migradoras não desova se não obtiver os estímulos necessários para completar o processo reprodutivo. Desta forma, inúmeros trabalhos vêm sendo desenvolvidos para encontrar a melhor técnica de indução à reprodução de cada espécie. O presente estudo foi realizado na Piscicultura Panamá, Paulo Lopes, SC, para o qual utilizaram-se 36 reprodutores de piauçu, *Leporinus macrocephalus*, entre machos e fêmeas, para poder avaliar a técnica de indução à reprodução. Foram testados dois protocolos de indução hormonal, com duas e três doses: 0,5 e 5,0 mg EPC/kg; 0,25; 0,5 e 5,0 mg EPC/kg. Nos indivíduos tratados com três doses de hormônios, foi testada a desova natural e através de extrusão. Foi observado que a taxa de fertilização é semelhante quando se utilizam duas ou três doses de hormônio ( $P > 0,05$ ), com valor médio de 95,5%. A desova natural proporciona maior taxa de fertilização dos ovos ( $94,5 \pm 3,3\%$ ), quando comparada com a desova por extrusão ( $25,8 \pm 25,3\%$ ) ( $P < 0,05$ ), bem como maior taxa de sobrevivência dos reprodutores, com valores de 100% e 66,7%, respectivamente.

**Palavras – chave:** *Leporinus macrocephalus*; desova; reprodução induzida

### ABSTRACT

In captivity conditions, the majority of the migratory species does not dispose if they don't receive stimulations necessary to complete the reproductive process. So, many works has been developed aiming to find the best technique in order to induce the reproduction in each species. The present study was carried through in the Piscicultura Panama, Paulo Lopes, SC. Thirty-six reproducers of piauçu, *Leporinus macrocephalus*, between males and females, were used, aiming to evaluate the technique of induction to reproduction. Two protocols of hormonal induction had been tested, with two and three doses: 0.5 and 5.0 mg EPC/kg, 0.25; 0.5 and 5.0 mg EPC/kg. Amongst the fishes treated with three doses of hormones, the natural spawning and that

through extrusion were tested. It was observed that the fertilization rate is similar when using two or three doses of hormone ( $P > 0.05$ ), with average value of 95.5%. The natural spawning of fishes provides greater rate of fertilization of eggs ( $94.5 \pm 3.3\%$ ), when compared with the spawning of fishes by means of extrusion ( $25.8 \pm 25.3\%$ ) ( $P < 0.05$ ), as well as bigger rate of survival of the reproducers, with values of 100% and 66.7%, respectively.

**Key words:** *Leporinus macrocephalus*; spawn; induced reproduction

## Introducción

En la actualidad, la formación de planteles de reproductores que presenten variabilidad genética está siendo dificultada debido a que una serie de factores, como polución, desforestación y represamiento de los ríos, están provocando la reducción y, en algunos casos, la extinción de los estoques de peces migradores nativos. Debido a esto, la manutención y sobrevivencia de los reproductores en el interior de las estaciones es considerado como algo de suma importancia. Sin embargo, existen algunas causas de mortalidad de reproductores que todavía no han sido superadas; una de éstas es la falta de técnicas depuradas a ser aplicadas durante la inducción de la reproducción, que permitan elevada producción sin sacrificio de los reproductores.

El piauçu, *Leporinus macrocephalus*, es una especie migradora de gran tamaño y de forma fusiforme, que llega a alcanzar los 600 mm de longitud total, y que puede ser encontrada en el Pantanal Matogrossense (BRITSKI; SILIMON; BALZAC, 1999). Este pez, debido al sabor de su carne, es considerado como una especie de importancia comercial. Tiene también reconocido valor en la pesca deportiva por ser un excelente luchador.

La mayoría de las especies de peces tropicales de agua dulce, de interés comercial, son reofílicos y, por lo tanto, precisan migrar para poder reproducirse. La migración, generalmente, está asociada a los periodos de lluvias y a temperaturas elevadas. En condiciones de confinamiento estas especies no liberan sus ovócitos ni el semen, en razón de no recibir los estímulos desencadenadores del proceso reproductivo, apesar de que estos peces muestren las gónadas desarrolladas (ANDRADE-TALMELLI, 1997).

Según SATO (1999), los *Leporinus* son peces migradores, que se reproducen en el lecho de los ríos en la estación de lluvia y que se caracterizan por presentar, en general, elevados valores de longitud total, fecundidad absoluta y espacio perivitelínico, y bajos valores de diámetro de huevo hidratado y duración de la embriogénesis. De otro lado, debido a que las especies del género *Leporinus* no consiguen reproducirse en cautiverio, numerosos trabajos están

siendo realizados para mejorar las técnicas de inducción hormonal y de desove. Según VINATEA y VEGA (1995), en trabajos hechos con *Leporinus elongatus*, cuando se utilizó 5.5 mg/kg de Extracto de Pituitaria de Carpa (EPC) en dos dosis (10% y 90%), el desove aconteció 180 horas grado después de la aplicación de la segunda dosis del extracto. Otras referencias sobre reproducción inducida de especies del género *Leporinus* son presentadas por: GODOY (1975) (*L. elongatus* y *L. octofasciatus*), ZANIBONI-FILHO y BARBOSA (1996) (*L. friderici*) y SATO (1999) (*L. taeniatus*, *L. piau* y *L. elongatus*).

Informaciones sobre el comportamiento reproductivo del piauçu, *L. macrocephalus*, en su habitat natural y en ambientes confinados son escasos, y para que la producción de alevinos tenga éxito es necesario el desarrollo de técnicas que induzcan a la reproducción. El presente estudio tiene como objetivo comparar el desove natural y el desove por extrusión, así como dos protocolos de inducción del desove, con Extracto de Pituitaria de Carpa (EPC), durante la reproducción de *L. macrocephalus*.

## Materiales y Métodos

### Local de ejecución

El presente experimento fue realizado en las instalaciones de la Piscicultura Panamá, Paulo Lopes/SC - Brasil, en el período de verano, entre 1997 y 1998. Para el análisis y el procesamiento de las muestras fueron utilizados materiales y equipos pertenecientes al Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina - Brasil.

### Selección de los reproductores

Se utilizaron 36 reproductores de piauçu, *Leporinus macrocephalus*, entre machos y hembras (proporción 1:1), con tres años de edad y con pesos promedios de  $800 \pm 50$  g y  $1200 \pm 100$  g, respectivamente, que fueron mantenidos en estanques de tierra de 2000 m<sup>2</sup> y alimentados con ración pelletizada con 28% PB.

La selección de los reproductores fue realizada con base en las características de maduración gonadal descritas por WOYNAROVICK y HORVÁTH (1983).

Después de la selección, los reproductores fueron separados por sexo, a una densidad máxima de 6 peces por tanque de 1000 litros, con sistema abierto de agua, donde permanecieron hasta el momento de la inducción hormonal.

#### Inducción hormonal

Fue utilizado Extracto de Pituitaria de Carpa (EPC) debido a que este es uno de los inductores más comúnmente utilizados en las pisciculturas. Para la aplicación hormonal, los reproductores fueron retirados del tanque con ayuda de una malla, colocados en saco plástico y pesados en una balanza romana, para poder calcular la cantidad de hormona a utilizar. Finalmente los peces fueron sometidos a la aplicación intra-peritoneal de 3 dosis hormonales (0.25 mgEPC/kg; 0.5 mgEPC/kg y 5.0 mgEPC/kg) con intervalos de 24 y 12 horas entre las dosis, según las recomendaciones hechas por ZANIBONI-FILHO y BARBOSA (1996) (Tratamiento 1) y sin dosis previa (0.5 mgEPC/kg y 5.0 mgEPC/kg), con intervalo de 12 horas (Tratamiento 2), utilizando para comparar estos 2 tratamientos la técnica de desove natural (Cuadro 1).

#### Técnica de desove

Para determinar la mejor técnica de desove a ser aplicada en el piauçu, se compararon los resultados del tratamiento 1, donde los peces desovaron de forma natural, con un tercer tratamiento, donde los peces también recibieron dosis previa y desovaron por extrusión (Cuadro 1).

##### *a) Desove natural*

Aplicada la tercera dosis, parejas de reproductores de *L. macrocephalus* fueron colocadas en tanques de 1000 litros, los cuales fueron parcialmente cubiertos para evitar el estresse de los peces. El momento del desove fue constatado poco después de un continuo seguimiento de la pareja y de la emisión de ronquidos por parte del macho. Luego del desove, los huevos fueron retirados con un balde plástico que presentaba una malla de retención de 0.5 mm para poder

concentrar los huevos. Este balde fue instalado en la salida de agua del tanque, y los huevos en éste almacenados eran llevados a la incubadora. Antes que los huevos fueran colocados dentro de la incubadora, el volumen de ellos era medido con la ayuda de una probeta de 500 ml, para lo cual se dejaba decantar los huevos dentro de la probeta y se media el volumen marcado. Para la determinación del número de huevos por mililitro, se recogieron del balde de retención, con una pipeta de 10 ml, 4 muestras de 3 ml totalmente llenas de huevos hidratados, los cuales fueron contados luego uno a uno en una placa petri. Este conteo fue realizado para cada uno de los desoves.

##### *b) Desove por extrusión*

Después de la última aplicación hormonal, los peces fueron observados continuamente para ser retirados en el momento en que las hembras comenzaban a liberar ovocitos. Inmediatamente después, la hembra fue retirada con todo cuidado, dentro de una toalla. La extrusión fue realizada colectándose los ovocitos dentro de un becker de plástico seco. En seguida el esperma, obtenido también por extrusión, fue adicionado directamente sobre los huevos recién colectados. Después de 1 - 2 minutos de movimentación de los gametos (para facilitar el contacto entre ellos) se adicionó agua para promover la fertilización. Una vez que los huevos comenzaron a hidratarse, fueron transferidos a las incubadoras, según las recomendaciones de IHERING y AZEVEDO (1936). Una pequeña cantidad de ovocitos ( $\pm 0.5$  g) fue pesada y fijada en formolína al 4% tamponada, para luego, por conteo uno a uno, determinar el número de ovocitos/gramo.

La temperatura en la cual se realizaron los desoves varió entre 25 y 27°C.

Una vez terminada la etapa de reproducción, los reproductores fueron direccionados a 3 estanques diferentes (separados por tratamiento), siendo mantenidos en observación durante 3 días, y anotándose cuando acontecía la muerte del reproductor, para cálculos posteriores de sobrevivencia.

**Cuadro 1.** Diseño experimental utilizado para comparar diferentes tipos de desove y dosis hormonales para la reproducción de *L. macrocephalus*

| Tratamiento | Tipo de desove | N° de reproductores |        | Dosis utilizada en machos (mgEPC/kg) | Dosis utilizada en hembras (mgEPC/kg) | Intervalo entre las dosis (hora) |
|-------------|----------------|---------------------|--------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
|             |                | Macho               | Hembra |                                      |                                       |                                  |
| T1          | Natural        | 6                   | 6      | 0.4                                  | 0.25-0.5-5.0                          | 24 - 12                          |
| T2          |                | 6                   | 6      | 0.4                                  | 0.5 - 5.0                             | 12                               |
| T3          | Extrusión      | 6                   | 6      | 0.4                                  | 0.25-0.5-5.0                          | 24 - 12                          |

### Hora-grado

Para conocer el intervalo de tiempo entre la última inyección decisiva y la ovulación, se calculó la Hora-grado, es decir, el tiempo que demora el pez para liberar los gametos después del término del tratamiento hormonal a una determinada temperatura; para esto, se utilizó la metodología recomendada por WOYNAROVICH y HORVÁTH (1983).

### Tasa de fertilización

La tasa de fertilización fue calculada 9 horas después de ocurrida la fertilización, con análisis de 260 huevos por incubadora, según las recomendaciones de ZANIBONI-FILHO y BARBOSA (1992), a través de observación en microscopio estereoscópico con aumento de 10X.

### Análisis estadístico

En el presente experimento fueron evaluados, en cada uno de los tratamientos, el número de hembras que desovaron, la tasa de fertilización, el número de huevos producidos y la sobrevivencia de los reproductores. Los tratamientos 1 y 2, así como los tratamientos 1 y 3 fueron comparados de forma separada, para lo cual se utilizó Análisis de Variancia (ANOVA) y el Teste t ( $\mu=0.05$ ).

## Resultados

### Inducción y desove

En el presente estudio, cuando se comparó los tratamientos 1 y 2, fue observado que utilizándose una dosis previa para la inducción del desove de hembras de piauçu, 66% de hembras desovó en el

tanque, siendo la tasa de fertilización de  $94.5 \pm 3.3\%$ . La inducción del piauçu, sin el uso de dosis previa, también presentó el mismo porcentaje de hembras desovadas y la tasa de fertilización ( $97.0 \pm 2.9\%$ ) también fue elevada y no mostró diferencias significativas ( $P>0.05$ ) con el tratamiento anterior (Tablas 1 y 2).

El desove por extrusión (Tratamiento 3) permitió el desove de las 6 hembras del piauçu, siendo la tasa de fertilización  $25.8 \pm 25.3\%$  (las tasas de fertilización variaron entre 0 y 62.1%). La técnica de desove natural, en el caso del piauçu, representada en el tratamiento 1, permitió el desove de sólo 4 hembras, sin embargo la tasa de fertilización en la aplicación de esta técnica fue de  $94.5 \pm 3.3\%$ . Cuando fueron comparadas las tasas de fertilización en los tratamientos 1 y 3, se observó diferencia estadística ( $P<0.05$ ) (Tabla 1).

La Hora-grado promedia total fue de  $203.0 \pm 22.9$  considerando que la temperatura varió entre 25 y 27°C. Los resultados de Hora-grado no muestran diferencias significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ) (Tabla 1).

En el presente trabajo, fue encontrado un alto porcentaje de sobrevivencia de los reproductores después del desove: 66.7% para el desove por extrusión y 100% en la técnica de desove natural (Tabla 1). La elevada sobrevivencia después del desove posiblemente se debe a que los ejemplares del piauçu presentan un comportamiento tranquilo cuando es comparado con otras especies migradoras de interés comercial, siendo fácilmente capturables y permitiendo la aplicación de las inyecciones para inducción sin necesidad de mucha aprehensión.

**Tabla 1.** Valores promedios y desviación estándar ( $\pm$ ) de Hora-grado y valores porcentuales de hembras desovadas y de sobrevivencia de los reproductores de *L. macrocephalus*, por tratamiento

| Tratamiento | Tipo de desove | Hembras desovadas (%) | Hora-grado (HG) <sup>1</sup> | Sobrevivencia de los reproductores (%) |        |
|-------------|----------------|-----------------------|------------------------------|--|--------|
|             |                |                       |                              | Macho                                  | Hembra |
| T1          | Natural        | 66                    | $218 \pm 24.6^a$             | 100                                    | 100    |
| T2          |                | 66                    | $202 \pm 26.3^a$             | 100                                    | 100    |
| T3          | Extrusión      | 100                   | $193 \pm 16.3a$              | 66.7                                   | 66.7   |

<sup>1</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística ( $P<0.05$ ).

### Ovocitos y Huevos

Las hembras de *L. macrocephalus* ( $1200 \pm 100$  g) produjeron entre 35200 a 461680 huevos con un

promedio de 192602 huevos producidos por kilogramo de pez. No fue observada diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos (T1/T2

y T1/T3) con respecto a la producción de huevos por desove (Tabla 2). Para esta especie, fue determinada una cantidad de  $2320 \pm 108$  ovocitos/gramo y un total de  $64 \pm 7$  huevos hidratados/mililitro.

El ovocito del piauçu se presentó redondo, transparente, de color grisáceo y con un diámetro de  $1215 \pm 50$   $\mu$ m. Las larvas recién eclosionadas presentaron una longitud total media de  $2390 \pm 120$   $\mu$ m.

**Tabla 2.** Valores promedios y desviación estándar ( $\pm$ ) del peso total de los ovocitos desovados, del volumen total de huevos por desove, del número total de huevos producidos por desove y de la tasa de fertilización (%) por tratamiento

| Tratamiento | Tipo de desove | Peso total de los ovocitos (g) | Volumen total de huevos (ml) | Nº Total de huevos producidos <sup>1</sup> | Tasa de fertilización (%) <sup>1</sup> |
|-------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|--|--|
| T1          | Natural        | -                              | $3362 \pm 2249$ a            | $215168 \pm 143928$ a                      | $94.5 \pm 3.3$ a                       |
| T2          |                | -                              | $2272 \pm 1277$ a            | $145408 \pm 81720$ a                       | $97.0 \pm 2.9$ a                       |
| T3          | Extrusión      | $129 \pm 58$                   | -                            | $299280 \pm 134234$ a                      | $25.8 \pm 25.3$ b                      |

<sup>1</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

## Discusión

Entre las técnicas de inducción al desove de los peces migradores sudamericanos, la técnica más común es la de hipofisación (HARVEY y CARLSFELD, 1993). Esta técnica consiste en la aplicación de hormonas de la hipófisis por inyección intraperitoneal o intramuscular, para obtener una respuesta de ovulación y desove, siendo el uso de dos dosis: primera dosis de 10% y segunda dosis de 90%, el protocolo más utilizado (WOYNAROVICH y HORVÁTH, 1983). ZANIBONI-FILHO y BARBOSA (1996), realizando una pesquisa utilizando diferentes tipos de peces, obtuvieron resultados superiores con la aplicación de una dosis preparatoria (previa) de extracto bruto de hipófisis de carpa.

En el presente trabajo, cuando se comparó el uso de dos y tres dosis de EPC, no fue observada diferencia en el número de hembras que desovó, así como tampoco fue constatada diferencia en la tasa de fertilización obtenida en cada protocolo hormonal utilizado.

En la producción, este resultado podría ser importante, si se considera de que el uso de sólo dos aplicaciones en lugar de tres disminuye grandemente el manejo en el pez, lo que a su vez permite un menor "stress" del animal, además del beneficio económico que esto generaría por el menor uso de hipófisis.

El uso de la técnica de desove por extrusión está bastante documentado (WOYNAROVICH y HORVÁTH, 1983; ZANIBONI-FILHO y BARBOSA, 1996; SATO, 1999),

siendo esta la técnica que mejores resultados viene dando para las diferentes especies de peces migradores, como dorado, *Salminus maxillosus*; matrinxã, *Brycon cephalus*; gamitana, *Colossoma macropomun*; y pacu, *Piaractus mesopotamicus*, debido a que disminuye el trabajo operacional y permite un mayor control de la producción. Además de que, según BERMUDEZ; PRADA; KOSSOWSKI (1979), realizar la fertilización por extrusión disminuye el manejo de los huevos, factor muy importante durante la evolución de los embriones, y la posibilidad de afecciones fungosas, incrementando la fertilización, el número y la calidad de las futuras larvas. Sin embargo, la técnica de extrusión presenta como desventaja el hecho de que puede aumentar la tasa de mortalidad de los reproductores utilizados, la cual podría ser elevada dependiendo del grado de nerviosismo de la especie utilizada. Las hembras y machos de *Brycon siebenthalae* presentan un elevado porcentaje de mortalidad, después de inducidas (PARDO-CARRASCO *et al.*, 1998). En el presente trabajo, fue encontrado un buen porcentaje de sobrevivencia de los reproductores después del desove: 66.7% de sobrevivencia para los reproductores sometidos al desove por extrusión y 100% de sobrevivencia para aquellos utilizados en la técnica de desove natural. La elevada sobrevivencia después de la inducción posiblemente se debe a que los ejemplares del piauçu presentan un comportamiento dócil, cuando son comparados con aquellas otras especies migradoras de interés comercial, siendo fácilmente capturadas y

permitiendo las inyecciones para inducción sin necesidad de mucha aprehensión.

Muchos de los peces que son inducidos al desove con hormonas comienzan a desovar en la presencia de machos activos después de la ovulación normal. En la literatura, este hecho es llamado de diferentes maneras; según WOYNAROVICH y HORVÁTH (1983), este tipo de desove es llamado de “desove inducido” o “desove inducido por hormonas”, ya LANDINEZ (1995) considera que la inducción hormonal de los peces seguida por el desove ocurrido naturalmente en los tanques, sin la extrusión, es un desove “seminatural”. Sin embargo, existe dificultad para aceptar estas terminologías. La denominación de “desove inducido” puede llevar a interpretaciones erróneas, pudiendo confundirse fácilmente con el de desove por extrusión, debido a que la extrusión hasta cierto punto es también una forma de desove inducido o provocado. Por otro lado, la denominación de “desove seminatural” se presenta confuso, siendo tal vez más correcto el uso de “desove natural” ya que el acto en sí del desove fue regulado exclusivamente por los reproductores. Creemos que el término “seminatural” tendría más sentido si fuera utilizado en la denominación de “técnicas de reproducción seminatural” para definir el desove natural inducido por hormonas aplicadas de forma artificial. Debido a esto, en el presente trabajo llamaremos de “desove natural” cuando el desove acontece dentro del tanque sin la intervención del hombre.

SALDAÑA y ASCON (1986), trabajando con tambaqui *Colossoma macropomum*, encontraron elevadas tasas de fertilización, arriba de 90%, cuando utilizaron la técnica de desove natural. En el presente estudio, la técnica de desove natural utilizada en el tratamiento 1 permitió el desove de sólo 66.7% hembras; sin embargo, la tasa de fertilización en la aplicación de esta técnica fue de  $94.5 \pm 3.3\%$  entanto que, en el desove por extrusión, a pesar de observarse el desove de todas las hembras, la tasa de fertilización fue sólo de  $25.8 \pm 25.3\%$ . Cuando fueron comparadas las tasas de fertilización de los tratamientos 1 y 3, se observó diferencia estadística ( $P < 0.05$ ). Según VINATEA y VEGA (1995), los machos de la piapara *Leporinus elongatus*, eyaculan un esperma denso, blanco y en poca cantidad. En este trabajo fue constatado, en los desoves por extrusión, que los machos de *L. macrocephalus* presentan poco esperma, incluso después de inducidos, siendo colectadas pocas gotas de semen (1 a 3) y en algunos casos no se pudo realizar la colecta, siendo en estos casos el macho de piauçu sustituido. Este hecho puede haber sido uno de los

motivos por el cual el desove inducido se presenta más efectivo que el desove por extrusión, ya que al intentar mezclar ambos gametos durante la fertilización, el semen podría, al ser poco, no ser bien distribuido entre todos los ovocitos, disminuyendo con esto el contacto entre los gametos, lo que afectaría la fertilización. Incluso 50% de la mortalidad después registrada, fue de machos utilizados en el desove por extrusión, los cuales posiblemente murieron como resultado de los intentos que se realizaron para obtener mayor volumen de semen.

Según BROMAGE *et al.* (1994), determinar el momento exacto de ovulación de la hembra inducida es sumamente importante para obtener huevos de buena calidad y que permitan elevadas tasas de fertilización. Obtener huevos de la hembra antes de la ovulación o después de ese momento podría dar como consecuencias, bajas tasas de fertilización y larvas de baja calidad (HIROSE; ISHIDA; SAKAI, 1977; SPRINGATE *et al.*, 1984). Ese intervalo óptimo de madurez varía bastante entre las especies, siendo generalmente considerado mayores intervalos de tiempo para peces de agua fría como la trucha *Oncorhynchus mykiss* (4-6 días) (SPRINGATE *et al.*, 1984) y *Clupea harengus* (14 días) (HAY, 1986) e intervalos de tiempo menores para peces subtropicales y tropicales como *Carassius auratus* (2-3 horas) (FORMACIÓN, 1991) y *Prochilodus platensis* (1 hora) (FORTUNY; ESPINACH; AMUTIO, 1988). Considerando que *L. macrocephalus* es una especie tropical, podemos sugerir que el intervalo de tiempo en que los huevos se encuentran viables es pequeño. En el desove natural, los individuos ajustan y sincronizan la liberación de los gametos, en el intervalo óptimo de madurez, garantizando así una elevada tasa de fertilización. Por otro lado, en el desove por extrusión, la posibilidad de errar al momento de seleccionar la hembra a ser extrusada aumenta debido al corto período óptimo de maduración, lo que pudo acontecer en este experimento, demostrado por el elevado desvío padrón de la tasa de fertilización ( $25.8 \pm 25.3\%$ ).

Según BERMUDEZ; PRADA; KOSSOWSKI (1979), el desove natural implica una constante molestia a los reproductores que entonces podrían golpearse o inhibir la expulsión de sus productos sexuales. Además, es incierta la coordinación de los reproductores si no están bien preparados; la hembra por ejemplo, podría expulsar sus gametos sin la correspondiente participación del macho con la consecuente pérdida. En el presente estudio, no se tuvo los problemas señalados, habiendo obtenido una

tasa de fertilización bastante alta (94.5%). Cabe recalcar que el sistema de trasvase de los tanques de fecundación a las incubadoras, si bien fue difícil, no incidió en la supervivencia de los huevos.

En el presente trabajo, a pesar de observarse una media superior de producción de huevos en el tratamiento por extrusión, no hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos, siendo constatado, por el contrario, una menor producción de huevos viables en el tratamiento 3, con respecto al tratamiento con desove natural, debido a su baja tasa de fertilización.

Trabajos realizados con *Leporinus* muestran variados valores de fecundidad absoluta que fluctúan entre 47677 y 1833525 ovocitos por hembra (GODOY, 1975; VAZZOLER, 1996). En el presente estudio, las hembras de *L. macrocephalus* (1200  $\pm$  100 g) desovaron entre 35200 y 461680 ovocitos.

El conocimiento sobre el cultivo de los peces migradores recién está en una etapa inicial, y falta todavía realizarse muchos trabajos para poder entender y dominar la fisiología reproductiva de estas especies, que nos posibilite, en un futuro, contribuir en el desarrollo adecuado de paquetes tecnológicos que permita el crecimiento de la piscicultura de especies nativas.

## Conclusión

Siendo observada las condiciones en las que se realizó el presente estudio, se puede concluir que la utilización de la dosis previa de hormonas antecediendo el tratamiento convencional no mejora la tasa de fertilización de los huevos producidos ni el número de hembras que responden positivamente al tratamiento. El desove natural del piauçu permite una tasa de fertilización mayor que la obtenida a través del desove por extrusión, así como una mayor tasa de sobrevivencia de los reproductores, a pesar de presentar valores semejantes de fecundidad.

## Referencias Bibliográficas

- ANDRADE-TALMELLI, E.F. 1997 *Indução reprodutiva e ontogenia inicial da piabanha, Brycon insignis (STEINDACHNER, 1876) (CHARACIFORMES, BRYCONINAE), mantida em confinamento – Vale do Paraíba, SP. São Carlos. 184p. (Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar).*
- BERMUDEZ, D.A.; PRADA, N.R.; KOSSOWSKI, C. 1979 *Ensayo sobre la reproducción de la cachama Colossoma macropomum (CUVIER, 1818) en cautiverio. Barquisimeto: Universidad Centro Occidental. Escuela de Agronomía. 23p.*
- BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; BALZAC, L.S. 1999 *Peixes do Pantanal: Manual de identificação. Brasília: Embrapa. SPI. 184p.*
- BROMAGE, N.; BRUCE, M.; BASAVARAJA, N.; RANA, K. 1994 *Egg quality determinants in finfish: The role of overripening with special reference to the timing of stripping in the Atlantic Halibut Hippoglossus hippoglossus. Journal of the World Aquaculture Society, 25(1):13-21.*
- FORMACIÓN, M.J. 1991 *Overripening of ovulated eggs in goldfish Carassius auratus. Singapore (Doctoral thesis. National University of Singapore).*
- FORTUNY, A.; ESPINACH ROS, A.; AMUTIO, V.G. 1988 *Hormonal induction of final maturation and ovulation in the sabalo Prochilodus platensis Holmberg, latency and incubation times and viability of ovules retained in the ovary after ovulation. Aquaculture, 73:373-381.*
- GODOY, M.P. 1975 *Peixes do Brasil, subordem Characoidei. Piracicaba: Editora Franciscana. v.I, 216p; v.II, 397p.; v.III, 627p.; v.IV, 846p.*
- HARVEY, B. y CAROLSFELD, J. 1993 *Induced breeding in tropical fish culture. Ottawa: Ont. IDRC. 144p.*
- HAY, D.E. 1986 *Effects of delayed spawning on viability of eggs and larvae of Pacific herring. Trans. Amer. Fish. Society, 11:155-161.*
- HIROSE, K.; ISHIDA, R.; SAKAI, K. 1977 *Induced ovulation of ayu using HCG, with special reference to changes in several characteristics of eggs retained in the body cavity after ovulation. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 43:409-416.*
- IHERING, R. VON y AZEVEDO, P. 1936 *A desova e a hipofiseação dos peixes. Evolução de dois Nematognathas. Arq. Inst. Biol. S. Paulo, 7:107-118.*
- LANDINEZ, M.A.P. 1995 *Inducción de la reproducción del Yamu Brycon siebenthalae a partir de Extracto de Hipofisis de Carpa (EPC). Boletim Científico INPA, 3:5-17.*
- PARDO-CARRASCO, S.; ARIAS, A.; ATENCIO-GARCIA, V.; ZANIBONI FILHO, E.; VASQUEZ, W. 1998 *Ensayos de reproducción inducida del yamú Brycon siebenthalae*

- en los Llanos Colombianos. In: CONGRESSO SULAMERICANO DE AQUICULTURA, 1, 2-6 nov., Recife, 1998. *Resumos...* Recife. p.282.
- SALDAÑA, G. y ASCON, G. 1986 Ensayo sobre reproducción inducida de "Gamitana" *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) com Gonadotropina Corionica Humana. *Hidrobios*, X (1): 1-12.
- SATO, Y. 1999 *Reprodução de peixes da bacia do Rio São Francisco: Indução e Caracterização de padrões*. São Carlos. 179p. (Tese de Doutorado. Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos).
- SPRINGATE, J.R.C.; BROMAGE, N.R.; ELLIOTT, J.A.K.; HUDSON, D.L. 1984 The timing of ovulation and stripping and the effects on the rates of fertilization and survival to eying, hatch and swim-up in the rainbow trout (*Salmo gairdneri* L.). *Aquaculture*, 43:313-322.
- VAZZOLER, A.E.A. 1996 *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM, SBI. 169p.
- VINATEA, J.E. y VEGA, A.L. 1995 *Piscicultura tropical: Peces nativos y exóticos*. Serie Acuicultura. Lima-Perú. 338p.
- WOYNAROVICH, E. y HORVATH, L.A. 1983 *A propagação artificial de peixes tropicais. Manual de extensão*. Brasília: FAO/ CODEVASF/ CNPq. 220p.
- ZANIBONI FILHO, E. y BARBOSA, N.D. de C. 1992 Número amostral para determinação da taxa de fertilização durante a incubação dos ovos de peixes reofílicos. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO DE PESCA, 1, São Paulo, 1992. *Resumos...* São Paulo. p.65.
- \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ 1996 Priming hormone administration to induce spawning of Brazilian migratory fish. *Rev. Brasil. Biol.*, 56(4): 655-659.