

Evaluación comparativa del efecto del Extracto Pituitario de Carpa (EPC) y gonadotropina coriónica humana (hCG) en la reproducción inducida del bagre del Patía (*Rhamdia quelen*)¹

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN



Alba Lucy Ortega-Salas¹, Carlos Julio Rodríguez-Vargas¹, Jorge Nelson López-Macías¹

¹ Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Programa de Ingeniería en Producción Acuícola, Universidad de Nariño, Colombia.

jorgelopezmacias@gmail.com

(Recibido: marzo 13, 2010; aprobado: junio 5, 2010)

RESUMEN: El estudio se realizó en la estación piscícola “Las Tallas” adscrita a la corporación Regional del Cauca, localizada en las coordenadas geográficas: Latitud N 02° 06' 22" y Longitud W 077° 25' 15,4", a una altura sobre el nivel del mar de 670 m, precipitación promedio anual de 2.000 mm, temperatura media de 25,2°C. En el ensayo se estudiaron 36 reproductores, con un peso promedio para las hembras de 217,91±48,14 g con tallas de 31,7±2,83 cm y para los machos un peso promedio de 137,20±13,18 g con tallas de 26,97±0,86 cm. Se utilizó un diseño completamente al azar conformado por 4 tratamientos, distribuidos en la siguiente forma: T0 reproducción natural, T1 5,5 mg/kg de EPC, T2 5 UI/g de hCG y el T3 con 2 UI/g de hCG y 4 mg/kg de EPC. El T0 no presentó respuesta positiva. Los demás tratamientos fueron 100% efectivos en la inducción reproductiva, estimándose el efecto de las hormonas con relación al índice de ovulación, número de oocitos, porcentaje de fertilización y de eclosión. Tomando el peso como covariable en el número de oocitos obtenidos, se determinó que el T2 produjo la mayor cantidad de óvulos (332,602 oocitos/kg) con significancia estadística. Sin embargo, los porcentajes fertilización y eclosión no representaron diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2, T3, de tal manera que el porcentaje de fertilización fue de 32% para el T1, 31,09% para el T2 y 32,5% para el T3. El porcentaje de eclosión fue del 12% para el T1, 9,43% para el T2, 11% para el T3. En cuanto al análisis económico se estableció que el tratamiento T1 registró la mejor relación beneficio-costos con 1,22 U.

Palabra clave: eclosión, fertilización, larva, maduración

Comparative Evaluation of the Effect of Carp Pituitary Extract (CPE) and human chorionic gonadotropin (hCG) in induced breeding of Patía catfish (*Rhamdia quelen*)

ABSTRACT: The study was developed in the fish culture station “Las Tallas” attached to the Regional Corporation of Cauca, located in the geographic coordinates: latitude 02° 06' 22" N and longitude 077° 25' 15.4"W, to an altitude of 670 m.a.s.l, average annual precipitation of 2000 mm, an average temperature of 25.24°C. Thirty six adult fish were evaluated, with an average weight of 217.91±48.14 g and total length of 31.7±2.83 for de female fish, and an average weight of 137.20±13.18 g for the male fish with total length of 26.97±0.86 cm. A completely radom design was used, made up of four treatments distributed in the following way: T0 natural reproduction, T1 5.5 mg/kg of extract of hypophysis (EPC), T2 5 IU/g of Human Corionic Gonadotropin (hCG), and the T3 with 2 IU of hCG/g and 4 mg/kg of EPC. The T0 did not present positive answer. The rest of the treatments were 100% effective in the artificial reproductive process, estimating the hormones effect in relation to the ovulation index, number of oocytes, percentage of fertilization and hatch. Considering the weight as a co- variable in the number of mature oocytes obtained, it was determined that T2 produced a greater amount of ovules (332,602 oocitos/kg) with statistical significance (P<0.05). However, the fertilization and hatching percentages did not present significant differences between T1, T2, T3 treatments, in such a way that the percentage of fertilization was 32% for T1; 31.09% for T2; 32.5% for T3. The hatching percentage was 12% for T1, 9.43% for T2, 11% for T3. As far as the economical analysis is concerned, it was established that treatment T1 registered the best relation cost-profit.

Key words: hatch, fertilization, larvae, maturation

¹ Proyecto financiado por la Corporación regional del Cauca CRC.

Introducción

Colombia es el país más biodiverso del mundo en proporción al área, y su riqueza ictiológica continental y marina se destaca. Por esta razón, el estudio de especies ícticas nativas se constituye en una prioridad frente a los riesgos ecológicos que implica la explotación de especies introducidas con fines acuícolas.

En la cuenca del Patía y en las vertientes de los ríos Magdalena, Cauca, Orinoco y Amazonas, se encuentra una de las especies de la familia Pimelodidae de importancia pesquera, el barbudo (*Rhamdia quelen*); que es un pez que según Baldisserotto & Piaia (2000), presenta condiciones ideales para cultivo intensivo por su rusticidad a condiciones físico-químicas adversas, tolerancia a altas densidades de siembra, hábitos omnívoros en condiciones de cautiverio y buen sabor del filete. Desafortunadamente no ha trascendido su cultivo comercialmente por la imposibilidad de reproducir esta especie en confinamiento. Una solución a este problema sería inducir la reproducción del bagre del Patía (*Rhamdia quelen*) mediante hormonas, de tipo hipotalámico, hipofisiario o coriónico.

Por lo anteriormente expuesto, la presente investigación propuso evaluar comparativamente el efecto del extracto pituitario de carpa (EPC) y la gonadotropina coriónica humana (hCG) en la reproducción inducida del bagre del Patía (*Rhamdia quelen*) en condiciones de cautiverio, identificando las características reproductivas de la especie, las dosis hormonales efectivas en el proceso de maduración final de las hembras, el efecto de las hormonas en el porcentaje de fertilización y la eclosión.

Materiales y Métodos

Se implementaron técnicas de manejo y alimentación adecuadas, que permitieron la disponibilidad de animales sanos y aptos para inducir la reproducción; de tal manera que en el estanque de adaptación, los parámetros físico-

químicos como temperatura, oxígeno, dureza y pH se conservaron en las condiciones ideales para mantener la entrada de agua limpia y bien oxigenada. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), tomando el peso inicial de las hembras como covariable, por lo cual se llevó a cabo un análisis de covarianza (ANCOVA). En la variable cantidad de oocitos obtenidos se determinó el mejor tratamiento según la prueba de medias ajustadas. En las variables propuestas, porcentaje de fertilización y de eclosión, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA), y para comprobar la existencia de diferencias estadísticas significativas se procedió a realizar una prueba de comparación múltiple de Tukey. Las variables se estimaron mediante el programa estadístico SAS versión 8.

Resultados y Discusión

El dimorfismo sexual de la especie (*Rhamdia quelen*) está marcado por el tamaño del cuerpo, abdomen distendido, ovarios fácilmente palpables, papila genital enrojecida y prominente; además, la forma y ubicación de las gónadas tanto en machos como en hembras corresponden al esquema estructural que presentan los Siluriformes como lo señala Acevedo y Ángel (1999).

De acuerdo con la relación entre la longitud total y el peso, se determinó el factor K que mide el grado de bienestar o estado de nutrición de la especie. Los valores obtenidos se cualificaron de acuerdo con los rangos de Bagenal y Tesh *apud* (Cetina, 1999), quienes sustentan que los valores de factor de condición para peces óseos pueden variar entre 2 y 4. Los ejemplares capturados presentaron índices de robustez en promedio para hembras de $2,60 \pm 0,20$ y para machos de $2,41 \pm 0,08$. El factor k, menor en machos, se debe al menor peso gonadal. Estos valores tienen como explicación el periodo de estudio en época de invierno, en la que se dispone de mayor cantidad y calidad de alimentos. El factor de condición está influenciado por factores internos y externos, y refleja variaciones fisiológicas de los

individuos en función del medio ambiente. Esta característica de buena alimentación se encuentra asociada directamente con la maduración de los órganos reproductores y la adecuada producción de células sexuales.

La fecundidad absoluta encontrada en hembras en estadio de madurez avanzado fue de 21,300 a 102,500 oocitos, mientras que la fecundidad relativa fue de 163,846 a 244,048 kg oocitos. En *Leporinus macrocephalus*, Reynalte et al. (2002) reportan una fecundidad de 35,200 y 461,680 de oocitos por hembra en reproductores de 1,200 g. Según Woynarovich & Horváth (1981), el número de oocitos producidos por kg de peso de la hembra depende del tamaño de los mismos; de esta manera, los peces con oocitos muy pequeños (0,3 - 0,5 mm de diámetro) producen entre 500,000 a 1,000.000 de oocitos por kg de peso, mientras que cuando se liberan oocitos de tamaño medio (0,8 a 1,1mm) producen entre 100,000 a 300,000 kg oocitos, como es el caso de la especie *Rhamdia quelen*, con diámetro promedio de 1 mm.

En cuanto al índice gonadosomático promedio, se registró para hembras $25,75 \pm 1,95\%$ y $19,44 \pm 0,82\%$ para machos; en consecuencia, el tamaño, el peso del ovario, el número de oocitos y el IGS están en proporción con la longitud del pez. Así el IGS es más alto inmediatamente antes de la ovulación. De hecho, las hembras que estaban en la etapa preovulatoria presentaron gónadas con un peso considerable en relación al peso total. Los machos examinados también presentaron la característica que a mayor maduración gonadal, hay un mayor peso y, por ende, un IGS más alto.

En cuanto al índice hepatosomático en hembras fue de $0,87 \pm 0,14$, y se observaron en las hembras inmaduras índices hepatosomáticos altos, debido a que no iniciaban la producción de vitelogenina exógena, a diferencia de las hembras maduras en las que el peso del hígado disminuye debido a la producción de esta proteína (López, 1997). Esto concuerda con lo verificado por Tyler (citado por

Vásquez, 2003), quien afirma que el hígado es de crucial importancia fisiológica para el desarrollo de los ovarios, la maduración de los oocitos y su preservación en el interior de las hembras hasta que se efectúa el desove.

Según la evaluación comparativa del efecto de las hormonas, el tratamiento T0 conformado por animales maduros no inducidos no presentó respuesta de cortejo y desove natural en los estanques de reproducción, y se observó que todos los oocitos pasaron a estadio V de regresión. Igualmente, en ningún tratamiento fueron inducidos los machos debido a que en todos los ejemplares fue posible obtener suficiente semen por simple presión abdominal anteroposterior, y además, la relación utilizada de 2 machos por 1 hembra garantizó la fertilización de los óvulos.

En cuanto al índice de ovulación, los tratamientos T1, T2 y T3 fueron positivos 100%, lo que significa que fueron igualmente efectivos en cuanto a la reproducción inducida en cautiverio en las dosis propuestas. Los resultados obtenidos se deben a que las cantidades aplicadas de hormonas fueron adecuadas para finalizar la cascada fisiológica: hipotálamo-hipófisis-gónada con las suficientes cantidades y receptores de las respectivas hormonas producidas (López, 1997). Los resultados del presente estudio se explican por las prácticas de manejo implementadas para reducir el estrés, evitando la excesiva manipulación que podría ocasionar involución gonadal completa, y más aún cuando los animales se encontraban en avanzado grado de madurez.

Se cuantificó el número de oocitos producidos por hembra en cada tratamiento y se analizó mediante una prueba de covarianza en el que se detectaron diferencias significativas tanto para la covariable peso como para los tratamientos, y se observó que el peso tiene un efecto lineal sobre el número de oocitos; con lo anterior, se procedió a realizar una prueba mínima de medias cuadráticas para establecer cuál de los tratamientos fue el mejor (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Ajuste de medias de tratamientos para la variable número de oocitos.

Tratamiento	Media porcentual del peso (kg)	Media ajustada en miles (# de oocitos)	Número de oocitos por kg (miles)
1	0,232	29.258	126.112
2	0,191	63.527	332.602
3	0,223	26.494	118.695

Tabla 2. Análisis de covarianza para el número de oocitos.

Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	R ²	F. calculado
Tratamiento	2	2,42677 E9	1,21338 E9	10,09	* 0,0176
Covariable	1	3,00698 E9	3,00698 E9	25,00	* 0,0041
Error	5	6,01364 E8	1,20273 E8		

* P<0,05 Significativo

Al realizar la comparación de medias ajustadas, el tratamiento que reportó la mejor media ajustada para la covariable Peso fue el T2 con 5 UI/kg (hCG), la cual produjo 332.602 kg oocitos; sin embargo, los tratamientos T1 y T3 no registraron diferencias estadísticas significativas y por eso son iguales estadísticamente. Con lo anterior se demostró que la especie *Rhamdia quelen* responde mejor a la gonadotropina coriónica humana (hCG), ya que posiblemente actuó sinérgicamente con las gonadotropinas propias del pez, permitiendo la producción de esteroides sexuales que son los mediadores directos en el desarrollo gonadal, y produjo la maduración de las vesículas del vitelo y la ovulación representada

por la mayor cantidad de oocitos de las hembras inyectadas con hCG que con las inyectadas con otros tratamientos. Según la literatura revisada, el efecto de la EPC como hormona heteroplástica genera la producción de anticuerpos, lo que reduciría considerablemente la efectividad de la misma (Carvajal, 2003).

Para cuantificar el efecto de las hormonas en el porcentaje de fertilización se tuvieron en cuenta los huevos fértiles e infértiles (Figura 1), y se realizó un análisis de varianza (Tabla 3) que demuestra que no hay diferencias significativas para los tratamientos; por tanto, son iguales.

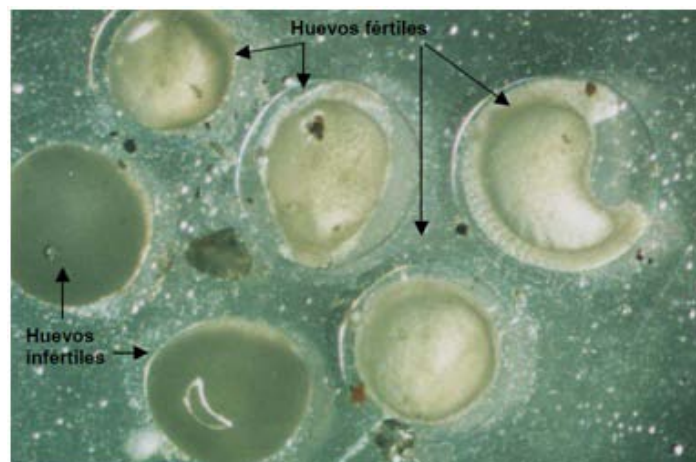
**Figura. 1** Huevos fértiles e infértiles.

Tabla 3. Análisis de varianza para el porcentaje de fertilización.

FUENTE	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	R. Cuadrado	F. Calculado
Tratamiento	2	1,28728 E8	6,43638 E7	0.80	^{Ns} 0,4917
Error	6	4,82229 E8	8,03716 E7		

^{Ns} No significativo P>0,05

El número de ovas fertilizadas fue relativamente bajo en esta investigación, comparado con los estudios reportados en las especies *Pimelodus grosskopfii*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Brycon hilarii*, *Prochilodus scrofa*, lo cual se explica por la ausencia de una sala de incubación adecuada en la estación piscícola de “Las Tallas”, que carece de control digital de temperatura, sistema de recirculación de agua y filtros mecánicos, eléctricos y biológicos (López, 1997). Las

fluctuaciones bruscas de temperatura y el efecto de turbidez son los factores que más afectan la etapa de fertilización y eclosión.

De acuerdo con la cantidad de huevos eclosionados por tratamiento (Tabla 4), se efectuó un análisis de varianza (Tabla 5) que demuestra que para esta variable todos los tratamientos estadísticamente son iguales, ya que no presentaron diferencias significativas.

Tabla 4. Porcentaje de eclosión.

Tratamiento	Huevos fértiles	Porcentaje de eclosión (%)
1	12.013	37,49
2	16.263	30,32
3	9.371	33,84

Tabla 5. Análisis de varianza para el porcentaje de eclosión

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	R. Cuadrado	F. Calculado
Tratamiento	2	8,06026 E6	4,03013 E6	0,53	^{Ns} 0,6119
Error	6	4,53105 E7	7,55174 E6		

^{Ns}: No significativo P>0,05

Si se comparan con este estudio, los resultados obtenidos fueron relativamente bajos en *Brycon hilarii*, *Pimelodus grosskopfii*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Rhamdia sapo*, lo que confirma que las fases críticas de crecimiento y sobrevivencia corresponden a la etapa larval, la cual se ve afectada por factores indicados anteriormente que lesionan gravemente las branquias, interfiriendo en el proceso de oxigenación y, por ende, en los mecanismos metabólicos generales

de crecimiento y sobrevivencia, y esto causa, finalmente, elevada mortalidad por sofocamiento (López, 1997).

Después de realizar la fase de eclosión, se continuó con el desarrollo de las fases de larvicultura y alevinaje (Figura 2), para que permitieran realizar el análisis económico, evidenciando que los costos de la hormona dependen del peso de los reproductores y el tipo de hormona para emplear

por tratamiento en las dosis recomendadas. Además, la cantidad de alimento suministrado está relacionado con el peso de los reproductores y la cantidad de alevinos obtenidos por tratamiento. En contraste, el tratamiento en el que más se invirtió fue el tratamiento 2 con 50,63%, seguido por el tratamiento 3 con el 32,03%, y por último, el T1 con 17,33%. El tratamiento que

produjo la mejor relación beneficio-costos fue el tratamiento 1 con 1,22 U, el cual indica que por cada peso invertido se obtienen 1,22 pesos. Según el análisis parcial de costos, los tratamientos T2 y T3 no presentaron beneficios económicos debido a que los costos son mayores que los ingresos. Cabe anotar que esta rentabilidad es parcial, ya que no se tuvieron en cuenta los costos fijos.

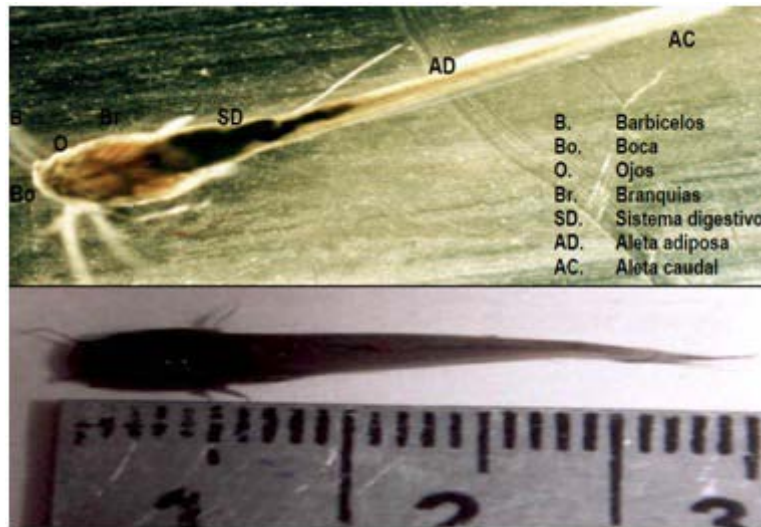


Figura 2. Alevino bagre del Patía (*Rhamdia quelen*).

Conclusiones

Las dosis óptimas para la reproducción inducida fueron de Extracto Pituitario de Carpa dosis de 5,5 mg/kg, gonadotropina coriónica humana dosis de 5 UI/g y la combinación de las dos en dosis de 2 UI/g de gonadotropina coriónica humana y 4 mg/kg de Extracto Pituitario de Carpa, en un intervalo de doce horas, siempre y cuando el grado de madurez fuera oportuno. La menor sobrevivencia en las etapas de eclosión y larval se presentó principalmente por la deficiente calidad físico-química del agua, específicamente las fluctuaciones de temperatura y el nivel de turbidez alto que afectó el proceso de fertilización y eclosión. Las características que posee la especie (*Rhamdia quelen*), como son los hábitos omnívoros, su rusticidad en cautiverio y la posibilidad de inducir su reproducción, le confieren a esta especie íctica nativa condiciones

especiales para cultivarlo en cautiverio, con fines no solo de conservación, sino también de explotación acuícola.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a la Corporación Regional del Cauca (CRC): Álvaro Renán Cajas (biólogo), Jaime Mauna (biólogo) y Bernardo Baldisserotto (Dr. en Fisiología de peces, UFSM, Brasil).

Referencias Bibliográficas

- Acevedo, C.; Ángel, F. **Reproducción inducida e incubación del bagre pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) (Linnaeus, 1766) y barbudo (*Pimelodus grosskopfii*)**

- (Steindachner, 1880) bajo condiciones del Valle del Cauca. Palmira, Colombia: Universidad Nacional, 1999. 123 p. Tesis (Zootecnista).
- Baldisserotto, B.; Piaia, R. Densidade de estocagem e crescimento de alevinos do Jundia (*Rhamdia quelen*). *Ciência Rural*, v.30, p.6-7, 2000.
- Carvajal, M. Inducción a la maduración y desove del róbalo (*Centropomus nigrescens*) en cautiverio mediante la utilización de hormonas hCG (gonadotropina coriónica humana) y LHRHa (Luteinizing Hormone Releasing Hormone Ethylamide). **CENAIM. /Ecuador**. Disponible en: <http://www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/tesisc/t28.pdf>. Accesado en: 15/08/2003.
- Cetina, W.; Olaya, N.; Atencio, V.; Segura, A. Análisis cuantitativo del cultivo intensivo del bagre blanco (*Sorubim lima*, Bloch 1801) en estanques de cemento. In: Congreso suramericano de Acuicultura Memorias del II Congreso Suramericano. Puerto de la Cruz. Venezuela, 1999. p.500.
- Junca, V.; Vallejo, F.; Molano, M. Pinilla, G. Fecundidad del tigrillo (*Pimelodus pictus*) (Steindachner, 1876) (Piscis: siluriformes: pimelodidae). **Boletín Científico INPA**, v.7, p.48, 2002.
- López, J. **Nutrición Acuicola**. 1.ed. Pasto, Colombia: Editorial Universidad de Nariño, 1997. 270p.
- Pinto, G.; Jiménez, A. Hábitos alimentarios y vida reproductiva del capitán de la sabana (*Eremophilus mutissi*) (Pisces) del tramo del río Bogotá en el municipio de Suesca (Cundinamarca). **Al Verde Vivo**. Bogotá, Colombia, 2003, p.40-48.
- Reynalte, D.; Esquivel, B.; Esquivel, J.; Zaniboni, E. Reproducción inducida del Piacu *Leporinus macrocephalus* (Garavello y Brits, 1988) (Characiformes, Anostomidae). *Boletín Do Instituto da pesca*, Sao Paulo, Brasil, 2002. 18p.
- Vásquez, F.; Hurtado, H.; López, R.; Bohórquez, P.; Woynarovich, A.; Woynarovich, E. Reproducción artificial de las especies (*Colossoma* y *Piaractus*). **Fondepes**. Lima, Perú, 1998, p.40-42.
- Woynarovich, E.; Horváth, L. Propagación artificial de peces de aguas templadas. **FAO Roma**, Italia, 1981, p.32-40.