

Reproducción inducida de la sabaleta *Brycon henni*: revisión bibliográfica*

Gustavo Adolfo Lenis Sucerquia**, Pablo Emilio Cruz Casallas***,
Carlos Arturo David Ruales****

Resumen

La sabaleta *Brycon henni* es una especie endémica de las zonas de montaña de Colombia, que se adapta bien a aguas templadas y cálidas. Dada su importancia cultural en las zonas de vida asociadas a su presencia, desde hace más de tres décadas se ha venido trabajando en varios aspectos de su biología, ecología y reproducción en confinamiento. A pesar de ser considerada una especie promisoría para la acuicultura continental, las investigaciones sobre reproducción inducida hasta los reportes del 2009 no presentan resultados satisfactorios; se espera que los últimos ensayos reproductivos en cautividad aporten al desarrollo de su cultivo.

Palabras clave: reproducción inducida, sabaleta, *Brycon henni*, gónada

Induced reproduction of “sabaleta” fish (*Brycon henni*): a bibliographic revision

Abstract

“Sabaleta” fish, *Brycon henni*, is an endemic species from the mountain zones of Colombia, which adapts itself well to temperate and warm waters. Given its cultural importance in the life zones associated to its presence, several aspects of its biology, its ecology and confined reproduction have been being developed. Despite the fact this species is considered as

promising for continental aquaculture, the research works about its induced reproduction reported until 2009 have not achieved satisfactory results. The most recent tests of reproduction in captivity are expected to contribute to the development of this species' cultivation.

Key words: induced reproduction, sabaleta, *Brycon henni*, gonad.

Reprodução induzida da sabaleta *Brycon henni*: revisão bibliográfica

Resumo

A sabaleta *Brycon henni* é uma espécie endêmica das zonas de montanha da Colômbia, que se adapta bem a águas temperadas e cálidas. Dada sua importância cultural nas zonas de vida associadas a sua presença, desde faz mais de três décadas se veio trabalhando em vários aspectos de sua biologia, ecologia e reprodução em confinamento. Apesar de ser considerada uma espécie promissora para a aquicultura continental, as investigações sobre reprodução induzida até os reportes do 2009 não apresentam resultados satisfatórios; espera-se que os últimos ensaios reprodutivos em cativeiro contribuam ao desenvolvimento de seu cultivo.

Palavras Chaves: reprodução induzida, sabaleta, *Brycon henni*, gónada

* Artículo de revisión derivado de la tesis de maestría en Acuicultura. Correspondencia: Gustavo Adolfo Lenis Sucerquia, e-mail: g-lenis@hotmail.com

** Biólogo. Magíster en Acuicultura. Profesor asistente de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia

*** Médico veterinario-zootecnista, Maestro en Ciencias de la Producción Animal, PhD en Reproducción Animal. Profesor titular, Instituto de Acuicultura, Universidad de los Llanos.

**** Biólogo, especialista y magíster en Acuicultura. Profesor Corporación Universitaria Lasallista

Introducción

La sabaleta *Brycon henni* es una especie endémica de las zonas de montaña de Colombia, que se adapta bien a aguas templadas y cálidas, con la cual se vienen haciendo estudios de biología y ecología desde la década de los 70, ya que se presenta como una alternativa para la piscicultura. Desde entonces se vienen haciendo diferentes ensayos para obtener gametos viables de animales capturados del ambiente y sometidos a cautiverio, en diferentes zonas del país como el alto Cauca, el oriente antioqueño y la región de Urabá. Se han usado diversos sistemas de incubación como aquellos de flujo ascendente y las bandejas californianas. Para lograr su reproducción en cautiverio, durante la década de los 80, se emplearon sustancias inductoras de primera y segunda generación como la gonadotropina coriónica humana (hCG), macerado de hipófisis de carpa y de hipófisis de *Bufo marinus* y se hicieron ensayos de cultivo con ejemplares capturados del ambiente, mantenidos en sistemas de jaulas, complementados con dietas artificiales y naturales; además, se han hecho importantes aportes a la ecología de la especie en los sistemas de embalses o represas de generación de energía eléctrica, como Salvajina (Cauca), El Peñol-Guatapé y Porce (Antioquia), donde se detectó una disminución importante del recurso, sustento de pesquerías artesanales y de subsistencia en algunas regiones. Con los avances que el país alcanzó durante los inicios de la década de los 90, en especies como la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y la negra (*Colossoma macropomum*), el bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y la dorada (*Brycon moorei*), de las cuales era posible conseguir alevinos con fines de cultivo, se continuaron haciendo investigaciones en reproducción inducida de *Brycon henni*, en las que se utilizaron Primogonyl®, extracto de hipófisis de carpa (EHC) y LH-RH (Conceptal®), y se introdujo una nueva hormona en los protocolos de inducción.

A finales de la década y comienzos del milenio, se hicieron importantes aportes a la biología reproductiva con investigaciones sobre el estado de las pesquerías de la especie en el embalse de Salvajina y también estudios sobre gónada masculina, que se continuaron con tra-

bajos en reproducción inducida con EHC, con los que se dieron a conocer varios parámetros de desempeño reproductivo y se reportaron los primeros alevinos producidos en cautiverio. Este trabajo pretende documentar las diferentes experiencias sobre la reproducción inducida de la sabaleta (*Brycon henni*) en Colombia, evaluar el estado actual del arte y presentar las posibilidades o perspectivas de nuevas investigaciones en la especie.

Aspectos morfológicos y bioecológicos de la especie

El cuerpo de la sabaleta es ahusado y está recubierto de escamas cicloideas; posee aletas blandas: una dorsal con 10 a 11 radios, dos pectorales con 12 a 14 radios cada una, dos ventrales con 8 radios cada una, una anal con 22 a 27 radios y una caudal con 25 radios; esta última de tipo homocerca (Builes y Uran, 1974; 3, 4, 5; Molina, 1982; 3, 4) coloración plateada con franjas oscuras desde la base del opérculo hasta el pedúnculo caudal, acompañada por gran variedad de pigmentos a lo largo de su cuerpo (Builes y Urán, 1974; 3, 4, 5; Perdomo, 1978). En el premaxilar presenta tres hileras de dientes multicúspides que los separa taxonómicamente de otros carácidos muy similares como los géneros *Astyanax* y *Hemibrycon*; la forma de su estómago saculada y su longitud intestinal media (Dahl, 1971; 119) indican hábitos alimenticios omnívoros con tendencia carnívora (Usma, 2001; 75).

La sabaleta habita cuerpos de agua de regiones templadas y cálidas, con temperaturas entre 18 y 28 °C, con concentraciones de oxígeno disuelto (OD) entre 7 y 10 mg/L, y de CO₂ entre 5 y 20 mg/L. Quebradas con fondos rocosos y buena cobertura vegetal son ambientes propicios, con temperaturas entre 19,5 a 22,7 °C; OD entre 8 a 9,5 mg/L, conductividad entre 35 a 50 µs/cm y un pH entre 6,5 a 8,2, datos reportados para tributarios del río Porce (EPM, 2010; 65); además, este tipo de ambientes se asocian a las épocas reproductivas que pueden presentarse, según el sitio, en diferentes épocas del año, asociadas en su mayoría a la estación lluviosa (Usma, 2001; 78; Martínez, y Vásquez, 2001; 79, 80). El dimorfismo sexual solo se detecta en el momento de la madurez de los animales o en el período de

desove; además, se determina que la hembra presenta oviposición en etapas, ya que todos los ovocitos no maduran al mismo tiempo; en trabajos recientes Lenis, Restrepo, Rivera, Monsalve, y Cruz-Casallas (2009; 146, 147) indican que las espinaciones típicas de los machos maduros también se presentaron en un porcentaje variable en las hembras durante la misma temporada reproductiva. Aunque se reportan tallas de 10 cm como longitud media de la primera reproducción (EPM, 2010; 82), otros autores reportan la talla de madurez reproductiva entre los 27 a los 29 cm de longitud total (Martínez y Vásquez, 2001, 79, 80); la fecundidad absoluta pueda variar entre 3485 y 11 407 huevos, con diámetros ovocitarios que puede variar desde 0,96 hasta 1,95 mm (Beltrán, Beltrán, y Sierra, 1978, 25, 26, 45, 65; Martínez y Vásquez 2001; 79, 80).

Reproducción inducida

La reproducción artificial y la gametogénesis en especies del género *Brycon* ha sido reportada con éxito principalmente en Brasil, (Andrade-Talmelli, Kavamoto, Narahara y Fenerich-Verani 2002; 803; Gonçalves, Bazzoli y Brito, 2006; 515, 516; Gomiero e Braga, 2007; 542, 543, 544). En el país, ha presentado una serie de dificultades, desde la estacionalidad y el manejo en cautiverio, como es el caso en *B. moorei* (Solano, 1992; 2; Atencio-García, 1999; 1) y *B. amazonicus* (Atencio-García, 2001; 10, 11; Pardo, Arias, Suárez-Mahecha, Cruz-Casallas, Vásquez-Torres, Eslava, Lombo-Castellanos, Lombo-Rodríguez, Pardo-Mariño, 2006; 161, 162, 163), hasta la baja respuesta a los inductores hormonales, incluyendo la *B. henni*, (Arboleda, Olivera, Tabares, Echeverri y Serna, 2005; 99, 100, 101; Montoya, Carrillo, Olivera-Ángel, 2006; 180-181). En general, para la inducción a la maduración sexual en bricónidos, las piscícolas comerciales y centros de investigación han utilizado la técnica de propagación artificial por hipofización con extracto de hipófisis de carpa, según Woyrnarovich y Horváth (1983; 42, 47), utilizando 0,5 mg/Kg de peso vivo (PV) en la primera dosis, y 12 horas después, 5 mg/Kg PV; los machos pueden ser inducidos con una dosis única entre 3,5-4,0 mg/Kg PV, aplicada simultáneamente con la dosis definitiva de la hembra (Marino, Panini, Longobardi, Mandich,

Finoia, Zohar, y Mylonas 2003; 844; Zaniboni Filho, De Campos Barbosa, 1996; 655, 659).

Seminación artificial sin uso de hormonas

Las primeras experiencias reportadas en nuestro país se remontan a los trabajos realizados por Builes y Urán (1974, 11), en los cuales se lograron varias reproducciones por el método seco, capturando ejemplares adultos de la cuenca del río Porce y de algunas de sus quebradas afluentes en el municipio de Gómez Plata (Antioquia). Se obtuvieron embriones hasta la fase somítica, que fueron fijados a las 34 h de haberse producido la fertilización. La proporción de sexos utilizada fue de 7:1 (macho-hembra), relación que concuerda con lo observado en el medio natural, donde en época de desove se ha capturado cada hembra en compañía de dos a cinco machos. Beltrán, et al. (1978, 25), al hacer un estudio comparativo entre varios tipos de incubadoras, obtuvieron un mejor resultado para la sabaleta con las de tipo Californiana, y observaron altas mortalidades en las de tipo cónico debido a los movimientos bruscos del agua. Se describieron observaciones sobre el tamaño de los huevos en estado III maduros de 1.5 mm, desarrollo embrionario, tiempo de eclosión entre las 47 y 58 h, que finaliza aproximadamente entre las 60 y 62 h, cuando la larva ha logrado la liberación completa con una longitud total promedio de 6.6 mm.

Manipulación Hormonal con hCG

Isaza-Bonitto (1983, 60-65), con la especie *Brycon fowleri* en la región de Urabá (Estación Piscícola de Choromandó), realizó ensayos de inducción hormonal con Primogonyl®, utilizando desde 70 U.I repartidas en siete dosis de 10 U.I (primer ensayo), hasta 110 U.I/lb repartidas en siete dosis de 10 U.I y dos de 20 U.I. El resultado más destacado se presentó en el tratamiento dos donde, después de haber aplicado la novena dosis a cada hembra, se reportó desove natural. También en el ensayo siete, con 147 U.I por hembra, se señala que después de la segunda dosis (60 % del total), se presentó liberación de ovocitos en algunas hembras al ser capturadas. De cada hembra se extrajo un promedio de 3000 huevos de color blanquecino amarillento. Isaza-Bonito (1983,

60-65) utilizó canales pequeños comunicados entre sí, para permitir que los animales se desplazaran a través de ellos, imitando de cierta manera las condiciones de reofilia, de acuerdo con lo recomendado por Builes y Urán (1974, 10-14).

Granados, Sarria, Galvis, López, y Ortiz (1986, 74, 75, 76), en dos ensayos efectuados, evaluaron la respuesta positiva o negativa de la sabaleta a diferentes sustancias inductoras como la hCG, macerado de hipófisis de carpa y de hipófisis de *Bufo marinus*, y encontraron respuesta positiva en tres de las cuatro hembras inducidas con hCG y en dos con hipófisis de *Bufo*, presentado en buena cantidad de óvulos a la extrusión. En el ensayo con hipófisis de carpa, tres hembras presentaron respuesta positiva, con poca cantidad de óvulos (tiempo de latencia de 20 h, a una temperatura de 19.5°C) y con formación de embriones después de 30 minutos de la fecundación. El tiempo aproximado de eclosión fue de 112 h, y se presentó mortalidad de larvas debido a problemas de filtración de agua y a diferentes situaciones inherentes a la inducción. Realizaron también una manipulación de la temperatura de incubación agregando agua caliente, lo que la incrementó de 19.5 a 22 °C. Zapata y Vanegas (1993, 44, 45), en una hembra de *Brycon henni* que se indujo con una dosis de 2 U./g de peso con Primogonyl®, comparada con LH-RH (Conceptal®), suministrada en 10 aplicaciones, permitió el desove manual después de 15 días de inducción. Por último, se reporta que la fecundación únicamente se dio en la hembra tratada con Primogonyl®, con resultados no exitosos.

Manipulación hormonal con EHC

Arboleda, Pérez, Rendón, y Garcés (1996, 5, 17, 19) utilizaron Primogonyl® y extracto de hipófisis de carpa con dos aplicaciones individuales o combinadas en dosis de 2-5 U./ Kg de peso para el Primogonyl® y de 1-5 mg /Kg de peso para la hipófisis de carpa. Los resultados fueron los siguientes: fecundación de 55 %, desarrollo del embrión de la mitad de los fecundados y el 80 % de eclosión con Primogonyl®. La mejor fecundación, y el correspondiente desarrollo embrionario, fue obtenida con el extracto de hipófisis de carpa con un 70 % y 60 %, respectivamente. Se

resaltan en este trabajo las bajas cantidades utilizadas de Primogonyl®, que normalmente es aplicado en dosificaciones de 1 a 5 U./ g de peso corporal. En la tabla 3 se describen los protocolos de inducción hormonal utilizando EHC y el desempeño reproductivo para *B. henni* comparados con *B. amazonicus*.

Manipulación hormonal con LHRH y GnRH α

Zapata y Vanegas (1993, 44, 45), en hembras tratadas con 6mg/Kg de peso vivo, de LH-RH de un producto comercial conocido como Conceptal®, no obtuvieron los productos sexuales por extrusión, pero se verificó por cortes histológicos que las dosis empleadas contribuyeron a la maduración, puesto que se encontraron desplazamientos del núcleo y un ligero aumento del diámetro de los ovocitos.

Experiencias en la estación piscícola de San José del Nus (Universidad de Antioquia)

En la investigación realizada en la estación piscícola de San José del Nus, que se inició en el año 2002 con la captura y adaptación de un lote de 100 reproductores silvestres provenientes de tres microcuencas cercanas a la estación de piscicultura y ajustada en el año 2003 con la captura de otros 80 reproductores, se hicieron los primeros ensayos de inducción hormonal después de estimular la ovulación con dos dosis de Extracto de Hipófisis de Carpa (EHC) (0.5 + 5.0 mg/Kg de peso corporal), utilizando fertilización en seco para tres grupos de peces, de acuerdo con la temporada reproductiva de la especie. Se indujo la reproducción de 20 hembras con igual número de machos, de los cuales el resultado más relevante fue la ovulación y desove de 8 hembras, de las cuales solo dos fueron completamente exitosas, con un período de latencia de 13 y 11 horas, respectivamente. No se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre el tiempo de latencia. La primera hembra con un peso de 136,2 g de la que se extrajeron 1421 huevos todos fertilizados, con una sobrevivencia larval de 28 % y alevino de 35.7 %. La segunda de 90 g, con 1348 huevos obtenidos por estrujamiento y un porcentaje de fecundación

del 74 %, sobrevivencia larval del 40 % y de 25 % hasta alevino comercial. En ambos desoves se obtuvo un número de alevinos netos de 141 y 101 y la temperatura de incubación fue de $24,56 \pm 0,29$ °C y de $25,3 \pm 0,15$ °C, respectivamente. Otra observación importante fue que durante el mismo año se encontró una hembra ya desovada que presentó nuevamente madurez gonadal 3 meses más tarde (Lenis, et al, 2009, 146, 147).

Desarrollo embrionario en sabaleta

Los ovocitos de la sabaleta son de tipo telolélfticos, tienen forma redonda con un diámetro que varía entre 1.5 y 2.5 mm y cuando están maduros y en condiciones de ser fecundados muestran coloración que va desde anaranjado, pasando por rosa hasta llegar a coloraciones verdosas; en cambio los ovocitos no aptos presentan una coloración blanquecina y opaca (Beltrán, et al, 1978; 25-26-45-65; Álvarez y Duque, 1989, 40; Martínez y Vásquez, 2001, 75).

Beltrán, et al. (1978, 25-26-45-65), trabajando en reproducción inducida de la sabaleta en la represa de El Peñol (Antioquia), describen etapas del desarrollo embrionario, en un seguimiento de 9h después de la fertilización. Reportes no publicados de las prácticas de reproducción en la Estación Piscícola de San José del Nus (municipio de San Roque, Antioquia), en los años 2002 y 2005, muestran la descripción preliminar sobre el desarrollo embrionario, manejo de larvicultura (artesanal) y alevinaje de sabaleta *Brycon henni*.

Estudios sobre caracterización seminal

Durante los últimos cinco años, los trabajos en sabaleta se han dirigido hacia la caracterización seminal, descripción de la gónada masculina y aspectos relacionados con la crioconservación de semen, determinación de la movilidad espermática y del tiempo de activación, investigación aplicada o dirigida a mejorar los protocolos de inducción y el mejoramiento del desempeño reproductivo. Betancur, Ortega, y Hernán (2001, 12-15) proponen un método de conservación de semen de yamu (*Brycon amazonicus*), dorada (*Brycon moorei* sp) y

sabaleta (*Brycon henni*). Montoya (2004) hace una descripción preliminar de la anatomía e histología del testículo en *Brycon henni*; otros autores, evaluaron “el efecto de algunos iones sobre la activación de la movilidad espermática; Tabares, Montoya, Arboleda, Echeverri, Restrepo, y Olivera-Ángel (2006, 182) y Tabares, Ruiz, Arboleda, y Olivera-Ángel (2007, 89, 90) determinaron el efecto de la pluviosidad y el brillo solar sobre la producción y características del semen y también el efecto de algunos iones sobre la activación espermática en *Brycon henni*. Concluyen que a pesar de las características promisorias de esta especie, su reproducción en cautiverio, en el nivel comercial, no ha sido posible por falta de conocimientos básicos de su biología y comportamiento. El volumen de semen de *B. henni* es similar al de *B. amazonicus* (1.82 ± 0.25 mL); la concentración espermática de *B. henni* dobla la concentración de *B. amazonicus* ($13.9 \pm 4 \times 10^9$ esp. /mL) reportada por Cruz Casallas, Pardo-Carrasco, Arias-Castellanos, Lombo-Castellanos, Atencio, y Zaniboni-Filho, (2004, 532, 533) y es inferior a la reportada por Fresneda, Lenis, Agudelo, y Olivera-Ángel (2004, 48, 49), en la especie nativa *Piaractus brachypomus* ($3.0 \pm 1.1 \times 10^{10}$ esp. /mL). El tiempo de activación para *B. henni* (35-62 s) fue similar al de *B. amazonicus* (41.4 ± 7 s) (Cruz-Casallas, Lombo-Rodríguez, y Velasco-Santamaría, 2005; 684) y con un rango más estrecho del reportado para *Piaractus brachypomus* (50-257 s) (Caleño, 1995, 127). El número de espermias móviles en *B. amazonicus* es mayor y con menor desviación (82 ± 9 %) (Cruz-Casallas, Pardo-Carrasco, Arias-Castellanos, Lombo-Castellanos, Zaniboni-Filho, 2004, 532) que en *B. henni*, (40 ± 23 %) y varios estudios soportan estas evidencias (Medina-Robles, Velasco-Santamaría, y Cruz-Casallas, 2005, 331-332 y Velasco-Santamaría, Medina-Robles, y Cruz-Casallas, 2006; 268). En los machos de *B. henni* la luminosidad no es definitiva para la producción de semen, ya que, aunque es marcado el aumento en el volumen en los meses de mayor brillo solar, se encuentra semen durante 10 meses del año. Al contrario de lo reportado por Builes y Urán (1974, 3, 4, 5) y Flórez-Brand (1999; 73, 74), las lluvias afectaron negativamente el volumen del esperma, tanto que ningún macho produjo semen en los meses de septiembre y octubre cuando la precipitación fue muy alta. La intensificación de la actividad

espermática descrita para *Brycon cephalus* en los estadios maduros se da finalizando los meses de octubre y noviembre, y el control de la espermatogénesis en teleósteos por factores externos, particularmente temperatura y foto período, sugieren que esas pueden ser variaciones marcadas entre especies (Romagosa, Narahara, Borella, y Fenerich, 2001, 145).

Conclusiones y expectativas de investigación

Como consecuencia de los bajos resultados alcanzados en las diferentes investigaciones sobre reproducción inducida de *B. henni*, todavía no se logra resolver el problema de producción masiva de alevinos con finalidades conservacionistas o para el cultivo en estanques. Gran parte de estos resultados podrían deberse a falta de investigación en determinar los niveles de gonadotropina maduracional o del tipo GtH II en peces del ambiente natural ni en animales sometidos a procesos de amansamiento en cautiverio. Aunque se conoce la respuesta positiva a sustancias inductoras como EHC y Primogonyl®, no se han evaluado aún otras alternativas como las inyecciones e implantes del análogo sintético de hormona liberadora de gonadotropina GnRH α , como el Ovopel®, que probablemente tengan un mejor efecto sobre el desempeño reproductivo de la especie, teniendo en cuenta los reportes exitosos para una gran variedad de peces, según Kucharczyk, Szczerbowski, Łuczynski, Kujawa, Mamcarz, Wyszomirska, Szabo, y Ratajski, (2001, 44); Ulikowski, (2004, 124, 125, 126); Das, (2004, 316, 317, 318); Kucharczyk, Kujawa, Mamcarz, Targońska-Dietrich, Wyszomirska, Glogowski, Babiak, y Szabó, (2005, 90, 91); Zakes, (2005, 68, 69); Brzusca, (2006, 266, 267). Con OvaprimÒ, un análogo de GnRH asociado con el antagonista de DA Domperidona, existen trabajos en especies como *Chondrostoma nasus*, comparados con EHC (Szabo, Medgyasszay, y Horváth, 2002, 391), en los ciprínidos *Tor tambroides* y *T. douronensis* (Ingram, Sungan, Gooley, Sim, Tinggi, y De Silva, 2005, Ingram, Sungan, Tinggi, Sim, De Silva, 2007, 810) y silúridos como *Pseudoplatystoma fasciatum* (Nuñez, Dugue, Corcuy, Duponchelle, Renno, Raynaud, Hubert y Legendre, 2008, 766). En

Colombia, con OvaprimÒ, existen reportes de su uso exitoso en *Sorubim cuspicaudus* (Atencio-García, Cura, Cordero, Pertuz, Martínez y, Muñoz, 2004, 1), barbilla *Rhamdia sebae* (Cf. Díaz, Arias, Aya, 2004, 41), moneda *Methinnis spp* (Clavijo, Aya, Arias, 2004, 39), curimbatá *Prochilodus scrofa* (Mojica, 2004, 9-10). Con OvopelÒ, se tienen reportes en las especies barbilla *Rhamdia sebae* C. f. (Sotelo, Arias, Aya, 2004, 132) y yamú *Brycon amazonicus* (Arias, Aya, Velasco, 2004, 131).

En *Brycon henni* los diámetros ovocitarios a partir de la biopsia ovárica, antes y después del tratamiento hormonal y posterior a la hidratación y otros parámetros de desempeño reproductivo, aún no han sido determinados con precisión para recomendar el mejor momento de desarrollo e iniciar con mejor posibilidad de éxito un programa de reproducción inducida, como lo recomienda Senhorini y Landinez, (2005; 86). Además del tamaño, en peces desovadores múltiples, como parece ser el caso de *B. henni*, hay también considerables variaciones en la calidad de los huevos producidos en diferentes lotes, aun siendo mantenidos en idénticas condiciones de cultivo (Brooks, Tyler, y Sumpter, 1997, 403; Lahnsteiner, Urbany, Horvath, Weisman, 2001, 348).

La temperatura en la incubación según lo encontrado en la investigación sobre reproducción inducida bajo las condiciones de la estación piscícola de San José del Nus, al parecer, tiene una relación notable sobre parámetros como sobrevivencia embrionaria y su posterior efecto sobre la cantidad de larvas y alevinos, lo que sugiere una intervención en el control térmico del proceso o también en el fotoperíodo. Prat, Zanuy, Bromage y Carrillo, (1999, 129-130) en la especie de teleósteo *Dicentrarchus labrax* encontraron que peces expuestos a regímenes constantes de fotoperíodos cortos o largos pueden adelantar o retrasar la maduración y proveen evidencia adicional de que procesos endógenos pudieron estar operando para controlar la reproducción. Adicionalmente encontraron que altos niveles de 17 β estradiol en plasma y de testosterona en hembras fue coincidente con la aparición de ovocitos vitelogénicos en el ovario.

La mejor temporada reproductiva de la especie, por los resultados obtenidos en la Estación

Piscícola de San José del Nus, se presenta entre los meses de noviembre, diciembre y enero, lo que coincide con algunos autores en lo que respecta a los picos de máxima madurez de los machos y hembras, lo que refleja probablemente asincronismo en la especie. Sin embargo, se observaron hembras y machos maduros prácticamente durante todo el año en condiciones de cautiverio, lo que sugiere que posiblemente existan varias temporadas reproductivas. Se puede pensar que probablemente otros factores estén influyendo en la reproducción.

No se conocen con exactitud los estímulos sociales que están influyendo sobre los peces sometidos a cautiverio, como la densidad de población, la proporción de sexos, o la presencia de otros individuos que pueden afectar el proceso de reproducción. En la investigación adelantada en la Estación del Nus (Lenis, Restrepo, Rivera, Monsalve y Cruz-Casallas, 2009, 152), se encontró que cuando dos hembras fueron alojadas juntas en una pileta de desove, una de ellas agredió a la otra hasta causarle la muerte.

Durante los últimos cinco años se han logrado avances significativos en investigación sobre conocimientos básicos acerca de la fisiología de los gametos masculinos y han sido evaluados los efectos ambientales como la pluviosidad y el brillo solar en la especie (Tabares, Montoya, Arboleda, Echeverri, Restrepo y Olivera-Ángel, 2006;182), los efectos de algunos iones sobre la polaridad de la membrana (Tabares, Ruiz, Arboleda y Olivera-Ángel, 2007; 91) y otros trabajos, que sugieren la posibilidad de ensayos de obtención de larvas a partir de semen crioconservado (Betancur, Ortega, Hernán 2001; 12, 15, 19, 20).

Referencias bibliográficas

- Álvarez L. F y Duque J. P. (1989). *La sabaleta y su cultivo en estanques. Seminario; Medellín: Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Universidad Nacional de Colombia: Medellín.
- Andrade Talmelli, EFA, Kavamoto E. M, Narahara M. Y. y Fenerich-Verani. (2002). Reprodução induzida da piabanha, *Brycon insignis*, mantida em cativeiro. Rev. Brás. Zootec.; 31: 803-811.
- Arboleda L. Olivera A. M, Tabares S. J, Echeverri A. Serna D. F. (2005). Madurez gonadal en hembras de sabaleta (*Brycon henni*) y su relación con variables medioambientales. *Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid*. Centro de investigaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Politécnica. 1:95- 103.
- Arboleda L, M Pérez, J.O Rendón, J. A Garces. (1996). *Reproducción inducida y manejo post-larvario de La sabaleta (Brycon henni), con la aplicación de La Agrónica*. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias: Medellín. 10 p.
- Arias CJA, Aya B.E, Velasco S.J. (2004). *Inducción reproductiva de yamú con Ovopel©. Memorias II Congreso Col Acuicultura*. Villavicencio; P.131-132.
- Atencio García V, Cura E, Cordero A, Pertuz V, Martínez C, Muñoz R. (2004). Reproducción inducida del bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y el blanquillo (*Sorubim cuspicaudus*) con Ovaprim©. *IV Seminario Internacional de Acuicultura*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia: Bogotá. Memoria digital.
- Atencio-García V. (1999). *Producción de alevinos de especies nativas*. MVZ Córdoba 2001, 6; 1:9-1
- Atencio-García V. (1999). Reproducción inducida de la dorada (*Brycon moorei sinuensis*); Montería: Centro de Investigaciones Piscícolas de Córdoba –CINPIC–, Universidad de Córdoba. Pp. 1-3.
- Atencio-García, V. Zaniboni-Filho, E. (2006). *El canibalismo en la larvicultura de peces*. Rev. MVZ: Córdoba 11(1): 9-19.
- Beltrán CN, Beltrán I, Sierra R. (1978). Notas preliminares sobre la reproducción y cultivo de la sabaleta (*Brycon henni*, Eigenman 1913). Bogotá, Instituto de Recursos Naturales. 27 pp.
- Betancur C, Ortega M, Hernán R. Q. (2001). Conservación de semen de yamú (*Brycon amazonicus*), dorada (*Brycon moorei sp*) y sabaleta (*Brycon henni*) mediante la técnica de la crio-preservación. Pregrado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín. 34 pp.
- Brooks S. Tyler C.R y Sumpter J. (1997). Egg quality in fish: what makes a good egg? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 7: 387-416
- Brzuska. E. (2006). *Artificial spawning of female Lithuanian strain B carp (Cyprinus carpio L.) after treatment with carp pituitary homogenate*,

- Ovopel or [D-Tle6, ProNHEt9] GnRH-a (Lecirelin)*. *Aquac Res* 37:264-271.
- Builes J y Urán A. (1974). *Estudio del ciclo sexual de la sabaleta (Brycon henni 1913) su comportamiento y fecundación artificial*. *Revista Actualidades Biológicas* 3:2-12.
 - Caleño O. (1995). Pruebas de fertilidad con semen de Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818) criopreservado mediante dos extendidos diferentes. *Tesis de Biólogo Marino*, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia, 131 pp.
 - Clavijo A. Aya B. E. Arias CJA. (2004). Desarrollo embrionario de moneda *Metynnis sp.* II Congreso Colombiano de Acuicultura. *X Jornada de Acuicultura IALL*; Villavicencio: Universidad de los Llanos. P. 39.
 - Cruz-Casallas P. E, Lombo-Rodríguez DA y Velasco-Santamaría YA. (2005). Milt quality and spermatozoa morphology of captive *Brycon siebenthalae* (Eigenmann) broodstock. *Aquaculture Research*. 36, 682-686.
 - Cruz-Casallas P. E, Pardo Carrasco S. Arias Castellanos JA, Lombo-Castellanos PE, Victor A, Zaniboni-Filho E. (2004). Cryopreservation of Yamú *Brycon siebenthalae* Milt. *J. World Aquaculture Soc* 35:529-535.
 - Dahl G. (1971). Los peces del Norte de Colombia. *INDERENA*, Bogota, D.E. (Colombia) 391 p.
 - Das S. K. (2004). Evaluation of a New Spawning Agent, Ovopel in Induced Breeding of Indian Carps. *Asian Fish Sci.* 17: 313-322.
 - Díaz S. E, Arias J. A, Aya B. E. (2004). Comparación del OVAPRIM y del extracto de hipófisis de carpa (EHC) en la inducción a la ovulación y desove de *Rhamdia sebae cf* (Pisces Pimelodidae). *II Congreso Colombiano de Acuicultura. X Jornada de Acuicultura IALL*. P.118
 - Empresas Públicas de Medellín-EPM. (2010). Monitoreo y seguimiento de la fauna íctica en el río Porce y las quebradas tributarias en la zona de influencia directa del proyecto hidroeléctrico Porce III. Informe técnico. Universidad de Antioquia, Medellín. 179 pp.
 - Florez Brand, P.E. (1999). Estudio biológico-pesquero preliminar de tres especies ícticas del alto Río Cauca, *Embalse de Salvajina*. *CESPEDESIA*; 23:73-74.
 - Fresneda A, Lenis G, Agudelo E, Olivera-Ángel M. (2004). Espermiación inducida y crioconservación de semen de Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*). *Rev. Colomb. Cienc. Pec.*; 17:46-52.
 - Gomiero, L. M, Braga M. S. (2007). Gonadosomatic relation and reproductive strategy of *Brycon opalinus* (Cuvier, 1819) in the Serra do Mar State Park -Núcleo Santa Virginia, Atlantic Forest, *Brazil*. *Braz J Biol*; 67: 727-733.
 - Gonçalves T. L. Bazzoli, N; Brito F. G. (2006). Gametogénesis and reproduction of the matrinxã *Brycon orthotaenia* (GÜNTHER, 1864) (PISCES: CHARACIDAE) in the são francisco river, minas gerais, *brazil*. *Braz J Biol* 66:513-522
 - Granados H, Sarria A, Galvis D, López J y Ortiz J. (1986). Reproducción inducida en *Brycon henni* Eigenmann, 1913 (Sabaleta) *Rhamdia wagneri* Gunther (Barbudo). *Rev Vet y Zoot Caldas*; 5 (1): 68-91.
 - Ingram B. Sungan S. Gooley G. Sim SY, Tinggi D y De Silva S. (2005). Induced spawning, larval development and rearing of two indigenous Malaysian mahseer, *Tor tambroides* and *T. douaronensis*, *Aquac Res* 36:1001-1014.
 - Ingram B. Sungan S. Tinggi D. Sim S. Y, y De Silva S. (2007). Breeding performance of Malaysian mahseer, *Tor tambroides* and *T. douaronensis* broodfish in captivity, *Aquac Res* 38:809-818
 - Isaza-Bonitto M. (1983). Ensayo de cultivo de sabaleta *Brycon fowleri* en Urabá. Trabajo de investigación, Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín. 83 pp.
 - Kucharczyk D. Kujawa R. Mamcarz A. Targońska-Dietrich K. Wyszomirska E. Glogowski J. Babiak I. Szabó T. (2005). Induced spawning in bream (*Abramis brama L.*) using GnRH-containing pellets. *Czech J Anim Sci* 50:89-95.
 - Kucharczyk D. Szczerbowski A. Łuczyński MJ, Kujawa R. Mamcarz A. Wyszomirska E. Szabo T. Ratajski S. (2001). Artificial spawning of Eurasian perch, *Perca fluviatilis L.* using Ovopel. *Arch. Pol. Fish*; 9:39-49.
 - Lahnsteiner FR, Urbanyl B. Horvath A. Weisman T. (2001). Biomarkers for egg quality determination in cyprinid fish. *Aquaculture*; 195: 331-352.
 - Lenis G. Restrepo L. F. Rivera J. Monsalve F. Cruz-Casallas. (2009). Reproducción inducida y producción de alevinos de Sabaleta *Brycon henni*. Determinación del tiempo de latencia utilizando una dosis estándar de extracto de hipófisis de carpa. *Rev. Colomb. Cienc. Pec.* 22:143-155.
 - Marino G. Panini E. Longobardi A. Mandich A. Finnoia MG, Zohar Y. Mylonas CC. (2003). Induction of ovulation in captive-reared dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), with a sustained-release GnRH_a implant. *Aquaculture*; 219:841- 858.

- Martínez y Vásquez. (2001). Aspectos reproductivos de la sabaleta *Brycon henni* (Pisces Characidae), en el embalse La Salvajina, Colombia. Departamento de Biología, Universidad del Cauca, Popayán, Dalia-Rev Asoc Colomb Ictiol; 4:75-82.
- Medina-Robles V. M, Velasco Santamaría YM, Cruz Casallas P. E. (2005). Tasa de congelación-descongelación de semen de yamú (*Brycon amazonicus*) empacado en pajillas de diferentes volúmenes y su efecto sobre la calidad espermática posdescongelación. Rev Colomb Cienc Pec; 18:331-332.
- Mojica B. H. O. (2007). 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: CHARACIDAE). 2004 Recuperado de URL: http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS_VALIDAS/contenidos. 1-28 pp.
- Molina B. (1982). Reproducción inducida de la sabaleta *Brycon henni*. Seminario Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1982. 29 pp.
- Montoya A, Carrillo L. M, Olivera-Angel M. (2006). Algunos aspectos biológicos y del manejo en cautiverio de la sabaleta *Brycon henni* Eigenmann, 1913 (Pisces Characidae). Rev. Colom. Cienc. Pecua. 19:180-185.
- Montoya A. F. (2004). Descripción anatómica e histológica de las gónadas en *Brycon henni* (PISCES: CHARACIDAE). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, 24 pp.
- Núñez J. Dugue R. Corcuy NA, 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. Aquac Res; 39:764-776.
- Pardo S. Arias J. A, Suárez-Mahecha H. Cruz-Casallas P. Vásquez-Torres W. Pedro E. Lombo-Castellanos, Dora A. Lombo-Rodríguez, Jaime E y Pardo-Mariño. (2006). Inducción a la maduración final y ovulación del Yamú *Brycon amazonicus* con EPC y mGnRH α . Rev Colomb Cienc Pecua; 19:160-166.
- Perdomo J. M. (1978). La sabaleta (*Brycon henni*, Eigenman 1913). Observaciones bioecológicas y su importancia como especie de cultivo. Rev div pesq 1978; 11:1-46.
- Prat F. S. Zanuy, N Bromage y M. Carrillo. (1999). Effects of constant short and long photoperiod regimes on the spawning performance and sex steroid levels of female and male sea bass. J. Fish Biol; 54:125-137.
- Romagosa E. Narahara M. Y. (2001). Borella MI, Fenerich VN. Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus* induzidas a reprodução. Bol Inst Pesca; 27:139-147.
- Senhorini y Landinez P. M. (2005). Generalidades sobre manejo y selección de reproductores de peces reofilicos. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. INCODER. Universidad Nacional de Colombia. pp. 79-90
- Solano J. M. (1992). Reproducción inducida de la dorada (*Brycon moorei sinuensis*) y el bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Montería: CINPIC/Universidad de Córdoba; 5 pp.
- Sotelo FGA, Arias C J. A y Aya B. E. (2004). Inducción a la ovulación y el desove de la barbilla *Rhamdia sebae* c.f (Pisces Pimelodidae), con Ovopel. Congreso Colombiano de Acuicultura. X Jornada de Acuicultura IALL; Villavicencio: Universidad de los Llanos; Pp. 132.
- Szabo T. Medgyasszay C, y Horváth L. (2002). Ovulation induction in nase *Chondrostoma nasus*, Cyprinidae using pituitary extract or GnRH analogue combined with domperidone. Aquaculture; 203:389-395.
- Tabares C. J. Montoya A. F, Arboleda L, Echeverri A, Restrepo LF, Olivera-Ángel M. (2006). Efecto de la pluviosidad y el brillo solar sobre la producción y características del semen en *Brycon henni* (Pisces Characidae). Rev Biol Trop; 54:179-187.
- Tabares C. J. Ruiz T, Arboleda L, Olivera Ángel M. (2007). Sperm Activation in *Brycon henni* (Eigenmann 1913). Efecto de algunos iones sobre la activación espermática en *Brycon henni* (Eigenmann 1913). Acta biol Coloma; 12:87-98.
- Tabares C. J. (2005). Evaluación del efecto de algunos iones sobre la activación de la movilidad espermática y el potencial de membrana en *Brycon henni* (Eigenmann 1913), tesis, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín; 68 pp.
- Ulikowski. D. (2004). European catfish (*Silurus glanis* L.) reproduction outside of the spawning season. Arch Pol Fish; 12:121-131
- Usma, J. S. (2001). Peces de la Cuenca media del río Patía y el río Güiza, Nariño, Colombia. Céspedesia 24 (75-78): 7-25
- Velasco-Santamaría Y. M. Robles V. M, Cruz Casallas P. E. (2006). Cryopreservation of yamú (*Brycon amazonicus*) sperm for large scale fertilization. Aquaculture (Article in press).

- Woynarovich, E y Horváth, L. (1983). A propagação artificial de peixes de águas tropicais (Manual de extensão). FAO documento técnico sobre pesca 2001, 219 Pp.
- Zakes Z, y Demska K. (2005). Artificial Spawning of Pikeperch (*Sander lucioperca* L.), Stimulated with Human Chorionic Gonadotropin (hCG) and Mammalian GnRH Analogue with a Dopamine Inhibitor. Arch Pol Fish; 13:1:63-75.
- Zaniboni Filho E, De Campos Barbosa N. D. (1996). Priming hormone administration to induce spawning of some brazilian migratory fish. Rev. Bras. Biol. Vol. 56. P655-659.
- Zapata L y Vanegas R. (1993). Aspectos importantes sobre la reproducción inducida y el metabolismo de las gónadas de sabaleta *Brycon henni*. Trabajo de grado, Universidad de Antioquia, Medellín. 67 pp.