

Estimulación a la maduración final y el desove de *Ancistrus triradiatus*

Stimulating *Ancistrus triradiatus* final maturation and spawning

Luis F. Collazos-Lasso¹, José A. Arias-Castellanos¹

¹Grupo de estudio en peces ornamentales nativos. Instituto de Acuicultura, Universidad de los Llanos, Km. 7 Vía Apiay. Villavicencio- Meta. lfclasso@yahoo.com

Recibido: Diciembre 29 de 2008. Aceptado: Enero 23 de 2009.

RESUMEN

Con el propósito de evaluar la respuesta reproductiva de hembras y machos madurados en confinamiento con estímulos de cambio brusco de la conductividad eléctrica del agua, se realizaron experimentos consistentes en los siguiente tratamientos: tratamiento 0 (T0) de control o de mantenimiento de la conductividad eléctrica en los valores en los cuales maduraron sexualmente los peces (100 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Tratamientos 1 a 5, las aguas dispuestas en los contenedores tuvieron conductividades eléctricas inferiores al control como sigue: T1 = 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$; T2= 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$; T3= 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$; T4= 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$; T5= 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tratamientos 6 a 9, contrarios a los anteriores, el agua utilizada se mantuvo en conductividades superiores a las del control de la siguiente manera: T6: 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$; T7: 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y T8: 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cada tratamiento con seis réplicas y cada replica consistentes en un acuario de 40 L con nido de tubo de PVC de 1½' y 20 cm de longitud, un extremo cerrado y colocado de manera perpendicular. Para cada réplica se colocó una hembra (peso $7 \pm 0,2$ g y longitud total $8 \pm 0,2$ cm) y un macho (peso $10,7 \pm 0,3$ g y longitud total $14,1 \pm 0,2$ cm). El estímulo se efectuó trasladando de manera brusca y manteniendo cada pareja en las condiciones experimentales de cada tratamiento durante cinco días.

Las respuestas de desove se presentaron a las $24,6 \pm 1,3$ h a $26,5 \pm 0,4$ °C, siendo que el tratamiento con mayor respuesta de desove fue el T5 (66,7 %) mayor y diferente ($p < 0,05$) al T4 (33,3 %) y T0, T2 y T3 (16,7 %) en los demás tratamientos no hubo respuesta. La fecundidad reproductiva estuvo entre 75 y 92 huevos/hembra con una fertilidad entre 93-99 % y un tiempo de incubación de $101,8 \pm 4,3$ h.

Palabras clave: *Ancistrus triradiatus*, conductividad eléctrica, desove, estímulo ambiental, xénocara

ABSTRACT

The following experiments were performed for evaluating the reproductive response of female and male fish's matured in confinement when stimulated by abrupt changes in the electrical conductivity of water.

Treatment 0 (T0) consisted of controlling or maintaining electrical conductivity regarding the values at which the fish mature sexually (100 $\mu\text{S} / \text{cm}$). The water in the containers in treatments 1 to 5 had electrical conductivity below that of control, as follows: T1 = 10 $\mu\text{S} / \text{cm}$, T2 = 20 $\mu\text{S} / \text{cm}$, T3 = 40 $\mu\text{S} / \text{cm}$, T4 = 60 $\mu\text{S} / \text{cm}$; T5 = 80 $\mu\text{S} / \text{cm}$. Contrary to above, water in treatments 6 to 9 was kept at conductivities higher than those of the control, as follows: T6: 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$; T7: 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and T8: 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Each treatment having six replicates and each replicate were performed in a 40 L aquarium containing a nest made out of 20 cm long 1½' PVC pipe, having a closed end and positioned perpendicularly in the tank. One female (7 \pm 0.2g weight, 8 \pm 0.2 cm total length) and one male (10.7 \pm 0.3 g weight and 14.1 \pm 0.2 cm total length) were placed in each replica. The stimulus was applied by moving abruptly keeping each couple in each treatment's experimental conditions for five days.

Spawning responses occurred at 24.6 \pm 1.3 h at 26.5 \pm 0.4°C. T5 (66.7 %) was the treatment having the highest spawning response ($p < 0.05$), being greater than and different to T4 (33.3 %) and T0, T2 and T3 (16.7 %); there was no response in the other treatments. Reproductive fertility was between 75 and 92 eggs/female with 93-99 % fertility and 101.8 \pm 4.3 h incubation time.

Keywords: *Ancistrus triradiatus*, electrical conductivity, environmental stimuli, spawning, xénocara.

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones encaminadas a dilucidar los procesos reproductivos en las especies ícticas han ocupado grandes esfuerzos, pues ellas no solo permiten comprender la transmisión de la información, sino que desde la práctica, son la base de las actividades productivas en confinamiento (Arias, 2006).

El control de la reproducción en peces es un proceso multifactorial que envuelve entre las interacción más importantes las ambientales, sociales, neuronales, endocrinos y nutricionales (Carrillo y Zanuy, 1993; Ureña *et al.*, 2005). En zonas tropicales, la estacionalidad climática marcada por las lluvias que aumentan los niveles de agua de los afluentes y depósitos naturales, son determinantes para la reproducción de las especies, las cuales responden a los cambios ambientales invernales tales como temperatura, dureza y conductividad eléctrica entre otros, reproduciéndose (Machado-Allison, 1987; Richter *et al.*, 1987; Urbinati, 2005). Las señales asociadas con las precipitaciones son percibidos por los peces y llevadas a las células nerviosas del cerebro, las que a su vez responden produciendo hormonas liberadoras de las gonadotropinas (GnRH) hacia la hipófisis, tales hormonas entonces

estimulan la producción de hormonas gonadotrópicas (GtH) que regulan la maduración final de los ovocitos, la ovulación y el desove (Kah *et al.*, 1993; Landines, 2005).

Los peces reofilícos tropicales en confinamiento en general consiguen madurar sus gónadas y captan los cambios ambientales para la culminación reproductiva pero no la logran, en especial las hembras no consiguen la maduración final y el desove natural, por lo que se hace necesario la aplicación de hormonas sexuales que replacen los estímulos ambientales definitivos (Hoar, 1969; Chaparro, 1998; Zaniboni y Nuñez, 2004).

Pero la mayoría de las especies del neotrópico no son migratorias y por lo tanto no solo maduran sus gónadas en cautiverio sino que son capaces de completar todo su proceso reproductivo si se les brinda condiciones ambientales artificiales similares a las condiciones naturales. Los estímulos ambientales con mayor influencia en estas especies son la temperatura, el pH y la conductividad eléctrica (Chapman *et al.*, 1998; Migaud *et al.*, 2004; Arias, 2006). En el caso de la especie que nos ocupa, las variaciones en la conductividad eléctrica en el medio

natural, registradas durante la fase preliminar de captura y cuarenta de los peces en este trabajo, señalaron que este factor sería el disparador reproductivo de la especie, como ocurre para otras especies de peces (Craig, 2000; Arias 2006). Ramnarine (1995) reporta la estimulación al desove con disminución de la conductividad en el loricarido *Hoplosternum littorale*. Reyes (1998) al contrario habla de cómo el aumento en la conductividad del

agua afecta el desarrollo gonadal en *Pterophyllum scalare*, en tanto que Chuquipiondo (2006) asegura que para especies del género *Apistograma* se debe realizar cambios bruscos del volumen de agua (disminución de la conductividad), para estimularles la reproducción. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue experimentar mediante cambios de conductividad eléctrica en el agua la estimulación a la maduración final y el desove de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en la Unidad de Peces Ornamentales de la Estación Piscícola del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos (4° 05'N y 73° 37'O). Se utilizaron ejemplares silvestres (hembras con peso $7,2 \pm 0,5$ g y longitud total $8,3 \pm 0,5$ cm, y machos con peso $9,5 \pm 1,2$ g y longitud total $11,7 \pm 1,5$ cm), capturados con trampas de canutos de *Guadua angustifolia* colocados en el sentido de la corriente en los caños Acaciitas, Orotoy, Acacias y El Barranco, todos afluentes del piedemonte en el Municipio de Acacias, Departamento del Meta – Colombia.

Los reproductores fueron madurados sexualmente en confinamiento en parcelas dentro de una alberca de concreto dotada de un sistema de recirculación y filtración externa seco-húmeda de tres etapas (físico, químico y biológica).

Cada parcela fue mantenida con volumen de agua de 360 L conteniendo nueve animales en proporción un macho: dos hembras, los cuales fueron alimentados durante 180 días con una ración húmeda formulada y preparada para los ensayos del 30 % de proteína isocalórica, suplementada con vegetales, ofrecida a saciedad.

Una vez fue detectada madurez sexual mediante evaluación macroscópica, los peces fueron sometidos a los tratamientos que se presentan en la tabla 1.

La menor conductividad eléctrica experimental se obtuvo mediante adición de agua destilada al agua control, en tanto que la mayor, adicionando solución al 10%, partes iguales de NaCl y Na_2SO_4 , (Lide, 1996). Diariamente

se realizó un recambio equivalente al 10% del volumen conservando constantes los parámetros físico-químicos de cada tratamiento.

Cada tratamiento tuvo seis réplicas consistentes cada una en un acuario con 40 L de agua provisto de aireación permanente y un nido construido de un tubo de PVC de $1\frac{1}{2}$ y 20 cm de longitud, con un extremo cerrado y colocado de manera perpendicular.

Cada réplica con una pareja, la cual fue trasladada desde el contenedor de maduración al acuario experimental de manera brusca y mantenida allí hasta por cinco días.

La evaluación de los tratamientos se realizó a través de la cuantificación del número de desoves, el tiempo de latencia, la fecundidad reproductiva, la tasa de fertilidad, la tasa la sobrevivencia embrionaria y el tiempo de incubación.

La colecta de los huevos fue realizada manualmente y la incubación se efectuó en incubadoras de flujo ascendente lento desarrolladas para la especie por el grupo investigador (en preparación). Cada incubadora conectada a un sistema de recirculación con filtración externa seco-húmeda de tres etapas. Los diseños experimentales fueron completamente al azar. Los valores de todos los parámetros evaluados son expresados como media \pm DE. Las medias de los diferentes parámetros para cada tratamiento fueron analizadas mediante ANOVA con posterior análisis de medias (test de Tukey) con base en un nivel de significancia estadístico de 0,05. Para el análisis se utilizó el programa SAS versión 9.0.

Tabla 1. Tratamientos de cambio de la conductividad eléctrica del agua de adultos silvestres madurados en confinamiento de *Ancistrus triradiatus*

Tratamiento	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)
T0*	100
T1	10
T2	20
T3	40
T4	60
T5	80
T6	120
T7	160
T8	180

*T0 = Tratamiento cero o control, en el que se mantuvo la conductividad similar a la registrada en los contenedores de maduración

RESULTADOS

En la tabla 2, se presenta el desempeño reproductivo obtenido.

DISCUSIÓN

Una pequeña disminución de la conductividad eléctrica fue el estímulo más apropiado para lograr la maduración final, la ovulación y el desove de la especie, similar a lo hallado para otras especies de peces de pequeño porte de ríos del centro de Brasil (Urbinati, 2005). A este respecto Ramnarine (1995), encontró en el loricarido *Hoplosternum littorale*, que

el disparador reproductivo fue el aumento del caudal del afluente o dicho de manera más técnica, la disminución de la conductividad eléctrica ocasionada por las lluvias. En confinamiento el mismo autor para la misma especie reportó que el 100 % de los animales se reprodujeron cuando se les estimuló con cambios de disminución de la conductividad eléctrica del agua de 265 $\mu\text{S/cm}$ a 73,2 \pm 3,9 $\mu\text{S/cm}$, y el 50 % cuando la disminución fue llegó a 57,5 \pm 9,3 $\mu\text{S/cm}$, nótese que la respuesta reproductiva reportada para esta especie fue directa a la disminución de la conductividad, como en este estudio, aunque a diferencia de lo hallado para *H. littorale* en la cual la

Tabla 2. Desempeño reproductivo de *Ancistrus triradiatus*, estimulado con manipulación de la conductividad eléctrica del agua en la Unidad de Peces Ornamentales de la Estación Piscícola del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos

Tratamiento ($\mu\text{S/cm}$)	Rta ¹ (%)	Tiempo de latencia ³ (h / °C)	Fecundidad reproductiva ⁴	Fertilidad (%)	Sobrevivencia embrionaria (%)	Tiempo de incubación ⁵
T1-10	0/6, (0)	-	-	-	-	-
T2-20	1/6 ² , (16,7)	26 / 26,8 \pm 0,5 ²	92 ²	98 ²	89 ²	98,5 \pm 0,4 / 27,6 \pm 0,4
T3-40	1/6 ² , (16,7)	24 / 27,4 \pm 0,5 ²	88 ²	94 ²	90 ²	102 \pm 0,6 / 26,4 \pm 0,3
T4-60	2/6, (33,3)	25,5 \pm 0,5 ^a / 27,2 \pm 0,3	78 \pm 3 ^a	92,9 \pm 1,2 ^b	91,8 \pm 1,5 ^a	100,6 \pm 1 ^a / 26,8 \pm 0,4
T5-80	4/6, (66,7)	22,8 \pm 0,3 ^a / 27,8 \pm 0,2	86 \pm 2 ^a	96,6 \pm 1,9 ^a	93,3 \pm 3,8 ^a	98,7 \pm 5,5 ^a / 27,5 \pm 0,3
T0*-100	1/6 ² , (16,7)	24 / 27,6 \pm 0,5 ²	75 ²	99 ²	96 ²	109 / 26,2
T6-120	0/6, (0)	-	-	-	-	-
T7-160	0/6, (0)	-	-	-	-	-
T8-180	0/6, (0)	-	-	-	-	-

T0* = Tratamiento control

¹ Respuesta = número de parejas desovadas / número de parejas estimuladas, (porcentaje).

² Valor individual sin comparación estadística.

³ Tiempo de latencia = tiempo de respuesta al estímulo en horas / temperatura en °C

⁴ Fecundidad reproductiva = número de total de huevos desove.

⁵ Tiempo de incubación = tiempo de desarrollo embrionario hasta eclosión en horas / temperatura en °C

Entre filas, letras distintas presentan diferencia estadística ($p < 0.05$)

disminución de la conductividad fue de 350 %, en *A. triradiatus*. la disminución fue pequeña de tan solo del 20 %, lo que señala una gran sensibilidad de la especie a este disparador reproductivo de la conductividad eléctrica (Arias et al, 2007).

De otra parte las respuestas a los estímulos de disminución de la conductividad eléctrica fueron rápidas (alrededor de un día después del estímulo y sin diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos positivos), similares a las encontradas para algunas especies peruanas del género *Apistogramma* (Chuquipiondo, 2006). Por lo demás se demuestra que la especie no responde a estímulos de aumento de la conductividad eléctrica del agua.

En cuanto a la fecundidad, aparentemente baja, se podría explicar por la pequeña talla de las hembras y el gran tamaño de los huevos ($2 \pm 0,2$ mm), como lo discute para otros loricaridos Suzuki *et al.* (2000) y para la misma especie (García y Santamaría 1990; Arias *et al.*, 2007).

En relación con la fertilidad, este trabajo aporta de manera importante a la discusión de los valores a

los que puede llegar este indicador reproductivo, pues los altos registros en las hembras que respondieron a los diferentes tratamientos, siempre superiores al 94 %, refuerza el planteamiento que especies con cuidado parental, como esta, no solo producen pocos huevos sino que estos son especialmente fértiles (Harvey y Hoar, 1980; García y Santamaría 1990; Randolph, 1991).

La alta sobrevivencia embrionaria complementa lo anotado anteriormente, pero además evalúa como apropiado el sistema de incubación utilizado, el cual "reemplazo" eficientemente el trabajo de incubación de los machos que llega al 76 % según Arias et al. (2007) (Sabaj *et al.*, 1999).

También una vez más se documenta en este trabajo la influencia directa de la temperatura sobre los tiempos de los diferentes indicadores utilizados, siendo que a mayor temperatura más rápido son los procesos y más prontas las respuestas (Harvey y Hoar, 1980, Luchini, 1990), los tiempos de latencia y de incubación reportados son evidencia de lo anterior (Arias *et al.*, 2007).

REFERENCIAS

Arias CJA, Collazos LLF, Romo ELD, Aya BE. Resultados preliminares de la piscicultura de xenocara, *Ancistrus temminckii* c.f.. En: Memorias XIII Jornada de Acuicultura Unillanos-IALL. Villavicencio, 21 de sept de 2007. p 48-52.

Arias CJA, Aya BE. El cultivo de peces ornamentales de la Orinoquia Colombiana. En: Memorias XII Jornada de Acuicultura. UniLlanos-IALL. Villavicencio, 15 de sept de 2006.

Carrillo M, Zanuy S. Fisiología de la reproducción de los Teleósteos. En: "Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción". Coord. F. Castelló Orvay. Ed. Universitat. Barcelona. 1993. p 125-142.

Craig JF. Percid fishes: systematics, ecology and exploitation. Fish and Aquatic Resources Ser, Blackwell Science, Cornwall. 2000; 3:352.

Chaparro MN. Reproducción Artificial de Peces Continentales. En: Revista de Ingeniería Pesquera. Santa Marta, Colombia: Univ. Magdalena. 1998;8(1-2):32.

Chapman F, Colle DE, Rottmann RW, Shireman JV. Controlled Spawning of Neon Tetra. The progressive Fish-Culturist. 1998;60:32-37.

Chuquipiondo JC. Reproducción estimulada de peces ornamentales. En: Memorias Diplomado en Producción de Peces Ornamentales. Villavicencio. Colombia. Sept 6-oct 10 2006.

García H, Santamaría C. Biología reproductiva de la cucha *Ancistrus triradiatus* (Pisces, Siluriformes, Loricariidae), un pez ornamental de la parte alta del río Yucao (Pto López- Meta). Trab. Grado, Univ. J.T. Lozano, Bogotá. 1990. 135p.

- Harvey B, Hoar WS. Teoría y práctica de la reproducción inducida en peces. Ottawa: Centro internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), 1980. p 48.
- Hoar WS. Reproduction. In: Hoar WS, DJ Randall (Eds.). Fish Physiology. Academic Press, London. 1969. p. 1-72.
- Kah O, Anglade I, Leprêtre E, Dubourg P, Monbrison D. The reproductive brain in fish. Fish Physiol. Biochem. 1993;11:85-98.
- Landines PMA. Mecanismos celulares de la reproducción de los peces. En: Reproducción de peces en el trópico. INCODER. Bogotá-Colombia. 2005. p 12.
- Lide D. CRC Handbook of Chemistry and Physics. 77th Edition. CRC Press. Inc. USA. 1996. p. 237-241.
- Luchini L. Manual para el Cultivo del Bagre sudamericano (*Rhamdia sapo*). Santiago, Chile. FAO. 1990. p 60.
- Machado-Allison A. Los peces de los Llanos de Venezuela. Un ensayo sobre su historia Natural. Univ Central de Venezuela, Caracas. 1987. p 54.
- Migaud H, Fontaine P, Kestemont P, Wang N, Brunbellut J. Influence of photoperiod on the onset of gonadogenesis in Eurasian perch *Perca fluviatilis*. Aquaculture. 2004;241:561-574.
- Ramnarine W. Induction of nest building and spawning in *Hoplosternum littorale*. Journal of Fish Biology. 1995;47:555-557.
- Randolph E. The Basic book of fish keeping, Library of Congress Catalogue Card number: 90-93287, Canadá. 1991. p. 82.
- Reyes J. Ensayos preliminares en reproducción, larvicultura y alevinaje de *Pterophyllum scalare* en cautiverio. Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 1998; 2-3.
- Richter CJJ, Viveen WJ, Eding EH, Sukkel M, Rhotuis AJ, Van Hoof MF, Van den Verg FG, Van Oordt PG. The significance of photoperiodicity, water temperature and nag inherent endogenous rhythm for the production of viable eegs by african catfish *Clarias gariepinus*, Kept in subtropical ponds in Israel and under Dutch hatchery condition. Aquaculture. 1987;63:169-183.
- Sabaj M, Armbruster J, Page L. Spawning in *Ancistrus* with comments on the evolution of snout tentacles as a novel reproductive strategy: larval mimicry. Ichthyological Exploration of Freshwaters. 1999;10:217-229.
- Suzuki H, Agostinho A, Winemiller K. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Paraná River, Brazil. Journal of Fish Biology. 2000; 57: 791-807.
- Urbinati UE. Bases fisiológicas de la reproducción en peces tropicales. En: Reproducción de peces en el trópico. Daza PV, Landines PMA, Sanabria OAI. Edt. INCODER. Bogotá (Colombia). 2005. p. 23-25.
- Ureña F, Ávila E, Rodríguez L, Landines M., Kohrdis U. Guías de producción de peces ornamentales de la Orinoquía colombiana. Loricaridos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bogotá. 2005. 85p.
- Zaniboni FE, Nuñer AP. Fisiologia da reprodução e propagação artificial dos peixes. 2004. p. 45-73.