

Protocolo de reproducción del sábalo cola roja (*Brycon amazonicus*)



PERÚ

Ministerio
de la Producción



Protocolo de reproducción del sábalo cola roja (*Brycon amazonicus*)

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

HÉCTOR EUGENIO D. SOLDI SOLDI
Viceministro de Pesca y Acuicultura

MARÍA ISABEL CASTRO SILVESTRE
Jefa del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero

OSCAR DEL VALLE AYALA
Director General de Capacitación y Desarrollo
Técnico en Acuicultura

Prohibida su reproducción total o parcial, sin permiso del
Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - FONDEPES

Editado por:
Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero – FONDEPES
Av. Petit Thouars N° 115 – 119, Lima – Perú

Primera Edición, Setiembre 2017
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°2017-17178

Impreso por:
Impresso Grafica Perú S.A.C
Jr. General Orbegoso 271 Int. 114 Breña - Lima - Perú
Diciembre de 2017

ÍNDICE

| | Página |
|---|----------|
| I. INTRODUCCIÓN | 6 |
| II. ANTECEDENTES | 7 |
| III. OBJETIVOS | 8 |
| IV. ASPECTOS DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA | 9 |
| V. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE CULTIVO | 10 |
| 5.1 Parámetros físicos | 10 |
| 5.2 Parámetros químicos | 10 |
| VI. MATERIALES Y EQUIPOS | 11 |
| 6.1 Reproductores | 11 |
| 6.2 Equipos | 12 |
| 6.2.1 Lista de equipos para el manejo de reproductores del sábalo cola roja | 13 13 |
| 6.3 Materiales | 13 |
| 6.3.1 Lista de materiales para el manejo de reproductores del sábalo cola roja | 13 13 |
| 6.4 Suministro, insumos y otros | 14 |
| 6.4.1 Lista de suministro, insumos y otros para el manejo de reproductores de sábalo cola roja | 14 14 |
| VII. METODOLOGÍA | 14 |

ÍNDICE

| | Página |
|--|--------|
| 7.1 Manejo de reproductores | 14 |
| 7.1.1 Unidades de manejo para el acondicionamiento | 14 |
| 7.1.2 Acondicionamiento del estanque para reproductores | 16 |
| 7.1.3 Manejo de reproductores | 16 |
| 7.2 Proceso de inducción hormonal | 20 |
| 7.2.1 Dosis hormonal | 20 |
| 7.2.2 Inducción hormonal | 20 |
| 7.2.3 Tiempo de respuesta | 21 |
| 7.3 Desove y fertilización | 22 |
| 7.3.1 Preparación de los materiales para la recepción de óvulos y espermatozoides | 22 |
| 7.3.2 Observación del comportamiento de los reproductores | 22 |
| 7.3.3 Técnicas de desove y fertilización | 23 |
| 7.3.4 Seguimiento del proceso de hidratación | 24 |

ÍNDICE

| | Página |
|--|---------------|
| 7.4 Incubación | 25 |
| 7.4.1 Acondicionamiento del sistema de incubación | 25 |
| 7.4.2 Incubación de huevos | 26 |
| 7.4.3 Flujo de agua en las incubadoras | 27 |
| 7.5 Eclosión de huevos, manejo de larvas y su estimación | 28 |
| 7.5.1 Manejo de larvas | 28 |
| 7.5.2 Técnicas de estimación | 29 |
| VIII. BENEFICIOS | 30 |
| IX. RECOMENDACIONES | 30 |
| X. BIBLIOGRAFÍA | 32 |
| IV. ANEXOS | 34 |

I. INTRODUCCIÓN

La cuenca amazónica no sólo posee la abundancia de recursos hídricos por sus ríos y quebradas existentes, sino también la mayor diversidad piscícola de nuestro planeta. En efecto, en los ambientes acuáticos amazónicos se han clasificado más de 2000 especies de peces y que en gran porcentaje de estas, se pueden adaptar y manejar en ambientes controlados para el consumo humano.

Existen muchas variedades de Brycon. En la localidad de Loreto (Perú) se denomina “sábalo cola roja” al *Brycon amazonicus*, perteneciente al grupo de los carácidos sudamericanos. Esta especie es un recurso de alta demanda para consumo, reportándose un desembarque anual de 316.40 TMB en el año 2015 (DIREPRO - Loreto).

La presión de pesca es cada vez mayor, originada por la demanda de esta especie en el mercado de Iquitos. Los pescadores realizan prácticas de pesca indiscriminada, capturando ejemplares muy por debajo de las tallas autorizadas en la RM N° 147-2001-PE, cuya talla mínima es de 25cm.

Por otro lado, está la captura de alevinos en los ríos, los que son extraídos con tallas que van desde 1.5 a 6 cm de longitud total. Esto representa una doble presión sobre esta especie.

El “sábalo cola roja” se adapta fácilmente a todo tipo de alimentos, dando por resultado reportes de hasta 1,45 en el índice de conversión utilizando alimentos balanceados extruidos, que contienen desde un 28% al 15% de PB, con densidades de carga desde 1 a 0,5 kg/m². Actualmente, los trabajos son limitados sobre los requerimientos nutricionales y formulación de dietas, lo que permitiría contar un alimento balanceado extruido específico para la especie.

Gracias a la adaptabilidad de cultivo en ambientes controlados, la rápida velocidad de crecimiento, la aceptación de su carne y estabilidad de su precio en el mercado amazónico, hacen de esta especie, una de las preferidas por los piscicultores en la región Loreto, donde ocupa el 2do lugar alcanzando el 21% de la producción total (DIREPRO Loreto – 2015).

Tomando en cuenta este panorama, surge el interés entre los productores piscícolas de la selva amazónica peruana por contar con semilla de calidad. Por tal motivo FONDEPES a través del Centro de Acuicultura Nuevo Horizonte, realizó trabajos experimentales en el manejo de los reproductores, validando una tecnología adecuada aplicada a la fase reproductiva, obteniendo resultados favorables los cuales son expuestos en el presente “Protocolo de reproducción de sábalo cola roja.”

II. ANTECEDENTES

Loja, R., (2010), describe al Sábalo cola roja como un pez de mediano tamaño, de color plateado. Es un pez que migra por naturaleza, crece hasta los 30 cm de longitud estándar. Los peces no llegan a madurar ni a desovar si la temperatura del agua no es la adecuada. Estos peces requieren temperaturas mayores a 20°C. Los ambientes donde suelen desovar los peces amazónicos (*Colossoma*, *Piaractus*, *Brycon*, *Prochilodus*, etc.) tienen temperaturas que varían entre 25°C y 32°C.

Loja, R., (2010) afirma que el sábalo madura sexualmente a los dos años de edad con un peso aproximado de 1 kg., en que su fecundidad alcanza a 150 000 óvulos aproximadamente. No desovan en cautiverio, pero llegan a la maduración gonadal, lo que hace necesario el uso de hormonas para producir desoves y alevinos en condiciones controladas. En el ambiente natural el desove se produce al inicio de la creciente, entre los meses de noviembre y enero, realizando migraciones para tal fin.

Zaniboni et al (2006) confirma que normalmente en cautiverio se ha observado que los machos alcanzan la madurez al año y las hembras a los 2 o 3 años de vida.

Arias (2006), menciona que uno de los géneros de peces dulce acuícolas neo tropicales de talla mediana, con mayor número de especies es el *Brycon*. El *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz) es la especie más común entre los bryconidos y la más explorada para piscicultura, dado su hábito alimenticio omnívoro, su crecimiento rápido y la gran eficiencia alimenticia con raciones con bajos niveles de proteína de origen vegetal, óptima calidad de su carne y sus especiales características para la pesca deportiva.

Daza et al (2005), menciona que en ejemplares maduros de Yamú Brycon sp. se puede utilizar 4,0 a 5,0 mg de Extracto Pituitario de Carpa - EPC por kg de hembra y 0,5 mg de EPC por kg de macho, para producir desoves. Se utilizan otro tipo de hormonas como el Ovaprim, Acetato de Buserelina y otros, pero solo son 15% eficientes en comparación al EPC que tiene 85% de eficacia.

Los desoves de esta especie ocurren entre las 120 a 150 °H después de la segunda dosis de hormona; además indica que la cantidad promedio de óvulos expulsados por desoves alcanza los 1 200 000 en hembras de más de 3 años de edad. El desarrollo embrionario y larvario es más acelerado en comparación con otras especies de peces tropicales o amazónicos.

Arias C. J., (2004), menciona que la selección de Hembras de Yamú Brycon sp., para reproducción inducida mediante el factor de condición relativo (Kn); es un procedimiento eficiente en un 84% de las veces y disminuye los riesgos de estrés ocasionados por una mayor manipulación de los ejemplares con otras técnicas.

A. Arias, CJA., (2002) manifiesta que, tanto en el ambiente natural como en confinamiento, los ovarios y testículos maduran una sola vez al año de manera sincrónica por grupos al inicio de las lluvias (marzo - abril). Si bien en condiciones confinadas es posible encontrar hembras reproductivamente maduras al segundo año de vida, en el medio natural estas maduran al tercer año.

Para la reproducción de estos peces, el uso de extracto bruto de hipófisis ha mostrado excelentes resultados (Gomes LC., 1996; Reynalte-Tataje et al, 2004 y Romagosa et al, 2001). Asimismo, Zaniboni et al (2006) afirma que el método recomendado es aplicar una dosis hormonal de 5.5 mg/kg, dividida en dos aplicaciones: la primera de 0.5 mg/kg, y la segunda de 5.0 mg/kg con un intervalo de 12 horas.

III. OBJETIVO

Brindar información sobre las técnicas en el manejo de reproductores de la especie *Brycon amazonicus* “sábalo cola roja”, tales como el acondicionamiento del medio de cultivo, preparación de los ejemplares de los reproductores, manejo de la reproducción inducida del proceso de incubación y del estadio inicial de las larvas.

IV. ASPECTOS DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Clasificación del sábalo cola roja:

| | |
|--------------|---|
| Reino | : Animal |
| Phylum | : Chordata |
| Sub phylum | : Vertebrata |
| Clase | : Osteichthyes |
| Subclase | : Actinopterygii |
| Orden | : Characiformes |
| Familia | : Characidae |
| Subfamilia | : Bryconinae |
| Género | : Brycon |
| Especie | : <i>Brycon amazonicus</i> |
| Nombre común | : Sábalo cola roja (Perú) Yamú (Colombia) Matrinxã (Brasil) |

Uno de los géneros de peces dulce acuícolas neotropicales de talla mediana, con mayor número de especies es el género Brycon, agrupa cerca de 67 especies ampliamente distribuidas en América Neotropical, desde el sur de México hasta Argentina y desde los ríos de la costa pacífica de Colombia, Ecuador y Perú hasta el Pantanal del bosque inundado de Brasil. Constituyen junto con los géneros Chilobrycon y Henocheilus, la subfamilia Bryconinae. Alrededor de 15 especies han sido reportadas para la parte amazónica, tres de ellas con estudios en biología y piscicultura.

Imagen 01: Sábalo cola roja



V. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE CULTIVO

5.1 Parámetros físicos

Temperatura del agua

En cultivos de Sábalo cola roja, la temperatura adecuada del agua oscila entre 26°C a 31°C. La temperatura óptima para el proceso de reproducción es alrededor de los 28°C. Temperaturas menores a 18°C pueden ocasionar su muerte.

Transparencia

Aguas levemente turbias, con visibilidad que varíe entre los 30 cm y 60 cm, aparentemente son ideales.

Pluviosidad

La época de reproducción en el ambiente natural en la mayoría de carácidos ocurre entre los meses de octubre a marzo, meses de lluvias e inundaciones. Este ciclo también determina la época de carga gonadal en los estanques de manejo de los reproductores; por tal motivo se realizan sondeos periódicos para observar si hay presencia de abultamiento del abdomen en el caso de las hembras y liberación de espermatozoides en el caso de los machos.

Cuando los registros de pluviosidad tienen una lectura acumulada mensual mayor a 250 mm, es probable que se haya producido la estimulación del proceso de carga ovárica o de desove.

5.2 Parámetros químicos

Oxígeno disuelto

El nivel de oxígeno disuelto en el cuerpo de agua aceptable para el acondicionamiento de reproductores es 3,0 mg/l, siendo un valor óptimo concentraciones igual o mayores a 4,0 mg/l.

pH

Se ha determinado que el valor óptimo del pH debe ser de 6.5 en promedio, con un rango de 6 - 8.

Amonio

Respecto a la presencia de amonio no se conocen con exactitud los límites de tolerancia al amoníaco en el sábalo cola roja, pero la mayoría de peces en los primeros estadios de crecimiento son muy sensibles a valores superiores a 0,02 mg/l.

Tabla N° 01: Características físico-químicas del agua de cultivo de sábalo de cola roja (*Brycon amazonicus*)

| Parámetros | Unidad | Rango |
|----------------------|----------|-----------|
| Temperatura del agua | C° | 26 - 31 |
| Pluviosidad | mm | > 250 |
| Transparencia | cm | 30 - 60 |
| Oxígeno disuelto | mg/l | > 3.0 |
| pH | Unidades | 6.0 - 8.0 |
| Amonio | mg/l | < 0.02 |

VI. MATERIALES Y EQUIPOS

6.1 Reproductores

El sábalo cola roja inicia su madurez sexual aproximadamente a partir de los 18 meses de edad, cuando alcanza un peso mayor a 1 kg y una talla mayor a los 28,0 cm. Las características que deben presentar los ejemplares son: buena apariencia morfológica, rápido crecimiento y buen estado de salud. La relación es de un macho por cada hembra (sex ratio 1:1).

En la planificación de la cantidad de alevinos requerida, un aspecto principal es contar con un stock de reproductores en número acorde a la producción esperada.

Del mismo modo, tener en cuenta en el momento de la formación de los planteles de reproductores que en Sábalo de cola roja se ha observado, que en un stock al azar existen, más machos que hembras.

El plantel de reproductores se puede formar mediante dos vías: por la captura de ejemplares del ambiente natural o por la selección de ejemplares en los ambientes controlados de cultivo, siendo más conveniente esta última alternativa, ya que, al contar con los registros de cultivo se puede garantizar una mejor trazabilidad.

Hay que considerar también que, en un centro de producción de semilla de sábalo de cola roja, se debe tener un plantel en formación de futuros reproductores, los cuales deben ser seleccionados por campaña; a fin de ir remplazando a los reproductores de sábalo de cola roja, principalmente las hembras ya que son muy sensibles al proceso de manipuleo e inducción y tienen supervivencias post desove muy bajas.

Los registros de seguimiento de los futuros reproductores permiten tener información actualizada sobre incremento de peso y estado de salud de los ejemplares. El análisis de esta data nos permite llevar a cabo los programas de alimentación y mantenimiento en los estanques.

La determinación del sexo solo es posible en época de reproducción, ya que como mencionamos, estos especímenes no presentan dimorfismo sexual marcado; aunque a la vista experimentada se puede observar que las hembras son un poco más anchas que los machos.

6.2 Equipos

En el desarrollo del proceso reproductivo del sábalo cola roja es necesario contar con equipos básicos que apoyen al monitoreo, registro de datos y la toma de decisiones acorde a los resultados que se obtengan.

6.2.1 Lista de equipos para el manejo de reproductores de sábalo cola roja

Tabla N° 02: Lista de equipos para el manejo de reproductores de sábalo cola roja

| Ítem | Descripción | Cantidad | Unidades |
|------|--|----------|----------|
| 1 | Balanza electrónica con 04 decimales | 1 | Unidad |
| 2 | Balanza colgante tipo reloj capacidad 5 kg. | 1 | Unidad |
| 3 | Estereoscopio | 1 | Unidad |
| 4 | Oxímetro digital | 1 | Unidad |
| 5 | Contómetro | 5 | Unidades |
| 6 | Disco Secchi | 1 | Unidad |
| 7 | Ictiómetro de 100 cm de longitud | 1 | Unidad |
| 8 | Kit de análisis de calidad de agua HACH - FF1A | 1 | Unidad |
| 9 | Cámara fotográfica | 1 | Unidad |
| 10 | Linterna de mano | 8 | Unidades |
| 11 | Incubadora de flujo ascendente 40 litros de capacidad | 6 | Unidades |
| 12 | Incubadora de flujo ascendente 60 litros de capacidad | 20 | Unidades |
| 13 | Incubadora de flujo ascendente 200 litros de capacidad | 6 | Unidades |
| 14 | Mortero de vidrio pequeño | 1 | Unidad |
| 15 | Cánula para biopsia ovárica | 6 | Unidades |

6.3 Materiales

6.3.1 Lista de materiales para el manejo de reproductores de sábalo cola roja

Tabla N° 03: Lista de materiales para el manejo de reproductores de sábalo cola roja

| Item | Descripción | Cantidad |
|------|--|----------|
| 1 | Aparejos de pesca tipo chinchorro de 1.5" de abertura de malla, sin nudo, coeficiente de embande del 35%, longitud de 30 m y altura de 4 m | 2 |
| 2 | Jeringas de 3 ml y 5 ml | 10 |
| 3 | Paño de red de PVC color verde | 15 |
| 4 | Paños de tela de 0.3 m longitud y 0.2 m de ancho | 6 |
| 5 | Tela de felpa o toalla | 10 |
| 6 | Papel absorbente | 6 |
| 7 | Plástico de PVC color oscuro (para artesas) | 18 |
| 8 | Mangueras de 1" y 1/2" de diámetro | 40 |
| 9 | Espuma de 4" de espesor de 0.40 m X 0.40 m | 2 |
| 10 | Bolsas plásticas para transporte de alevinos | 50 |
| 11 | Mesas de madera 1.5 m X 1.5 m X 1.2 m | 3 |

6.4 Suministros, insumos y otros

6.4.1 Lista de suministros, insumos y otros para el manejo de reproductores de sábalo cola roja

Tabla N° 04: Lista de suministro, insumos y otros para el manejo de reproductores de sábalo cola roja

| SUMINISTROS | | | |
|------------------|--|------|----------|
| 1 | Hormona natural extracto de hipófisis de carpa | 2 | Unidad |
| INSUMOS | | | |
| 1 | Solución fisiológica 0.9% NaCl | 1 | litro |
| 2 | Solución Serra o vinagre blanco | 6 | litro |
| 3 | Alcohol medicinal a 96% | 1 | litro |
| 4 | Alimento balanceado extruido al 20% de PB | (*) | kg. |
| 5 | Alimento balanceado extruido al 25% de PB | (**) | kg. |
| RECURSOS HUMANOS | | | |
| 1 | Profesional técnico | 1 | Personal |
| 2 | Operarios | 2 | Personal |

* Estaría en función a la biomasa de los ejemplares.

** Estaría en función a la biomasa de los ejemplares.

VII. METODOLOGÍA

7.1 Manejo de reproductores

7.1.1 Unidades de manejo para el acondicionamiento de reproductores

Los estanques más apropiados para el manejo de reproductores son los de forma rectangular, los cuales pueden tener un área promedio desde los 250 a 1200 m², con una profundidad o tirante de agua promedio de 1.5 m. El aporte de agua debe permitir un rápido llenado y evacuación del agua a los estanques, así como el mantenimiento del nivel en el mismo.

Si contamos con un estanque rectangular con un área mayor de 1000 m², se recomienda implementar dentro del estanque, ambientes independientes, tipos corrales, con la finalidad de optimizar el espacio y facilitar el manejo de los lotes de reproductores.

Se puede dividir un estanque rectangular en 4 corrales de 250 metros cuadrados, los cuales pueden ser construidos utilizando listones de madera dura 2"x2"x 2.5 m como puntales y listones de 2"x1.5"x3 m como travesaños, paño de red de 1" de malla de hilo > N° 38 y tablas de madera dura para colocarlos perpendicularmente al piso del estanque.

Imagen N° 02: Construcción de la estructura de soporte de las divisiones en los estanques de reproductores



Del mismo modo si no se dispone de paño de red de hilo grueso, se puede colocar tablas duras (*Hymenolobium* sp. "mari mari", *Hymeneae oblongifolia* "Azúcar huayo", *Coumarouna odorata* "Shihuahuaco", *Erismia bicolor* Ducke "Quillosisa", etc.) como pared de los corrales, los cuales son más resistentes.

Los corrales permiten un mejor monitoreo y manejo de reproductores, los cuales pueden ser estabulados considerando la época de reproducción o por la madurez de sus gametos.

7.1.2 Acondicionamiento del estanque para reproductores

Antes de la estabulación de los reproductores se debe limpiar el fondo del estanque semi natural, incorporando cal a razón de 40 a 80 g/m², luego se llena con agua filtrada a través de una malla mosquitera (5 a 10 mm de abertura), con la finalidad de que no ingrese ningún otro pez al estanque. La transparencia del agua debe oscilar entre los 30 a 60 cm.

Imagen N° 03: Estanque de reproductores encalado y estanque operativo para reproductores de sábalo cola roja



7.1.3 Manejo de reproductores

El éxito de la reproducción se inicia con un adecuado manejo de los peces reproductores, el objetivo es tener la cantidad adecuada de ejemplares hembras y machos sexualmente maduros, y en buenas condiciones. Para ello se toma en cuenta la talla, peso, apariencia morfológica y su estado de salud.

a) Densidad de siembra para manejo de reproductores

Se recomienda mantener una densidad de 200 a 300 g de reproductor por m² de superficie del estanque con un sex ratio de 1♂:1♀ (proporción de machos por hembra).

Estos estanques deben tener un tirante de agua no menor de 1.5 metros y un área total de la unidad de cultivo desde los 250 a 1200 m²

Es importante estabular a los reproductores por épocas de desove y acondicionarlos en unidades de cultivo independientes para darle un tratamiento específico con la finalidad de programar su maduración y viabilidad.

b) Alimentación

Se le debe suministrar a los reproductores alimentos ricos en lipoproteínas. Las fuentes pueden ser diversas. El porcentaje de proteínas del alimento balanceado debe estar entre 25% a 35% de proteína bruta y ser suministrados a una tasa de alimentación de 1% a 2% de la biomasa. Actualmente no existe en nuestro medio, producto comercial específico para esta etapa, pero se pueden utilizar alimentos comerciales para Gamitana o Paco.

c) Selección de reproductores

Al iniciarse la temporada de reproducción, se hace la evaluación del stock, seleccionando a los ejemplares de mejor conformación y estado de salud, además de determinar el estadio de desarrollo gonadal, así como la proporción sexual. La información que se obtiene servirá de base para programar los procesos de reproducción.

Imagen N° 04: Selección de reproductores de sábalo cola roja



d) Evaluación de la maduración gonadal

En el proceso de selección de reproductores es necesario dejar de alimentarlos por lo menos dos días antes de la evaluación, esto con la finalidad de que vacíen sus tractos digestivos y se tenga un mayor porcentaje de certeza.

• **Método externo**

Se efectúa la evaluación basada en la observación de las características externas. Siendo este método muy subjetivo, requiere de experiencia y pericia del observador.

Del plantel de reproductores con edades entre 2 - 3 años se seleccionarán los que tengan las siguientes características:

Reproductor Hembra:

- Poro genital dilatado (oviducto) y sobresaliente, de color rojizo.
- Vientre abultado, ligeramente suave.
- El pez se mostrará dócil al manejo durante la evaluación.

Reproductor Macho:

- Fácil expulsión de esperma al realizar un suave frote en la parte abdominal, en sentido caudal.
- Liberación de esperma, líquido denso de color blanco lechoso.
- El pez mostrará vitalidad en sus movimientos.

Imagen N° 05: Evaluación de maduración gonadal de hembra y macho de sábalo cola roja



- **Método directo**

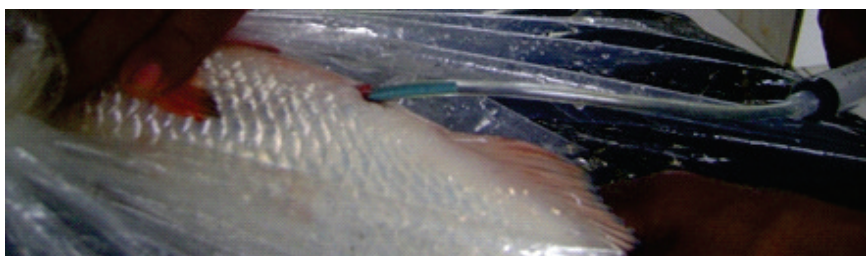
Biopsia ovárica:

La biopsia o canulación intra ovárica se realiza luego de determinar que la hembra presenta los signos exteriores de madurez sexual. Consiste en la extracción de los óvulos mediante el uso de una cánula, que resulta ser una manguera fina conectada a una jeringa. La biopsia del ovario permitirá determinar el estado de maduración de los óvulos.

Se coloca una muestra de óvulos en una placa Petri con solución Serra para ser observado al estereoscopio, también puede utilizarse una lupa de mano, dependiendo de la experiencia del observador.

Si el núcleo es central entonces se dice que se tiene un óvulo inmaduro, si es un núcleo excéntrico es un óvulo apto. Con un porcentaje superior al 70% de óvulos con núcleo migrando, se dice que es el momento de inducir el desove; del mismo modo observar que los óvulos estén bien formados y homogéneos.

Imagen N° 06: Biopsia ovárica de sábalo cola roja



e) Traslado de reproductores

Los reproductores seleccionados son trasladados desde el estanque hacia los tanques del laboratorio de reproducción o hatchery mediante una hamaca transportadora. Se usarán tanques de cemento de 1,0 m³ aproximadamente revestidos con flujo de agua, abierto a razón de 5 litros por minuto, donde serán colocados los reproductores para iniciar el tratamiento.

7.2 Proceso de inducción hormonal (reproducción asistida)

7.2.1 Dosis hormonal

La dosis utilizada es de 5,0 + 0,5 mg de hipófisis de carpa/kg para las ejemplares hembras y 2,5 + 0,5mg/kg para los ejemplares machos, realizándose el cálculo de la cantidad de EHC (Extracto de Hipófisis de Carpa) por reproductor como indica la tabla siguiente:

Tabla N° 05: Cantidad de EHC por reproductor para su inducción

| Reproductor | Peso kg | Cantidad de Hormona mg EHC/kg | Dosis total mg EHC | Primera aplicación 10% | Segunda aplicación 90% |
|-------------|---------|-------------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| Hembra ♀ | 2.00 | 5.00 | 10.00 | 1.00 | 9.00 |
| Macho ♂ | 1.50 | 2.50 | 3.75 | | 3.75 |

Fuente: CANH 2016.

Generalmente los machos no requieren de inducción hormonal dentro de la estación natural de desove (octubre - enero), sin embargo, en los meses restantes si será necesario aplicar una dosis como se indica en la tabla N° 05.

Al proceso de inducción responde mejor utilizando hipófisis de carpa corporativamente con otros inductores.

7.2.2 Inducción hormonal

Una dosis:

En los casos que la hembra muestre signos muy evidentes de maduración, se aplicará la inducción hormonal suministrándole el 100% de la cantidad que ha sido calculada en una sola dosis.

El desove ocurrirá entre los 280 – 320 grados hora (°H).

Dos dosis:

En el caso de que la maduración aun esté en proceso, la inducción se realizara en 2 dosis. Esta metodología se recomienda aplicar en épocas no naturales de reproducción de la especie. La primera aplicación será del 10% de la dosis total. La segunda aplicación (90% DT) se suministra a las 12 horas después de aplicada la primera.

El desove ocurrirá entre los 140 – 160 grados hora (°H).

Imagen N° 07: Inducción de reproductores de sábalo cola roja



7.2.3 Tiempo de respuesta

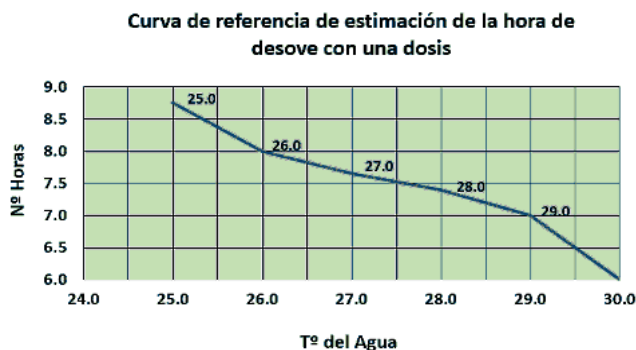
Luego de la inyección se les dejará reposar en el tanque de tratamiento, con un flujo abierto de 12 litros/minuto, si es que no se dispone de aireación. La temperatura del agua es el factor más importante en el proceso de maduración e influye en el tiempo que dure el proceso hasta el desove.

Imagen N° 08: Reproductores de sábalo cola roja en tanques de concreto



En el diagrama N° 01 se muestra de manera referencial, el tiempo de duración del proceso, tomando como condicionante a la temperatura

Diagrama N° 01: Cantidad de Horas arado para el desove (Una sola dosis)



Fuente: CANH 2015

7.3 Desove y fertilización

7.3.1 Preparación de los materiales para la recepción de óvulos y espermatozoides

Es muy importante tener todos los materiales listos antes del desove, deben estar limpios y de forma ordenada para facilitar el procedimiento.

7.3.2 Observación del comportamiento de los reproductores

Se debe prestar la mayor atención al comportamiento de los reproductores sobre todo cuando se está próximo al desove, especialmente a las hembras porque podría producirse desoves espontáneos en el tanque lo que significaría pérdida de óvulos.

Cuando la hembra esta lista para el desove, se le observa nadar en círculos en el tanque, con ligeros temblores de su cuerpo.

Una práctica recomendada es colocar en un tanque a la hembra junto a un macho, a fin de que se produzca una estimulación mutua, que se evidencia por un comportamiento de cortejo. Durante el cortejo se ve un nado conjunto en círculos, lo que indica la proximidad del desove.

Identificado el momento de las primeras expulsiones de los óvulos, se retira del agua al reproductor hembra, tapando inmediatamente el oviducto. Se le envuelve cuidadosamente en toallas y se la lleva a la mesa de desove.

7.3.3 Técnicas de desove y fertilización

Primero debe secarse la parte del oviducto de la hembra para evitar que escurra agua por la aleta caudal o por la aleta anal hacia las bandejas de recepción de los óvulos, ya que el agua reduce el tiempo de abertura del micrópilo, pudiendo quedarse el óvulo sin fertilizar. El tiempo de cierre del micrópilo en el óvulo es de 30 a 60 segundos.

Para el desove, se hace una ligera presión inicial en el abdomen con la mano y finalmente se hace una suave frotación desde la parte delantera del abdomen hasta la salida del poro genital, para obtener los óvulos finales.

Imagen N° 09: Desove del reproductor hembra de sábalo cola roja



El mismo procedimiento se realizará con los machos para extraer la esperma. Al momento del desove de la hembra, es importante tener al macho listo para la extracción del semen o haberlo obtenido con anterioridad.

Imagen N° 10: Extracción y colecta de semen



Una vez obtenidos los óvulos, inmediatamente se procede a mezclar con la esperma, removiendo con una espátula delgada y suave por un tiempo aproximado de 1 minuto en seco, tiempo en el que la fertilización se ha completado.

Imagen N° 11: Fertilización de óvulos



7.3.4 Seguimiento del proceso de hidratación

Se agregará agua al recipiente donde se tiene la mezcla de óvulos y esperma. El agua debe ser limpia y estar a la misma temperatura del agua en que se mantenían los reproductores. En este proceso, los huevos se hidratarán y aumentarán su tamaño en un lapso de 5 a 10 minutos. Posteriormente estos huevos se “sembrarán” en las incubadoras, previamente instaladas. Es necesario que el agua que se utilizará en este proceso, tenga la menor cantidad posible de sólidos en suspensión y que sus parámetros fisicoquímicos se encuentren dentro de los rangos recomendados para esta etapa del cultivo.

El color de los óvulos es de un azul intenso, el diámetro es de 1 a 1,5 mm; peso estimado es de 1,2 mg/óvulo y de 785 óvulos/g. en promedio.

Imagen N° 12: Proceso de hidratación de los huevos



a) Reproductores post desove

Los reproductores, especialmente hembras, requieren de un proceso de recuperación al final del proceso de desove. Estos ejemplares deben mantenerse por un tiempo máximo de 12 horas en el tanque de tratamiento, con flujo de agua de 20 L/min si es que no se dispone de aireación. Se debe bajar la intensidad de luz, y asimismo evitar cualquier estímulo que los pueda molestar.

Se les aplicara un baño directo de agua con sal a 5 %, este actuará como agente antifúngico y ayudará al reproductor a recuperarse de las magulladuras y posibles cortes. Luego se transportarán cuidadosamente a un ambiente independiente de recuperación post desove.

7.4 Incubación

7.4.1 Acondicionamiento del sistema de incubación

Independiente del origen del abastecimiento de agua, es necesario que el agua que se utilizará en este proceso tenga la menor cantidad posible de sólidos en suspensión y que sus parámetros fisicoquímicos se encuentren dentro de los rangos recomendados para esta etapa del cultivo.

El sistema de abastecimiento de agua de las incubadoras de 60L durante el proceso de incubación, debe permitir mantener el mismo nivel de agua dentro de ellas.

A continuación, se mencionan los tratamientos previos que se debe dar al agua del sistema de incubación.

Tabla N° 06: Distribución de agua hasta un Hatchery – incubadora

| | |
|--------------------|---|
| Punto de captación | Estanque –tratado para decantar sólidos en suspensión |
| Punto intermedio | Tanque elevado revestido de mayólica de 6m ³ |
| Punto intermedio | Filtros mecánicos y de carbón activado (en función a la cantidad de sólidos en suspensión existente en el agua) |
| Punto intermedio | Tanque de almacenamiento - cisterna > a 5m ³ |
| Punto intermedio | Filtros de celulosa si fuera necesario hasta 10u |
| Punto intermedio | Tanque en el Hatchery de 1m ³ de almacenamiento (como mínimo) para el abastecimiento de agua a la batería de incubadoras de 60 litros. |
| Punto intermedio | Tubo de 6" de diámetro conectados al tanque 1m ³ , con salida de llave de distribución de ¾. |
| Punto de llegada | Incubadoras tipo woynarovich de 60 y 200 litros. |

Fuente: CANH 2016

7.4.2 Incubación de huevos

Las incubadoras que se emplean son las denominadas tipo Woynarovich, de 60 litros de capacidad. Tienen forma de cilindro cónica y son de flujo ascendente, hechas de fibra de vidrio. Estas incubadoras se llenarán de agua, ajustando el flujo de 2 a 3 litros/minuto en cada una de ellas.

Se colocarán aproximadamente 30 a 50 gramos de huevos de sábalo ya hidratado por incubadora de 60 litros de capacidad.

Durante 5 a 7 horas de efectuada la siembra. No se deben realizar movimientos bruscos ni traslados de huevos que pudieran romper su membrana externa y por lo tanto producir la muerte de los mismos, pues es el periodo en que se completa el cierre del blastóporo.

Imagen N° 13: siembra e incubación de huevos



7.4.3 Flujo de agua en las incubadoras

El flujo de agua en las incubadoras ingresará por la parte inferior de esta y la salida por el rebose superior. De esta manera se crea una corriente ascendente muy suave y continua, a fin de que mantenga a los huevos en suave movimiento y suficientemente oxigenados.

El flujo de agua será permanente para evitar que los huevos precipiten al fondo de la incubadora. Es importante mantener la presión constante en el sistema de abastecimiento de agua, porque su variación puede provocar movimientos bruscos que puede perjudicar el proceso.

Se puede verificar esto observando el inicio del cono en la parte baja de la incubadora. Los flujos recomendados están alrededor de 2 litros/minuto al inicio, elevándolo paulatinamente hasta 5 litros/minuto.

Imagen N° 14: Incubadoras de flujo de agua invertido

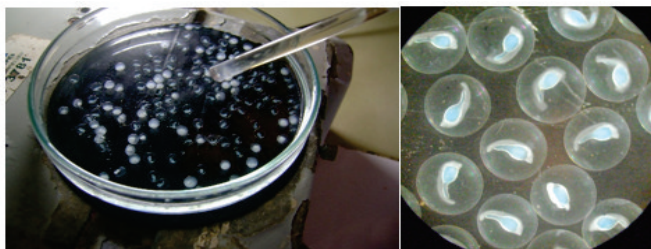


7.5 Eclosión de huevos, manejo de larvas y su estimación

El tiempo requerido para la incubación hasta la eclosión de los huevos depende de la temperatura del agua. Es necesario monitorear la temperatura del agua y proyectar el tiempo en función de las horas grado (H°). Las primeras eclosiones se observan entre las 340 a 360 H° ; siendo en mayor intensidad a las 400 H° .

A fin de llevar un mejor control se puede ir sacando muestras de los huevos en incubación y observando el desarrollo embrionario y confirmar el momento de la eclosión.

Imagen N° 15: Toma de muestra para el seguimiento del proceso de incubación



7.5.1 Manejo de larvas

Las larvas recién eclosionadas son colectadas en una incubadora de 200 litros que es abastecida por una canaleta colectora desde la batería de las incubadoras de 60 litros.

El término de eclosión de la mayoría de las larvas se produce a tres horas de las primeras eclosiones, luego se empleará una manguera de $\frac{1}{2}$ " para sifonear de manera leve, colectando las larvas restantes en un balde filtrador (400 micras) con una capacidad útil de 10 litros. Enseguida se deberá proceder a la siembra en incubadoras de 200 L de capacidad.

En estas incubadoras se completará el proceso. Deben ser abastecidas de agua con un flujo promedio entre 6 - 9 litros por minuto por cada 30 a 50 millares en cada incubadora.

Imagen N° 16: Proceso de colección de larvas en las incubadoras colectoras de 200 L



7.5.2 Técnicas de estimación

Para estimar el número aproximado de larvas, se utilizará el método de conteo por volumetría. Se homogeniza la población en el colector, se saca una muestra de 500 ml, luego se las cuenta directamente y con un cálculo de regla de 3 simple estimamos la población total en el colector.

VIII. BENEFICIOS

- La producción artificial de alevinos de *Brycon sp.* “sábalo cola roja”, con el método controlado en laboratorio, asegurará la oferta de estos, reduciendo la presión de pesca ejercida sobre esta especie y con ello se propendería en su hábitat natural.
- Acceso a semilla de talla homogénea para los productores piscícolas, permitiéndoles planificar su producción y programar sus ventas con antelación.
- Incremento de la oferta de carne de sábalo cola roja en las regiones amazónicas.
- Contribución al conocimiento de los aspectos reproductivos del sábalo cola roja, de las personas interesadas en el tema, tales como piscicultores, profesionales, estudiantes, entre otros.
- Promoción del cultivo de la especie no solo en la Región Loreto sino a nivel nacional, como una alternativa más para la acuicultura amazónica.

IX. RECOMENDACIONES

- Es necesaria la formulación de alimentos balanceados en esta especie (accesible y de calidad) para todo el proceso productivo del sábalo cola roja, ya que aún no se cuenta con un producto específico en el mercado.
- Se debe tener especial cuidado en el manejo de los reproductores (selección, inducción hormonal y desove) ya que esta especie se estresa con facilidad pudiendo interrumpir el proceso de reproducción, con la posibilidad de pérdidas del plantel de reproductores.

- En el manejo de los reproductores se deben tomar medidas que reduzcan el contacto manual. Para esto se recomienda contar con personal experimentado.
- En la etapa de inducción hormonal se recomienda utilizar la hormona de hipófisis de Carpa, como lo mencionan diversos autores, ya que se han obtenido mejores resultados comparativamente con otros inductores.
- Formar un plantel de reproductores para cada campaña de reproducción, ya que si las bajas en el proceso de reproducción son considerables se puede reponer sin mayores apuros de tiempo.
- Manejando los peces reproductores, los parámetros de calidad de agua y el fotoperiodo podemos conseguir semilla de la presente especie en épocas no naturales.

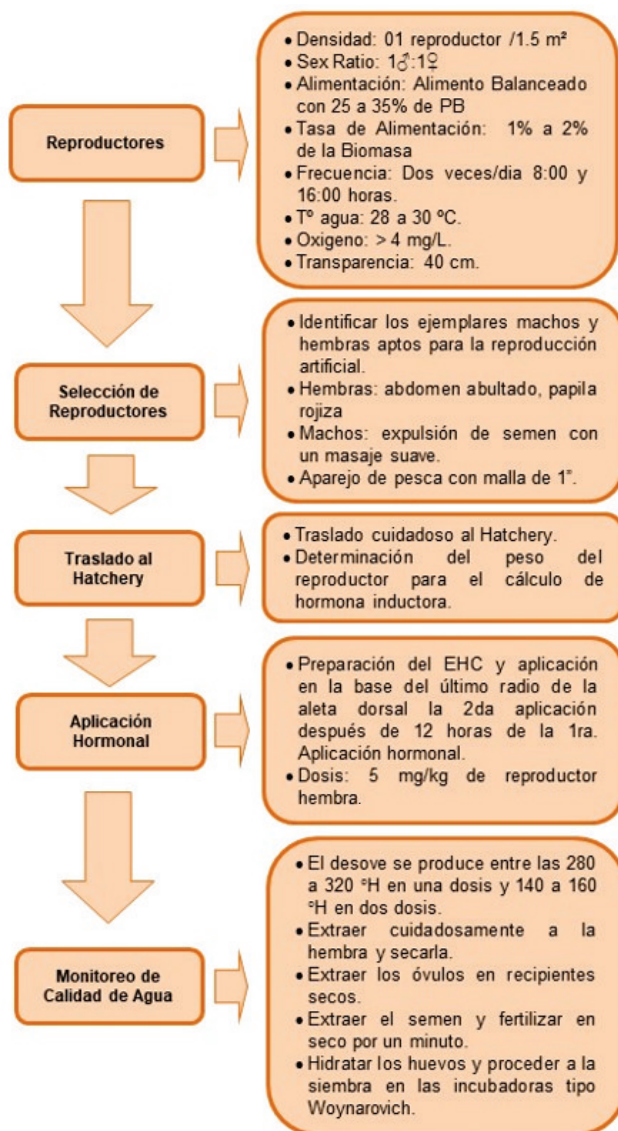
X. BIBLIOGRAFÍA

1. Arias, C., 2006. Trabajos sobre Indicadores del Ciclo Reproductivo del Yamú Brycon sp. IIAL, Universidad de los Llanos Colombia. Pág. 15.
2. Arias, C.; J. E. Zaniboni.; Vásquez, W.; Atencio, V. J., 2004. Selección de Hembras de Yamú Brycon sp., para reproducción inducida mediante el factor de condición relativo (Kn). Colombia. Pág. 20.
3. Daza, P.; Landines, M y Sanabria, A., 2005. Reproducción de los peces en el Trópico. Nacional de Colombia. Pág. 11.
4. Gomes LC., 1998. Matrinxã. Sistema Semi-intensivo para criação de larvas de Brycon cephalus. Panorama de Aqüicultura. Brasil Pág. 15-20.
5. Loja, R.A, 2010. Adaptabilidad del Sábalo (brycon sp.) en condiciones de cautividad en el Cantón Gualaquiza, Provincia de Morona Santiago, Loja- Ecuador. Pág. 04.
6. Palacios, J; Santander, C; Zambrano, A y 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. Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuicola. Colombia. Pág. 193
7. Reynalte-Tataje, D.A; Zaniboni Filho, E y Esquivel J.R. 2004. Embryonic and larvae development of piracanjuba, Brycon orbignyanus, Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae). Acta Scientiarum; Pág.67-71.

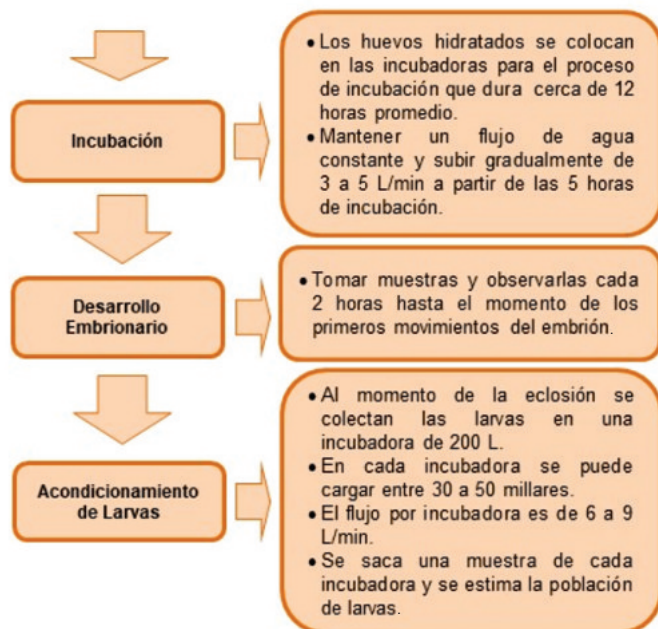
8. Romagosa, E; Narahara, M.I.B y Fenerich-Verani, N., 2001. Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzidas a reprodução. B. Inst. Pesca. Pág. 139-147.
9. Zaniboni, F. E; Reynalte-Tataje, D y Weingartner, 2006. Potencialidad del género *Brycon* en la piscicultura brasileña. Revista colombiana de ciencias pecuarias.
10. Zapata, L y Usma, J, 2013. Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia, Peces, volumen 02, Ministerio de Ambiente y el desarrollo sostenible, Colombia. Pág. 238-246.

XI. ANEXOS

Flujo de reproducción del sábalo cola roja



*Continúa página 35





Dirección General de Capacitación
y Desarrollo Técnico en Acuicultura
Av. Petit Thouars N° 115 - Lima - Perú
(01) 209-7700 Anexo: 7717
www.fondepes.gob.pe