

Reproducción inducida del sábalo cola roja, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) en confinamiento, en la Amazonía Peruana, Iquitos-Perú.

Jorge Guillermo Babilonia-Medina^{1,2}, Manuel Jesús Flores-Ancajima², Carlos Chiquipiondo-Guardia.³

Resumen

El experimento se realizó en la Estación Acuícola “Amazonia Aquaculture Service”. Se trabajó con 13 hembras y 16 machos. El objetivo fue lograr la reproducción inducida con extracto de pituitaria de carpa y observar el desarrollo embrionario. Todas las hembras desovaron, sin embargo, de cinco hembras se obtuvo resultados negativos en la fertilidad. El desove ocurrió a las $5,68 \pm 0,53$ horas, luego de aplicar segunda dosis, a una temperatura media del agua de $28,12 \pm 0,61^{\circ}\text{C}$, lo que representa $159,01 \pm 14,47$ horas-grado. Las hembras de 4 años de edad con peso promedio de $2310 \pm 143,17$ g, tuvieron un promedio de $1497,60 \pm 14,57$ óvulos/gramo; la tasa de fertilización y eclosión fue de $68,80 \pm 1,92\%$ y $53,59 \pm 8,68\%$ respectivamente. La eclosión ocurrió a las $11,67 \pm 0,32$ horas, a una temperatura de agua de $28,25 \pm 0,09^{\circ}\text{C}$, lo que significa que para la eclosión se requiere $331,07 \pm 12,56$ horas-grado.

Palabras claves: Reproducción, *Brycon cephalus*, desarrollo embrionario

¹ Estudiante de maestría en Acuicultura, Cátedra CONCYTEC en Acuicultura Tropical – UNAP. Iquitos, Perú. jgbm20@hotmail.com

² Amazonía Aquaculture Service EIRL. 1.5 km Carretera Iquitos-Nauta. manflores1@hotmail.com

³ Facultad de Ciencias Biológicas, UNAP. karlokhiris@hotmail.com

Induced breeding of red tail shad, *Brycon cephalus* (günther, 1869), in confinement in the Peruvian Amazon, Iquitos- Perú.

Abstract

The experiment was conducted at the Aquaculture Station "Amazonia Aquaculture Service". We worked with 13 females and 16 males. The main objectives were to achieve the inducing breeding with carp pituitary extract as inductor and also to characterize the embryonic development. All females spawned, however, five females with negative results on fertility. In an average temperature of $28,12 \pm 0,61$ ° C, it takes $5,68 \pm 0,53$ hours for spawning or $159,01 \pm 14,47$ hours-grade. The females of 4 years of $2310 \pm 143,17$ g, fertilization rate achieved, over 66% on average $1497,60 \pm 14,57$ eggs are per gram, fertilization and hatching rate of $68,80 \pm 1,92\%$ and $53,59 \pm 8,68\%$ respectively. For egg hatch containing the larva, at a temperature $28,25 \pm 0,09$ ° C, $11.67 \pm 0,32$ hours required and / or $331,07 \pm 12,56$ hours-grade.

Keywords: Reproduction, *Brycon cephalus*, embryonic development

Introducción

Brycon es un género de peces de agua dulce, con un gran número de especies, la mayoría con buena alternativa para la piscicultura en América Latina. El sábalo cola roja, *Brycon cephalus*, es una Characidae reofílico de la cuenca Amazónica del Perú y del Brasil.

Los primeros trabajos de reproducción inducida de la especie *Brycon cephalus*, fueron realizados por (Eckmann, 1984; Bernardino *et al.*, 1993; Romagosa, 1998; Vergara *et al.*, 2006). En otras especies del género *Brycon*, se efectuaron inducciones hormonales en *Brycon lundii* (Sato *et al.*, 1997), en *Brycon insignis* (Andrade *et al.*, 2002), en *Brycon opalinus* (Narahara *et al.*, 2002), en *Brycon siebenthalae* (Landines, 1994; García *et al.*, 2004; Arias *et al.*, 2004) y con *Brycon amazonicus* (Pardo *et al.*, 2006).

La estandarización de la técnica de la reproducción inducida constituye un problema para los investigadores en la actualidad, hay varios detalles importantes en el proceso,

como la determinación del estado de madurez en el momento de la inducción, la hora de aplicación de la hormona, el intervalo entre las aplicaciones, el período de latencia (Mojica. www.iiap.org.pe/publicaciones. 2010).

De las especies ícticas que poseen algún valor o interés para su cultivo o pesca, solo algunos se reproducen en cautiverio, requiriendo la mayoría de reproducciones inducidas aplicando extractos hormonales para estimular su ovulación final y desove (Hahn y Grajales, 2004). Las cuales pueden ser exógenas o hipofización (pituitaria de otro pez), de origen mamífero (gonatropina coriónica humana, GCH), de origen químico (esteroides sexuales) o sencillamente sintéticos (hormona liberadora de la hormona luteinizante) (Woynarovich y Horvath, 1983).

El éxito de la piscicultura como una bioindustria depende de los progresos en la obtención de una continua y estable producción de alevinos (Atencio, 2001). La disminución drástica de alevinos de sábalo cola roja en los ambientes naturales por la sobrepesca, para obtener alevinos del medio natural, destruyendo su hábitat donde se desarrollan las postlarvas y alevinos de sábalo cola roja. Este trabajo tuvo como objetivo lograr la reproducción inducida con extracto de pituitaria de carpa. Con el fin obtener alevinos para el cultivo y preservar la especie.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en la Estación Acuícola Amazonia Aquaculture Service (AAS), ubicado en el Km 2.3 de la carretera Iquitos- Nauta, entre las coordenadas geográficas 3°48' 19.62" S y 73°18' 28. 83" O. En la Región Loreto-Perú. 80 reproductores de sábalo cola roja, *Brycon cephalus*, de 2 y 4 años de edad, distribuidos en 2 estanques de tierra (40 peces/142m²/ estanque). Alimentados con una dieta formulada conteniendo 30% PB. Con una tasa de alimentación de 1 %. Una vez al día. En los meses de octubre a noviembre del 2010 y enero a febrero del 2011, se llevaron a cabo los ensayos de reproducción inducida. Los reproductores fueron manipulados en bolsas plásticas. Para la selección de los reproductores se observaron los caracteres externos de madures sexual y se verifico el estado de desarrollo gonadal de las hembras, mediante una muestra de ovocitos retirada con una cánula de plástico

introducida en el ovario por la abertura urogenital. La muestra fijada en líquido de Serra (etanol 80%, formol 15%; ácido acético glacial 5%- **Pardo et al., 2006**), con la finalidad verificar la posición de la vesícula germinativa (núcleo). En los machos se aplico una leve presión abdominal para determinar la presencia o ausencia de semen, en la parte del abdomen en sentido antero –posterior.

Los reproductores recibieron inyección intraperitoneal de extracto de pituitaria de carpa (EPC), en protocolo estándar: 0,5 mg/kg p. v., intervalo de 12 horas, 5 mg/ kg p. v. para las hembras (**Landines, 1995; Pardo et al., 2002; Arias et al., 2004; Lenis et al., 2009a**). En los machos 1 mg/Kg de p.v en dos dosis (1^{era} 50% y 2^{da} 50%). Los reproductores seleccionados fueron colocados en un tanque de concreto de 5x1.50x0.55 m con un nivel de agua de 30 a 35 cm, con flujo de 15 l/1min.

Después de la última inyección de dosis hormonal en las hembras, fue medida la temperatura cada hora para determinar el número de horas-grado o tiempo de latencia de la ovulación. Ocurrido el desove, las hembras fueron retiradas y cuidadosamente secadas con una toalla; y realizar la extracción de los óvulos y la fertilización por el método seco. Los huevos fueron colocados en incubadoras de fibra de vidrio de 60 litros, con flujo de agua de 1 l/35.75s.

Para estimar la tasa de fertilización, los huevos fueron contados en dos submuestras de 200ml y aplicando en seguida la cuantificación. La tasa de fertilización=número de huevos en división x 100/número total de óvulos. Se calculó la tasa de eclosión (Te), $Te = \frac{\text{número de larvas eclosionadas del huevo} \times 100}{\text{número total de óvulos}}$. Para el desarrollo embrionario se extrajo de una incubadora, muestras de 20 huevos cada 30 minutos postfecundación, las cuales se observaron con un estereoscopio de marca CYNMAR.

El número de larvas obtenidas se estimó por medio del método volumétrico mediante la siguiente ecuación: $N = \frac{V \sum n_i}{k}$, en donde, **V** es el volumen del agua con larvas; **n_i** es el número de larvas en la muestra; **k** es el número de muestras y **N** número total de larvas (Según **Rothbard, 1981**).

Todos los análisis estadísticos fueron realizados empleando el programa SPSS 18.

Resultados

Se trabajó con 13 hembras y 16 machos, todas las hembras desovaron; no obstante, de cinco hembras se obtuvo resultados negativos en la fertilidad, observándose huevos blancos (huevos no viables) a las 6 horas postfecundación (hpf), como se puede observar en el **gráfico 1**. Se observa en la **tabla 1**, los resultados de 13 hembras, en la cual, las hembras con peso y longitud promedio de $1996,15 \pm 458,47$ g y $49,2 \pm 5,12$ cm respectivamente. Para el desove, después de la segunda dosis hormonal, se requiere en promedio de $5,68 \pm 0,53$ horas post inducción a una temperatura de $28,12 \pm 0,61^{\circ}\text{C}$, lo que significa que se espera en $159,01 \pm 14,47$ horas-grado. Y el nivel de oxígeno de $4,56 \pm 0,51$ mg/l y pH $6 \pm 0,47$ UI.

Tabla 1. Síntesis de los resultados obtenidos de desove de las hembras de *Brycon cephalus*, inducidas con EPC. 2010-2011

	Longitud (cm)	Peso (g)	Latencia (horas)	Temperatura (°C)	Horas - grado
Mínimo	41,2	1200	4,5	27,2	130,5
Máximo	54,6	2600	6,58	29,2	182,1
Media	49,2	1996,15	5,68	28,12	159,01
DS	5,12	458,47	0,53	0,61	14,47

Los valores (n =13) representan mínimo, máximo, media y desviación estándar (DS)

En el **gráfico 1**, la relación de la temperatura y el tiempo de latencia para el desove, muestra una regresión lineal negativa del tipo $Y = a - bx$, con un coeficiente menor que su valor crítico ($P < 0,05$); $r^2 = 0,309$; $Y = 19,24 - 0,48X$.

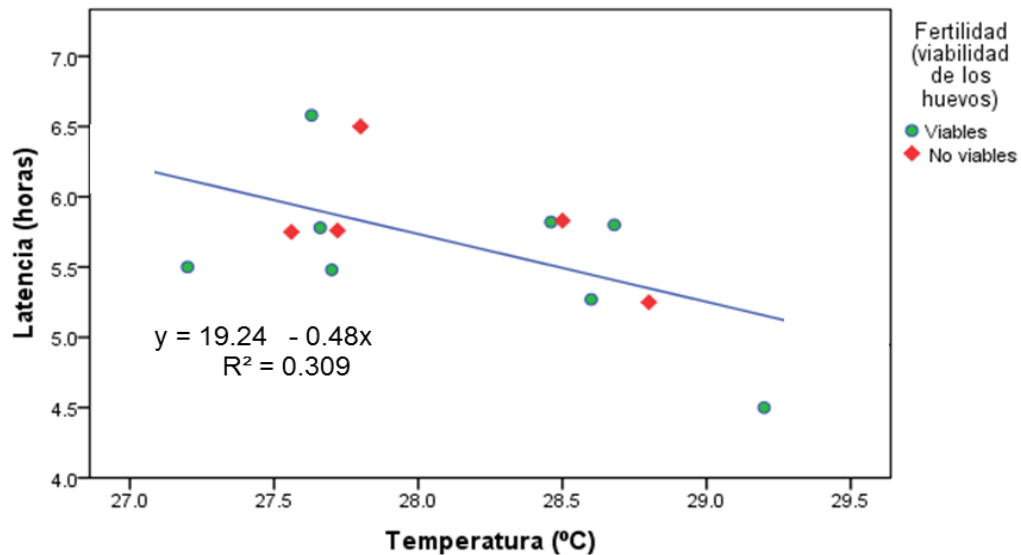


Gráfico 1. Relación de la temperatura y el tiempo latencia para el desove de *Brycon cephalus*, y la viabilidad de los huevos después de las 6 hpf.

En la **tabla 2**, se muestra resultados de 5 hembras de 4 años de edad, con peso promedio de $2310 \pm 143,17$ g, tenían $1497,60 \pm 14,57$ óvulos por gramo que alcanzaron tasa de fertilización mayor de 66 %. Los óvulos mostraron coloración que varió entre una hembra y otra desde el verde esmeralda a oliva, no obstante, el color más frecuente fue el verde esmeralda al momento del desove. La tasa de fertilización tuvo un promedio de $68,80 \pm 1,92$. El tiempo de eclosión del huevo conteniendo la larva fue $11,67 \pm 0,32$ horas a $28,25 \pm 0,09$ °C, lo que se requieren $331,07 \pm 12,56$ horas-grado.

Tabla 2. Parámetros reproductivos de *Brycon cephalus*, inducidos con extracto de pituitaria de carpa, tiempo de eclosión, temperatura y las horas -grado. 2010 -2011.

	Mínimo	Máximo	Media	D.S
Peso (g)	2150	2500	2310	143,17
Peso de desove (g)	155	310	225	67,18
Número óvulos /g	1478	1513	1497,60	14,57
Fecundidad absoluta	235200	464380	354898	85747,7
Tasa de fertilización (%)	66	71	68,80	1,92
Tasa de eclosión (%)	41,76	66,07	53,39	8,68
Número de larvas	119103	226375	174237,6	50918,04
Tiempo eclosión (horas)	11,30	12,0	11,67	0,32
Temperatura de eclosión	28,14	28,38	28,25	0,09
Horas-grado de eclosión	314,0	343,17	331,07	12,56

Los valores (n =5) representan desviación estándar (D.S). Hembras de 4 años de edad

Desarrollo embrionario del “sábalo cola roja” *Brycon cephalus*.

La temperatura media durante la incubación fue de $28,3 \pm 0,37$ °C, con nivel de oxígeno de $5,46 \pm 0,34$ mg/l y pH $6,20 \pm 0,16$ UI. El desarrollo embrionario del sábalo cola roja, se puede ver en las figuras 1 y 2.

A las 0,23 horas postfecundación (hpf) en el periodo de **cigoto**, los huevos se hidratan y aumentan el espacio perivitelínico (figura 1a). Transcurrido 1,45 hpf (figura 1b) en el periodo de **clivaje**, esta etapa se caracteriza por una serie de divisiones rápidas que llevan a un aumento en el número de blastómeros hasta que presenta 64 células.

A las 2,30 hpf (figura 1c) se apreció la capa sincisial, vitelo y el blastodermo, en el periodo **blástula**, desde el estadio de 128 células. El periodo de **gástrula** se inicia con la formación del anillo germinal en el embrión a las 3 hpf, se observa en la figura 1d, con un 40% de epibolia; y a las 4,35 hpf la formación del escudo embrionario con 70% de

epibolia (figura 1e); y el cierre del blastoporo a las 5,30 hpf (figura 1f). En el periodo de **organogénesis y segmentación** a las 6,32 hpf en la figura 2a, se muestra la aparición de los primeros somitos.

A las 7,40 hpf en la figura 2b, la distinción de la región cefálica de la caudal, asimismo, se puede apreciar los somitos. A las 8,33 hpf se inicia la actividad cardiaca y la separación de la región caudal del saco vitelino (figura 2c). A las 9,20 hpf, se observó la cápsula ótica, alargamiento de la región caudal, con los primeros movimientos (figura 2d). Y 10,27 hpf el desprendimiento caudal era completo, se observaron los otolitos dentro de la cápsula ótica, los lóbulos cerebrales, narinas y el cristalino del ojo, el embrión se mueve constantemente sobre su propio eje (Figura 2e). A las 11,58 hpf ocurrió la eclosión del huevo conteniendo la larva (2f).

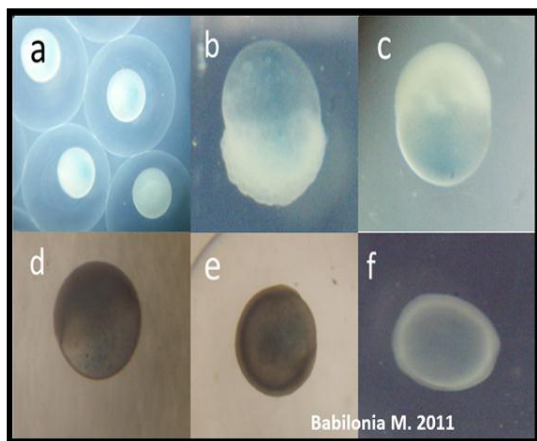


Figura 1. Desarrollo embrionario de *B. Cephalus*. Periodo de cigoto (figura: 1a). Periodo clivaje (figura: 1b). Periodo de blástula (figura: 1c). Periodo de gástrula (figuras: 1d, 1e y 1f).

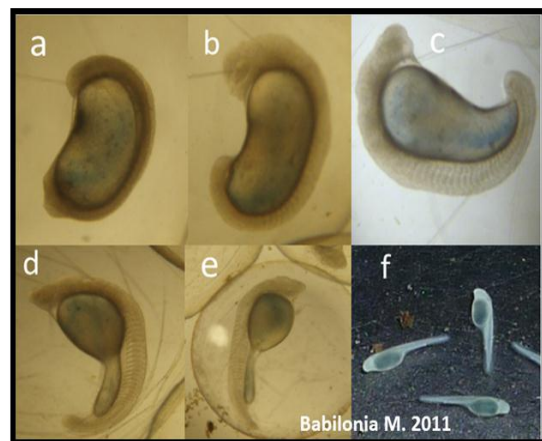


Figura 2. Periodo de organogénesis y segmentación (figuras: 2a, 2b, 2c, 2d y 2e); eclosión del huevo conteniendo la larva (figura: 2f).

Discusión

La fertilidad negativa en las cinco hembras tratadas con extracto de pituitaria de carpa, al parecer, se extrajo muy tarde los óvulos para realizar la fecundación; resultados similares en hembras de *Brycon henni* (Lenis *et al.*, 2009b).

Velasco *et al.* (2006), mencionan que la disminución de la fertilidad se ha relacionado con el cierre del canal micropilar, asimismo, manifiesta que los oocitos ovulados de *Brycon amazonicus*, pueden mantenerse viables hasta por 60 min, conservados en la cavidad ovárica o a temperatura ambiente. Esto podría explicar fertilidad nula, ya que los óvulos pueden estar sueltos en la cavidad de las hembras máximo una hora, pues, si se pasa ese tiempo, disminuye su viabilidad.

Los óvulos mostraron coloración que varió entre una hembra y otra desde el verde esmeralda a oliva, no obstante, el color más frecuente fue el verde esmeralda al momento del desove; similar a lo observado por Atencio *et al.*, (2006). Sin embargo, Romagosa *et al.* (2001), reportaron huevos de color verde oliva. Vergara (2008), para la misma especie trabajada, observó en el ovario los oocitos, una coloración verde esmeralda a estar en un estadio maduro y una coloración más grisácea al estar en un estadio muy avanzado de maduración.

Por otra parte, Arias *et al.* (2004), recomienda la selección de reproductores mayores de cuatro años de edad según el factor de condición, óptimas para la inducción y el desove. Ya que Eckamann (1984), utilizó este factor de condición para determinar hembras maduras.

El tiempo de latencia para el desove del sábalo cola roja ocurrió entre las 4,5 y 6,58 horas postinducción; similar a lo ocurrido en las especies de *Brycon amazonicus* (Pardo *et al.*, 2006), de *Brycon henni* (Lenis *et al.*, 2009a; Lenis *et al.*, 2009b), de *Brycon melanopterus* (Palacios *et al.*, 2007) y de *Brycon siebenthalae* (Pardo *et al.*, 2002; García *et al.*, 2004).

La relación del tiempo de latencia y la temperatura del agua fue negativa para el desove del sábalo cola roja; resultados similares obtuvieron en *Pseudoplatystoma punctifer ex fasciatum* (Núñez *et al.*, 2008).

Con respecto al número de óvulos por gramo, **Pardo et al. (2002)**, reportan en *Brycon siebenthalae* 1536 ± 10 de óvulos/g; y para *Brycon amazonicus* $1468,6 \pm 34,3$ óvulos/g (**Pardo et al., 2006**); similares resultados a los obtenidos en nuestro trabajo.

Se consiguió tasa de fertilización entre 66 a 71%. Sin embargo, en la reproducción de *Brycon opalinus*, obtuvieron fertilizaciones alrededor de 90% (**Narahara et al., 2002**), No obstante, en *Brycon siebenthalae* consiguieron fertilizaciones de 53,6 a 62% según la dosis de triiodotironina (**García et al., 2004**). En hembras de *Brycon siebenthalae* restringidas y no restringidas a la alimentación, fertilización de 70,1 y 67,5 % respectivamente (**Arias et al., 2005**). De igual forma, **Arias (2006)**, obtuvo en *Brycon amazonicus* sometidos a manipulación mensual 63 % y anual 77 % de fertilización. Cabe mencionar, que la buena tasa de fertilización, está ligada al nivel proteico del alimento, al estado fisiológico del pez, a la dosis adecuada, según la migración de la vesícula germinativa, al buen manejo de los reproductores y la calidad del agua; y entre otros parámetros.

El tiempo de eclosión del huevo conteniendo la larva es rápido en esta especie, similar a lo conseguido por (**Romagosa et al., 2001**); y asimismo para *Brycon melanopterus* (**Palacios et al., 2007**) y *Brycon sinuensis* (**Andrade et al., 2002; Atencio et al., 2006**).

No obstante, **Eckmann (1984)**, observó el tiempo de eclosión de 16 horas a 26 °C; y en *Brycon orbignyanus* 18: 30 horas a $25 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ (**Reynalte et al., 2004**); debido, a que tuvieron temperaturas inferiores, a lo reportado en este trabajo. Hay que señalar que los factores ambientales actúan sobre el desarrollo embrionario, al respecto **Gil (2003)**, afirma que el tiempo de incubación está determinado principalmente por la temperatura y el oxígeno.

Sin duda alguna, el desarrollo ontogénico es acelerado y similar a las otras especies del género *Brycon*. El aumento del espacio perivitelínico del huevo cuando se hidrata; también fueron descritas por (**Eckmann, 1984; Alves y Mora, 1992**); el gran espacio perivitelínico, puede considerarse una característica particular de las especies reofílicas (**Brasil et al., 2003**). Se observaron los periodos de cigoto, clivaje, blástula, gástrula,

segmentación y organogénesis; y la eclosión del huevo conteniendo la larva. Periodos similares a los observados por (Alves y Mora, 1992; Romagosa *et al.*, 2001; Reynalte *et al.*, 2004; Atencio *et al.*, 2006)

Agradecimiento

Los autores agradecen a los Blgo(s). Tenazoa Maraví Luis Enrique; Tello Sias Víctor Rene.

Referencias bibliográficas

- Andrade F, Kavamoto E, Narahara M, Fenerich N. 2002. Reprodução Induzida da Piabanha, *Brycon insignis* (Steindachner, 1876), Mantida em Cativeiro. R. Bras. Zootec. 31(2): 803-811.
- Alves D, Moura A. 1992. Estádios do desenvolvimento embrionário de Curimata-Pioa *Prochilodus affinis* (Reinhardt, 1874) (Pisces, Prochilodontidae). En: *Anais do Encontro Anual de Acuicultura de Minas Gerais*. Associação Mineira de Aquicultura, Belo Horizonte, Brasil. 61-71.
- Atencio V. 2001. Producción de alevinos de especies nativas. MVZ-Córdoba. 6(1):9-14. Disponible en [www.revista Orinoquia](http://www.revista.Orinoquia).
- Atencio V, Arabia F, Aristizabal J. 2006. Desarrollo embrionario y larvario de dorada *Brycon sinuensis*. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura (CIVA 2006) (<http://www.civa2006.org>). 604-618.
- Arias J, Zaniboni F, Vásquez W, Atencio V. 2004. Selección de hembras de yamú *Brycon siebenthalae* para reproducción inducida mediante el factor de condición relativo (Kn). Rev. Orinoquia. 8: 49-55.

- Arias J, Zaniboni F, Pardo S, Vásquez W, Atencio V. 2005. Effect of food restriction in spawning of yamú females *Brycon siebenthalae* (Osteichthyes, Characidae). Maringa. 27 (2): 235-239.
- Arias J. 2006. Estado actual del conocimiento sobre el yamú, *Brycon amazonicus*. Rev. Col. Cienc. Pec. 19(2):125-133.
- Bernardino G, Senhorini J, Bock C. 1993. Propagação artificial do matrinhã *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei, Characidae). Boletim Técnico CEPTA. 6(2):1-9.
- Brasil F, Nakaghi S, Dos Santos H, Grassiotto I, Foresti F. 2003. Estudo morfológico dos primeiros momentos da fertilizacao em Curibata *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836). En: *Memorias del Segundo Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura (CIVA 2003)*. 33-47. Disponible en URL: <http://www.civa2003.org>.
- Eckmann R. 1984. Induced reproduction in *Brycon cf. erythropterus*. Aquaculture. 38: 379-382.
- Gil H, Kyung S, Mairin C, Altuve D. 2003. Relación ARN/ADN como índice de condición fisiológica del híbrido de la cachama *Colossoma macropomum* y el morocoto *Piaractus brachipomus* durante el desarrollo embrionario. Rev. Biol. Trop. 51(4): 91-96. www.rbt.ac.cr, www.ucr.ac.cr.
- García J, Arias J, Cruz C. 2004. Efectos de la administración preovulatoria de Triiodotironina (T3) sobre el desempeño reproductivo y desarrollo larvario en Yamú *Brycon siebenthalae*. Revista Orinoquia. 57-63.
- Landines A. 1994. Inducción de la reproducción del yamú (*Brycon siebenthalae*) a partir de extracto de hipófisis de carpa (EPC). Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Pp. 105.
- Landines A. 1995. Inducción de la reproducción del yamú *Brycon siebenthalae* a partir de extracto de hipófisis de carpa (EPC). Bol. Cient. INPA .3: 5-17.
- Lenis G, Restrepo L, Cruz P. 2009a. Evaluación de tres protocolos de tratamiento hormonal sobre el diámetro de ovocitos de sabaleta de *Brycon henni*. Rev. Colomb. Cienc. Pecu. 22: 131-142.
- Lenis G, Restrepo L, Rivera J, Monsalve F, Cruz P. 2009b. Reproducción inducida y producción de alevinos de Sabaleta *Brycon henni*: determinación del tiempo de

- latencia utilizando extracto de hipófisis de carpa. Rev. Colomb. Cienc. Pecu. 22: 143-155.
- Mojica O. Efecto de LHRHa2 combinada con Domperidone (Método Linpe) y de la Hipófisis de Carpa (HC), en la maduración final y ovulación de Curimbatá *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881) (PISCES: CHARACIDADE); (marzo de 2010). Pp. 28. URL: <http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS>.
- Narahara Y, Andrade E, Kavamoto E, Godinho H. 2002. Reprodução Induzida da Pirapitinga-do-Sul, *Brycon opalinus* (Cuvier, 1819), Mantida em Condições de Confinamento. Revista. Bras. Zootec. 31(3): 1070-1075.
- Núñez J, Dugue R, Corcuy N, Duponchelle F, Renno J, Raynaud T, Hubert N y Legendre M. 2008. Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the Bolivian Amazon. Aquaculture Research. 39: 764 - 776.
- Palacios J, Santander C, Zambrano A, López J. 2007. Evaluación comparativa de prebióticos y probióticos incorporados en el alimento comercial sobre el crecimiento y la sobrevivencia de una especie nativa, el sábalo amazónico (*Brycon melanopterus*) y una especie foránea, trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola. 2: 1909 - 8138
- Pardo S, Suarez H, Muñoz D, Arias J, Gil H. 2002. Inducción de la ovulación y del desove del yamú, *Brycon siebenthalae*, con implantes de mGnRH-a. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo. 28(1): 19 – 24.
- Pardo S, Arias J, Mahecha H, Casallas P, Vásquez W, Atencio V, Zaniboni E. 2006. Inducción a la maduración final y ovulación del yamú *Brycon amazonicus* con EPC y mGnRH-a. Rev. Col. Cienc. Pec. 19(2):160-166.
- Reynalte D, Zaniboni E, Esquivel J. 2004. Embryonic and larvae development of piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae). Acta Scientiarum. Biological Sciences. Maringá. 26(1): 67-71.
- Romagosa E. 1998. Desenvolvimento gonadal (morfologia, ultra-estrutura) e indução da reprodução do matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869) em cativeiro Vale do Ribeira, São Paulo. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos. Pp. 218.

- Romagosa E, Narahara M, Fenerich N. 2001. Stages of embryonic development of the “matrinxã”, *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae). Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo. 27 (1): 27 – 32.
- Rothbard S. 1981. Induced Reproduction in Cultivated Cyprinids. The Common Carp and the Group of Chinese Carp. I. The Technique of Induction, Spawning and Hatching. En: *Bamidgeh*. 33 (.4): 103-121.
- Sato Y, Fenerich N, Godinho P, Verani R, Vieira J. 1997. Reprodução induzida do matrinxã, *Brycon lundii* Reinhardt, 1877, da Bacia do Rio São Francisco. In: Seminário Regional de Ecologia, São Carlos. *Anais*. São Carlos, SP, UFSCar. 353-359
- Velasco S, Corredor W, Cruz P. 2006. Efectos del sistema de conservación sobre la fertilidad de oocitos de yamú (*Brycon amazonicus*) durante cortos períodos de almacenamiento. Rev. Col. Cienc. Pec. 19(2): 167-174.
- Vergara V. 2008. Avances en Nutrición & Alimentación de Especies Amazónicas Acuícolas. XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal APPA 2008. Universidad Nacional Agraria la Molina. Pp. 36.
- Woynarovich E, Horvarth L. 1983. A propagacao artificial de peixes de aguas tropicais. Manual de Extensao. Brasilia. FAO/CODEVASF/CNP. Pp. 220.