

BIOLOGÍA Y CULTIVO DEL FASACO *Hoplias malabaricus* Bloch 1794 (CHARACIFORMES: ERYTHRINIDAE)

Fred William Chu-Koo^{1*} y Astrid M. Dañino Pérez

RESUMEN

El presente artículo resume el conocimiento actual sobre la biología (rasgos de vida, hábitat, distribución geográfica, genética, reproducción, alimentación, comportamiento, fisiología, enfermedades y parásitos, etc.) de la especie *Hoplias malabaricus*, conocido en la Amazonía Peruana con el nombre común de fasaco, así como las experiencias de domesticación o cultivo de esta especie en piscicultura. Este pez eminentemente neotropical que alcanza un porte máximo de 65 cm está disperso en casi todas las cuencas hidrográficas cálidas de Sudamérica y es fácilmente encontrado en lagunas, ciénagas, charcos, riachuelos y pantanos. Son peces carnívoros por excelencia y en su hábitat natural se alimentan de insectos cuando pequeños pero cuando alcanzan tallas mayores se alimentan de mojarras, carácidos y pequeños bagres. *H. malabaricus* es un pez muy resistente al manipuleo y puede habitar cuerpos de agua con bajas concentraciones de oxígeno disuelto gracias a sus sorprendentes adaptaciones anatómicas y fisiológicas. En la Amazonía peruana esta especie no tiene ninguna importancia comercial o en la piscicultura donde por el contrario se le considera una plaga por su capacidad depredadora, invasora y colonizadora de ambientes destinados a la cría de especies omnívoras como gamitana *Colossoma macropomum* y paco *Piaractus brachypomus* o detritívoras como el boquichico *Prochilodus nigricans*. En el Brasil se han realizado algunos estudios pioneros de adaptación de alevinos de esta especie al alimento artificial cuando están en cautiverio y se han ejecutado estudios experimentales evaluando densidades de siembra, frecuencia de canibalismo y resistencia al estrés.

PALABRAS CLAVE: *Hoplias malabaricus*, fasaco, biología, cultivo.

BIOLOGY AND CULTURE OF FASACO *Hoplias malabaricus* Bloch 1794 (CHARACIFORMES: ERYTHRINIDAE)

ABSTRACT

This paper summarizes the current knowledge about the biology (life history, habitat, biogeography, genetics, reproduction, feeding, physiology, behavior, diseases and parasites, etc.) of *Hoplias malabaricus*, a fish known in the Peruvian Amazon as fasaco, as well as the latest experiences of its domestication and culture. This eminently Neotropical fish, which can reach up to 65 cm of total length is very disperse in almost all the warm water river basins of South America and it is easily found in lagoons, swamps and streams. They are carnivore fishes by excellence. In the nature they feed on insects when they are small but when they grow can prey on small fishes like mojarras, little characids and catfishes. *H. malabaricus* is a very resistant fish and may live in aquatic ecosystems with low dissolved oxygen levels thanks to its amazing anatomical and physiological adaptations. This fish does not have any commercial, ornamental or aquaculture importance in the Peruvian Amazon where by the contrary it is regarded as a plague fish due to its predatory, invasive and colonizing behavior into ponds oriented to the culture of omnivores fishes such as gamitana *Colossoma macropomum* and paco *Piaractus brachypomus* or detritivores such as boquichico *Prochilodus nigricans*. Whereas in Brazil some pioneers studies has been done adapting fingerlings to balanced diets and executing experimental studies evaluating stocking rates, cannibalism and stress resistance.

KEYWORDS: *Hoplias malabaricus*, fasaco, biology, culture.

¹ Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA). Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ). Carretera Iquitos - Nauta, Km. 4.5, Iquitos, Perú.

* Autor para correspondencia. Dirección: Urbanización Juan Pablo II, Módulo 50A, Dpto. 101. San Juan Bautista, Iquitos. E-mail: fchuk20@yahoo.com. Celular: (065) 979-6120. RPM #70003

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de peces en condiciones controladas (estanques, tanques, artesas, jaulas, tanques-red, etc.) conocido con el término técnico de piscicultura es una actividad productiva que viene incrementándose año tras año en la región amazónica peruana y en el resto del mundo con el afán de cubrir el déficit de proteína animal existente debido a la disminución de la oferta de pescado proveniente de las pesquerías comerciales tanto marinas como continentales las cuales probablemente ya han alcanzado sus rendimientos máximos sostenibles.

En la región amazónica del Perú, la piscicultura está restringida a la crianza de contadas especies, en especial de la gamitana (*Colossoma macropomum*) y el paco (*Piaractus brachyomus*) a los cuales la comunidad científica ha dedicado importantes estudios conociéndose lo suficiente acerca de sus aspectos reproductivos, alimenticios, taxonómicos, nutricionales, ecológicos, parasitológicos, fisiológicos y genéticos (e.g. Chellapa et al. 1995; Val & Honczaryk, 1995; Gonzáles & Gonzáles, 1996; Gutiérrez et al. 1996; Araújo-Lima & Goulding, 1997; Van der Meer et al. 1997; Alcántara et al. 2001; Arbeláez-Rojas et al. 2002; Vásquez-Torres et al. 2002; Alcántara et al. 2003; Chagas & Val, 2003; Inoue et al. 2003; Brandão et al. 2004; Fernández et al. 2004; Campos & Kohler, 2005; Chu-Koo & Kohler, 2005; Chuquipiondo & Galdós, 2005; Aride et al. 2006; Casado et al. 2006; Chu-Koo & Alván, 2006; Gomes et al. 2006; Suárez et al. 2006; Chu-Koo & Alcántara, 2007).

Por otro lado, muchas especies de los ecosistemas acuáticos amazónicos y con potencial para su utilización en acuicultura no han sido hasta el momento debidamente aprovechadas por la falta de conocimientos acerca de su biología, o porque, si bien existen informaciones o literatura, estas se encuentran dispersas en libros, documentos técnicos y revistas científicas a las cuales muchas veces los profesionales y estudiantes latinoamericanos no tienen fácil acceso.

Este es el caso del fasaco (*Hoplias malabaricus*) una especie muy abundante en la cuenca amazónica, bien conocida por su rusticidad y por las interesantes adaptaciones anatómicas y fisiológicas con las que cuenta para sobrevivir a situaciones extremadamente adversas en su medio. Existe una importante cantidad de estudios publicados sobre este pez pero aún se conoce poco en nuestro medio, sea por la dificultad en acceder a revistas internacionales o por la relativa poca importancia económica que este pez posee en nuestra región.

El objetivo de este manuscrito fue revisar y sintetizar la literatura existente sobre la biología y las

experiencias de cultivo de este interesante pez amazónico de manera que este documento se transforme en una herramienta obligatoria de consulta para los investigadores y académicos interesados en esta especie.

Cabe indicar también que este artículo es el primero de una serie de revisiones que se vienen preparando en el Programa de Ecosistemas Acuáticos del IIAP y que serán sometidos a Folia Amazónica para su consideración. De esta manera pensamos recabar y al mismo tiempo sistematizar la mayor cantidad de información actualizada existente sobre los aspectos biológicos y experiencias de cultivo del mayor número de especies icticas del ámbito amazónico.

2. DISTRIBUCIÓN Y POSICIÓN TAXONÓMICA

El fasaco *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae) es un pez Neotropical, con una amplia distribución geográfica en casi todas las cuencas de América Central y del Sur (Oyakawa, 2003). Su área de dispersión comprende desde México hasta Argentina, en tanto que las demás especies de la familia Erythrinidae están restringidas a pequeñas áreas. Recibe el nombre común de fasaco en la región amazónica del Perú donde normalmente habita en ambientes lénticos y también riachuelos de aguas negras y pH ácidos.

Es un pez muy exitoso en lo que a dispersión y colonización de nuevas áreas se refiere pues incluso es muy común encontrar a ejemplares de esta especie invadiendo estanques para la cría de peces (piscigranjas) a lo largo de la Amazonia peruana. En el Brasil lo llaman traíra, en Argentina y Uruguay lo denominan tararira y en Colombia se le conoce con el particular nombre de moncholo, siendo un pez muy común en las cuencas de los ríos Magdalena (Miles, 1947; Dahl, 1971), Sinú (Dahl & Medem, 1964; Dahl, 1971), Putumayo (Castro, 1997) y Catatumbo de dicho país (Galvis et al. 1997).

En Sudamérica es considerada una especie de verano, cuya área de dispersión comprende desde el norte, en Brasil hasta la Cuenca del Plata. Su pesca en forma deportiva atrae a innumerable cantidad de pescadores, su calidad de predador nato y la violencia con que ataca todo tipo de cebos es realmente espectacular.

Taxonómicamente el fasaco está clasificado de la siguiente manera:

Clase	:	Osteichthyes
Serie	:	Teleostei
Orden	:	Characiformes
Familia	:	Erythrinidae
Género	:	<i>Hoplias</i>
Especie	:	<i>Hoplias malabaricus</i>

A lo largo del tiempo, el fasaco *H. malabaricus* tuvo una serie de nombres los cuales pueden ser consideradas como sinonimias y que son presentadas en detalle líneas abajo:

- *Hoplias malabarica* (Bloch 1794)
- *Esox malabaricus* (Bloch 1794)
- *Macrodon malabaricus* (Bloch 1794)
- *Hoplias malabaricus* (Bloch 1794)
- *Synodus palustres* (Bloch & Schneider 1801)
- *Synodus tareira* (Bloch & Schneider 1801)
- *Erythrinus macrodon* (Spix & Agassiz 1829)
- *Erythrinus trahira* (Spix 1829)
- *Macrodon tareira* (Valenciennes 1847)
- *Macrodon ferox* (Gill 1858)
- *Macrodon intermedius* (Günther 1923)
- *Esox tararira* (Larrañaga 1923)

3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

El fasaco es un pez de mediano porte y según Crossa (1994) puede alcanzar hasta 64.5 cm de longitud estándar (en otras palabras llega a medir un poco más de 65 cm de longitud total) y llegar a pesar hasta 5.34 kilogramos de peso. Su cuerpo es cilíndrico, cubierto de escamas medianamente grandes y resistentes, su esqueleto es óseo, donde se destacan las placas que cubren y forman su cabeza, seguido de una columna vertebral y costillas muy robustas, y entre costilla y costilla se intercalan espinas con forma de "Y". Su cola y aletas poseen rayos bien marcados y gruesos dándole rigidez, que a la hora de atacar una presa le confieren un gran impulso y velocidad. Su color varía del gris verdoso al verde oscuro, casi negro, se notan manchas verticales más oscuras; esto depende del fondo donde habita (en canales con fondo de tosca o arena son más claras y en fondos barrocos de lagunas son oscuras). Su cabeza está formada por placas óseas, con los ojos ubicados ligeramente hacia arriba, adaptados a cazar al acecho y unas poderosas mandíbulas cubiertas de dientes cónicos y muy filosos, adaptados a su forma de cazar.

En un estudio realizado en La Ciénaga Grande de Lórica (Colombia), el fasaco alcanzó 48.1 cm de longitud total (LT), con un peso de 1380 g (Tordecilla-Petro *et al.* 2005). En este mismo estudio los autores trataron de determinar una clave que relacione la edad y talla de esta especie cuyos resultados pueden apreciarse en la (Tabla 1).

Otra característica interesante es que el tamaño inicial de las larvas son relativamente mayores en comparación a lo observado en otras especies reofilicas (Sato 1999).

Tabla 1. Clave talla – edad del fasaco *Hoplias malabaricus* (tomado de Tordecilla–Petro *et al.* 2005).

EDAD (años)	LONGITUD TOTAL (cm)
0.0	6.5
1.0	17.0
2.0	24.8
3.0	30.7
4.0	35.1
5.0	38.3
6.0	40.8

4. COMPORTAMIENTO Y ASPECTOS ECOLÓGICOS

El fasaco es un pez de hábitos diurnos y crepusculares que prefiere las corrientes menores, ciénagas, pantanos, charcas de poca profundidad, lagunas, estanques y llanuras de inundación. Prefiere los lugares con escasa o nula corriente y generalmente se ubica en los márgenes con abundante vegetación subacuática como juncos, tamalones, gramalotales, algas, etc. (Dahl, 1971; Godoy, 1975; Castro, 1997; Taphorn, 1992; Nelson, 1994; Galvis *et al.* 1997).

Es un pez que descansa entre la vegetación durante el día y es activo en la noche, disminuyendo sus actividades en el invierno que es la época en que se refugia dentro del lodo para la hibernación en zonas más frías como el sur del Brasil, Argentina y Uruguay. Según Oliveira y Nogueira (1999) el fasaco no presenta migración reproductiva en las aguas bajas y épocas de sequía, manteniéndose en las ciénagas por lo cual se convierte en presa fácil de los pescadores que lo pescan en ausencia de las especies reofilicas de tal modo que la presión pesquera sobre esta especie se ha incrementado significativamente en algunas zonas de Sudamérica.

En Uruguay, *H. malabaricus* habita en ambientes dulceacuícolas con temperaturas oscilando entre 10 a 35 °C, pH entre 4.8 y 8.0 y alcalinidades totales del agua entre 105 a 315 ppm. De acuerdo con Andrade *et al.* (1998), este pez en zonas más tropicales precisa de agua con temperaturas entre 24 a 32 °C y pH entre 6 a 8.

En la Amazonía peruana este pez vive generalmente en ambientes de agua negra, ligeramente ácida, con alto contenido de material húmico derivado de la descomposición de la materia orgánica de origen vegetal, ya sea del entorno del ambiente acuático, o de las macrófitas flotantes, propias de estos ecosistemas.

Físicamente el fasaco no es un gran nadador, caza a

sus presas al acecho escondido entre la vegetación o algún accidente del fondo o de la zona litoral. Ataca a su presa de una dentellada matando o inmovilizándolas, para luego acomodarla y tragarla. Según Botham & Krause (2005) el *H. malabaricus* prefiere atacar a sus presas cuando éstas se encuentran nadando en grupos y en su estudio discuten este tipo de preferencia mostrada por este pez depredador.

5. RÉGIMEN ALIMENTICIO Y NUTRICIÓN

Según varios estudios revisados, *Hoplias malabaricus* presenta una dieta carnívora con tendencia a la ictiofagia (Taphorn, 1992; Nelson, 1994; Galvis *et al.* 1997; Sánchez *et al.* 2003; Banquett-Cano *et al.* 2005) y de acuerdo a un estudio realizado en la zona la Ciénaga Grande de Lórica (Colombia) este pez consume principalmente peces de menor porte como los cíclidos *Aequidens pulcher* y *Caquetaia kraussii*, el anostómido *Leporinus muyscorum*, y *Hoplosternum magdalenae* (Banquett-Cano *et al.* 2005).

Por su parte, Bistoni *et al.* (1995), mencionan que este pez comienza a constituir su dieta principal al alcanzar los 20 cm de longitud aproximadamente, siendo los insectos los ítems alimenticios más importantes para aquellos especímenes de menor tamaño (<50 mm). Juveniles hasta los 10 cm consumen zooplankton, crustáceos, camarones y larvas de insectos. Por otro lado, la dieta de *H. malabaricus* cambia radicalmente cuando alcanza tallas cercanas a 200 mm, siendo las mojarras del género *Astyanax*, carácidos como *Odontostible microcephala* y el pequeño bagre *Pimelodus albicans* los principales componentes de su dieta. Los mismos autores afirman que el tipo de presa varía según la talla del pez. En épocas calurosas *H. malabaricus* consume mayor cantidad de alimento y las tasas de digestión igualmente son mayores en temperaturas altas. El régimen alimenticio es interrumpido durante la época reproductiva (primavera) y durante las épocas frías la actividad alimenticia decrece notablemente.

Recientes investigaciones sin embargo han demostrado que esta especie puede ser entrenada al consumo de dietas artificiales (Luz *et al.* 2002), presentando altas tasas de supervivencia y óptima conversión alimenticia en estanques de cultivos y en acuarios acepta pescado triturado, artemia y lombrices de tierra (Sakabe *et al.* 2000; Luz *et al.* 2001).

Ríos *et al.* (2004) ejecutaron un estudio donde varios fasacos adultos fueron sometidos a diferentes periodos de abstención de comida (de 30 a 240 días) y luego realimentados. En dicho estudio observaron que la longitud del estómago permaneció constante durante todo el período experimental. Sin embargo, la

longitud del intestino se acortó significativamente después de los 30 días de la abstención de comida. La longitud normal no fue recobrada después de realimentarse. El número de ciegos pilóricos no cambió significativamente. Inversamente, el espesor de los ciegos disminuyó después de 150 días de hambruna y su longitud disminuyó después de 180 días. Después de realimentarse, no obstante, los ciegos pilóricos recobraron su espesor original. En peces realimentados después de 240 días de hambruna la longitud de estas estructuras pareció presentar crecimiento compensatorio, volviéndose más largo en el grupo testigo.

6. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y RENDIMIENTO DE LA CARNE

En un estudio realizado por Batista *et al.* (2000), para determinar la composición química y el rendimiento de carne del fasaco, los autores utilizaron 32 ejemplares, siendo 21 de ellos machos y 11 hembras. Los machos presentaron un rendimiento de carne de 48.63%, en cuanto que las hembras obtuvieron un rendimiento de carne de 46.12%, habiendo diferencias significativas entre ambos sexos ($p < 0.05$). El mayor rendimiento de carne en los machos ocurrió posiblemente a que las hembras estaban en un avanzado desarrollo gonadal coincidiendo el periodo de captura con la época de reproducción de la especie.

En relación a la composición química de la carne del fasaco, es factible afirmar que esta especie es un pez magro (Tabla 2), conforme lo descrito por Stansby (1965) y con un valor extremadamente alto de proteínas (>20%).

Tabla 2. Composición bromatológica de la carne de fasaco *Hoplias malabaricus*, obtenidas en materia húmeda y materia seca. Tomado de Batista *et al.* (2000).

NUTRIENTES	COMPOSICIÓN EN ESTADO FRESCO (%)	COMPOSICIÓN EN MATERIA SECA (%)
Proteína Bruta	20.27	81.34
Extracto Etéreo	0.84	3.37
Cenizas	1.39	6.23
Humedad	77.71	10.58
Calcio	0.09	0.37
Fósforo	0.05	0.19

7. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA Y DINÁMICA POBLACIONAL

El fasaco es un pez que posee la estrategia reproductiva del tipo K, es decir es una especie de desove parcial e independiente del ciclo de lluvias (Betancourt-Vásquez *et al.* 2004), que brinda cuidado parental a sus crías, la cual está generalmente a cargo del macho (Godoy, 1975; Hensley & Moody, 1975; Cogollo-Bula *et al.* 2001) y las tallas medias de madurez sexual son de 28.7 y 29.3 cm, LT para hembras y machos, respectivamente (Betancourt-Vásquez *et al.* 2004).

Alcanza la madurez sexual a los 12 meses y las hembras ponen entre 2500 a 3000 huevos, aunque la fecundidad puede ser variable según el área geográfica donde vive el pez, el porte y edad de la hembra. Por ejemplo, Prado *et al.* (2006) al realizar un estudio del comportamiento reproductivo y el cuidado parental del fasaco en los pantanos sureños de Brasil, observaron que *H. malabaricus* construye nidos sobre terreno arenoso y en áreas pantanosas con un promedio de 8197 ± 2204 huevos ($N=4$) por nido; siendo el promedio de diámetro de los huevos de 1.44 ± 0.09 mm ($N= 400$). De once nidos estudiados, ocho fueron protegidos por los machos y tres por la pareja. Un macho permaneció dentro del nido por seis días, y dos parejas permanecieron protegiendo los huevos por lo menos tres días antes de ser capturados. Las hembras capturadas en el nido contenían ovocitos en sus ovarios. Las observaciones sugieren que el cuidado parental por parte de los machos es una forma normal de cuidado de la prole en esta especie aunque también es frecuente observar un cuidado biparental.

El área preferida para la reproducción y refugio de las crías en el medio natural son las zonas litorales con abundante vegetación. Las larvas y juveniles se localizan en ambientes semilóticos o léticos debido a que los desoves están asociados a zonas donde se encuentran abundantes macrófitas.

8. ASPECTOS FISIOLÓGICOS

El fasaco es una especie que soporta bajos niveles de oxígeno disuelto en su ambiente acuático pues tiene la capacidad de respirar el aire atmosférico y transportar las moléculas de oxígeno al torrente sanguíneo través de una vejiga gaseosa fuertemente vascularizada (Driedzic *et al.* 1978), el cual es una interesante adaptación anatómica que está acompañada de adaptaciones fisiológicas y bioquímicas que hacen esto posible. Aquel que ha pescado alguna vez un ejemplar de esta especie puede sorprenderse del prolongado tiempo de supervivencia fuera del medio acuático. Gracias a su capacidad de

tomar y utilizar el oxígeno atmosférico pueden atravesar caminos de tierra y vegetación húmeda para pasar de una charca a otra tal como lo hace el shuyo *Erythrinus erythrinus*. Toleran ambientes acuáticos confinados y poco profundos, donde las concentraciones de oxígeno disuelto disminuyen dramáticamente e incluso pueden vivir en aguas salobres.

Machado *et al.* (1989) realizaron pruebas intravenosas de tolerancia de glucosa, de la tasa de reemplazo de glucosa, tiempo de tránsito, y la masa de glucosa del cuerpo en *Hoplias malabaricus* alimentados y ayunados. Ambos niveles de glicemia y la tasa de disminución de glucosa en la sangre seguida de una administración intravenosa de 500 mg/kg de glucosa fueron significativamente inferiores en 60 días de ayuno que en peces alimentados. La tasa promedio de reemplazo de glucosa fue de 0.71 (0.66 - 0.77 mg.kg-1.min-1) en peces alimentados y decreció para 0.51 mg.kg-1.min-1 después de 60 días sin comida, con una reducción simultánea de la masa de glucosa. En peces desnutridos la tasa de reemplazo de glucosa y masa de glucosa del cuerpo se redujo hasta 0.35 (0.29-0.42) mg.kg-1.min-1 y 57 mg/kg, respectivamente. Por tanto, una disminución progresiva en la tasa de utilización de glucosa contribuye a la adaptación del pez para el ayuno prolongado.

Sundin *et al.* (1999) realizaron un estudio midiendo el ritmo cardíaco, presión arterial sanguínea, frecuencia de ventilación y amplitud de movimientos operculares durante la exposición a la hipoxia en el fasaco. Los resultados sugieren que la hipoxia produce como respuesta una bradicardia que proviene de los receptores internos localizados en el primer arco de agalla. También indican la presencia de branquias y de quimiorreceptores branquiales adicionales que reflexivamente enardecen el sistema vascular resistente durante la hipoxia. La hipoxia indujo incrementos en la frecuencia de ventilación ascendiendo primordialmente los receptores externos localizados exclusivamente dentro de las agallas mientras que el incremento en la amplitud respiratoria también involucra a receptores branquiales adicionales. Además, los autores sugieren que hay quimiorreceptores sensitivos localizados en el primer arco de agalla que atenúan las respuestas respiratorias.

Por su parte, Quagio-Grassiotto *et al.* (2001) explican que la diferenciación de las espermátidas en *H. malabaricus* es caracterizada por la compresión de cromatina, el desarrollo del flagelo, la rotación nuclear, la formación de la fosa nuclear y la eliminación excedente de citoplasma. En el espermatozoide resultante, el núcleo contiene cromatina compactada en filamentos gruesos,

periféricamente organizada hacia un área central y el acrosoma está ausente. La fosa nuclear es excéntrica pero no pronunciada. El centriolo proximal lo penetra y es oblicuo al flagelo. A lo largo de la parte media tiene varias vesículas expandidas convergentes formando aros membranosos en el segmento inicial del flagelo, pero no tiene canal citoplasmático. La mitocondria es expandida y bifurcada o conformada y localizada alrededor del segmento inicial del axonoma. El flagelo lateral no muestra proyecciones laterales. Según las características ultraestructurales observadas en el espermatozoide de *H. malabaricus* los autores consideran que son muy similares a los de los peces Cypriniformes.

En esa misma temática, Cunha-Negrao *et al.* (2002) describieron el proceso de formación de espermatozoides en el fasaco, considerando desde la forma del espermatogonio, pasando por las divisiones mitóticas correspondientes y las posteriores diferenciaciones de espermatocitos I y espermatocitos II, asimismo discuten las similitudes encontradas con las células germinales de otros peces teleosteos.

En un interesante estudio, Luz & Portella (2005) indican que para el establecimiento de parámetros de evaluación para larvas y juveniles es altamente necesario la estimación de la tasa de resistencia al estrés (Re). En ese sentido, post-larvas de 13, 16, 19, 23 y 26 días de vida fueron sometidas a pruebas de Re. Grupos de veinte animales fueron puestos en vasos de laboratorio de capacidad 1 litro y conservados entre 27-28.5 °C. Cinco tratamientos fueron evaluados: E3: 3 min; E5: 5 min; E7: 7 min; E10: 10 min y E15: 15 min en papel secante demostrando que los valores de Re se incrementan en aquellas post-larvas de 13 a 19 días de vida en todos los tratamientos, indicando un incremento a la resistencia relacionada con el período de desarrollo larval. Altas tasas de Re fueron observadas durante la totalidad del experimento. En conclusión, el fasaco en las etapas de post-larva y juvenil es también muy resistente a la exposición al aire atmosférico.

9. ASPECTOS FISIOLÓGICOS

Debido a los escasos estudios existentes en el área del río Ctlamochita (Argentina), Grassi *et al.* (2007) caracterizaron citogenéticamente a las poblaciones de *H. malabaricus* y relacionaron los resultados obtenidos con otros citotipos existentes. Ellos manifiestan que *H. malabaricus* representa a un grupo de especies crípticas las cuales están bien caracterizadas a nivel citogenético (diagnóstico de 7 citotipos distintos hasta el presente, A hasta la G). Sus diferencias se basan especialmente en la diversidad de números diploides (2n:39 y 2n:42) y a la presencia de

sistemas de determinación sexual cromosómica simples como el sistema XX/XY, y múltiples, como los sistemas X1X1X2X2/X1X2Y y XX/XY1Y2. Las técnicas empleadas fueron la coloración convencional con Giemsa. Ellos analizaron 32 ejemplares los cuales presentaron en su totalidad un número diploide de 42 cromosomas y la ausencia de cromosomas sexuales morfológicamente diferenciados. De acuerdo al número y a las características cariotípicas, la población de Ctlamochita pertenecería al citotipo denominado "A". La ocurrencia de este citotipo en la citada cuenca podría explicarse por varias hipótesis, las cuales no son necesariamente mutuamente excluyentes. La más consistente de ellas plantea la dispersión de poblaciones de este citotipo (aparecido hace aproximadamente 23 millones de años), mediada por los efectos de glaciaciones recientes y a través de antiguas conexiones fluviales.

En otro interesante estudio, Bertollo *et al.* (1997), sugiere que la diversificación del cariotipo y su distribución entre las poblaciones de *H. malabaricus* deberían ser replanteadas. Ellos encontraron dos citotipos denotados como A y B. Aunque ambos tuvieron 2n=40 cromosomas meta-submetacéntricos, estos dos citotipos presentaron algunas características que permiten distinguirlos claramente entre sí al ser más evidente el tamaño relativo del primer par de cromosomas. En el citotipo A este cromosoma fue mayor que los pares inmediatamente siguientes, un hecho no observado en el citotipo B. Esta diferencia no puede ser atribuida a regiones heterocromáticas adicionales, como lo mostrado por el cromosoma de la banda C. La distribución geográfica del citotipo B parece ser más amplia comparando con el del citotipo A, siendo más disperso entre zonas hidrográficas brasileñas, alcanzando el del Noreste argentino. Sin embargo, el citotipo A también puede ser encontrado en otros países, como lo es el caso de la población de Paramaribo, en Surinam. Este estudio sostiene la hipótesis de que *H. malabaricus* es una especie compleja.

Por su parte, Dergam *et al.* (1998) realizaron un amplio estudio sobre los aspectos biogeográficos del fasaco en los ríos Iguazú, Tibagi y Paraná usando herramientas moleculares (análisis de muestras de peces con marcadores genómicos RAPD-PCR). Debido a la alta diversidad genética encontrada en las muestras de los ríos Paraná y Tibagi, los autores sugieren que en esas zonas existe una fuerte estructuración poblacional y hasta la posible ocurrencia de especies no descritas. Por otro lado, todos los alelos de las muestras colectadas de las cabeceras del río Tibagi estuvieron presentes en las muestras del Iguazú lo cual sugiere que una antigua población o alguna otra con similar estructura genética

a las del río Tibagi podría haber sido la que dio origen a la población del río Iguazú.

10. ENFERMEDADES Y PARÁSITOS

Pavanelli *et al.* (2000) realizaron un estudio en la planicie de inundación del alto río Paraná, donde capturaron 499 especímenes de peces de 57 especies diferentes, entre los cuales se encontraba el fasaco, especie de la cual capturaron 59 ejemplares, estando 42 de ellos completamente parasitados con un porcentaje de prevalencia de 71.2%. Entre los principales parásitos del fasaco encontrados en este trabajo de investigación podemos mencionar la siguiente lista:

- Monogenea
- Digenea (metacercaria)
Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum
- Digenea
- Nematoda
- Acantocephala
Quadrigyrus machadoi
- Copepoda

La ocurrencia de *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* era conocido normalmente en *Plagioscion squamosissimus* (corvina), sin embargo en dicho estudio el parásito fue registrado en *Hoplias malabaricus* (fasaco), *Cichla monoculus* (tucunaré) y en el ciclido *Satanoperca pappaterra* (bujurqui). Esta larva de digeneo ataca el globo ocular del pez (humor acuoso) y muestra una baja especificidad por el hospedero.

Otro parásito que demostró lo mismo fue el acantocéfalo *Quadrigyrus machadoi* que fue registrado en varios hospederos como *Hoplias malabaricus*, *Cichla monoculus* y *Hemisorubim platyrhynchos*. Este parásito fue encontrado tanto en forma larval como en forma adulta infestando al fasaco. Estudios más detallados sobre el ciclo de vida del parásito serían necesarios para entender este fenómeno. Los autores sugieren que probablemente exista algún ítem alimenticio en común entre estas especies de peces que sea utilizado por el parásito como hospedero intermediario.

11. EXPERIENCIAS DE CULTIVO

El fasaco presenta en su crianza en cautiverio una limitación debido a problemas relacionados al hábito alimenticio carnívoro, el cual conlleva altos índices de mortalidad en los primeros días de vida (Luz *et al.* 2000), ya que asociado al canibalismo, las densidades

de siembra es otro factor importante a ser considerado por interferir en el crecimiento y eficiencia alimenticia y sobre todo en la sobrevivencia (Iwamoto, 1986).

En ese sentido, Luz *et al.* (2003) desarrollaron un estudio probando diferentes densidades de siembra en el cultivo de alevinos de fasaco, con peso y longitud total promedio de 12.52 g de 10.5 cm, respectivamente, previamente adiestrados a recibir dietas artificiales. Los peces fueron distribuidos en 6 tanques de 5 m², a una densidad de 1 y 4 peces/m², respectivamente y fueron alimentados *ad libitum* dos veces al día (8 y 14 h) con una ración comercial extrusada de 42% de proteína. Durante el estudio observaron que a mayor densidad de siembra, los alevinos forman cardúmenes para la captura de las raciones, no registrándose agresividad entre los peces. El aumento de la densidad de siembra contribuye al no territorialismo entre los peces, y consecuentemente a una disminución del canibalismo.

Se observó también que a menor densidad existe mayor heterogeneidad de tamaño entre los peces lo que coincide con Luz *et al.* (2000), que mencionan ser uno de los factores que llevan al canibalismo. La heterogeneidad encontrada en este tratamiento podría contribuir para una menor sobrevivencia de los peces.

Los datos de sobrevivencia, conversión alimenticia, ganancias de peso diario y crecimiento de los diferentes tratamientos durante el periodo experimental fueron sometidos a la prueba de *t* de Student, resultados que pueden observarse en la (Tabla 3).

Tabla 3. Sobrevivencia, ganancia de peso diario, ganancia en longitud total, y conversión alimenticia de alevinos de fasaco *H. malabaricus* cultivados en diferentes densidades. Tomado de Luz *et al.* (2000).

	DENSIDAD DE CULTIVO	
	1 pez/m ²	4 peces/m ²
Sobrevivencia (%)	86.7 ± 11.5	96.7 ± 2.8
Ganancia en peso diario (g)	0.70 ± 0.45	0.38 ± 0.07
Ganancia en longitud (cm)	8.0 ± 2.8	7.3 ± 0.5
Conversión alimenticia	1.6 ± 0.46	1.2 ± 0.18

En base a los resultados obtenidos en este estudio, se puede afirmar que los alevinos de fasaco pueden ser criados en densidades de 1 y 4 peces/m² sin ser afectado su desempeño productivo, siendo que a densidades de 4 peces/m² presenta mejores índices de sobrevivencia.

En el Brasil, Luz *et al.* (2002) ejecutaron un estudio de larvicultura del fasaco en agua dulce y agua salina utilizando 3 tratamientos: T1: cultivo en agua dulce, T2: en agua a 2% de salinidad, y T3: en agua a 4% de

salinidad, a una densidad de 10 larvas/L en 12 recipientes con volumen de agua de 1.5 L dotados de un sistema de aireación. Los recipientes fueron totalmente cubiertos con lona plástica manteniendo un ambiente interno oscuro y los peces alimentados con proporciones diarias de 300 náuplios de *Artemia*/larva del 1° al 5° día, de 600 náuplios de *Artemia*/larva del 6° al 10° día, y de 900 náuplios de *Artemia*/larva del 11° al 15° día, siendo la cantidad diaria de náuplios divididas en 3 raciones (8, 11 y 17 h). Antes de la última alimentación del día, era realizada una limpieza de los recipientes, los detritos del fondo eran sifoneados, y el 75% del volumen de agua era renovado con agua a temperatura semejante. En este momento se observaba la ocurrencia de mortalidad.

Seguidamente realizaron pruebas de resistencia al estrés según donde de cada recipiente se capturaban de 6 a 10 alevinos los cuales eran colocados en papel secante por 180 segundos para luego devolverlos a sus recipientes donde se los dejaba en calma por un período de 2 horas, observando su comportamiento y mortalidad. Al final de ese período verificaban el estado de los individuos, considerando como “debilitados” a aquellos que se encontraban vivos pero perdían la postura en el sustrato de los acuarios, y “recuperados” a aquellos que se encontraban nadando normalmente en la columna de agua. Con esos datos calcularon la tasa de resistencia al estrés (%).

Al final del experimento la alta tasa de sobrevivencia en los 3 tratamientos indican que el sistema de cultivo (densidad de 10 larvas/L, ambiente interno oscuro, y alimentación con náuplios de *Artemia*, en las proporciones utilizadas) mostró ser eficiente para el desenvolvimiento inicial de ésta especie, considerada carnívora, voraz y depredadora. También afirman que los alevinos de fasaco no presentaron signos o síntomas de falta de adaptación a los tratamientos de salinidad, sino que se permitió la utilización de medios salinizados en su larvicultura, con el propósito de evitar la aparición de hongos y bacterias.

Finalmente las condiciones de cultivo mostraron ser eficientes, posibilitando altas tasas de sobrevivencia (valores medios superiores a 91.6%), siendo la *Artemia* un alimento atractivo y eficiente. También se probó que distintos niveles de salinidad utilizados no afectaron el desenvolvimiento de las larvas y alevinos.

En otro estudio realizado por Luz *et al.* (2003), ellos evaluaron el efecto del diámetro del pellet en la supervivencia y crecimiento de juveniles de fasaco, utilizando dos grupos (T1 y T2) de peces los cuales fueron de peso y tallas homogéneas. Los cultivaron a una densidad de 3 juveniles/L en 10 L de agua con flujo medio de 0.3 L/min, aireación artificial y régimen de

oscuridad total. Los dos grupos fueron alimentados con una dieta comercial de 45% PB y 10% EE y con diámetros de <0.8 mm (D1) y 2.8 mm (D2), con los cuales fueron definidos 4 tratamientos (T1D1, T1D2, T2D1, T2D2), obteniendo como resultado que los peces del T2D2 tuvieron mejores crecimientos en peso y longitud en comparación al T2D1, mientras que los peces del T1D1 y T2D1 (peces alimentados con la dieta D1) no mostraron diferencias significativas. Si bien la dieta D2 generó los mejores resultados de crecimiento en este pez, su efecto se pudo enmascarar parcialmente debido a que los lotes alimentados con ella presentaron mayor canibalismo, existiendo diferencias significativas entre los 2 tipos de pellets en cuanto a la supervivencia y canibalismo.

12. BIBLIOGRAFÍA

- ALCÁNTARA FB, CHÁVEZ CV, RODRÍGUEZ LC, CAMARGO WN, KOHLER CC, COLACE M, TELLO S. Gamitana (*Colossoma macropomum*) and Paco (*Piaractus brachypomus*) culture in floating cages in the Peruvian Amazon. World Aquaculture Magazine, 2003; 34(4): 22-24.
- ALCÁNTARA FB, DE JESÚS M, KOHLER CC, CAMARGO WN. Manual de reproducción inducida de Gamitana y Paco. PD/A/CRSP. Iquitos, Perú. 12 pp. 2001.
- ARAÚJO-LIMA CARM, GOULDING M. So Fruitful a Fish: Conservation and Aquaculture of the Amazon's Tambaqui. Columbia University Press. New York City. 1997.
- ARBELÁEZ-ROJAS G, MACHADO-FRACALOSI D, FIM JI. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. Rev. Bras. Zootec., 2002; 31(3):1059-1069.
- ARIDE PHR, ROUBACH R, NOZAWA SE, VAL AL. Tambaqui growth and survival when exposed to different photoperiods. Acta Amazonica, 2006; 36(3):381-384.
- BANQUETT-CANO C, JURIS-TORREGROSA G, OLAYA-NIETO CW, SEGURA-GUEVARA FF, BRÚ-CORDERO SB, TORDECILLA-PETRO G. Hábitos alimenticios del moncholo *Hoplias malabaricus* Bloch (Pisces: Erythrinidae) en la Ciénaga Grande de Lórica, Sistema río Sinú, Colombia. Dalia – Rev. Asoc. Colomb. Ictiol., 2005; 8:79-88.
- BERTOLLO L, MOREIRA-FILHO O, SOARES M. KARYOTYPIC diversity and distribution in *Hoplias malabaricus* (Pisces, Erythrinidae):

- Cytotypes with $2n=40$ chromosomes. Brazilian Journal of Genetics, 1997; 20(2): 237-242.
- BETANCOURT-VÁSQUEZ B, HUMANEZ JC, OLAYA-NIETO CW, TORDECILLA-PETRO G, SÁNCHEZ-BANDA SE, SEGURA-GUEVARA FF, BRÚ-CORDERO SB. Tallas y edades de madurez sexual del moncholo (*Hoplias malabaricus* Bloch 1794) en la Ciénaga Grande de Lórica (Colombia). III Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2004. [Consultado el 12 de agosto del 2007] 7 pp. Disponible en: www.civa2006.org
- BISTONI M, HARO J, GUTIÉRREZ M. Feeding of *Hoplias malabaricus* in the wetlands of Dulce river (Córdoba, Argentina). Hidrobiología, 1995; 316(2): 103-107.
- BOTHAM MS, KRAUSE J. Shoals receive more attacks from the wolf-fish *Hoplias malabaricus* Bloch 1794). Ethology, 2005; 111(10): 881-890.
- BRANDÃO FR, GÓMES LC, CHAGAS EC, DE ARAÚJO LD. Stocking density of tambaqui juveniles during second growth phase in cages. Pesq. Agropec. Bras. 2004; 39(4):357-362.
- CAMPOS LC, KOHLER CC. Aquaculture of *Colossoma macropomum* and related species in Latin America. American Fisheries Society Symposium, 2005; 46:541-561.
- CASADO P, ALCÁNTARA FB, RODRÍGUEZ LA, CHU-KOO FW. Uso de la harina de trigo regional en la alimentación de gamitana *Colossoma macropomum*. En: IIAP editores. Memoria Institucional IIAP 2006. Investigación para el Desarrollo de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. Páginas 29-30. 2006.
- CASTRO D. Peces del río Putumayo: sector de Puerto Leguizamo. CORPOAMAZONIA. Mocoa, Colombia. 174 pp. 1997.
- CEZAR G, MASSATO R, MIYUKI P, PÉREZ M, KAYOKO L, MARCOLINO G, ISACC A, DE CARVALHO S, GALVAO J. Ictioparasitología. Relatório Técnico. Universidade Federal do Paraná. NUPELIA, 181 pp. 2000.
- CHELLAPA S, CHELLAPA NT, BARBOSA WB, HUNTINGFORD FA, BEVERIDGE MCM. Growth and production of the Amazonian tambaqui in fixed cages under different feeding regimes. Aquaculture International, 1995; 3(1):11-21.
- CHU-KOO FW, ALCÁNTARA FB. De la selva su acuicultura. Sobre los Avances en Acuicultura en la Amazonía Peruana y las Oportunidades de Inversión. Perú Económico, 2007; 30(1):11-12.
- CHU-KOO FW, ALVÁN. Uso de alimento extrusado en la alimentación de gamitana (*Colossoma macropomum*) y del híbrido pacotana (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en Loreto. En: IIAP editores. Memoria Institucional del IIAP 2006. Investigación para el Desarrollo de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. Páginas 24-25. 2006.
- CHU-KOO FW, KOHLER CC. Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana *Colossoma macropomum*. En: Renno JF, García CR, Duponchelle F, Nuñez J, editors. Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura. 184-191p. 2006.
- CHUQUIPIONDO JM, GALDÓS A. Influencia de la harina de plátano *Musa paradisiaca* L. en el crecimiento de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. UNAP. Iquitos, Perú. 79 pp. 2005.
- COGOLLO-BULA A, RODRÍGUEZ-PEROZA B, OLAYA-NIETO CW, MERCADO-SILGADO J. Conducta reproductiva del moncholo (*Hoplias malabaricus*) en condiciones naturales. En: Memorias VI Simposio Colombiano de Ictiología. P28. 2001.
- CROSSA N. Aspectos relacionados a produção pesqueira no reservatório Rincón del Bonete no rio Negro (Durazno - Tacuarembó, Uruguay). Dissertação de Mestrado en Ciencias Biológicas. Universidade Estadual Paulista (UNESP). 1994.
- DAHL G. Los peces del norte de Colombia. Inderena. Bogotá, Colombia. 1971.
- DAHL G, MEDEM F. Informe sobre la fauna acuática del río Sinú. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú. Departamento de Investigaciones Ictiológicas y Faunísticas. Bogotá, Colombia. 1964.
- DERGAM JA, SUZUKI HI, SHIBATTA OA, DUBOC LF, JÚLIO JHF, GIULIANO-CAETANO L, BLACK IV WC. Molecular biogeography of the Neotropical fish *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae: Characiformes) in the Iguacu, Tibagi and Parana rivers. Genet. Mol. Biol. [online]. 1998; vol. 21, no. 4 [citado el 15-01-2008]. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47571998000400015&lng=en&nrm=iso
- DRIEDZIC WR, PHLEGER CF, FIELDS JHA, FRENCH C. Alterations in energy metabolism associated with the transition from water to air breathing in fish. Can. J. Zool., 1978; 56(4): 730-735.

- FERNANDES JBK, LOCHAMANN R, ALCÁNTARA FB. Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of diet ingredients for pacu *Piaractus brachypomus*. *Journal of World Aquaculture Society*, 2004; 35:237-244.
- GALVIS G, MOJICA JL, CAMARGO M. Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte. Bogotá, Colombia. 1997.
- GODOY M. Peixes do Brasil. Subordem Characoidei, Bacia do rio Mogi Guassu. Editora Franciscana. Piracicaba. Brasil. Vol. 3. 1975.
- GÓMES LC, CHAGAS EC, MARTINS-JUNIOR H, ROUBACH R, ONO EA, DE LOURENCO JN. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture*, 2006; 253(1-4):374-384.
- GONZÁLES AR, DE GONZÁLES EMG. Tasa de consumo de alimento por *Colossoma macropomum* (Pises: Characidae) cultivados en jaulas flotantes. *Zootecnia Tropical*, 1996; 14(1):79-88.
- GRASSI D, FENOCCHIO A, PASTORI M, RONCATI H. Caracterización citogenética de poblaciones de *Hoplias malabaricus* en el río Ctlamochita. Cátedra de Citogenética General. FCEQyN-UNAM-Posadas-Misiones. Departamento de Gestión Ambiental. Municipalidad de Río Tercero. Provincia de Córdoba. 2007.
- GUTIÉRREZ W, ZALDÍVAR J, DEZA S, REBAZA M. Determinación de los requerimientos de proteína y energía de juveniles de paco *Piaractus brachypomus* (Pisces, Characidae). *Folia Amazonica*, 1996; 8(2):35-44.
- HECHT T, PIENAARA. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. *Journal of World Aquaculture Society*, 1993; 24(2): 247-261.
- HENSLEY DA, MOODY DP. Occurrence and possible establishment of *Hoplias malabaricus* (Characoidei: Erythrinidae) in Florida. *Florida Scientist*, 1975; 38: 122-128.
- IWAMOTO R, MYERS J, HERSHBERGER W. Genotype-environmental interactions for growth of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, 1986; 57(14): 151-153.
- INOUE LAKA, SENHORINI JA, FILHO EZ. Growth of pacu juveniles in nightly aerated system. *Acta Scientiarum*, 2003; 5(1):45-48.
- JACQUOT R. Organic constituents of fish and foods. In: Fish and food. Vol. I. Borgstrom G. editors. Academic Press, New York, USA. 144-192 p. 1961.
- LUZ RK, SALARO AL, SOUTO EF. Avaliação de canibalismo e comportamento territorial de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). *Acta Scientiarum*, 2000; 22(2): 465-469.
- LUZ, RK, SALARO AL, SOUTO EF, REIS A, SAKABE R. Desenvolvimento de alevinos de trairão com dietas artificiais em tanques de cultivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2001; 30(4): 1159-1163.
- LUZ RK, PORTELLA MC. Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em agua doce e agua salinizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2002; 31(2): 829-834.
- LUZ RK, PORTELLA MC. Utilização de alimento vivo e alimento inerte na larvicultura de trairão *Hoplias lacerdae* (Abstract). XXIV Congresso Brasileiro de Zoologia Itajai, SC, Brazil. CD Rom. 2002.
- LUZ RK, SALARO AL, SOUTO EF, OKANO WY, LIMA RR. Condicionamento alimentar de alevinos de trairão (*Hoplias cf. Lacerdae*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2002; 31(5): 1881-1885p.
- LUZ RK, MUÑOZ AP, GUERRERO CE, PORTELLA MC, CARNEIRO DJ. Efecto del diámetro del pellet en la supervivencia y crecimiento de juveniles de trairão (*Hoplias lacerdae*). II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2003. [Consultado el 22 de octubre del 2007] 8 pp. Disponible en: www.civa2003.org
- LUZ RK, PORTELLA MC. Tolerance to the air exposition test of *Hoplias lacerdae* larvae and juveniles during initial development. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 2005; 48(4): 567-573.
- MACHADO C, GAROFALO M, ROSELINO J, KETTELHUT I, MIGLIORINI R. Effect of fasting on glucos turnover in a carnivorous fish (*Hoplias* sp.). *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 1989; 256:612-615.
- MILES C. Peces del río Magdalena. Ministerio de Economía Nacional. Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. Bogotá, Colombia. 1947.
- NEGRÃO JN, CARVALHO E, FORESTI F, QUAGIO-GRASIOTTO I. Spermatogonia and spermatocyte ultrastructure in *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae). *Journal of Zoology*, 2002; 257(6): 287-293.
- NELSON JS. Fishes of the world. John Wiley and Sons. New York, USA. 1994.
- OLAYA-NIETO CW, BRÚ-CORDERO SB, SEGURA-GUEVARA F, TORDECILLA-PETRO G. Estimación de los parámetros biológicos

- básicos de peces comerciales del río Sinú – Fase I. Informe final. Documento de Trabajo. Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP. Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba. Lórica, Colombia. 2004.
- OLIVEIRA R, NOGUEIRA F. Characterization of fishes and subsistence fishing in the pantanal de Mato Grosso, Brazil. *Rev Bras Biol.*, 1999; 6(3): 433-445.
- OYAKAWA OT. Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. Family Erythrinidae (Trahiras). In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr. CJ. editors. Editora da Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – EDIPUCRS. Porto Alegre, Brasil. 238-240 p. 2003.
- PIENAAR A. A study of coeval sibling cannibalism in larval and juvenile fishes and its control under cultura conditions. Master of Science Thesis. Rhodes University. Grahamstow. South Africa. 162 pp. 1990.
- QUAGIO-GRASIOTTO I, NEGRÃO JN, CARVALHO E, FORESTI F. Ultraestructura of spermatogenic cells and spermatozoa in *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae). *Journal of Fish Biology*, 2001; 56(6): 1494-1502.
- RÍOS F, KALININ A, FERNANDES M, RANTIN F. Changes in gut morphology of traira, *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Erythrinidae) during long-term starvation and after refeeding. *Brazilian Journal of Biology*, 2004; 64(3b): 683-689.
- SAKABE R, SALARO AL, LUZ RK, SOUTO EF. Densidade de estocagem de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*), cultivados durante o periodo de inverno. En: XI Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Florianópolis. CD Rom. 2000.
- SÁNCHEZ RM, GALVIS G, VICTORIANO PF. Relación entre características del tracto digestivo y los hábitos alimentarios de peces del río Yucao, sistema del río Meta (Colombia). *Gayana*, 2003; 67(1): 75-86.
- SATO Y. Reprodução de peixes da Bacia do Rio São Carlos. Tese de Doutorado em Ecología e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos. 179 pp. 1999.
- SUÁREZ J, PEREYRA GP, CHU-KOO FW. Utilización de la torta de castaña brasilera en la alimentación de gamitana *Colossoma macropomum*. En: IIAP editores. Memoria Institucional IIAP 2006. Investigación para el Desarrollo de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. Páginas 28-29. 2006.
- SUNDIN L, REID S, KALININ A, RANTIN F, MILSOM W. Cardiovascular and respiratory reflexes; the tropical fish, traira (*Hoplias malabaricus*) O₂ chemoresponses. *Respir. Physiol.*, 1999; 116(2-3): 181-199.
- TAPHORN D. The characiform fishes of the Apure River drainage. Venezuela. 1992.
- TORDECILLA-PETRO G, SÁNCHEZ-BANDA S, OLAYA-NIETO C. Crecimiento y mortalidad del moncholo (*Hoplias malabaricus*) en la Ciénaga Grande de Lórica, Colombia. *MVZ – Córdoba*, 2005; 10(2): 623-632.
- VAL AL, HONCZARYK A. Criando peixes na Amazonia. Edit. INPA. Manaus, 160 pp. 1995.
- VANDER MEER MB, ZAMORA JE, VERDERGEM MCJ. Effect of dietary lipid level on protein utilization and the size and proximate composition of body compartments of *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquaculture Research*, 1997; 28:405-417.
- VASQUEZ-TORRES W, PEREIRA-FILHO M, ARIAS-CASTELLANOS JA. Estudos para composição de uma dieta referência semipurificada para avaliação de exigencias nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier 1818). *Rev. Bras. Zootec.*, 2002; 31(1): 283-292.

