



**COMUNICACIONES DEL
III COLOQUIO DE LA RED DE
INVESTIGACIÓN SOBRE LA
ICTIOFAUNA
AMAZÓNICA
-RIIA-**

**Agua, Biodiversidad, Manejo de Recursos Ícticos y Piscicultura Sostenible en la
Amazonia**

Editores:

Edwin Agudelo Córdoba & Fabrice Duponchelle

<http://www.riiaamazonia.org>

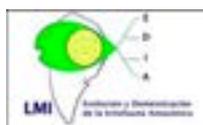
08-12 de Noviembre 2011

Leticia, Amazonas (Colombia)





Coloquio financiado por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y el Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo – IRD, con la participación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (antes MAVDT), la Cooperación Regional Francesa para los Países Andinos, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, el Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia, el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER, la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica – OTCA, la Gobernación del departamento de Amazonas, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos – IAVH, el Programa Trinacional Putumayo – Tres Fronteras, la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia – CORPOAMAZONIA y el Banco de la República Sucursal Leticia.



Av. Vásquez Cobo con Calles 15 y 16 Leticia (Colombia)
<http://www.sinchi.org.co>



Institut de Recherche pour le Développement – IRD,
44 boulevard de Dunkerque, CS 90009
F-13572 Marseille Cedex 02, France.
<http://www.ird.fr>

Cítese esta obra como:

Agudelo, E. & F. Duponchelle (Eds). 2012. Comunicaciones del III Coloquio Internacional de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica –RIIA-. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi e Institut de Recherche pour le Développement –IRD. Leticia, Colombia. 210 p.

©Instituto SINCHI – Bogotá, Noviembre 2012
ISBN: 978-958-8317-74-8





PREFACIO

Por iniciativa de los Institutos de Investigación de la Amazonia (IIAP – Perú, INPA – Brasil, SINCHI – Colombia), del IRD de Francia y de algunas universidades de América del Sur, fue establecida en 2005 la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica – RIIA (www.riiaamazonia.org), con el objeto de intercambiar información técnica y científica sobre temáticas relacionadas con los peces y promover la estandarización de protocolos de estudio para que los datos adquiridos en distintos países amazónicos puedan compararse o utilizarse conjuntamente, en razón a que buena parte de los recursos acuáticos utilizados en las labores diarias de pesca de la Amazonia, son compartidos entre países o se capturan en ecosistemas compartidos por los países.

En el marco de esa iniciativa se realizó en Colombia, el III encuentro científico de la RIIA, para lo cual, investigadores de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Francia hicieron presencia en Leticia durante una semana de trabajo, socializando 55 conferencias sobre ecología, biología, pesquerías, genética y piscicultura, provenientes de las siguientes instituciones: Acuíoriente – Langostinos del Llano – Colombia; Alcaldía de Leticia – Colombia; CEPS “Nuestra Señora de la Salud” – Perú; Dirección Regional de la Producción de Loreto DIREPRO-L – Perú; Escuela Politécnica Nacional – Ecuador; Fondo Mundial para la Naturaleza WWF – Colombia; Fundación Centro de Desarrollo al Indígena Amazónico – CEDIA – Perú; Fundación Quinaxi; Fundación Tropenbos – Colombia; Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi – Colombia; Instituto de Estudos e Pesquisas Agroambientais e Organizações Sustentáveis IEPAGRO – Brasil; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Colombia; Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – Perú; Instituto de Pesquisas da Amazonia – INPA – Brasil; Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo, oficinas de Brasil, Francia y Perú; Instituto Geofísico del Perú; Municipalidad Distrital de San Juan – Perú; Muséum National d’Histoire Naturelle, Département Milieux et Peuplements Aquatiques – UMR – Francia; Neopez - Acuica – Colombia; Proyecto Especial de Desarrollo Integral de la Cuenca del río Putumayo PEDICP – Perú; Universidad de la Amazonia – Colombia; Universidad de los Llanos – Colombia; Universidad Federal de Alagoas – Brasil; Universidad Nacional de Colombia Sede Leticia – Colombia; Universidad Nacional Federico Villareal – Perú; Universidade Federal de Rio Grande do Norte UFRN – Brasil; Universidade Federal de Rondônia UNIR – Brasil; Universidade Federal do Estado do Amazonas UFAM; Universidad de San Marcos – Perú; Wildlife Conservation Society – WCS – Ecuador

En este encuentro se ratificó la importancia de los peces y de los ecosistemas acuáticos en el diario vivir de los pobladores de la Amazonia y en la dinámica de las economías locales y regionales, presentándose avances particulares en la investigación de varias especies de alto interés. Se indicó que existen tendencias de sobre utilización en los peces de elevada demanda comercial debido al intenso mercadeo local y extraregional, lo cual ratifica la necesidad de continuar con la investigación e innovación tecnológica hacia el manejo y aprovechamiento de poblaciones silvestres de peces y de especies susceptibles de producción en cautiverio, como estrategia de producción sostenible.





Este libro recoge buena parte de los avances presentados por los miembros de la RIIA. Su elaboración ha sido posible gracias al apoyo de las instituciones organizadoras, a la colaboración de los investigadores de la Red y al desmedido interés y dedicación del grupo editorial, quien fue responsable tanto de la organización del III Coloquio como de la compilación y edición de los trabajos presentados en Leticia.

Leticia y Lima, Noviembre 2012

Dra. Luz Marina Mantilla C.
Directora General
Instituto Amazónico de
Investigaciones Científicas Sinchi

Dr. Jean-Loup Guyot
Representante del
Institut de Recherche pour le
Développement (IRD) en el Perú





***III COLOQUIO DE LA RED DE
INVESTIGACIÓN SOBRE
LA ÍCTIOFAUNA AMAZÓNICA - RIIA***







CONTENIDO

pag

APERTURA.....12

La variabilidad hidrológica y climática reciente en la cuenca del río Amazonas: un enfoque particular sobre los eventos hidrológicos extremos. **Jhan Carlo Espinoza, Josyane Ronchail, Jean Loup Guyot, William Santini**

ECOLOGÍA, BIOLOGÍA Y PESQUERÍAS.....21

Diversidad y producción de la ictiofauna amazónica ecuatoriana. **Ramiro Barriga....22**

Situación actual de la pesca en la Amazonía peruana, con énfasis en Loreto. **Aurea García, Gladys Vargas, Sonia Deza, Salvador Tello y Fabrice Duponchelle.....29**

Dinâmica da pesca no trecho de Costa Marques (Rondônia) a Humaitá (Amazonas) na bacia do rio Madeira, entre abril/2009 e março/2011. **Carolina Rodrigues da Costa Doria, Maria Alice Leite Lima, Marina Luísa Fonseca, Sérgio Augusto da Silva Monteiro, Livia Maciel Lopes, Haissa Melo de Lima, José Meirelles Monteiro Neto y Miguel Petreire Júnior.....34**

Débil efecto de la pérdida de hábitat por el cambio climático sobre las tasas de extinción de peces dulceacuícolas: un análisis global. **Pablo A. Tedesco, Thierry Oberdorff, Jean-François Cornu y Bernard Hugueny.....40**

Situación actual de la pesquería ornamental en la región Loreto (Amazonia Peruana) años 2000 y 2010. **Aurea García, Gladys Vargas, Homero Sánchez, Salvador Tello, Rosa Ismiño y Fabrice Duponchelle.....46**

Pesquerías Continentales en Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. **Carlos Andrés Lasso Alcalá, Francisco de Paula Gutiérrez, Mónica Morales-Betancourt, Edwin Agudelo Córdoba, Hernando Ramírez y Rosa E. Ajiaco.....52**

Estrutura de tamanhos de assembleias de pesca No Solimões – Amazonas como indicador do estado de exploração **Nidia Noemi Fabré, Victoria J. Isaac y Vandick S. Batista.....57**

El estado del arte de los estudios del ictioplancton en la Amazonia. **Rosseval Leite.....64**

Táticas reproductivas: alterações temporais x alterações ambientais. **Sidineia Amadio y Rodrigo Neves dos Santos.....69**

Diversidad íctica andino amazónica colombiana, estudio de caso río hacha (Florencia-Caqueta). **Marlon Peláez, Sergio Gaspar, Jhon Harol Remicio y Rafael Miranda.....75**

Adiciones a la lista anotada de los peces continentales del Perú. **Hernán Ortega.... 82**





Resultados Preliminares en el manejo de poblaciones de paiche y arahuana en el Río Putumayo (Perú). **Luis Moya, Amilcar Ortíz, Carlos Vásquez y Hernán Caballero**.....88

Conociendo y valorando nuestros recursos amazónicos a través de las TIC: el caso de *Arapaima gigas*. **José Lisbinio Cruz Guimaraes, Melba Rocío Correa Tang, Saúl Alexander Pinedo Flor, Kember Mejía Carhuanca, Mónica Paola García Córdova**.....95

Hermafroditismo y control del sexo en *Apistogramma bitaeniata*. **Jesús Nuñez, Catalina Díaz, Kary Roque, Filomena Farfan, Jean-François Renno, Susana Sirvas & Fabrice Duponchelle**.....100

Espermatogénesis y oogénesis de la cucha verde amarilla (*Hemiancistrus subviridis*) capturada en Inírida, Guainía. **Paola Moreno Núñez y Miguel A. Landines**.....104

Parâmetros populacionais do *Pinirampus pirinampu* na cachoeira do teotônio no rio madeira, porto velho, rondônia. **Igor Rechetnicow, Carolina Rodrigues da Costa Doria y Luiza Prestes**.....110

Monitoramento da ictiofauna do rio Madeira: ferramenta para conservação e mitigação de impactos da usina de Santo Antônio. **Carolina R. da Costa Doria; Luiz Jardim de Queiroz; Gislene Torrente Vilara, Rosseval Galdino Leite; Cristhiana Paula Röpke; Ariana Cella Ribeiro; Willian Ohara; Maria Alice Leite Lima y Jansen Zuanon**.....115

GENÉTICA Y EVOLUCIÓN.....121

Análisis Preliminar en el Conocimiento Genético de Poblaciones de Arawana Blanca (*Osteoglossum bicirrhosum*) en la Amazonía Colombiana. **Juan C. Bonilla, Victor Piñeros; Edwin Agudelo; Gladys Cardona y Francisco Villa**.....122

Evaluación de la variabilidad genética de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) en la región Loreto mediante marcadores microsatélites. **Werner Chota-Macuyama, Carmen García-Dávila, Fabrice Duponchelle, Diana Castro-Ruiz, Fred Chu Koo, Jesús Núñez Rodríguez y Jean-François Renno**.....127

Avances del estudio de variabilidad genética en cuatro poblaciones naturales de paiche *Arapaima gigas* en la Amazonia peruana. **Carmen García-Dávila (IIAP, Perú), Sophie Querouil, Werner Chota, Diana Castro Ruiz, Juan García, Fred Chu-Koo, Fabrice Duponchelle, Jesús Núñez Rodríguez y Jean-François Renno**.....134

Análisis de la contribución paternal a diferentes familias de *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) en relación con la reproducción y el crecimiento. **Diana Castro-Ruiz, Christian Fernández, Sophie Querouil, Werner Chota-Macuyama, Etienne Baras, Fabrice Duponchelle, Jean-François Renno, Carmen García-Dávila y Jesús Núñez**.....139

PISCICULTURA.....146

Determinação da seletividade alimentar em larvas de matrinxã *Brycon amazonicus*. **Ana Carolina Souza Sampaio, Marle Angélica Villacorta-Correa, Mário Roberto Chim Figueiredo y Geraldo Bernardino**.....147





- Avaliação do efeito de diferentes tratamentos alimentares em larvas de matrinxã, *Brycon amazonicus* (Gunter, 1869) (Teleostei: Characidae). **Ana Carolina Souza Sampaio, Marle Angélica Villacorta-Correa, Mário Roberto Chim Figueiredo y Geraldo Bernardino**.....154
- Crecimiento y parámetros hematológicos de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados bajo tres densidades. **Luis Eloy Soberón Minchán, Fred Chu koo, Fernando Alcántara Bocanegra y David Panduro Tafur**.....160
- Evaluación de tres dietas extrusadas de inicio en el crecimiento, utilización del alimento, composición corporal y parámetros hematológicos de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*). **Fred Chu-Koo, Yuri Ramírez Cárdenas; Ana Rodríguez Veintemilla, Jorge Babilonia Medina y Alfonso Bernuy Rodríguez**.....166
- Insumos y vegetales empleados en la alimentación de peces: una síntesis de la experiencia peruana. **Fred Chu-Koo, Luciano Rodríguez Chu y Christopher C. Kohler**.....174
- El Sistema Acuícola de Reciclaje Integral (SARI), un circuito cerrado que contiene un ecosistema compuesto de peces y plancton. **Sylvain Gilles, Rosa Ismiño, Christian Fernandez, François Kervarec, Jean-François Renno y Jesús Núñez Rodríguez**.....181
- Crecimiento y supervivencia de alevines de “doncella” *Pseudoplatystoma punctifer ex fasciatum* en sistema cerrado. **Christian Fernández, Diana Castro, Sylvain Gilles, Rémi Dugué, François Kervarec, Fabrice Duponchelle, Jean François Renno y Jesús Núñez**.....187
- Cultivo comercial de arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) en el piedemonte amazónico. **Eric Giovanni Argumedo Trilleras**.....192
- Piscicultura amazónica con *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*: dos alternativas sencillas para cultivo. **Ricardo González Alarcón**.....198
- El cultivo de bagres pimelódidos. **José Ariel Rodríguez**.....204







LA VARIABILIDAD HIDROLÓGICA Y CLIMÁTICA RECIENTE EN LA CUENCA DEL RÍO AMAZONAS: UN ENFOQUE PARTICULAR SOBRE LOS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS

Jhan Carlo Espinoza¹, Josyane Ronchail², Jean Loup Guyot³, William Santini⁴

¹. Instituto Geofísico del Perú (IGP) y Universidad Agraria La Molina (UNALM).

². Laboratoire d'Océanographie et de Climat: Expérimentation et Approches Numériques, Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, Paris, France.

³. Institut de Recherche pour le Développement, Brasília, Brazil y Géosciences Environnement Toulouse, Toulouse, France.

⁴. Institut de Recherche pour le Développement, Lima, Perú y Géosciences Environnement Toulouse, Toulouse, France.

INTRODUCCIÓN

La cuenca del Amazonas es la cuenca hidrológica más grande del mundo. Su vertiente cubre alrededor de 6 000 000 km² y su caudal medio es el mayor del mundo, estimado en 200000 m³/s (Callède et al., 2010). Debido a su extensión geográfica, la cuenca del Amazonas se caracteriza por una fuerte variabilidad espacial de las lluvias y de los regímenes hidrológicos (Espinoza et al., 2009a y 2009b). Recientemente, eventos hidrológicos extremos se han registrado en el río Amazonas, los cuales llamaron la atención de la comunidad científica mundial. Estos eventos extremos han dado lugar a severas inundaciones como en 1999, 2006 y 2009 (Ronchail et al., 2006; Chen et al., 2010; Marengo et al., 2011b), y periodos de fuertes sequías como en 1998, 2005 y 2010 (Marengo et al., 2008; Espinoza et al., 2011), los cuales resultan muy perjudiciales para las sociedades que viven cerca del curso de agua así como para la agricultura y los ecosistemas amazónicos (e.g. Asner y Alencar, 2010; Xu et al., 2011; Fernandes et al., 2011).

En este trabajo se realiza una breve descripción de la variabilidad hidrológica actual en la cuenca amazónica. Así mismo, este trabajo resume los resultados más relevantes sobre los eventos hidrológicos extremos ocurridos recientemente y su relación con la variabilidad climática, dando un especial énfasis en la parte andina de la cuenca amazónica. Este estudio se ha hecho posible gracias a nuevos datos obtenidos del observatorio ORE-HYBAM (Hidrología y Geodinámica de la cuenca Amazónica, <http://www.ore-hybam.org>), como parte de la cooperación científica entre el IRD (Instituto Francés de investigación para el desarrollo) y los servicios meteorológicos e hidrológicos de los países amazónicos, lo que ha permitido que por primera vez se integre información de diversos países que forman parte de la gran cuenca amazónica.

LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y EL RÉGIMEN ESTACIONAL DE LAS LLUVIAS EN LA CUENCA AMAZÓNICA

Las regiones más lluviosas de la cuenca amazónica (más de 3000 mm/año) se encuentran cerca del estuario, expuestas a la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ) y en el noroeste de la cuenca (amazonía colombiana, norte de la amazonía ecuatoriana,





noreste de Perú y el noroeste de Brasil). Las precipitaciones también son abundantes en la ubicación media de la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (SACZ), establecida durante el verano austral desde el noroeste del Amazonas hasta el Atlántico sur subtropical (Figura 1a). Las lluvias disminuyen hacia los trópicos y alcanzan unos 2000 mm/año en el sureste de Brasil, menos de 1500 mm/año en el llano peruano-boliviano y en el estado brasileño de Roraima, el cual está protegido por el escudo guayanés de las corrientes húmedas del Atlántico (Figura 1a). Menor precipitación se observa en las regiones altas de los Andes, donde se registra menos de 1000 mm/año sobre los 3000 m.s.n.m. A menor elevación, se registra una fuerte variabilidad espacial, con precipitaciones que varían desde 500 a 3000 mm/año. Esta variabilidad espacial se relaciona con la exposición de las estaciones a los vientos alisios húmedos (generando muchas lluvias en el lado este de los Andes), o por lo contrario, a la protección de las estaciones por las montañas andinas (Espinoza et al., 2009a).

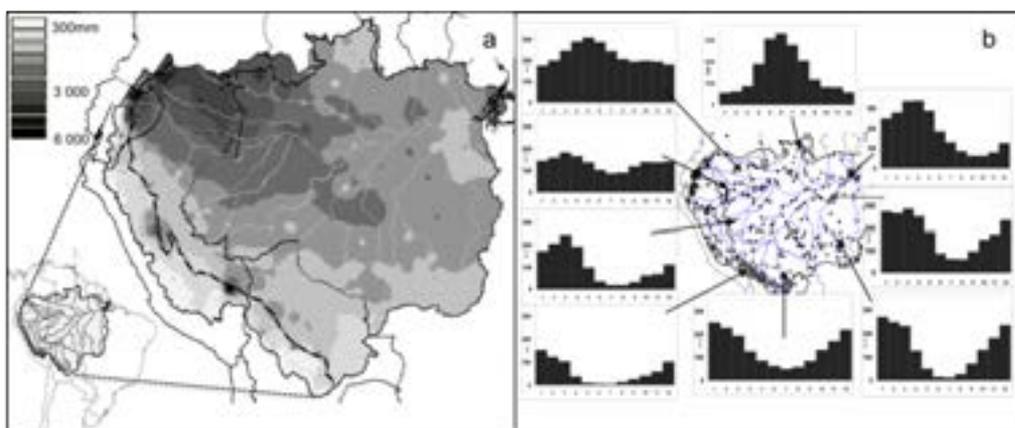


Figura 1. a) Lluvia total anual en la cuenca amazónica para el periodo 1975-2003 (en mm/año). La región andina sobre los 500 msnm está delimitada por la línea en blanco y negro. b) Regímenes anuales de las precipitaciones. Los gráficos muestran la precipitación mensual de las estaciones correspondientes al mismo tipo de régimen. Adaptado de Espinoza et al. (2009a).

Los regímenes de precipitaciones de la cuenca del Amazonas muestran una fuerte oposición entre el norte y el sur (Figura 1b), con una estación lluviosa en junio, julio y agosto-JJA (en diciembre, enero, febrero - DEF) en el norte (sur), debido a la alternancia del calentamiento de cada hemisferio y del sistema de la monzón americana (Vera et al., 2006). Cerca del delta del Amazonas, un máximo en marzo, abril y mayo (MAM) y un mínimo en septiembre, octubre, noviembre (SON) se asocian con la migración estacional de la ITCZ (Figura 1b). En la región noroeste ecuatorial, se observa una mejor distribución de las precipitaciones durante el año, con porcentajes de precipitación trimestrales cercanos al 25% (Espinoza et al., 2009a). Varios regímenes intermedios se observan entre las regiones ecuatoriales y tropicales (Figura 1b). Para mayor información sobre el régimen pluviométrico en la cuenca amazónica, véase Figueroa y Nobre (1990), Marengo, (1992), Espinoza et al. (2009a), etc.



LA VARIABILIDAD HIDROLÓGICA EN LA CUENCA AMAZÓNICA

Diferentes trabajos han mostrado la relación entre el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENSO) y la variabilidad hidrológica y pluviométrica en el noroeste de la cuenca amazónica (e.g., Marengo et al., 1998; Uvo et al., 1998; Ronchail et al., 2002; Williams et al., 2005). En general los autores muestran que en esta región las lluvias y caudales son superiores (inferiores) a lo normal durante La Niña (El Niño). Adicionalmente, trabajos más recientes han mostrado que la señal del ENSO no es significativa hacia el oeste de la cuenca amazónica (e.g. Ronchail et al., 2002; Poveda et al., 2006; Espinoza et al., 2009a, 2009b). Al oeste de la cuenca amazónica, las lluvias y caudales muestran una mayor relación con la variabilidad de la temperatura superficial del mar (SST) en el Atlántico tropical norte. Mientras que la SST es más elevada de lo normal en esta región oceánica, un déficit de lluvias y caudales es observado en el oeste de la cuenca (Yoon y Zeng, 2010), en especial en las cuencas de los ríos Solimões y Madeira (Espinoza et al. 2009b; Lavado et al., in press). Desde finales de los años ochenta la SST del Atlántico tropical norte es más cálida de lo normal (Yoon y Zeng., 2010; Espinoza et al., 2011), lo cual coincide con un cambio de fase de la AMO (Oscilación multidecadal del Atlántico). Recientes estudios sugieren que este incremento de la SST en el Atlántico tropical norte ha originado fuertes sequías en la cuenca amazónica en los últimos 20 años (Marengo et al., 2008; Cox et al., 2008; Espinoza et al., 2011).

EVOLUCIÓN RECIENTE DE LOS CAUDALES Y SEQUÍAS EN EL ALTO SOLIMÕES

La evolución reciente de los caudales en la cuenca amazónica ha sido analizada utilizando información de 13 estaciones hidrométrica de las principales sub-cuencas para el periodo 1974-2004 (Espinoza et al., 2009b). Este análisis muestra que la estabilidad del caudal medio en el curso principal del Amazonas, donde ninguna tendencia ha sido registrada (Callède et al., 2004), se explica por cambios regionales opuestos que involucran principalmente a ríos andinos: un incremento de la escorrentía durante aguas altas en las regiones del noroeste (de color azul en la Figura 2a) y una disminución de la escorrentía en el período de estiaje, particularmente importante en las regiones del suroeste (de color rojo en la Figura 2b).

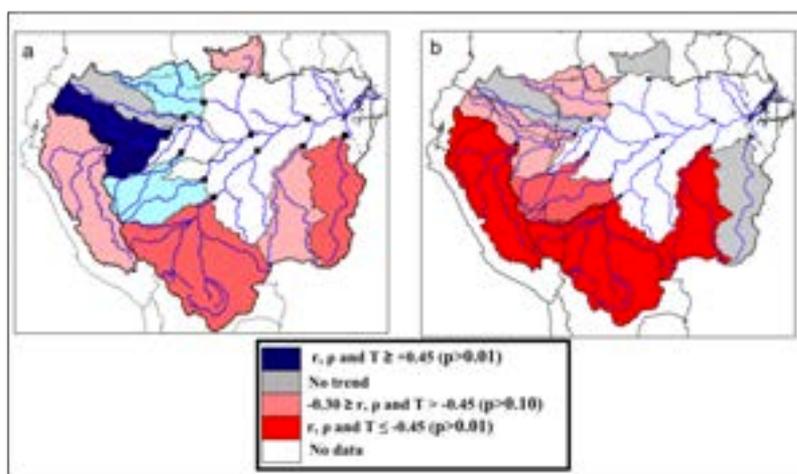


Figura 2.- Coeficientes de correlación de Pearson (r), Spearman (p) y Kendall (T) entre la escorrentía y el tiempo (1974-2004) en las subcuencas amazónicas para (a) los valores máximos



anuales y (b) los valores mínimos. Los valores por encima de 0.30 son significativos al nivel de 90%, aquellos por encima de 0.45 son significativos al nivel de 99%. Los colores indican la señal y la fuerza de la tendencia: rojo (tendencia negativa) y azul (tendencia positiva). Adaptado de Espinoza et al., (2009b).

Desde finales de los años ochenta severas sequías han ocurrido en la cuenca amazónica, las cuales han sido asociadas al calentamiento de la temperatura superficial del mar (SST) en el Atlántico tropical norte, lo cual produce una anormal posición de la ITCZ hacia el norte y una disminución del aporte de humedad hacia la cuenca amazónica (e.g. Marengo, 1992; Uvo *et al.*, 2000, Yoon y Zeng, 2010). Por ejemplo, el origen de la dramática sequía del 2005, especialmente intensa en el suroeste de la amazonía, se atribuye a elevados valores de SST en el Atlántico tropical norte (Zeng et al., 2008; Marengo et al., 2008; Cox et al., 2008).

El oeste de la cuenca amazónica, el alto Solimões o Amazonas peruano, también ha sufrido de manera intensa episodios secos en los últimos años. La parte alta del río Solimões, en la estación hidrométrica de Tamshiyacu sobre el río Amazonas en Perú, tiene un drenaje de 750000 km² (Figura 3a) y un caudal medio de 32000 m³/s, aproximadamente el 16% del caudal en la desembocadura del Amazonas (Espinoza et al., 2006, 2009b). En esta estación se ha registrado una tendencia negativa en la precipitación media anual y el caudal para el período 1970-2004 (Figura 2b y Figura 3b). Así también las frecuentes sequías han sido observadas desde finales de los años ochentas (Figura 3b) (Espinoza et al., 2011).

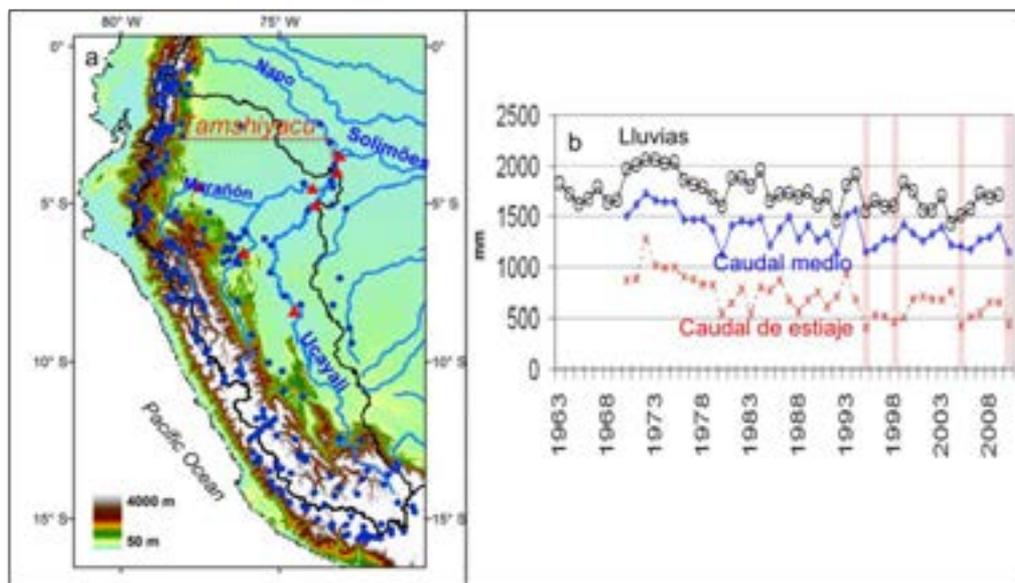


Figura 3. a) Estaciones hidrológicas (triángulos rojos) y pluviométricas (círculos azules) en la cuenca de Tamshiyacu. El nombre de los ríos (azul) y de la estación hidrométrica de Tamshiyacu (rojo) son indicados en Azul. b)

Variabilidad interanual (1963-2010) de la lluvia anual (línea negra), de la escorrentía media (línea azul) y de la escorrentía de estiaje (línea roja) en la estación de Tamshi-



yacu. Las barras verticales indican las 4 principales sequías registradas. Adaptado de Espinoza et al. (2011).

Entre ellas, la sequía del 2010 fue particularmente severa y llevó a las autoridades a declarar estado de emergencia público en la Amazonía peruana, debido a problemas en el transporte fluvial y el abastecimiento de alimentos a la población (SENAMHI Perú comunicado de prensa N ° 076-2010). Espinoza et al., (2011) han realizado una tipología de las sequías extremas registradas en la amazonía peruana (1995, 1998, 2005 y 2010) siendo la más intensa la registrada en septiembre de 2010. En la amazonía peruana, las sequías han sido igualmente asociadas con anomalías positivas de la temperatura superficial del mar (SST) en el Atlántico tropical norte y vientos alisios débiles, así como de un débil transporte de vapor de agua hacia el alto Solimões, que en asociación con el aumento de la subsidencia sobre el centro y sur de la Amazonía, explican la falta de lluvias y los bajos caudales. Sin embargo, en 1998, hacia el final del evento El Niño 1997-1998, la sequía estuvo más relacionada con una fuerte divergencia de vapor de agua en el oeste de la Amazonía, característico de un evento cálido en el Pacífico. Durante la primavera e invierno austral del 2010, se registró la sequía más severa en la cuenca amazónica desde los años 1970 (Figura 3b y 4c). Su mayor intensidad y duración que la sequía del 2005 puede ser explicada por la adición del fenómeno El Niño durante el verano austral (Figura 4a) seguido por un episodio muy cálido en el océano Atlántico tropical norte (Figura 4b). Para mayores detalles sobre la sequía excepcional del 2010 ver Lewis et al. (2011); Marengo *et al.* (2011a) y Espinoza et al. (2011).

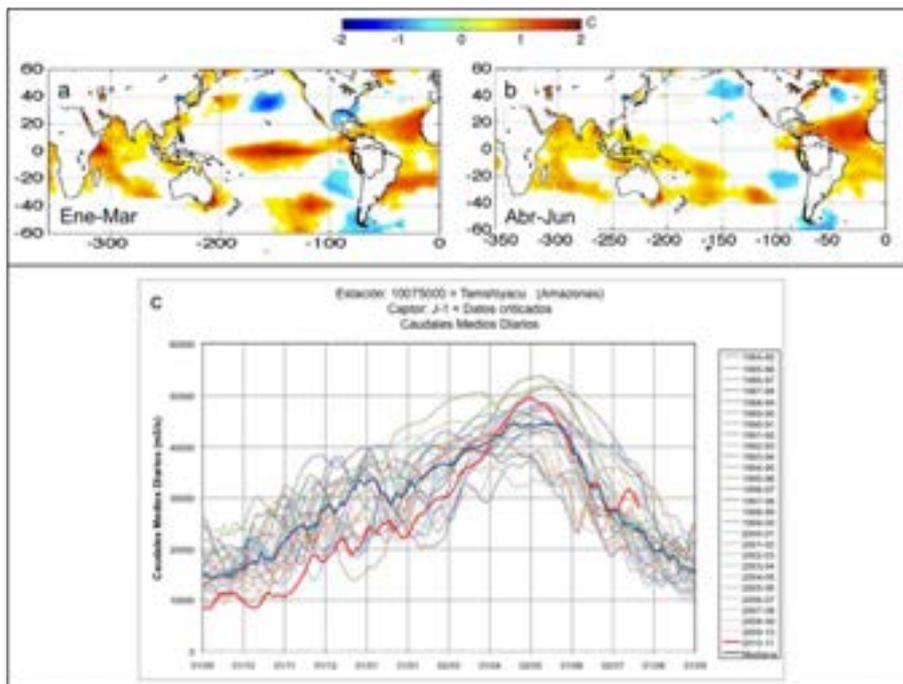


Figura 4. Anomalías de la temperatura superficial del mar (SST) durante a) Enero – Marzo y b) Abril-Junio de 2010 (expresado en °C). Solamente los valores más grandes que 2x la Desviación Standard son graficados. Adaptado de Espinoza et al. (2011). c)



Caudales diarios en la estación hidrométrica de Tamshiyacu durante al año hidrológico (de 01 de Septiembre a 31 de Agosto). La línea azul gruesa representa la mediana del periodo 1984-2011 y la línea roja representa el año hidrológico 2010-2011.

Durante el año hidrológico 2010-2011, sin embargo, se ha observado en la estación de Tamshiyacu una gran diferencia entre los caudales de estiaje, durante septiembre 2010 y los caudales de crecida, durante el mes de mayo de 2011 (Figura 4c). Los caudales de crecida son en general tres veces más elevados que los caudales durante las aguas bajas. Sin embargo, durante el año hidrológico 2010-2011, los caudales de crecida fueron cinco veces más importantes que durante el estiaje. Esto muestra la fuerte variabilidad registrada en la hidrología del Amazonas peruano durante 2011, registrándose por un lado el caudal de estiaje record y caudales muy altos durante la crecida (entre los 4 valores más altos que se hallan registrado). El origen climático de esta abrupta transición está aún bajo investigación. En particular, es importante estudiar la relación entre el evento La Niña en el Pacífico ecuatorial durante el verano 2010-2011 y la ocurrencia de fuertes lluvias y elevados caudales en la amazonía peruana.

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

Los eventos hidrológicos extremos en la cuenca del río Amazonas son más frecuentes desde finales de los años ochenta: un incremento de los caudales durante aguas altas ha sido observado en el noroeste de la cuenca, mientras que una disminución de los caudales de la época de estiaje caracteriza las cuencas del sur oeste de la cuenca amazónica. En la parte alta del río Solimões (Amazonas peruano), se ha observado una significativa disminución de lluvias y de caudales de estiaje, trayendo como consecuencia la aparición de severas sequías, entre las más importantes las de 1995, 1998, 2005 y 2010. Las sequías son generalmente asociadas a anomalías positivas de la temperatura superficial del mar en el Atlántico tropical norte y un debilitamiento de los vientos alisios y del transporte de vapor de agua, lo cual, explica un déficit de lluvias y caudales al oeste de la cuenca amazónica. Sin embargo, en 1998, la sequía ha sido principalmente relacionada al episodio de El Niño de 1997-1998. La mayor frecuencia de las sequías en los últimos años, está relacionada con la tendencia al calentamiento del Atlántico tropical norte desde los años setenta.

Luego de los bajos caudales registrados en 2010, caudales más elevados de lo normal han sido reportados a inicios del 2011 en el Amazonas peruano. Esto ha generado una inusual diferencia entre los caudales de estiaje (septiembre 2010) y los caudales de crecida (mayo de 2011) durante el año hidrológico 2010-2011. Este fenómeno, sin embargo, se encuentra aún bajo investigación.

La mayor frecuencia de los eventos hidrológicos extremos documentados en este trabajo, puede traer importantes impactos sociales, como en la salud, transporte de mercaderías, incendios forestales, y en los recursos naturales en general. Dado este panorama, resulta importante cuantificar dichos impactos y establecer políticas para la mitigación de las consecuencias negativas.



REFERENCIAS

- Asner, G. P., N. Alencar. 2010. Drought impacts on the Amazon forest: The remote sensing perspective, *New Phytol.*, 187,569–578, doi:10.1111/j.1469-8137.2010.03310.x
- Callède, J., Guyot, J., Ronchail, J., L Hote, Y., Niel, H., de Oliveira, E. 2004. Evolution du débit de l'Amazone à Obidos de 1903 à 1999, *Hydrol. Sci. J.*, 49, 85–98, 11177.
- Callède, J., Cochonneau, G., Ronchail, J., Alves, V., Guyot, J., Guimaraes, V., de Oliveira, E. 2010. Les apports en eau de l'Amazone a l'Océan Atlantique, *Rev. Sci. l'Eau*, 23, 247–273, 11174, 11189, 11191, 11192, 11209, 11212
- Chen, J. L., Wilson, CR., Tapley, DB. 2010. The 2009 exceptional Amazon flood and interannual terrestrial water storage change observed by GRACE, *Water Resources*, 46, 1-10, doi:10.1029/2010WR009383.
- Cox PM, Harris PP, Huntingford C, Betts RA, Collins M, Jones CD, Jupp TE, Marengo JA, Nobre CA. 2008. Increasing risk of Amazonian drought due to decreasing aerosol pollution. *Nature* 453:U212–U217
- Espinoza, J.-C., Fraizy, P., Guyot, J.-L., Ordoñez, J., Pombosa, R., Ronchail, J. 2006. La variabilité des débits du rio Amazonas au Pérou. *Climate Variability and Change-Hydrological impacts. IAHS Publ*, 308:424–429.
- Espinoza, J.C., Ronchail, J., Guyot, J.-L., Cocheneau, G., Filizola, N., Lavado, W., De Oliveira, E., Pombosa, R., Vauchel, P. 2009a. Spatio-Temporal rainfall variability in the Amazon Basin Countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia and Ecuador). *International Journal of Climatology* 29: 1574–1594.
- Espinoza, J.C., Guyot, J.-L., Ronchail, J. Cochonneau, G., Filizola, N., Fraizy, P., de Oliveira, E., Ordoñez, J.J., Vauchel, P. 2009b. Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974-2004). *Journal of Hydrology* 375: 297–311.
- Espinoza, J. C., J. Ronchail, J. L. Guyot, C. Junquas, P. Vauchel, W. Lavado, G. Drapeau, R. Pombosa. 2011. Climate variability and extreme drought in the upper Solimões River (western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought, *Geophysical Research Letters*, 38(13), 1-6, doi:10.1029/2011GL047862.
- Fernandes, K., Baethgen, W., Bernardes S., DeFries, R., Hewitt, DG., Goddard, L., Lavado, W., Lee, DE., Padoch, C., Pinedo-Vasquez, M., Uriarte, M. 2011. North Tropical Atlantic influence on western Amazon fire season variability, *Geophysical Research Letters*, 38(12), 1-5, doi:10.1029/2011GL047392.
- Figuroa, SN, Nobre, CA. 1990. Precipitation distribution over central and western tropical South America. *Climanálise* 5: 36–45.
- Lavado, W., Ronchail, J., Labat, D., Espinoza JC., Guyot JL. A basin-scale analysis of rainfall and runoff in Peru (1969-2004): Pacific, Titicaca and Amazonas drainages. *In press. Hydrological Sciences Journal*.





Lewis, S. L., P. M. Brando, O. L. Phillips, G. M. F. van der Heijden, and D. Nepstad (2011), The 2010 Amazon drought., *Science (New York, N.Y.)*, 331(6017), 554, doi:10.1126/science.1200807.
Marengo, J. 1992. Interannual variability of surface climate in the Amazon basin. *International Journal of Climatology*, 12:853–863.

Marengo, J., Tomasella, J., Uvo, C. 1998. Long-term stream flow and rainfall fluctuation in tropical South America: Amazonia, eastern Brazil, and northwest Peru. *Journal of Geophysical Research*, 103:1775–1783.

Marengo, J., Nobre, C., Tomasella, J., Oyama, M., de Oliveira, G., de Oliveira, R., Camargo, H., Alves, L. 2008. The drought in Amazonia in 2005. *Journal of Climate*, 21:495–516.

Marengo, J. A., Tomasella, J., Alves, LM., Soares, WR., Rodriguez, DA. 2011a. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. *Geophysical Research Letters*, 38(13), doi:10.1029/2011GL047436.

Marengo, J. A., Tomasella, J., Soares, WR., Alves, LM., Nobre C. 2011b. Extreme climatic events in the Amazon basin, *Theoretical and Applied Climatology*, doi:10.1007/s00704-011-0465-1.

Poveda, G., Waylen, PR., Pulwarty, RS. 2006. Annual and inter-annual variability of the present climate in northern South America and southern Mesoamerica. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 234: 3 – 27.

Ronchail, J., Cochonneau, G., Molinier, M., Guyot, JL., Goretti de Miranda Chaves, A., Guimarães, V., de Oliveira, E. 2002. Rainfall variability in the Amazon Basin and SSTs in the tropical Pacific and Atlantic oceans. *International Journal of Climatology* 22: 1663-1686.

Ronchail, J., Guyot, JL., Espinoza, JC., Fraizy, P., Cochonneau, G., de Oliveira, E., Filizola, NP., Ordoñez Gálvez, JJ. 2006. Impact of the Amazon tributaries on major floods at Óbidos. 5th FRIEND World Conference - Climate variability and change, Hydrological impacts. IAHS, 11/2006, La Havane (Cuba), 220-225.

Uvo, C., Repelli, C., Zebiak, S., Kushnir, Y. 1998. The relationship between tropical pacific and atlantic SST and northeast Brazil monthly precipitation. *Journal of Climate*, 11:551–562.

Uvo, C., Tolle, U., Berndtsson, R. 2000. Forecasting discharge in Amazon using artificial neural networks. *International Journal of Climatology*, 20:1495–1507.

Vera, C., Higgins, W., Amador, J., Ambrizzi, T., Garreaud, R., Gochin, D., Gutzler, D., Lettenmaier, D., Marengo, J., Mechoso, C., Nogues- Paegle, J., Silva Diaz, P-L., Zhang, C. 2006. Towards a unified view of the American Monsoon System. *Journal of Climate* 19:4977–5000.

Williams, E., A. Dall'Antonia, V. Dall'Antonia, J. de Almeida, F. Suarez, B. Liebmann, A. Malhado. 2005. The drought of the century in the Amazon basin: An analysis of the regional variation of rainfall in South America in 1926. *Acta Amazonica*, 35 (2), 231–238.

Xu, L., Samanta, A., Costa, M., Ganguly, S., Nemani, R., Myneni, R. 2011. Widespread decline in greenness of Amazonian vegetation due to the 2010 drought, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L07402, doi:10.1029/2011GL046824.

Yoon, JH., Zeng, H. 2010. An Atlantic influence on Amazon rainfall. *Clim. Dyn.* 34: 249-264.

Zeng, N., Yoon, J., Marengo, J., Subramaniam, A., Nobre, C., Mariotti, A., and Neelin, J. 2008. Causes and impact of the 2005 Amazon drought. *Environmental Research Letters*, 3: 99 pp





III Coloquio de la Red de Investigación sobre la
Íctiofauna Amazónica - RIIA. Leticia, Colombia 2011

ECOLOGÍA, BIOLOGÍA Y PESQUERÍAS



LA DIVERSIDAD, MIGRACIÓN, PESQUERIAS Y PISCICULTURA EN EL ECUADOR

Ramiro Barriga S¹.

¹Instituto de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional. ramiro.barriga@epn.edu.ec

INTRODUCCIÓN

La riqueza de especies de peces de agua dulce del Ecuador se sustenta en la información de la colección de peces del Instituto de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional (EPN). Las especies han sido clasificadas en Zonas Ictiohidrográficas de acuerdo a las características de cada cuenca, como consecuencia de factores biogeográficos históricos que determinaron la dispersión y el aislamiento geográfico. La presencia de las montañas costeras, las cordilleras Andinas y la tercera cordillera oriental han influido en la morfología de los sistemas hidrográficos y en sus características ecológicas.

El total de especies de peces de las Zonas Ictiohidrográficas del Ecuador se han registrado 939 especies, están agrupadas en 22 órdenes, 72 familias, 17 subfamilias 393 géneros (Figura 1). En la Región Oriental, en la alta Amazonia, el mayor número corresponde a las zonas: AN con 14 especies, AP tiene 34 especies, UZ con 39 especies, AP con 35 y Ch posee 34 especies. En la baja Amazonia, la Napo la más diversa con 546 especies, seguida de Pastaza con 378 y Morona Santiago, 141 especies.

Es trascendental la gran riqueza de especies que tiene el Ecuador con la de otros países de Sudamérica. Si se compara con los países vecinos, Colombia y Perú en superficie cuatro veces mayor, la riqueza de especies de peces del Ecuador equivale al 65 % de la diversidad de peces de esos países. Con relación a Bolivia que tiene la misma extensión que Colombia, la diversidad equivale al 67,8 % de la ictiofauna del Ecuador.

ECOLOGIA DE PECES

Los estudios sobre la migración y las comunidades de los peces de la Amazonia y especialmente en el Yasuní fueron realizados por Stewart et al (2002), Galacatos et al (2004), Galacatos et al (1996), Stewart et al (2005). Estos proyectos fueron realizados en colaboración con la Universidad de Syracuse, con una duración de cuatro años. El Museo Field de Chicago apoyó a los proyectos de la Ecología Distribucional de los peces del río Napo, Stewart et al (1987). Conservación Internacional (CI), auspició el Proyecto RAP en la cordillera del Cóndor, en 1993. De la misma manera, desde 1995 hasta el 2000, también auspició el proyecto AQUARAP en las cuencas hidrográficas más sensibles de los países de la Amazonia. En 1999 La EPN y la Universidad Mayor de San Marcos de Lima, realizaron la investigación de la ictiología y limnología de la cuenca del río Pastaza en los sectores ecuatoriano y peruano. En 1998 La Universidad de Syracuse y la EPN efectuaron el estudio de la migración de los bagres gigantes en la Amazonia ecuatoriana. La Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos y National Geographic dieron el soporte económico para los proyectos en la cuenca del





río Napo. Los aspectos ecológicos y reproductivos de la ictiofauna del río Tiputini fueron financiados por el Fondo Ambiental OCP, (2010)

LA PESCA EXTRACTIVA

La pesca en la Amazonia ecuatoriana se desenvuelve en los ambientes lóticos y lénticos del bosque de inundación. Los cursos superiores de las grandes cuencas hidrográficas como: Putumayo, Napo, Pastaza, Tigre, Morona y Santiago, albergan a poblaciones de peces que se desplazan entre la baja y alta Amazonia ecuatoriana.

La Amazonia está poblada por diferentes grupos étnicos como: Cofánes, Shionas, Kichwas, Huaorani Shuar y Achuar. Estas etnias se hallan ubicadas a lo largo de las grandes cuencas hidrográficas. Pero el incremento poblacional ha intensificado la pesca fluvial por parte de las etnias y colonos. La densidad de la población en el oriente ecuatoriano es muy baja, menos de 5 hab/ Km², alcanzando densidades de 28 hab/Km² que corresponden a los cantones que están ligadas a la actividad petrolera (IGM, 2002).



Figura 1. Mapa de las Zonas Ictiohidrográficas del Ecuador





Las condiciones ecológicas de la cuenca más grande del Ecuador, le permite mantener a una mayor diversidad y abundancia de peces comerciales que se refugian en la Reserva de producción Faunística de Cuyabeno y el Parque Nacional Yasuní. La mayor actividad pesquera se realiza en la cuenca del río Napo. El pescado se consume en menor cantidad en las ciudades de Lago Agrio y el Tena. Los pescadores profesionales se desplazan en una distancia de 300 Km, entre Francisco de Orellana (Coca) y Nuevo Rocafuerte. Nativos y colonos llevan el excedente del autoconsumo a vender en la misma ciudad, cuyo valor les permite adquirir alimentos, medicinas, vestidos. Para los cursos altos y medios de los ríos Tigre, Curaray, Bobonaza y Pastaza la comercialización tiene dificultades ya que no existen vías de comunicación y los cursos fluviales son sinuosos. El mismo problema han tenido los comerciantes de peces ornamentales cuando han incursionado en esta actividad y han fracasado en su intento debido al alto costo del transporte aéreo entre las poblaciones del centro de la Amazonia ecuatoriana.

La construcción de las nuevas carreteras tiene relación directa con los modos de producción, que han facilitado la deforestación y colonización de nuevas áreas destinadas a las actividades agropecuarias. Están relacionadas con los cultivos de autoconsumo, como yuca y caña de azúcar. Algunos productos han llegado a tecnificarse como el té y la palma africana, cuya producción es industrializada. Los colonos y nativos en la última década están efectuando una piscicultura extensiva y las entidades de gobierno provincial se encuentran realizando una piscicultura semintensiva.

La pesca comercial nunca se ha desarrollado en el Ecuador debido al bajo consumo de peces en las ciudades y poblados de la Amazonia. Aquí se expenden grandes cantidades de enlatados de origen marino. También ha incidido la extensión de las cuencas hidrográficas ecuatorianas que son de menor tamaño al de los sistemas hidrográficos de países vecinos. El consumo bajo del recurso íctico ha impedido que los pescadores se organicen en cooperativas u otras asociaciones, donde la comercialización se sustenta en el funcionamiento de los cuartos fríos. Los pescadores no guardan ninguna dependencia con ninguna asociación gremial, patronal o económica.

La comercialización de los peces amazónicos ecuatorianos se realiza a lo largo del río Napo teniendo como centro de acopio al Puerto Francisco de Orellana (Coca). En el año de 1984, los pescadores profesionales eran seis y en el año 2006 llegan a 45 miembros (Tabla 1).

Tabla 1. Evolución de volúmenes de pesca comercial en Pto. Francisco de Orellana (coca)

AÑO	NO.PESCADORES	PRODUCCION-ANUAL
1984	6	100 Ton
1989	12	150 Ton
1997	18	200 Ton
2003	25	400 Ton
2006	40	600 Ton

Fuente: Pesquería en la cuenca del río Napo Ecuador

En la Tabla 2, se aprecia el costo del Kg de pescado, desde 1984 hasta 1997 cuando la moneda nacional era el Sucre cuya equivalencia osciló entre 75 y 25.000 sucres por un dólar americano.

El valor del pescado es exclusivo para las especies de cuatro grupos de peces comerciales, los más apreciados por el consumidor es el bagre lechero (*Brachyplatystoma filamentosum*) y el bagre plateado (*Brachyplatystoma rousseauxii*). Le secundan el rayado (*Brachyplatystoma juruense*), baboso (*Brachyplatystoma platynemum*), marmoteado (*Leiarius marmoratus*), cebrá (*Merodontotus tigrinus*), negro (*Zungaro zungaro*), guacamayo (*Phractocephalus hemiliopterus*). Mientras que un tercer grupo, reúne a los peces de escama que tienen un menor valor con relación a los primeros grupos de peces. Las principales especies son: corvina (*Plagioscion squamosissimus*), el llorón (*Potamorhina altamazonica*), el bocachico (*Prochilodus nigricans*), los peces llamados ratones (*Leporinus fasciatus* y *Leporinus fridericii*), el willi (*Hoplaerythrinus unitaeniatius*), el guachiche (*Hoplias malabaricus*), el sábalo (*Brycon melanopterus*), palometa (*Mylossoma duriventris*), la gamitana (*Colossoma macropomum*) y el paco o cachama (*Piaractus brachypomus*). En el cuarto grupo se encuentra el pez paiche o pirarucú (*Arapaima gigas*), considerado como el pez de mejor calidad. El valor por Kg, supera al del primer grupo (Tabla 2).

Las labores de pesca son realizadas tres o cuatro veces a la semana. La captura de bagres gigantes y algunas especies de peces de escama se efectúan desde el mes de febrero al mes de julio y en las épocas de transición de agosto a octubre. En los meses de verano de noviembre a enero, pescan los peces de escama, de mediano tamaño como peces ratones (*Leporinus fridericii* y *Schizodon fasciatus*).

Lamentablemente, algunos pescadores indígenas y colonos, realizan actividades de pesca indiscriminada y no respetan tallas medias que son aptas para la pesca y consumo. Con frecuencia usan explosivos y usualmente diluyen el barbasco en el agua

Tabla 2. Análisis de variación entre el productor PVP \$/kg y el consumidor (PVC) \$/kg

Clase Pez Año/Precio	Pez Bagre *		Pez Bagre **		Pez Escama		Paiche	
	PVP	PVC	PVP	PVC	PVP	PVC	PVP	PVC
1984	0,35	0,70	0,25	0,50	0,30	0,55	0,40	0,80
1989	0,4	0,7	0,30	0,5	0,35	0,60	0,5	0,8
1997	0,5	0,8	0,35	0,50	0,30	0,40	0,65	0,90
2003	2,8	3,8	2,20	2,80	2,20	2,60	3,0	4,0
2006	3,0	4,0	2,50	3,0	2,40	2,80	3,2	4,2

Fuente: Pesquería en las cuencas de los ríos Napo

La población amazónica de acuerdo al censo nacional del año 2001, alcanza 548.419 habitantes que directamente e indirectamente consumen el recurso pesquero fluvial. El espejo de agua que contiene el recurso pesquero de agua dulce en la Amazonia es de 112156 Km², esta área corresponde a la baja Amazonia ecuatoriana. En las áreas bajas ubicadas cerca de las cuencas hidrográficas tiene 5,2 ha/Km². La población que depende diariamente del pescado de río, alcanza los 111.791 habitantes y consumen



aproximadamente 36.193 toneladas al año. Esta cantidad, corresponde al autoconsumo ya que no pueden pescar con mayor intensidad porque los distintos grupos de indígenas, viven a grandes distancias entre los caseríos y de una etnia a otra. (Tabla 3).

Tabla 3. La pesca anual de autoconsumo en las provincias amazónicas del Ecuador

Provincia	Extensión C/H	Total Habitantes	Densidad (h/km ²)	Habitantes Consumidores	Consumo Pescado
Sucumbios	20.289 Km2	176.472	8,6	27.333	9.120
Orellana	49.104 Km2	136.396	2,7	5.919	2.918
Napo	5.520 Km2	103.697	6,4	25.589	3.712
Pastaza	20.549 Km2	83.933	4,1	23.147	10.200
Morona	7.236 Km2	113.300	9,8	22.660	8.318
Zamora	9.458 Km2	91.372	9,6	7.143	1.925
TOTAL	112.156 Km2	739.814	7,7	111.791	36.193

Fuente: Pesquería en las cuencas de los ríos amazonia ecuatoriana.

LA PISCICULTURA

Los peces utilizados en la piscicultura son foráneos como: la tilapia (*Oreochromis niloticus* y *Oreochromis mossambique*). La carpa común (*Cyprinus carpio*). El cultivo de peces nativos se realiza en las provincias de Napo, Morona Santiago y Zamora a través de organismos seccionales como el CREA y PREDESUR a más de los Consejos Provinciales, cultivando cachama (*Piaractus brachyomus*), sábalo (*Brycon melanopterus*). En Sucumbios y Pastaza, dos laboratorios privados producen entre 180.000 y 200.000 alevines al mes.

La producción piscícola de la carpa (*Cyprinus carpio*) es utilizada por el mismo piscicultor. La cachama (*Piaractus brachyomum*) es consumida en el mercado de la Amazonia, El sábalo (*Brycon melanopterus*), tiene una producción que es utilizada en el autoconsumo de nativos y colonos.

De acuerdo a la opinión de los piscicultores, la tilapia es apetecida a nivel nacional e internacional. La tilapia (*Oreochromis sp.*) se ha convertido en la única especie que ha llegado con gran éxito al mercado internacional. La producción amazónica en la actualidad es el principal proveedor de filete fresco a los Estados Unidos, distribuidas de la siguiente manera: Ecuador 43,1 %, Costa Rica 36,4 %, Honduras 15,5 %, otros 5 %. (Cámara Nacional de Acuicultura, 2006). La producción de tilapia se ha convertido en una de las industrias de mayor crecimiento en la economía local y en los mercados internacionales. En el año de 2005 se exportó 24.100 toneladas de tilapia y generó \$100 millones de dolares. (Negocios, diario El Comercio, 2007 y Fisheries Statics and Economics Division, 2007).

Diferentes organismos nacionales como el OISE (Organización Secoya del Ecuador) en colaboración con el ISIS (Instituto de Ciencia y Estudios Interdisciplinarios) de Massachusetts USA han promovido programas piscícolas con especies nativas y tilapia. Además tienen proyectos de peces de cultivo financiados por el Centro Lianas de cien-





cia y cultura. En la etnia Cofán se están promoviendo programas acuícolas con la orientación técnica del Field Museo de Chicago USA en el que se toma en cuenta el cultivo de la charapa, el bocachico, la tilapia. En el curso alto del río Napo, 13 comunidades Kichwas, patrocinadas por la fundación Sacha Causai, están promoviendo el desarrollo piscícola con especies nativas y foráneas.

El desarrollo de la piscicultura y los productos agroforestales, el grupo Shuar están recibiendo la ayuda del Centro Andino de Desarrollo CAFOLIS y Fundación Grupo Apoyo. Últimamente se ha firmado un convenio denominado Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza Perú-Ecuador, cuyo objetivo es contribuir a mejorar el nivel de vida de las comunidades ubicadas al noreste del Perú como son las etnias awajún (aguarunas) y wampis (huambisas). La contraparte ecuatoriana está conformada por las etnias que viven en las provincias de Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Entre los diferentes temas que abordara del mencionado acuerdo binacional, consta el de la piscicultura. Estos proyectos han sido financiados por la UNICEF.

RECOMENDACIONES AL MANEJO SUSTENTABLE DE LA PESCA Y LA PISCICULTURA DE LA ALTA AMAZONIA ECUATORIANA.

Es necesario que el reducido grupo de pescadores profesionales se organicen y sean guiados por técnicos nacionales y extranjeros especializados en recursos pesqueros. La asistencia profesional marchará en beneficio de las actividades pesqueras, comercialización y conservación de la comunidad de peces comerciales. Los pescadores profesionales que laboran por más de 30 años, opinan que las poblaciones de peces migratorios han sufrido un impacto debido a la pesca indiscriminada y sobrepesca. La información mencionada concuerda con los datos obtenidos por los monitores pesqueros. Los peces migratorios han mermado, ya que en la época de subienda en los ríos de aguas claras tienen dificultad en sus desplazamientos. Por lo tanto es prioritaria la realización de estudios ictiológicos de cooperación técnica entre los países que comparten las mismas cuencas hidrográficas con el propósito de precautelar la riqueza pesquera amazónica

REFERENCIAS

Álvarez, M. 2006 *Informe sobre el desarrollo de la Acuicultura en el Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Guayaquil Pp: 12*

Barriga R, 1986. *Anotaciones sobre los Osteoglosiformes en el Ecuador. Politécnica 11(2):7-16*

Barriga, R. 1986. *Estudio de la Ictiofauna del Nororiente y Proyecciones en la piscicultura. PRONAREG-MAG*

Barriga, R.1991 *Lista de Peces de Agua Dulce del Ecuador Politécnica. Vol. XVI(3): 7-56*

Barriga, R. 1.992 *Peces del Parque Nacional Yasuní. Politécnica Vol. XVI(2): 12-20*

Cámara de Acuicultura del Ecuador. 2008 Informe de Divulgación pp:10
Consejo Provincial de Sucumbios 2007 Diagnostico Preliminar piscícola. Pp:6





Consejo Provincial de Pastaza 2008 Línea Base de piscicultura en la provincia de Pastaza. Pp:10

Fundación Natura, Quito, 1995. Desarrollo Sostenible: Aproximaciones Conceptuales. Quito.

El Comercio. 2007. El camarón y la tilapia son los productos estrellas del País. Quito. Pp: 18

Galacatos, K., D.J.Stewart & M.Ibarra.1996. Fish Community patterns of lagoons and associated tributaries in the Ecuadorian Amazon. Copeia 1996:875-894.

Galacatos, K., R.Barriga &D.J.Stewart, 2004. Seasonal and habitats influences on fish communities within the coger Yasuni river basin of the Ecuadorian Amazon. Environmental Biology of fishes 71: 33-51

Gilbert,R.J y T.R. Roberts, 1970 A preliminary Survey of the freshwater food fishes of Ecuador. Project AID/csd-2780,ii. 49p.

Ibarra, M. and D.J. Stewart. 1989. Longitudinal zonation of sandy beach fishes in the Napo River Basin, eastern Ecuador. Copeia 1989:364- 381.

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), 2001, VI Censo Población y V de Vivienda 2001, Resultados Definitivos.

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), 2001, VI Censo de Población y V de Vivienda 2001, Análisis Resultados Definitivos.

ISIS 2007 Peces en cultivo, experiencias Secoyas. Resumen del proyecto. Pp:2

Instituto para El Ecodesarrollo Regional Amazónico, 2002. Zonificación Ecológica – Económica de la Amazonia Ecuatoriana

Kimerling, J., Confederación de Comunas unión de Nativos de la Amazonia Ecuatoriana. 1993. Crudo Amazonica. Abya Yala, Quito, Ecuador.

Saul,W.G. 1975. An ecological study of fishes at a site in upper Amazonian Ecuador. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 127:93-134.

Stewart, D. J., R. E. Barriga-Salazar, and M. Ibarra. 1987. Ictiofauna de la cuenca del Río Napo, Ecuador oriental: lista anotada de especies. Politécnica, Ser. Biol. 1:9-63.

Stewart, D,J., M.Ibarra. & R.Barriga Salazar 2004. Comparison of Deep-River and Adjacent Sandy-Beach Fish Assemblages in the Napo River Basin, Eastern Ecuador

Varece, S. 1996. Pueblos indígenas y globalización en el umbral tercer milenio. En: Articulación de la diversidad. Tercera Reunión de Barbados. Quito. Pp: 81-98

Wunder, Sven, 1996, Ecoturismo, ingresos locales y conservación. El caso de Cuyabeno, Ecuador. UICN. Quito. 97 p.





SITUACIÓN ACTUAL DE LA PESCA EN LA AMAZONÍA PERUANA, CON ÉNFASIS EN LORETO

Aurea García^{1,2}, Gladys Vargas^{1,2}, Sonia Deza^{1,2}, Salvador Tello^{1,2},
Fabrice Duponchelle^{1,3}

¹ Laboratorio Mixto Internacional – Evolución y Domesticación de la Ictiofauna Amazónica (LMI-EDIA)

² Programa de Investigación Para el Uso del Agua y sus Recursos (AQUAREC), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Carretera Iquitos Nauta km 4.5, Iquitos, Perú. E-mail: aurygarcia@hotmail.es

³ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR-ISEM (Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier), Université Montpellier 2, France

INTRODUCCIÓN

En la Amazonía peruana la producción de peces fue estimada en 80,000 toneladas al año y genera ingresos anuales de unos 80 millones de dólares (Bayley et al. 1992, Tello y Bayley 2001). El pescado es también la principal fuente de proteína animal en la dieta de la población local (Tello 1998, Tello y Bayley 2001). La actividad pesquera en la Amazonía peruana esta concentrada en la captura de peces silvestres que dependen de su reproducción natural en ríos y lagos existentes en las diferentes regiones de la amazonía. Estos peces se caracterizan por presentar estrategias notables para adaptarse a cambios estacionales en los diversos ambientes que ocupan (Barthem & Fabre, 2003). La comprensión de estas adaptaciones es de fundamental relevancia para el entendimiento de la abundancia y de la composición de los recursos pesqueros y consecuentemente, para la definición de políticas de manejo de la pesca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las estadísticas de peces de consumo fueron proporcionadas por la Dirección Regional de Pesquería de Loreto, Ucayali y Madre de Dios, ente encargado de recopilar la información, a través de sus colectores en los diferentes puertos pesqueros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desembarque en la Amazonía peruana: Los desembarques de la Amazonía peruana muestran un incremento significativo desde 1984 a 2009, incluye las regiones de Loreto, Ucayali y Madre de Dios. De 1984 a 1989 el desembarque de la Amazonía peruana solo considera la información de Loreto, de 1990 a 1993 incluye los desembarques de Loreto y Ucayali, a partir de 1994 al 2009 incluye las tres regiones. Loreto representa la mayor parte de los desembarques totales con el 73%, seguida de Ucayali con el 26% y Madre de Dios con solamente el 1%. El análisis de los desembarques totales de Loreto muestra un incremento significativo que varía de 8,713 y 21,879 toneladas entre 1884 al 2009, mientras que en Ucayali fluctuó entre 1,063 y 8,809 toneladas entre 1990 a 2009, finalmente los desembarques de Madre de Dios varió entre 138 y 333 toneladas desde 1994 a 2009 (Figura 1).



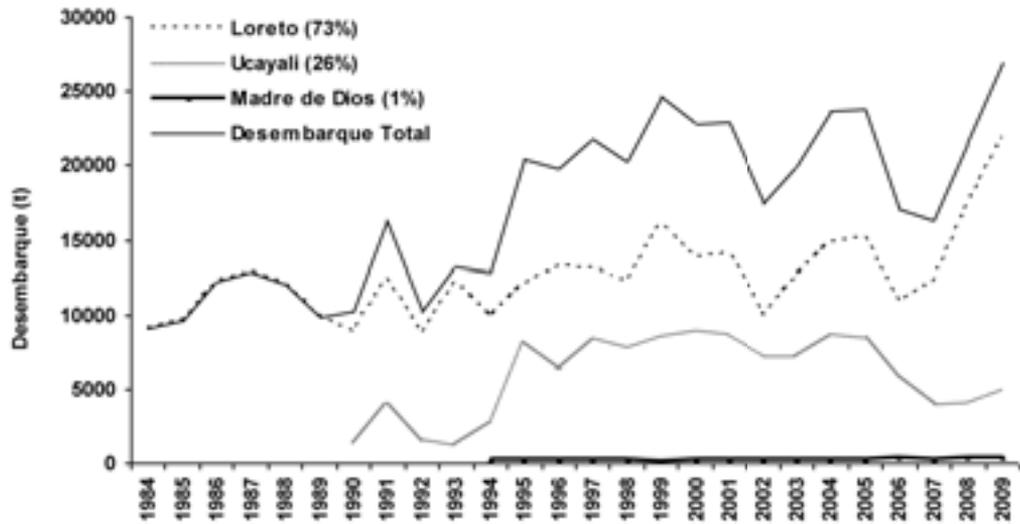


Figura 1. Desembarque total de pescado en la Amazonía peruana y porcentaje de los desembarques de las regiones Loreto, Ucayali y Madre de Dios de 1984 a 2009

Composición trófica de los desembarques en la Amazonía peruana: En relación a la composición trófica de las especies desembarcadas esta varía de una región a otra. En Madre de Dios, se observa que las capturas están dominadas por piscívoros con el 53% y consumidores primarios con 35%, siendo estas relativamente altas en comparación a los consumidores secundarios que representan el 11% de las capturas totales. Esta cantidad decrece y varía en Ucayali donde las mayores proporciones corresponden a los consumidores primarios con 41%, seguido de los piscívoros con 37%, los consumidores secundarios representan el 22% del total desembarcado. No obstante, en Loreto los desembarques están dominados por consumidores primarios con el 76% de los desembarques, mientras que las proporciones de consumidores secundarios y piscívoros son relativamente bajas representan el 14% y 10% de las capturas totales (Figura 2).

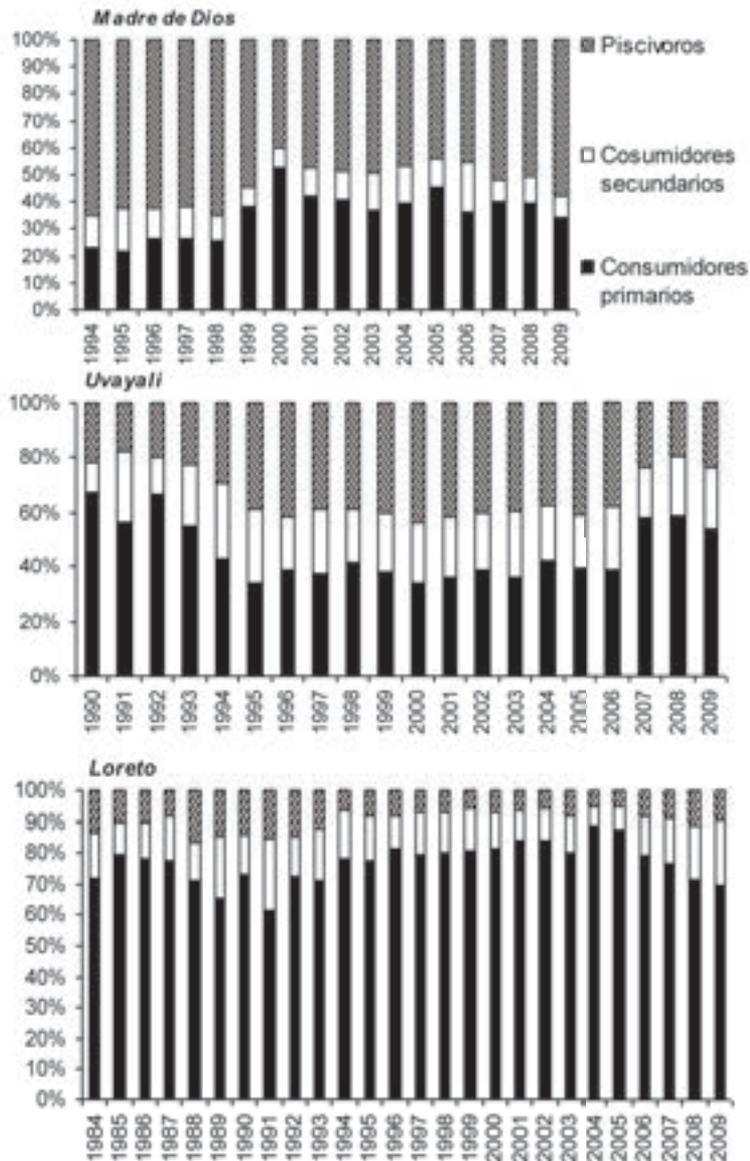


Figura 2. Composición trófica de los desembarques en la amazonía peruana

Desembarque en la región Loreto: Los desembarques en la región Loreto está dividido en tres categorías fresco, salpreso y secosalado. Durante el período de estudio la mayor parte de la capturas se basa en pescado fresco y secosalado, representando en promedio el 51 y 38% de los desembarques, mientras que el desembarque de pescado salpreso solo fue 12 %.

El desembarque de pescado fresco fue similar o ligeramente inferior al pescado secosalado hasta el 2002, adquiriendo importancia el pescado fresco a partir del 2003,





cuando comienza a dominar las capturas. A partir de entonces se observa un incremento significativo con un fuerte aumento en los 3 últimos años, llegando a desembarcar 18,096 toneladas en 2009 que representa el 83% del total desembarcado para ese año. Sin embargo, el desembarque de pescado secosalado ha ido disminuyendo progresivamente desde el 2003, hasta alcanzar porcentajes mínimos durante el 2009 de solo el 11.5%. No obstante el pescado salpreso se mantiene relativamente estable durante el periodo de estudio con promedio de 12%. (Figura 3).

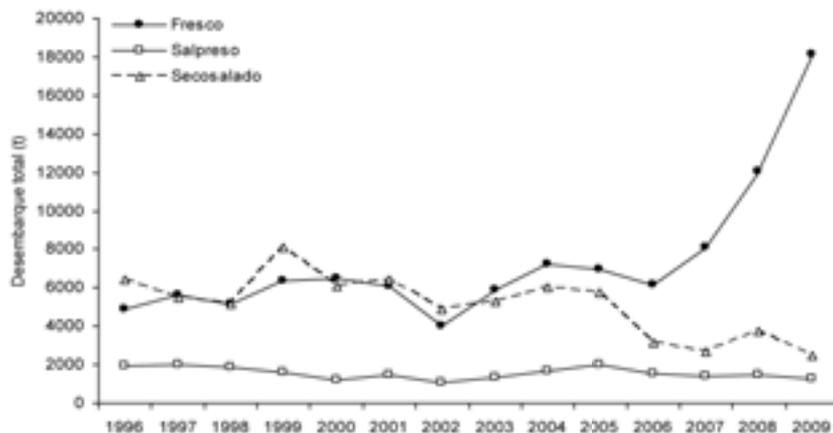


Figura 3. Proporción de los desembarques de pescado fresco, salpreso y secosalado en la región Loreto entre 1996 y 2009

Composición de las especies desembarcadas en la región Loreto: El número de especies explotadas por la pesquería comercial en la región Loreto se ha incrementado grandemente sobre el período de estudio, entre 1984 y 1995 solo cerca de 21 especies hacen el 100% de las capturas, en relación a más de 65 especies explotadas entre 1996 y 2009. (Figura 4)

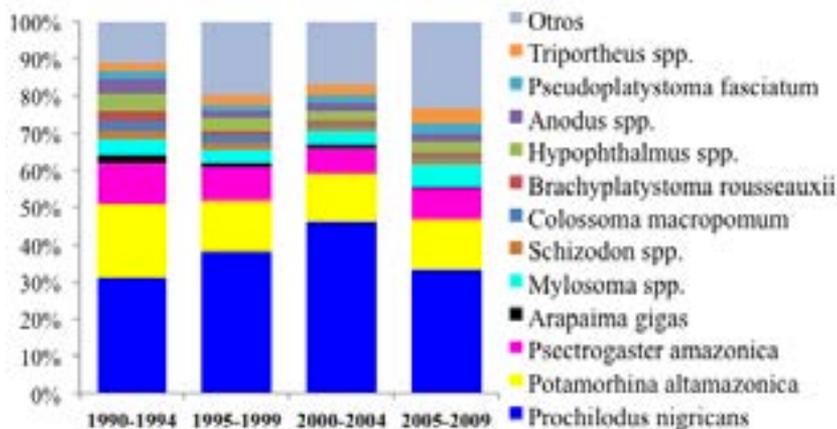


Figura 4. Cambios en la composición de las especies desembarcadas entre 1996 y 2009 en la región Loreto



Como una tendencia general la importancia de las especies grandes y alto valor decrecen significativamente en las capturas, entre ellas tenemos el paiche, la gamitana, el zungaro dorado y la doncella quienes representan el 12% de las capturas en 1984, progresivamente estas especies se vuelven cada vez más raros en los desembarques debido a que representan solo el 1.6% de las capturas en el 2009.

REFERENCIAS

Barthem, R., Fabre, N. (2003). Biología e diversidade dos recursos pesqueiros da amazonia. Editado por Mauro Ruffino. ProVarzea-Manaus.11-55.

Tello S (1998) Analysis of a multispecies fishery: the commercial fishery fleet of Iquitos, Amazon basin, Peru. Oregon State University, 83 pp

Tello S, Bayley PB (2001) La pesquería comercial de Loreto con énfasis en el análisis de la relación entre captura y esfuerzo pesquero de la flota comercial de Iquitos, cuenca del Amazonas (Perú). Folia Amazónica 12:123–139.





DINÂMICA DA PESCA NO TRECHO DE COSTA MARQUES (RONDÔNIA) A HUMAITÁ (AMAZONAS) NA BACIA DO RIO MADEIRA, ENTRE ABRIL DE 2009 A MARÇO DE 2011

Carolina Rodrigues da Costa Doria¹, Maria Alice Leite Lima², Marina Luísa Fonseca², Sérgio Augusto da Silva Monteiro², Lívia Maciel Lopes², Haissa Melo de Lima², José Meirelles Monteiro Neto² e Miguel Petreire Júnior³

¹ Universidade Federal de Rondônia (UNIR) - BR 364 KM 9,5 Sentido Rio Branco

² Instituto de Estudos e Pesquisas Agroambientais Organizações Sustentáveis (IEPA-GRO) - Rua Travessa Guaporé, 556 sala 202, Edifício Rio Madeira

³ Universidade Federal de São Carlos, Programa de Diversidade Biológica e Conservação

INTRODUÇÃO

A importância da pesca na região da bacia do Madeira foi destacada em trabalhos científicos que avaliavam a composição e a produção do pescado nos principais portos de desembarque pesqueiro nos limites geográficos do estado de Rondônia (Goulding 1979; Santos 1986/1987; Boschio 1992; Doria *et al.* 2011), do Amazonas no médio Madeira (Cardoso e Freitas 2007) e na porção boliviana da bacia, no alto Madeira (Lauzanne *et al.* 1990). Esses estudos são essenciais perante as transformações que vêm sofrendo os ambientes aquáticos em determinadas regiões da Amazônia, pois podem impactar negativamente a ictiofauna e a pesca local (Santos e Santos 2005). A construção de uma base de dados socioecológicos permite um reconhecimento antecipado de prováveis impactos, de forma a tomar medidas mitigatórias com maior robustez e efetividade. Nesse sentido, com a construção de dois grandes aproveitamentos hidrelétricos no alto rio Madeira, o Laboratório de Ictiologia e Pesca da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), em parceria com outras instituições, desde 2004, vem trabalhando intensamente com o intuito de manter uma base de dados de qualidade que possa servir como um novo marco histórico sobre a região.

O presente trabalho apresenta os resultados do monitoramento pesqueiro realizado dentro do escopo do Programa Básico Ambiental das AHE Santo Antônio e Jirau, onde é analisada a pesca comercial realizada na bacia do rio Madeira, no trecho entre Costa Marques e Humaitá.

MATERIAL E MÉTODOS

Uma rede de estatística pesqueira foi estabelecida ao longo do rio Madeira e seus afluentes. O objetivo foi abranger ao máximo as diferentes localidades e capacidades de aporte pesqueiro, incluindo além dos grandes pólos de desembarques pesqueiros (3) também os pequenos portos e comunidades ribeirinhas (13), onde a atividade é consideravelmente importante. Além desses, 29 localidades, com menos de 10 pescadores para implementação do Registro Familiar da Pesca (RFP) (Figura 1). A área de estudo contempla três grandes áreas, definidas em função das corredeiras do rio Madeira: i) Área Montante (A1) que inclui os municípios de Costa Marques, Guajará-Mirim





e ao trecho entre Nova Mamoré e Abunã; ii) Área do Trecho de Corredeiras (A2), que inclui o trecho entre Mutum Paraná e a Cachoeira do Teotônio, são as áreas dos futuros reservatórios dos empreendimentos hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio; e iii) Área Jusante (A3), abrangendo o trecho entre Porto Velho (área urbana) e Humaitá, a jusante da última corredeira, Santo Antônio. A caracterização e o monitoramento da pesca na região foram obtidos durante o período de abril de 2009 a março de 2011 através do:

(i) Desembarque comercial: A coleta de informações foi realizada diariamente por coletores treinados através da aplicação de questionários quando os pescadores chegavam com o pescado capturado. As entrevistas contemplaram as seguintes variáveis: produção total e específica (kg); categorias pesqueiras capturadas; produção (kg) por aparelho de pesca; quantidade de dias de pesca e número de pescadores; tipos de embarcações utilizadas nas pescarias; local, período e habitat de pesca; custos operacionais com a atividade pesqueira na região.

O cadastramento das embarcações foi realizado de forma a permitir a caracterização da frota pesqueira regional. O questionário utilizado para descrição de cada unidade continha o nome do proprietário e da embarcação e as características físicas (comprimento, capacidade de carga e potência e tipo do motor). A caracterização da atividade pesqueira na região foi complementada com informações do perfil socioeconômico do pescador, renda obtida com a pesca e outras atividades, forma de trabalho e comercialização do pescado e identificação de conflitos de pesca. Essas informações foram obtidas com auxílio de questionários semi estruturados aplicados a um membro das famílias de pescadores.

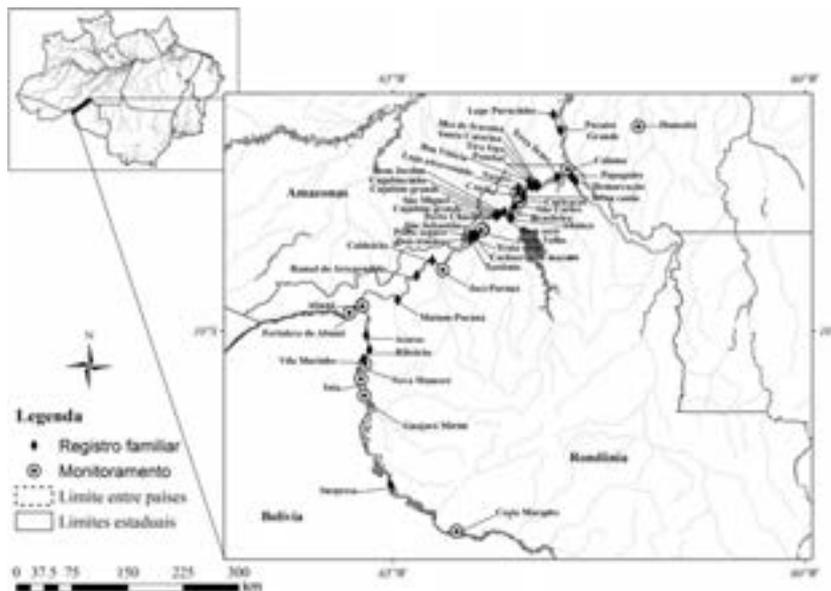


Figura 1. Localização da área de estudo na bacia do rio Madeira, estado de Rondônia, com indicação dos pontos amostrais.





(ii) Registro Familiar da Pesca - Pesca de subsistência: Esse registro foi realizado diariamente por um membro de cada família, que anotavam as categorias pesqueiras capturadas, a produção (kg) destinada à venda e ao consumo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade pesqueira exercida nos municípios inseridos no trecho entre Costa Marques (RO) e Humaitá (AM), às margens do rio Madeira, pode ser caracterizada como artesanal de pequena escala. Desta forma, o rendimento pesqueiro é relativamente baixo, mas multiespecífico, obtido com uso de aparelhos de pesca simples usados isolados ou simultaneamente em viagens geralmente de curtas distâncias.

Nas porções alta e média estudadas do rio Madeira, os principais locais de desembarque estão localizados nos centros urbanos mais importantes como Porto Velho e Guajará-Mirim, ambos no estado de Rondônia, e Humaitá, no estado do Amazonas. Ainda assim, as pescarias realizadas em todo esse trecho contribuem com 4% do total registrado na Amazônia brasileira (Barthem e Goulding 2007).

Ao longo do eixo do rio Madeira, envolvendo as três grandes áreas estudadas, a montante (A1), trecho de corredeiras (A2) e área a jusante (A3), foram identificadas importantes diferenças nas estratégias de pesca. Essas variações espaciais parecem estar fortemente relacionadas às distintas características do rio Madeira, no que concerne principalmente à presença de várzeas e corredeiras. O trecho de corredeiras é menor em extensão que os demais e apresenta limitações à navegabilidade, determinando o tipo de pesca praticada e embarcações utilizadas, bem como a produção e espécies capturadas. Por outro lado, o trecho a jusante e a montante apresentam maior extensão fluvial para navegabilidade e permite o uso de diferentes tipos de embarcações e de maior porte. A3 tem ainda um diferencial no tocante à proximidade com os principais mercados, o que facilita a comercialização e estimula a produção.

A pesca na região mostrou diferenças entre as localidades situadas em A1, A2 e A3 quanto ao número de pescadores e embarcações atuantes e, conseqüentemente, quanto aos valores de rendimento e esforço pesqueiro. Durante o período do monitoramento do desembarque pesqueiro comercial foram registrados 1.676 pescadores. Destes 56% (932 pescadores) foram registrados em A3, 347 (21%) em A2 e 397 (24%) em A1. O número de embarcações e as capturas registradas foram também maiores em A3, seguidas por A2 e A1.

A frota pesqueira foi composta por 108 barcos de pequeno porte, representando 6% da frota, 1.547 canoas motorizadas, 83% da frota, e 201 canoas a remo, 11% da frota.

As canoas não motorizadas e as canoas motorizadas são embarcações de madeira (comprimento médio 5,8 m) e sem casaria, utilizadas para a pesca e para o transporte de pescado. As canoas não motorizadas são menores quanto a capacidade de armazenamento que as canoas motorizadas (250 e 600 kg, respectivamente). Os barcos pescadores, por sua vez, são embarcações motorizadas com maiores tamanhos (média: 9,3 m \pm 2,3) e capacidade de armazenamento (capacidade média: 2,5 t). Estes, normalmente, levam equipe de três a quatro pescadores e canoas acopladas, e são



utilizados como base logística durante os dias de pescaria e como local para conservação e transporte da produção até a cidade. Nos barcos pescadores e nas canoas motorizadas, o gelo é a principal forma de conservação do pescado; e nas canoas não motorizadas não é comum o uso de algum método de conservação. Além das embarcações registradas durante o estudo, os barcos de transporte de passageiros e carga, conhecidos na região como “barcos recreio”, também transportaram caixas de isopor com pescado enviado pelas comunidades ribeirinhas até os portos de desembarques maiores, como Guajará-Mirim, Porto Velho e Humaitá.

Ao longo dos dois anos de estudo, foram registrados 12.265 desembarques em toda a área amostral e produção pesqueira de 1.198 toneladas. Os esforços empregados, quanto ao número de pescadores e de embarcações nas diferentes localidades ou áreas amostrais, influenciaram diretamente nos resultados da captura total. A produção foi numericamente maior na área a jusante, onde também foi registrado o maior número de desembarques, dias de pesca e pescadores (Tabela 1). Os maiores valores de CPUE (kg/pescador*dia) foram registrados em A2, fato que pode estar relacionado a maior captura de grandes bagres na Cachoeira do Teotônio.

Tabela 1. Número de pescadores registrados no estudo, nº de dias de pesca, produção total (t), nº de desembarques, média de captura por unidade de esforço (CPUE: kg/pescador*dia) nas áreas de estudo entre abril de 2009 e março de 2011.

	A1 - Montante	A 2 - Trecho de Corredeiras	A3 - Jusante
Nº de pescadores	397	347	932
Nº de dias de pesca	10.428	7.035	13.795
Nº de desembarques	2.581	3.090	6.594
Produção total (t)	399	231	568
CPUE (kg/pescador*dia)	20 ± 49,42	39 ± 61,53	25 ± 42,71

Os pescadores com canoas motorizadas e não motorizadas realizaram viagens curtas, entre 1 e 5 dias, enquanto os barcos de pesca levaram até 15 dias. A diferença no número de dias de viagem pode ser relacionada, em algumas localidades, à disponibilidade de trechos navegáveis na região, que permitem pescarias de longa distância. Somente as localidades de Porto Velho, Guajará Mirim e Humaitá estão fora do trecho de corredeiras do rio Madeira e têm acesso às grandes áreas de planícies alagáveis, o que possibilita o uso de embarcações maiores (barcos de pesca), acesso às áreas mais distantes e, conseqüentemente, expedições mais longas. Além disso, a duração das viagens de pesca também variou com a estação do ano e foram mais demoradas na seca, quando aumenta também a produção.

As pescarias realizadas entre Costa Marques e Humaitá capturaram em torno de 74 espécies ou categorias de espécies. Destas, cinco corresponderam a 57% das capturas: barba-chata (*Pinirampus pirinampu*), pacu-comum (*Mylossoma duriventre*), curimatã (*Prochilodus nigricans*), jatuarana (*Brycon amazonicus* e *B. melanopterus*) e dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*). Há diferenças na composição dos desembarques de acordo com a área amostral (Figura 2).

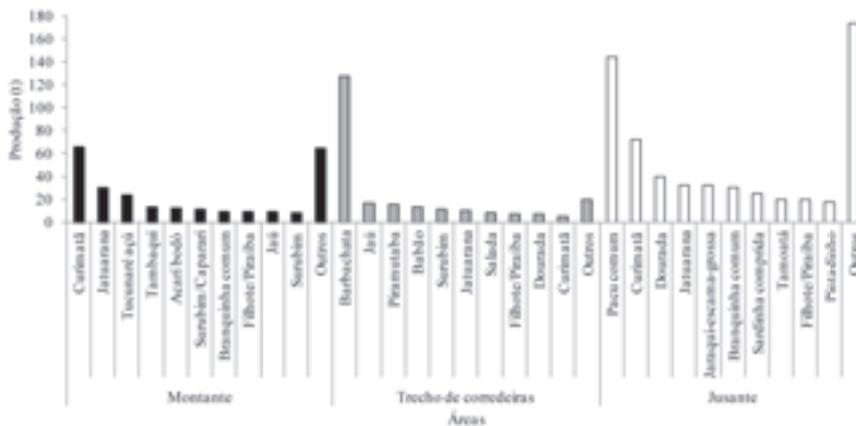


Figura 2. Produção (t) das 10 principais espécies capturadas nas áreas a montante, trecho de corredeiras e jusante, no período de abril de 2009 a março de 2011.

As famílias ribeirinhas são compostas em média por cinco indivíduos, onde pelo menos dois são pescadores, geralmente o marido e a esposa e/ou filhos. Dentre os pescadores, 70% declararam que atuam exclusivamente na pesca.

A importância da pesca para as comunidades ribeirinhas é ressaltada no consumo de pescado estimado em 0,5 a 1,0 kg/capita.dia e nos valores de produção média de pescado mensal por família (369 kg \pm 405 dp; n=497). Desta produção, 13% é destinada ao consumo familiar e 87% à venda.

O ganho com a comercialização do pescado pode representar entre 50 a 100% da renda familiar nas comunidades ribeirinhas. Essa renda geralmente é complementada pela agricultura, mas os trabalhadores também eventualmente praticam a pecuária (Tabela 2).

A média da renda familiar mensal declarada obtida com a atividade pesqueira nas comunidades inseridas na A2 é maior do que nas comunidades localizadas A3 e A1. Provavelmente, esta diferença ocorreu em função da especificidade da pesca na área das corredeiras, principalmente na região da cachoeira do Teotônio, onde a atividade é voltada para os bagres (Pimelodidae) que possuem maior valor comercial (Tabela 2).

Tabela 2. Renda Familiar (R\$) declarada com a atividade pesqueira e outras atividades por área, entre abril e setembro de 2009.

	A1	A2	A3
Renda com a atividade pesqueira	518 (\pm 381)	1.361 (\pm 1.174)	631 (\pm 750)
Renda com outras atividades	609 (\pm 572)	1.089 (\pm 1.287)	518 (\pm 578)
Renda familiar Total	805 (\pm 670)	1.963 (\pm 1.849)	914 (\pm 940)





A maioria dos pescadores armazena seu pescado em gelo e outros vendem fresco, logo após os desembarques. Devido à dificuldade para adquirir gelo em algumas localidades, os pescadores são obrigados a venderem o pescado pelo preço que o atravessador está disponível a pagar, antes que fique inviável para comercialização.

A venda do pescado é feita aos atravessadores locais ou aos donos de restaurantes que compram o pescado logo após os desembarques. Alguns pescadores já possuem compradores fixos que financiam suas despesas das pescarias, principalmente os gastos com gelo, combustível e aparelhos de pesca. Uma menor parcela dos pescadores comercializa o pescado na própria residência.

Nesse processo de comercialização também é comum alguns pescadores enviarem o pescado através dos barcos de linha para atravessadores situados no flutuante Cai N'água, que posteriormente revendem para comerciantes locais.

REFERÊNCIAS

Barthem, R.B.; Goulding, M. 2007. Um ecossistema inesperado: a Amazônia revelada pela pesca. Amazon Conservation Association (ACA), Sociedade Civil Mamirauá, Belém, 241 pp.

Boschio, A.A.P. 1992. Produção pesqueira em Porto Velho, Rondônia (1984-89) - alguns aspectos ecológicos das espécies comercialmente relevantes. Acta Amazonica, 22(1): 163-172.

Cardoso, R.S.; Freitas, C.E.C. 2007. Desembarque e esforço de pesca da frota pesqueira comercial de Manicoré (Médio Rio Madeira), Amazonas, Brasil. Acta Amazonica, 37(4): 605-612.

Doria, C.R.C; Ruffino, M.L.; Hijazi, N.C. & Cruz, R.L. 2011 A pesca comercial na bacia do rio Madeira no estado de Rondônia, Amazônia brasileira. Acta Amazonica, no prelo

Goulding, M. 1979. Ecologia da pesca do rio Madeira. CNPQ/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus 172 pp.

Lauzanne, L. ; Loubens, G.; Guennec, B.L.E. 1990. Pesca y biología pesquera en el Mamoré médio (región de Trinidad, Bolívia). Interciencia, 15:452-460.

Santos, G.M. 1986/87. Composição do pescado e situação da pesca no Estado de Rondônia. Acta Amazonica, 16/17: 43-84.

Santos, G.M.; Santos, A.C.M. 2005. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. Estudos Avançados, 19 (54): 165-182





DÉBIL EFECTO DE LA PÉRDIDA DE HÁBITAT POR EL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS TASAS DE EXTINCIÓN DE PECES DULCEACUÍCOLAS: UN ANÁLISIS GLOBAL

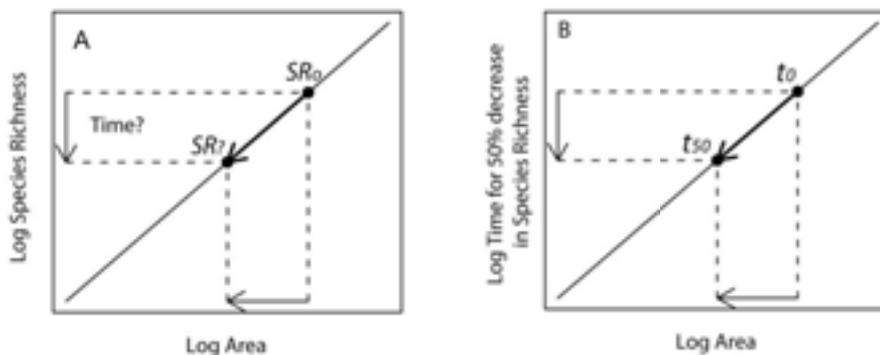
Pablo A. Tedesco^{1,2}, Thierry Oberdorff^{1,2}, Jean-François Cornu², Bernard Hugueny^{1,2}

¹ Laboratorio Mixto Internacional – Evolución y Domesticación de la Ictiofauna Amazónica (LMI-EDIA)

² UMR IRD 207, Biologie des Organismes et des Ecosystèmes Aquatiques, Département Milieux et Peuplements Aquatiques, Muséum National d'Histoire Naturelle, 43 rue Cuvier, 75231 Paris cedex, France.

Las tasas de extinción actuales debidas a actividades humanas, consideradas muy superiores a las tasas naturales, son proyectadas en aumento substancial para los próximos cien años (Barnosky et al. 2011; Pereira et al. 2011). Sin embargo, los niveles de extinción actuales y/o futuros siguen siendo un tema debatido en la literatura científica (Heywood et al. 1994; Pimm & Raven 2000; Thomas et al. 2004; Pimm et al. 2006; Stork 2009; Pereira et al. 2011; He & Hubbell 2011). De hecho, conocer con qué rapidez y cuántas especies nuestro planeta perderá es crucial para anticipar consecuencias biológicas, éticas, prácticas y económicas.

Los ecosistemas acuáticos forman parte de los más intensamente perturbados por las actividades humanas (Dudgeon et al. 2006; Vorosmarty et al. 2011), y no cabe duda que las extinciones recientemente documentadas fueron causadas por actividades humanas (Ricciardi & Rasmussen 1999; Jenkins 2003). Para uno de los organismos mejor con ocidos, los peces, la pérdida o degradación del hábitat, la sobreexplotación, la eutrofización y la introducción de especies son las amenazas más importantes (Townsend & Crowl 1991; Sala et al. 2000; Fagan et al. 2002; Nilsson et al. 2005; Dudgeon et al. 2006; Strayer & Dudgeon 2010). En los últimos años, el cambio climático está siendo visto como la amenaza principal, potencialmente pudiendo provocar pérdidas crónicas en la disponibilidad de agua, poniendo así en peligro a muchas más especies en un futuro cercano (Xenopoulos et al. 2005; Xenopoulos & Lodge 2006). Por ejemplo, distintos escenarios de cambio climático han sido aplicados a 325 cuencas hidrográficas usando la relación riqueza-cuadal (Figura 1A), proyectando así de 4% a 22% de especies de peces en vías de extinción para el 2070 en aproximadamente 30% de las





cuenclas analizadas debido a disminuciones de caudal (Xenopoulos et al. 2005). Dos maneras de evaluar el impacto de la pérdida de hábitat sobre la riqueza de especies. (A) Basado en la relación riqueza-área, una reducción de la superficie implica un nuevo equilibrio con una reducción de la riqueza específica, pero el tiempo necesario para llegar a ese nuevo equilibrio es desconocido. (B) Asumiendo que la tasa de extinción disminuye con el aumento del área ocupada por una especie, una reducción de esta última acelera la velocidad con la cual las especies desaparecen, lo cual permite estimar la riqueza de una cuenca a un tiempo t determinado.

Sin embargo, este tipo de enfoque solo proyecta la fracción de especies “en vías de extinción” en un tiempo indeterminado (Heywood et al. 1994; Pereira et al. 2011) puesto que no se sabe cuánto tiempo será necesario para llegar a un nuevo equilibrio. Es de gran importancia para la conservación de las especies poder dar estimaciones de este tiempo puesto que puede variar entre décadas hasta varios milenios (Stork et al. 2009). Por esta razón, aquí utilizamos un enfoque que nos permite dar verdaderas tasas de extinción (cantidad de especies perdidas por unidad de tiempo) en función a la pérdida de superficie habitable (Figura 1B). Para este efecto, aquí combinamos una relación empírica establecida recientemente para peces de agua dulce entre tasas de extinción y superficie de cuenca (Figura 2) (Hugueny, Movellan, & Belliard 2011) con proyecciones de pérdida de superficie de cuenca activa (hidrológicamente perenne) ligadas al cambio climático, con el fin de establecer la distribución y los niveles de extinción futuros.

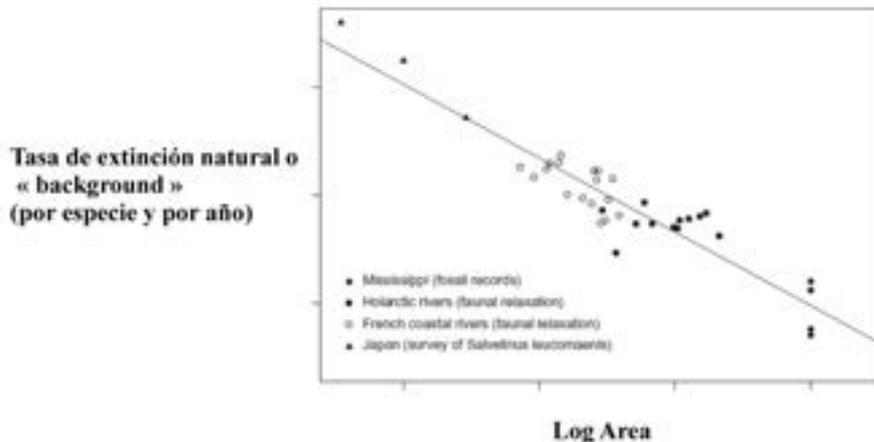


Figura 2. Relación entre el área de cuencas hidrográficas y sus tasas de extinción naturales. Esta relación se basa en datos de extinción a tres escalas temporales: (1) extinciones ocurridas en el Holoceno (hace aproximadamente 8000 años), subsecuentes a la fragmentación de cuencas por las variaciones del nivel del mar; (2) extinciones ocurridas hace más de un millón de años basadas en datos fósiles; e (3) informaciones basadas en seguimiento de poblaciones actuales (modificada a partir de Hugueny et al. 2011).

En base a casi cien mil cuencas hidrográficas distribuidas mundialmente, y a 18 modelos de circulación global correspondientes a uno de los escenarios más pesimistas del IPCC (escenario A2; Pachauri & Reisinger 2007), utilizamos la relación mostrada en la figura 2 en modo predictivo para proyectar las tasas de extinción previstas para





fin de siglo (2090). Para cuantificar la pérdida de hábitat acuático de las cuencas hidrográficas, utilizamos el grado de aridez (De Martonne 1926; Arora 2002) por célula de aproximadamente 1 km², eliminando la superficie de cuenca que presenta niveles de aridez que no permiten la presencia de un río perenne.

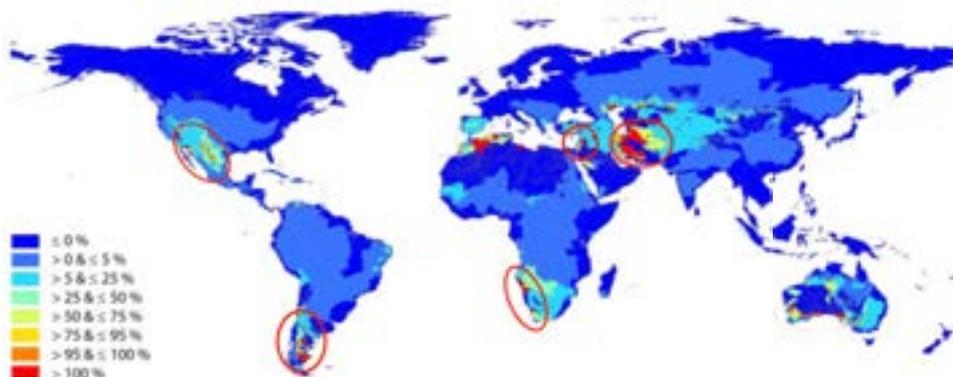


Figura 3. Aumento o disminución proporcional en las tasas de extinción futuras con respecto a las tasas calculadas bajo condiciones climáticas actuales. Los valores inferiores a 0% significan una disminución de la tasa de extinción, y los valores por encima de 0% un aumento.

Nuestros resultados muestran que los cambios en la superficie activa de las cuencas, según las proyecciones de cambio climático (valores medios sobre 18 modelos de cambio climático al 2090), afectarán sobre todo a las regiones mediterráneas y semi-desérticas. Estos cambios provocarán un aumento de las tasas de extinción en solo 7% de las cuencas analizadas, con aumentos importantes (superiores a un 25%) en solo 3.2% de las cuencas (Figura 3). Según estos resultados, las regiones afectadas se localizan en las partes áridas de Estados Unidos y México, el suroeste de América del sur, parte de África del norte y España, África del sur, el noroeste asiático y de medio oriente y partes de Australia (Figura 3). Para traducir estas tasas de extinción en números de especies perdidas por cuenca, utilizamos una base de datos global sobre la distribución de peces de agua dulce en más de mil cuencas (Blanchet et al. 2010; Leprieur et al. 2011). La cantidad de extinciones puede ser calculada simplemente multiplicando la tasa de extinción bajo las condiciones climáticas proyectadas para fin de siglo por la riqueza específica de cada cuenca. Estas proyecciones muestran que para el 2090 solo 2 cuencas presentan extinciones de especies, obteniendo bajas tasas de extinción para la mayoría de las cuencas (entre 0 y 0.001 especies extintas por año para casi 90% de las cuencas).

Nuestras predicciones de tasas de extinción están muy por debajo de lo que comúnmente se lee en la literatura científica sobre peces de agua dulce (predicciones de hasta 75% de especies extintas para el 2070 en aproximadamente 30% de los ríos estudiados por Xenopoulos et al. 2005, usando una relación riqueza-caudal), así como para otros grupos taxonómicos (entre 15 a 37% de especies sobre una muestra de



1103 plantas y animales estarían en vías de extinción en el 2050 por el cambio climático según Thomas et al. 2004).

Según nuestras predicciones, queda todavía una chance para contrarrestar las pérdidas actuales y futuras de especies focalizándonos sobre acciones de conservación en relación a otras importantes amenazas antrópicas que actualmente están generando extinciones en los ríos del mundo. En efecto, otras grandes e inmediatas amenazas como la destrucción del hábitat, la sobreexplotación, la eutrofización o la introducción de especies, factores no tomados en cuenta aquí, podrían tener mucho más impacto sobre la biodiversidad acuática que la pérdida de hábitat directa por el cambio climático. Estas amenazas ya están teniendo un rol importante en la deterioración de la fauna de peces dulceacuícolas. Por ejemplo para América del norte, de donde se tienen los datos más actualizados sobre el estado de vulnerabilidad y la desaparición de especies (Jelks et al. 2008), 20 cuencas hidrográficas ya han perdido un total de 43 especies debido a perturbaciones humanas. Si consideramos que estas extinciones comenzaron hace 100 años, obtenemos tasas de extinción de entre 20 y 1000 veces más importantes que nuestras predicciones (Tabla 1). Por esta razón podemos concluir que las prioridades en conservación de especies deberían centrarse en la reducción de los impactos de estos otros importantes y presentes factores de extinción de peces de agua dulce.

Tabla 1: Numero de extinciones observadas actualmente en cuencas hidrográficas en América del norte y comparación de las tasas de extinción reales (observadas actualmente) y las proyectadas aquí.

Cuenca	País	Numero de extinciones en los 100 últimos años	Tasa de extinción real	Tasa de extinción "natural"	Ratio entre la tasa real y la "natural"
Alabama	USA	1	0.01	0.000495	20.18
Ameca	Mexico	2	0.02	0.000261	76.50
Armeria	Mexico	1	0.01	0.00026	38.46
Colorado (Texas)	USA	3	0.03	0.000174	172.58
Colorado	USA	2	0.02	0.000038	525.98
Death Valley	USA	4	0.04	0.000540	74.04
Rio Grande	USA	10	0.1	0.000106	945.18
Guadalupe	USA	1	0.01	0.000449	22.25
Housatonic	USA	1	0.01	0.000502	19.93
Hudson	USA	1	0.01	0.000382	26.19
Mississippi	USA	2	0.02	0.000069	290.92
Nelson	Canada	1	0.01	0.000048	208.63
Panuco	Mexico	3	0.03	0.000191	157.44
Papaloapan	Mexico	1	0.01	0.000196	51.04
Potomac	USA	1	0.01	0.000426	23.48
Sabine	USA	1	0.01	0.000391	25.59
Sacramento	USA	2	0.02	0.000029	692.86
Saint Laurent	Canada	4	0.04	0.000076	522.89
San Joaquin	USA	1	0.01	0.000032	314.94
Susquehanna	USA	1	0.01	0.000213	47.05



REFERENCIAS

Arora, V.K. (2002) *The use of the aridity index to assess climate change effect on annual runoff. Journal of Hydrology*, 265, 164-177.

Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall, C., McGuire, J.L., Lindsey, E.L., Maguire, K.C., Mersey, B. & Ferrer, E.A. (2011) *Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? Nature*, 471, 51-57.

Blanchet, S., Grenouillet, G., Beauchard, O., Tedesco, P.A., Leprieur, F., Durr, H.H., Busson, F., Oberdorff, T. & Brosse, S. (2010) *Non-native species disrupt the worldwide patterns of freshwater fish body size: implications for Bergmann's rule. Ecology Letters*, 13, 421-431.

Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.I., Knowler, D.J., Leveque, C., Naiman, R.J., Prieur-Richard, A.H., Soto, D., Stiassny, M.L.J. & Sullivan, C.A. (2006) *Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. Biological Reviews*, 81, 163-182.

Fagan, W.F., Unmack, P.J., Burgess, C. & Minckley, W.L. (2002) *Rarity, fragmentation, and extinction in desert fishes. Ecology*, 83, 3250-3256.

He, F. & Hubbell, S.P. (2011) *Species-area relationships always overestimate extinction rates from habitat loss. Nature*, 473, 368-371.

Heywood, V.H., Mace, G.M., May, R.M. & Stuart, S.N. (1994) *UNCERTAINTIES IN EXTINCTION RATES. Nature*, 368, 105.

Hugueny, B., Movellan, A. & Belliard, J. (2011) *Habitat fragmentation and extinction rates within freshwater fish communities: a faunal relaxation approach. Global Ecology and Biogeography*, in press.

Jelks, H.L., Walsh, S.J., Burkhead, N.M., Contreras-Balderas, S., Diaz-Pardo, E., Hendrickson, D.A., Lyons, J., Mandrak, N.E., McCormick, F., Nelson, J.S., Platania, S.P., Porter, B.A., Renaud, C.B., Schmitter-Soto, J.J., Taylor, E.B. & Warren, M.L. (2008) *Conservation Status of Imperiled North American Freshwater and Diadromous Fishes. Fisheries*, 33, 372-407.

Jenkins, M. (2003) *Prospects for biodiversity. Science*, 302, 1175-1177.

Leprieur, F., Tedesco, P.A., Hugueny, B., Beauchard, O., Durr, H.H., Brosse, S. & Oberdorff, T. (2011) *Partitioning global patterns of freshwater fish beta diversity reveals contrasting signatures of past climate changes. Ecology Letters*, in press.

De Martonne, E. (1926) *Une nouvelle fonction climatologique: L'indice d'aridité. La Meteorologie*, 449-458.

Nilsson, C., Reidy, C.A., Dynesius, M. & Revenga, C. (2005) *Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. Science*, 308, 405-408.

Pachauri, R.K. & Reisinger, A. (2007) *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*

Pereira, H.M., Leadley, P.W., Proenca, V., Alkemade, R., Scharlemann, J.P.W., Fernan-





dez-Manjarres, J.F., Araujo, M.B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W.W.L., Chini, L., Cooper, H.D., Gilman, E.L., Guenette, S., Hurtt, G.C., Huntington, H.P., Mace, G.M., Oberdorff, T., Revenga, C., Rodrigues, P., Scholes, R.J., Sumaila, U.R. & Walpole, M. (2011) Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. *Science*, 330, 1496-1501.

Pimm, S.L. & Raven, P. (2000) Biodiversity - Extinction by numbers. *Nature*, 403, 843-845.

Pimm, S., Raven, P., Peterson, A., Sekercioglu, C.H. & Ehrlich, P.R. (2006) Human impacts on the rates of recent, present, and future bird extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, 10941-10946.

Ricciardi, A. & Rasmussen, J.B. (1999) Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology*, 13, 1220-1222.

Sala, O.E., Stuart Chapin III, F., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M. & Wall, D.H. (2000) Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287, 1770-1774.

Stork, N.E. (2009) Re-assessing current extinction rates. *Biodiversity and Conservation*, 19, 357-371.

Stork, N.E., Coddington, J.A., Colwell, R.K., Chazdon, R.L., Dick, C.W., Peres, C.A., Sloan, S. & Willis, K. (2009) Vulnerability and Resilience of Tropical Forest Species to Land-Use Change. *Conservation Biology*, 23, 1438-1447.

Strayer, D.L. & Dudgeon, D. (2010) Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society*, 29, 344-358.

Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., Ferreira de Siqueira, M., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsveld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L., Ortega-Huerta, M.A., Townsend Peterson, A., Phillips, O.L. & Williams, S.E. (2004) Extinction risk from climate change. *Nature*, 427, 145-148.

Townsend, C.R. & Crowl, T.A. (1991) Fragmented population-structure in a native New-Zealand fish - an effect of introduced brown trout. *Oikos*, 61, 347-354.

Vorosmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S.E., Sullivan, C.A., Liermann, C.R. & Davies, P.M. (2011) Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467, 555-561.

Xenopoulos, M.A. & Lodge, D.M. (2006) Going with the flow: Using species-discharge relationships to forecast losses in fish biodiversity. *Ecology*, 87, 1907-1914.

Xenopoulos, M.A., Lodge, D.M., Alcamo, J., Marker, M., Schulze, K. & Van Vuuren, D.P. (2005) Scenarios of freshwater fish extinctions from climate change and water withdrawal. *Global Change Biology*, 11, 1557-1564





SITUACIÓN ACTUAL DE LA PESQUERÍA ORNAMENTAL EN LA REGIÓN LORETO (AMAZONÍA PERUANA) AÑOS 2000 Y 2010

Aurea García ^{1,2}, Gladys Vargas ^{1,2}, Homero Sánchez ^{1,2}, Salvador Tello ^{1,2}, Rosa Ismiño ^{1,2}, Fabrice Duponchelle ^{1,3}

¹ Laboratorio Mixto Internacional – Evolución y Domesticación de la Ictiofauna Amazónica (LMI-EDIA)

² Programa de Investigación Para el Uso del Agua y sus Recursos (AQUAREC), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Carretera Iquitos Nauta km 4.5, Iquitos, Perú. E-mail: aurygarcia@hotmail.es

³ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR-ISEM (Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier), Université Montpellier 2, France

INTRODUCCIÓN

La cuenca amazónica es uno de los lugares de importancia para la captura de peces ornamentales, con 21% del valor de exportación declarado en 1999 para América del Sur, después de Brasil (33%) y Colombia (42%) (Oliver, 2001). En los últimos años en la región de Loreto-Perú el aprovechamiento y el comercio de peces ornamentales se ha convertido en una actividad importante para la economía, debido a que proporciona empleo e ingresos a un gran sector de la población, estimándose en más de tres millones ochocientos mil dólares americanos al año (Alcántara et al, 2008). Aunque en la región esta actividad se viene desarrollando hace décadas, aun no se conoce con exactitud el número de peces ornamentales que se captura y comercializa. De allí el motivo de este trabajo que permitirá conocer la dinámica de esta importante pesquería, además de generar información útil que sirva para la conservación de este importante recurso a través de un ordenamiento adecuado en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El comercio de los peces ornamentales en la Amazonía peruana se centra en la ciudad de Iquitos, capital del departamento de Loreto, y principal abastecedora de peces ornamentales del mercado nacional e internacional. Las estadísticas de peces ornamentales del 2000 al 2010 fueron proporcionadas por PRODUCE-Loreto, ente encargado de recopilar la información, a través del certificado de procedencia que proporcionan los pescadores y casas acuaristas. Con la finalidad de organizar y analizar la información, se elaboró una base de datos en Microsoft Excel. En primer término se ordenó y clasificó taxonómicamente la lista de peces en: Orden, familia y especie (incluye el nombre científico y vulgar) trabajo que fue realizado conjuntamente con un especialista en sistemática de peces, utilizando además como guía claves taxonómicas de Ortega y Vari (1986) y lista de peces de Ornamental Amazon Fish Aquarium SAC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Volumen de captura de peces ornamentales: La captura anual de peces ornamentales en la región Loreto, fluctúa de 5'817,006 a 11'461,922 unidades extraídas en los años





2000 a 2010 (Figura 1). Se observa una tendencia irregular de la extracción con un descenso a través de los 11 años ($y=-460136x+930790665$, $R^2=0.75$, $p<0.001$). Las mayores capturas se registra en los primeros cinco años de esta década con promedio de 10'038,755 ejemplares capturados, las mínimas capturas ocurren en los últimos años con 6'852,154 ejemplares que representa el 42% de lo extraído en los primeros cinco años.

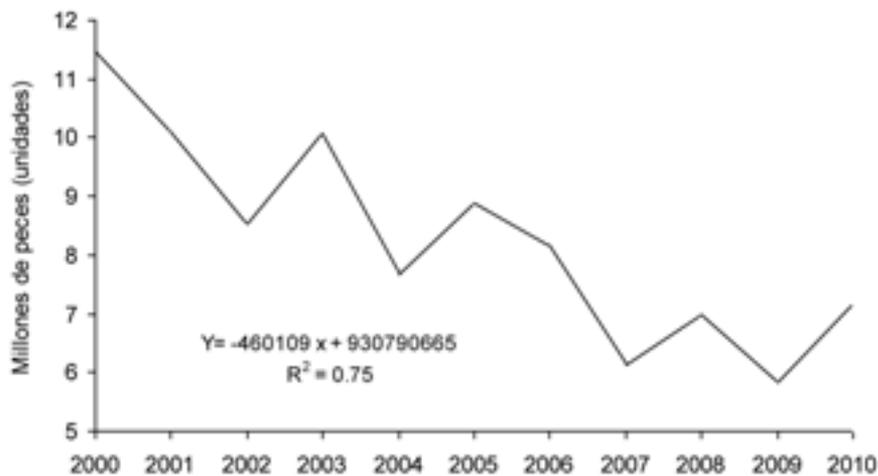


Figura 1. Volumen de captura (unidades) de peces ornamentales en la región Loreto desde 2000 al 2010

Lugares de procedencia de los peces ornamentales capturados: Los peces que sustentan la pesquería ornamental son capturados en diferentes cuencas de la Amazonía peruana y sus tributarios. Durante el período de estudio el Ucayali es la cuenca más importante con 41% de las capturas, seguido de Nanay con 25%, Napo con 10%, Amazonas e Itaya con 9%, Putumayo 4% y otros ríos equivalen al 3%. La importancia de las cuencas varía en el tiempo, en la década de los 70 el Napo fue la cuenca más importante con aproximadamente el 50% de la extracción de peces ornamentales, seguido del Marañón con 20%, Amazonas y Ucayali con 15% cada uno. En la década del 80, el Nanay se constituyó en la cuenca más importante, y en menor importancia al Napo, Manítí, Tapiche, Amazonas y Ucayali (San Román, et al. 1977; CERPER 1986, citado en Ruiz et al. 1997). Un estudio realizado en el último año de la década de los 90, menciona que los volúmenes de peces ornamentales comercializados, provienen de las cuencas, Ucayali (73,98%), Nanay (24,86%) y otras (1,16%) (Ruíz et al., 1999).
Especies capturadas: En la captura y comercialización de los peces ornamentales frecuentemente se emplea diversos nombres comerciales para identificar una especie. Sobre el período de estudio, se identificó que los peces capturados estuvieron distribuidos taxonómicamente en: 13 órdenes, 42 familias, 196 géneros y 298 especies sin considerar aquellas incluidas como variedad. Durante ese tiempo, el orden Siluriformes es la más representativa con el 57% de las capturas. Los Characiformes son el segundo orden más importante, correspondiendo su captura al 26%, seguido de los Osteoglossiformes que representa el 13% de las capturas. Los órdenes Perciformes, Tetraodontiformes, Myliobatiformes, Gymnotiformes, Cyprinodontiformes, Beloniformes, Lepido-





sireniformes, Pleuronectiformes, Batrachoiditiformes, Synbranchiformes corresponden solo al 5% del total de las capturas sobre el período de estudio.

Exportación internacional de peces ornamentales: La exportación en número de peces ornamentales durante el 2000 al 2010 muestra una disminución a través de los años, contrario al valor de exportación que se incrementa significativamente durante ese período (Figura 2). Las mayores exportaciones ocurren en el 2000 y 2003, con 8'340,213 y 8'238,559 unidades de peces, que generaron 1'109,670 US\$ y 2'380,897 US\$ respectivamente. A partir del 2004 se observa un descenso en el número de peces exportados, con un ligero incremento en el 2005 para continuar la tendencia negativa hasta alcanzar la menor exportación en el 2007 con 4'783,194 de unidades de peces, pero con un aumento en relación a divisas generadas de US\$ 3'159,594 en ese año. El número de peces exportados en los dos últimos años aumenta ligeramente, generando las mayores divisas durante esos años, probablemente por el envío de las especies de mayor valor (Figura 2).

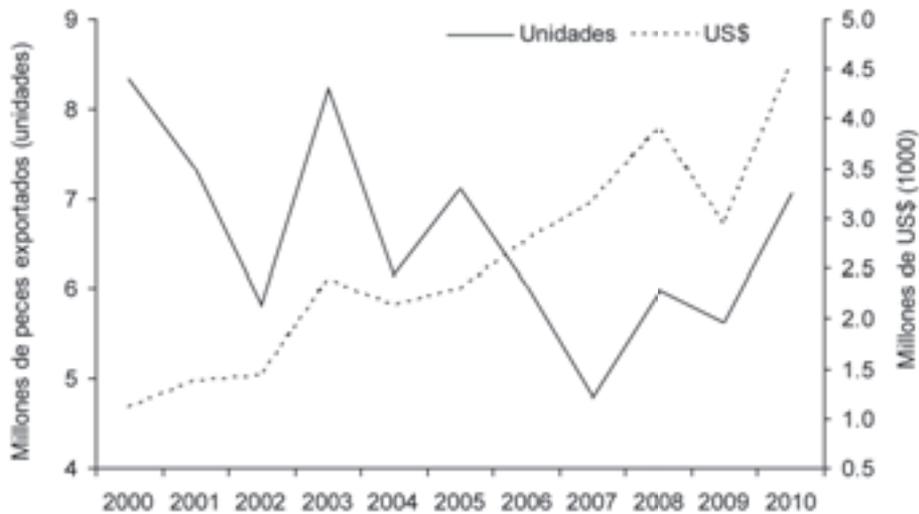


Figura 2. Exportación anual de peces ornamentales en unidades y valor

Principales especies exportadas: Los peces ornamentales más importantes económicamente exportados durante el período 2000-2010 se presentan en la Tabla 1. *Osteoglossum bicirrhosum* arahuana, es la especie que mas altos ingresos generó durante el período de estudio, representa el 46% del valor total de las exportaciones internacionales. *Potamotrygon motoro* raya motoro, es la segunda especie en importancia con el 7%, seguida de *Otocinclus* sp con el 4,4% y *Potamotrygon falkneri* raya tigre que alcanzan el 4,1%. *Panaque* sp. *carachama* papa, *Acanthicus hystrix* carachama albino, *Brachyplatystoma tigrinus* tigrinus, *Phractocephalus hemiliopterus* torre, representan un porcentaje mayor al 2%. Las especies de *Corydoras* sp. Amarillo y/o brillante, *Pecoltia* sp, solo representan el 1,9 y 1,7 del valor total de ingresos generados por las exportaciones internacionales.

Principales mercados de exportación de peces ornamentales: El comercio exterior de los peces ornamentales se inicia en la década de los 50 con la exportación a los países de EEUU, posteriormente en la década de los 70 y 80 se abren nuevos mercados en países Europeo y Asiático, como Alemania, Suecia, Holanda, Japón, y China (Roja, 1972; Soregui y Montreuil, 1998).

Tabla 1. Principales especies de peces ornamentales de acuerdo al valor de las exportaciones internacionales, durante el período 2000-2010

Nº	Especie	Familia	VIE (US\$)	VTEI (%)	PTE
1	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	Osteoglossidae	12'816,685	45,8	2
2	<i>Potamotrygon motoro</i>	Potamotrygonidae	2'018,018	7,2	40
3	<i>Otocinclus</i> sp.	Loricariidae	1'220,959	4,4	1
4	<i>Potamotrygon falkneri</i>	Potamotrygonidae	1'133,761	4,1	187
5	<i>Panaque</i> sp.	Loricariidae	781,292	2,8	18
6	<i>Acanthicus hystrix</i>	Loricariidae	631,458	2,3	33
7	<i>Brachyplatystoma tigrinus</i>	Pimelodidae	574,133	2,1	133
8	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	Pimelodidae	571,005	2,0	24
9	<i>Corydoras</i> sp.	Callichthyidae	533,584	1,9	3
10	<i>Peckoltia</i> sp.	Loricariidae	466,362	1,7	44
	Otros		7'238,642	25,9	
	Total		27'985,897	100	

VIE = valor internacional de exportación; VTEI = Valor total de exportaciones internacionales; PTE = Puesto de acuerdo al número total de las exportaciones

Durante el período 2000-2010 China es el principal mercado de importación en término de valor con el 43 %, y el tercero en relación a unidades con 19% del total de las importaciones internacionales (Figura 3). Estados Unidos el segundo país en importancia de valor con 19 %, y el primero a nivel de unidades con 54% de las importaciones. Japón ocupa el tercer lugar en relación a valor y el segundo a nivel de unidades con el 13% en ambos casos. A nivel de valor Alemania representa el 8 %, Taiwan 6%, Singapur e Inglaterra el 2% cada uno, otros países equivalen al 8% (Figura 3). En el 2001 Hong



Kong ocupa el primer lugar como uno de los destinos internacionales de peces ornamentales exportados desde Iquitos-Perú, con el 28,8% del valor total de las exportaciones internacionales, seguido de los Ángeles con el 16,6%, Miami con 13,2%, Frankfurt con 10,4%, Taipei con 6,8%, Tokyo con 6,7, Osaka 3,9%, Singapur 2,4%, New Jersey 1,2% y otros representan el 10% (Moreau y Oliver, 2007).

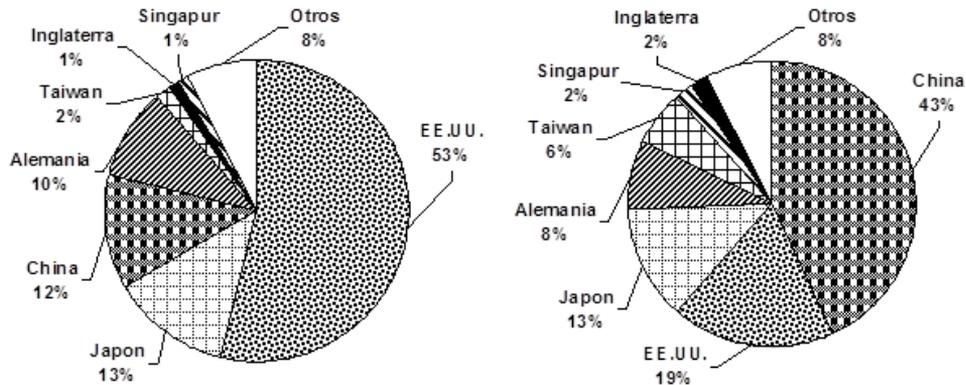


Figura 3. Destinos internacionales de peces ornamentales de acuerdo al valor y unidades de peces importados

REFERENCIAS

Alcántara, F.; Cho, F.; Chavéz, C.; Tello, S. 2008. *Manual de manejo de peces de acuario*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Centro de Investigación y Promoción Popular. CENDIP.

Moreau, M., Comes, O. 2007. *Aquarium fish exploitation in western Amazonia: Conservation issues in Peru*. Environmental Conservation.

Olivier, K. 2001 *The ornamental fish market*. FAO/Globefish Research Programme, Vol. 67. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

Ortega, H.; Vari, R. 1986. *Annotated checklist of the freshwater fishes of Perú*. Smithsonian contributions to zoology.

Rojas, J. 1972. *Establecimiento de Cooperativas en peces Ornamentales en Iquitos*. Tesis para optar Título Profesional de Biólogo. UNAP, Iquitos.

Ruíz, A.; Reátegui, C.; Rengifo, M.; Del Aguila, R. 1997. *Influencia del Ichthyophthirius multifiliis y otros microorganismos parásitos en la mortandad de peces ornamentales de casas exportadoras-Iquitos*. UNAP. Informe Final. Iquitos-Perú.

Ruíz, A.; Souza, J.; Vela, U. 2003. *Análisis Situacional de la Pesquería Ornamental en Iquitos y áreas de Influencia - Bases para una propuesta de manejo*. Tesis para optar el Grado Académico de Magister en Ciencias. Iquitos – Perú.





Soregui, J. & Montreuil, V. 1998. La pesquería de peces ornamentales en la Amazonía Peruana, descripción y análisis. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Programa de Ecosistemas Acuáticos, Iquitos, Perú





PESQUERÍAS CONTINENTALES DE COLOMBIA: CUENCAS DEL MAGDALENA-CAUCA, SINÚ, CANALETE, ATRATO, ORINOCO, AMAZONAS Y VERTIENTE DEL PACÍFICO.

Carlos A. Lasso A¹., Francisco de Paula Gutiérrez², Mónica Morales-Betancourt¹, Edwin Agudelo Córdoba³, Hernando Ramírez⁴ y Rosa E. Ajiaco⁵

¹Instituto de Investigación de Recursos biológicos Alexander Von Humboldt-IAVH. classo@humboldt.org.co; ²Universidad Jorge Tadeo Lozano; ³Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi; ⁴Universidad de Los Llanos – Unillanos; ⁵Corporación Colombia Internacional – CCI

El Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt con el apoyo del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) en colaboración con otras organizaciones, llevó a cabo durante el 2011, la iniciativa: Pesquerías Continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente Pacífico. Publicación con la que continúa la serie editorial “Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia”. Espacio de libre discusión que permitirá difundir todo lo relativo a nuestros ecosistemas acuáticos continentales y su biodiversidad asociada, con un enfoque ecosistémico y crítico, que aporte no sólo al conocimiento científico-técnico, sino a la toma de decisiones.

El documento se concentra fundamentalmente en el diagnóstico de las pesquerías de las grandes cuencas de Colombia distribuidas así: Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, vertiente del Pacífico, Orinoquia y Amazonia. También considera las principales características y los impactos ambientales que tienen lugar en cada una de ellas. La información pesquera incluye las especies a la fecha descritas, las que poseen un alto valor económico o las que son objeto de aprovechamiento para la pesca de subsistencia; las artes y métodos pesqueros utilizados; la población de pescadores; el historial sobre el aprovechamiento pesquero y finalmente, las rutas y formas de comercialización.

Se incluyen adicionalmente tres casos de estudio que tienen relación con temas claves en Colombia por sus aportes a las pesquerías y a la seguridad alimentaria. En primer lugar se consideran los recursos pesqueros en los embalses colombianos; en segundo lugar las pesquerías de las especies introducidas y trasplantadas en aguas continentales, con énfasis en las tilapias (*Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis spp*) y las cachamas (*Colossoma macropomum* y *Piaractus brachipomum*), que en muchos casos han pasado a sustituir a las poblaciones nativas o se han convertido en la solución económica ante el descenso de estas. Por último, se describe por primera vez la pesquería de juveniles de góbidos (Perciformes: Gobiidae), peces diádomos en ríos costeros de la vertiente Pacífica de Colombia.

Respecto a la cuenca Magdalena-Cauca, que es el centro económico de desarrollo de Colombia e involucra cerca del 80% de la población, se detallan sus problemas ambientales históricos no resueltos, que afectan y hacen incompatible la relación: medio ambiente-recursos hidrobiológicos y pesqueros. En 1976, se estableció para la cuenca el potencial pesquero entre 80.000 y 120.000 t/año, representado por 26 especies





comerciales de un total de 167 conocidas para la red hidrográfica. La disminución de la producción desembarcada y registrada entre 1974 y 2009 fue del orden del 85% como se aprecia en la Figura 1, siendo reconocidas 30 especies con algún grado de amenaza. En la década de los setenta la cuenca aportaba entre el 77% y el 95% de la pesca continental y respecto a toda la pesca nacional registrada, ha pasado del 69,0% al 18,63% en 2009. Así, se puede decir que los recursos pesqueros están en franca crisis y se pueden considerar algunos de ellos en vías extinción desde el punto de vista pesquero.

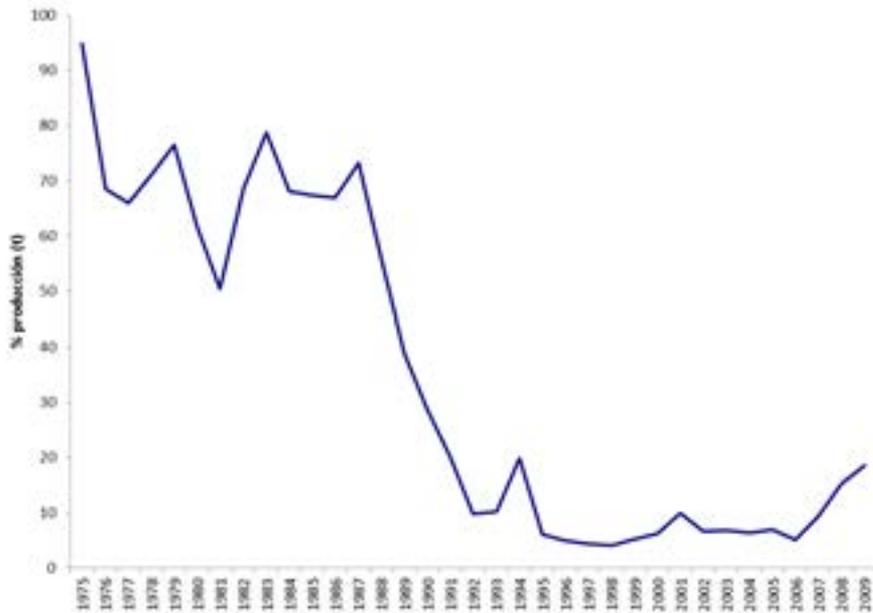


Figura 1. Participación en porcentaje de la cuenca del Magdalena en la producción pesquera nacional. Periodo: 1975 - 2009. Fuente: Información estadística pesquera INDERENA - INPA - INCODER – MADR-CCI.

La cuenca del Sinú posee ecosistemas fragmentados por los desarrollos urbanos, agrícolas, industriales, mientras que la del Canalete muestra buenas condiciones y pocos impactos antrópicos. En 1989, el Sinú aportó 2.000 t/año, mientras que el río Canalete nunca ha hecho aportes significativos a las pesquerías nacionales. Hasta cuando se hizo seguimiento a la pesquería del Sinú (1997-2002), desembarcaba en promedio 1.130 t/año, siendo el 13% pesca de subsistencia y el 87% pesca comercial; para el 2009 las cifras oficiales registraron 242 t/año. Todas las poblaciones ícticas del Sinú están sobre-aprovechadas debido a prácticas como el uso indiscriminado e ilegal de artes y aparejos de pesca y capturas por debajo de las tallas mínimas legales.

La cuenca del río Atrato, no es ajena a los impactos ambientales y a fenómenos naturales, y está afectada principalmente en la parte alta por la explotación de oro, plata y platino. El vertimiento de desechos municipales es común en toda la cuenca, al igual que la sedimentación, la desecación de ciénagas y la deforestación. La producción pesquera es de carácter marcadamente estacional, siendo más productiva en los primeros me-





ses del año y durante las migraciones de algunas especies. En 2001, la cuenca media registró una producción de casi 5.000 t/año. En ciénagas (65.000 ha) la producción es de 1.600 t/año (30,8 kg/ha año⁻¹) con origen en las migraciones del bajo Atrato. Las especies aprovechadas son 40, siendo diez las comercialmente importantes. De estas, 27 son exclusivamente dulceacuícolas y 13 marino-estuarinas. Al igual que en otras cuencas continentales, las aproximaciones al estado de los recursos pesqueros denota que las poblaciones parecen haber llegado a su rendimiento máximo sostenible.

La vertiente Pacífica, tiene una superficie de 76.500 km² formada por más de 200 ríos cortos y caudalosos debido a las precipitaciones (9000 mm/año). Las áreas costeras y continentales presentan alto grado de contaminación. Hay unas 39 especies de interés pesquero, 25 de agua dulce y 14 de origen marino, que remontan los cauces de los ríos o desarrollan gran parte de su ciclo de vida en agua dulce. En términos de producción no hay registros disponibles de captura y la información que pueda existir está tan dispersa como las comunidades mismas. Es por esto que se hace necesario desarrollar mecanismos de recopilación de información de la pesca de subsistencia, para así evaluar el estado poblacional de las diferentes especies y facilitar el establecimiento de mecanismos de control y protección.

En la Amazonia, se utilizan aproximadamente 88 especies para el consumo local, mientras que en la pesca comercial menos de 30 especies son las responsables por la dinámica socioeconómica que incorpora zonas pesqueras colombianas y de países vecinos, sustentada en bagres pimelódidos y algunos carecidos (Figura 2). Buena parte de los peces utilizados son recursos compartidos con otros países, por lo que se generan conflictos por su uso, manejo y regulación. Por tanto, es necesario posibilitar la estandarización de algunas normas pesqueras entre países, que permitan un provecho y manejo razonable de los recursos. Proceso que también requiere promover al menos otras estrategias como: a) una zona trinacional entre Colombia, Perú y Brasil para el manejo y aprovechamiento de pimelódidos migratorios, carácidos y osteoglosidos; b) acuerdos comunitarios locales de pesca para manejo de peces de subsistencia y otras especies comerciales, aplicados en los ejes longitudinales de los ríos de origen andino que cruzan la Amazonia.

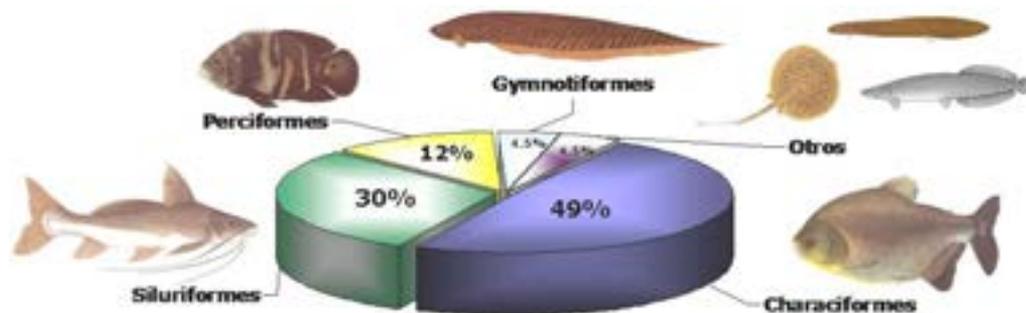


Figura 2. Representación porcentual de los principales ordenes de peces registrados en la Amazonia colombiana (Tomado de Agudelo et al., 2011; ilustraciones tomadas de: Britski et al.1999).





Para la Orinoquia se presenta información sobre la pesquería de especies de consumo, discriminando los principales cuerpos de agua donde se llevan a cabo las faenas de pesca y sus condiciones físico-químicas. En la zona aproximadamente 2.458 personas ejercen la actividad pesquera, con estimaciones de captura por unidad de esfuerzo que varían entre los diferentes ríos, con cifras entre 60 kg/UEP/día y 5,66 kg/UEP/día. En el período de 1995 a 2009, los registros indican que los desembarcos anuales variaron entre 7,7 t.año⁻¹ y 1,02 t.año⁻¹ (Figura 3). Se comercializan 68 especies. Se destacan las amenazas a la biodiversidad, debido a las actividades antrópicas en la región, considerando la pérdida de la cobertura boscosa, reemplazada por cultivos para la ampliación de la frontera agrícola, como la de mayor impacto negativo sobre las poblaciones de peces bajo aprovechamiento.

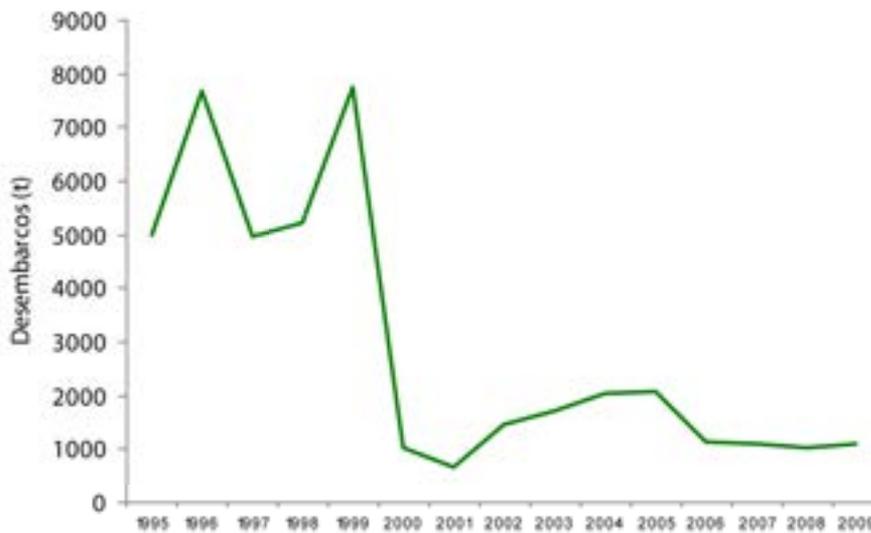


Figura 3. Serie histórica de desembarcos de producto pesquero de consumo en la Orinoquia colombiana. Período: 1995-2009. Fuente: Boletín Estadístico INPA (1996, 1997, 1999, 2001), Incoeder-CCI 2007(2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006), MADR-CCI (2008, 2009, 2010).

En cuanto a los casos de estudio y respecto a los embalses en Colombia, que almacenan un poco más de 15 Mm³ y generan cerca de 8987 MW, en su mayoría se han construido sobre los cauces de ríos de la cuenca Magdalena-Cauca y entre los 9 y los 2000 m s.n.m. Albergan 77 especies de peces, de estas nueve exóticas y tres trasplantadas, que afectan las comunidades de las especies nativas, a lo que también se suman la altitud y la edad del embalse como factores reguladores. El rendimiento pesquero de los embalses colombianos está en el rango de las capturas reportadas en Suramérica para ecosistemas similares. En general, la actividad pesquera desarrollada, es pesca de subsistencia y la producción está asociada a los cambios de nivel de las aguas, que se vuelven característicos de los embalses. Las especies capturadas son de pequeño porte y bajo valor económico.

Respecto a los aportes que hacen las especies introducidas y trasplantadas en aguas continentales, se muestra un panorama del estado actual de los procesos de introduc-





ción de las especies de las familias Centrarchidae (lobinas), Cichlidae (tilapias), Cypri-
nidae (carpas), Osphronemidae (gouramis), Pangasiidae (bagres pangasios) y Salmo-
nidae (truchas, salmones) y de las especies transplantadas de las familias Arapaimidae
(pirarucus), Prochilodontidae (bocachicos), Characidae (yamús), Cichlidae (mojarras
amarillas, tucunarés, pavones) y Serrasalminidae (cachamas, pacus). Así mismo, a tra-
vés de la información existente se pudo comprobar que tanto las tilapias (plateada y
roja) como las cachamas (blanca y negra) ya hacen parte de las pesquerías en aguas
naturales, en ecosistemas en los que nunca habían estado.

El último caso de estudio que hace referencia a las pesquerías de los góbidos en el
Pacífico colombiano, muestra como las post-larvas del género *Sicydium* soportan una
explotación pesquera importante al ser consideradas fuente de alimento, siendo esta
actividad variable según la región donde se desarrolla. Es una actividad muy poco
documentada en Colombia a pesar de la importancia e intensidad con que se realiza
en algunas regiones. En el norte, la pesca se realiza en las desembocaduras de los
principales ríos costeros (p. e. Valle, Juradó y Jurubirá) concentrándose la captura en
los juveniles de *Sicydium*. Hacia el sur, las capturas se realizan no solo en las partes
bajas, sino también en lugares alejados de las desembocaduras, como en San Isidro
en el río Calima, San Antonio en Yurumanguí y San Isidro en Cajambre, donde comu-
nidades indígenas y afrodescendientes aprovechan las migraciones de los góbidos
junto a las de camarones del género *Macrobrachium*. Actualmente, no se cuenta con
registros de los ríos donde se realiza la actividad, número de personas dedicadas a
la extracción, volúmenes aproximados, esfuerzos de captura, así como la variabilidad
en el tiempo. Información que es determinante para establecer la sostenibilidad de la
actividad y el establecimiento de medidas orientadas al ordenamiento pesquero en las
diferentes cuencas.

REFERENCIAS

Agudelo, E., Sánchez, C.L. Rodríguez, C.A., Bonilla-Castillo, C.A. & G. A. Gómez.
2011. Los recursos pesqueros en la cuenca amazónica colombiana. Pp.143-166. En:
Lasso, C. A., F. de Paula Gutiérrez, M. A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez
y R. E. Ajiaco (Eds). 2011. II. Diagnóstico de las pesquerías continentales de Colombia:
cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente
del Pacífico. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Hum-
boldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia



ESTRUTURA DE TAMANHOS DE ASSEMBLEIAS DE PESCA NO SOLIMÕES – AMAZONAS COMO INDICADOR DO ESTADO DE EXPLORAÇÃO

Nidia Noemi Fabr e ¹, Victoria J. Isaac ² e Vandick S. Batista ¹

¹ Instituto de Cs. Biológicas. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Brasil.

² Centro de Cs. Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém-PA, Brasil.

INTRODU O

Na Amazônia central, os estudos sobre a pesca iniciaram na década de 70, com os trabalhos de Petrere Jr. e a partir da década de 90, houve um aprofundamento do conhecimento científico nesta região e se alcançou uma abrangência geográfica maior, com a incorpora o dos estudos e monitoramento dos recursos pesqueiros da região de Santarém, Baixo Amazonas. A pesar da extensa produ o científica sobre a pesca na Amazônia brasileira, poucos trabalhos têm avaliado o impacto desta tradicional atividade extrativa sobre a estrutura das comunidades ou sobre os ecossistemas. Recentemente, Angelini et al. (2006), utilizando modelagem ecossist mica da várzea amaz nica, concluíram que o impacto do desmatamento sobre a estabilidade do ecossistema é bem maior que o da pesca, inclusive sobre as espécies que não dependem diretamente da floresta, como é o caso dos bagres migradores da família Pimelodidae. O tamanho médio do corpo dos indivíduos de uma comunidade ou popula o representa um descritor de altera es nos padrões de biomassa ou abundancia numérica (Ryder et al., 1981; Boudreau & Dickie, 1992). Gislason & Rice (1996), Gislason & Lassen (1997), Gislason & Rice (1998), concluíram que a representa o do número agregado de peixes de várias espécies da comunidade, por classe de tamanho, pode refletir a pressão pesqueira no ecossistema ou na área em questão. Estes autores demonstraram para pescarias do Mar do Norte que existe uma clara influência do esforço de pesca no tamanho e no espectro de diversidade de comunidades de peixe.

Com a implanta o de um sistema de monitoramento da pesca em larga escala, abrangendo o eixo Solimões – Amazonas, pelo Pro Varzea/IBAMA, entre 2001 a 2004, se criou a possibilidade de avaliar o impacto da pesca na Amazônia, para o conjunto de espécies mais intensamente explotadas e que compõem assembleias de pesca que ocupam, de forma diferenciada, ambientes fluviais e fl vio-lacustres do ecossistema de várzea. Na calha do rio e em todo o eixo Solimões – Amazonas predomina a pesca dos Siluriformes: *Brachyplatystoma roseauxii*; *B. valilantii* e *Pseudoplatystoma tigrinum* e *P. fasciatus* (Barthem & Golulding, 1997; Fabr e & Barthem, 2005). A pesca dos Characiformes, concentrada principalmente na Amazônia central, explora *Prochilodus nigricans* (curimat ); *Semaprochilodus taeniurus* (jaraqui de escama fina) e *S. insignis* (jaraqui de escama grossa), *Colossoma macropomum* (tambaqui) e Siluriformes de pequeno porte, como os mapar s (*Hypophthalmus* spp). Este ultimo conjunto de espécies pode ser pescado tanto em ambientes fluviais como lacustres (Nolan et al. 2009; Barletta et al., 2010). Partimos do pressuposto que a análise comparativa da declividade e do intercepto da regressão linear entre o logaritmo natural da abundancia das espécies e o comprimento (size spectra) permite avaliar a resposta diferenciada da pressão de pesca. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi comparar espacialmente dois





grupos de espécies que usam de forma diferenciada ambientes fluviais e lacustres ao longo do seu ciclo de vida e que são explorados tradicionalmente na Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados sobre o número de indivíduos por espécies e comprimento furcal, coletados entre 2001 e 2004, nos principais pontos de desembarque de 17 municípios monitorados pelo Projeto Pro Várzea/IBAMA ao longo do sistema Solimões - Amazonas. Os dados foram agrupados em três macrorregiões: Baixo Amazonas, Baixo Solimões e Alto Solimões (Figura 1).



Figura 1. Mapa indicando as três macrorregiões estudadas no eixo Solimões Amazonas: Baixo Amazonas, Baixo Solimões e Alto Solimões.

A declividade “b” e o intercepto “a”, da relação linear entre abundância de indivíduos por classe de comprimento, ambas logaritmizadas, foram utilizados como indicadores da estrutura de tamanhos das assembleias. Os parâmetros foram calculados por macrorregião e por grupo de espécies: 1. Fluviais e flúvio - lacustres.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação entre número de indivíduos em função do tamanho evidencia diferenças entre os grupos de espécies pescados na calha do rio Amazonas e nos lagos e tributários da bacia. Em primeiro lugar, ambas as assembleias estudadas são capturadas com estratégias de pesca diferentes e as estratégias também variam entre macrorregiões. Em relação à pesca fluvial de grandes bagres ao longo do eixo Solimões Amazonas, a captura é realizada com redes de emalhar operadas à deriva (Barthem & Goulding, 1997; Fabré & Alonso, 1998). No caso dos caracídeos, há diferenças entre macrorregiões, por exemplo, no baixo Amazonas, há predomínio da pesca com redes de malha, enquanto que no Baixo Solimões a pesca das espécies rio lacustres é realizada com





rede de cerco ou lanço (redinha) (Isaac *et. al.* 1998 e 2004). Com exceção da assembleia de pesca de ambientes rio/lacustre do Alto Solimões, todos os casos analisados ajustam-se ao modelo esperado de diminuição progressiva do número de indivíduos à medida que aumenta o tamanho dos indivíduos nas capturas (Figura 2).

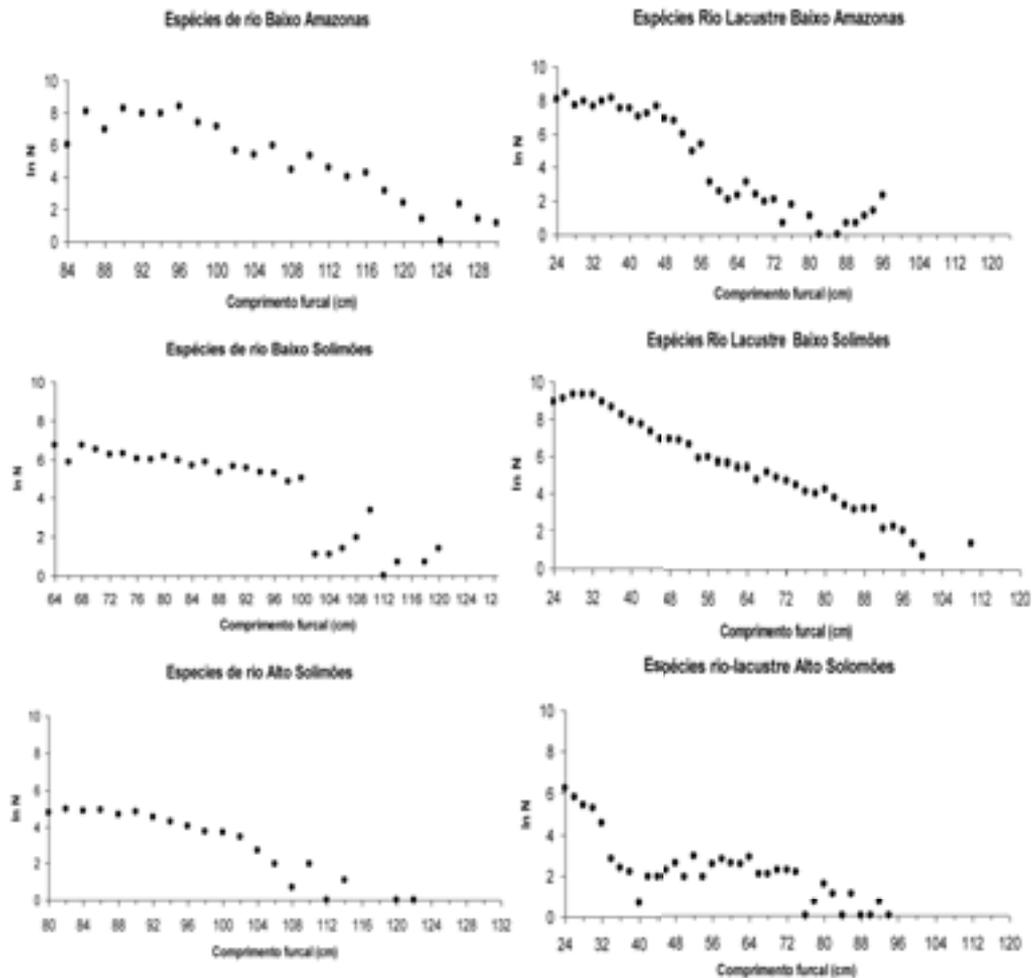


Figura 2. Número de indivíduos (ln) por classe de comprimento furcal (cm) dos indivíduos das principais espécies amostradas nas pescarias de ambientes de rio e rio lacustre, por macrorregiões do Solimões - Amazonas, entre 2001 e 2004.

A falta de ajuste no Alto Solimões, motivo pelo qual esta região foi retirada da análise, pode ser explicada pela ausência dos jaraquis nas capturas, grupo representa os menores indivíduos nas assembleias de pesca estudadas. Os cinco modelos lineares ajustados apresentaram coeficientes de correlação elevados, e todas as declividades foram significativamente diferentes de zero. Os parâmetros do size spectra por macrorregião e ambiente, apresentam os valores mais altos para as assembleias da pesca de bagres realizada no rio, nas regiões do Alto Solimões e Baixo Amazonas. Entretanto,





a resposta das pescarias de grandes bagres do baixo Solimões foi representada pelos menores valores. No caso dos peixes de escama, caracídeos, observam-se valores intermediários e semelhantes, nos pontos correspondentes às pescarias rio/lacustres do Baixo Amazonas e do Baixo Solimões (Figura 3).

Gislason & Rice (1998) sugerem que no modelo de espectros de tamanhos a declividade da reta aumenta conforme a mortalidade por pesca, de tal forma que há uma estreita relação entre este parâmetro e a intensidade de pesca. O estudo sobre os grandes bagres, realizado pelo Pro Várzea entre 2002 e 2003, indicou a existência de diferenças no esforço de pesca empregado ao longo do sistema Solimões Amazonas. Foi contabilizado um maior número de pescadores de bagres na região de Santarém, no Baixo Amazonas (1.934 pescadores), seguido do Alto Solimões (1.725 pescadores), sendo que o menor esforço correspondeu ao Baixo Solimões com 684 pescadores. Desta forma observa-se uma relação direta entre valor da declividade do espectro de tamanho da pesca de rio, e o numero pescadores de bagres. Considerando o numero de pescadores como uma medida do esforço de pesca, e ainda destacando que a estratégia de pesca destes grandes bagres é a mesma ao longo da calha Solimões – Amazonas, pode-se considerar que o espectro de tamanho correspondente aos recursos pesqueiros fluviais monitorados reflete a intensidade de pesca, como esperado segundo a base conceitual proposta por Gislason & Rice (1998). Por outro lado, espera-se uma relação inversa entre as taxas de mudanças na declividade dos espectros de tamanhos de recursos explotados pela pesca, e a velocidade de crescimento individual das espécies presentes na comunidade (Gislason & Lassen, 1997).

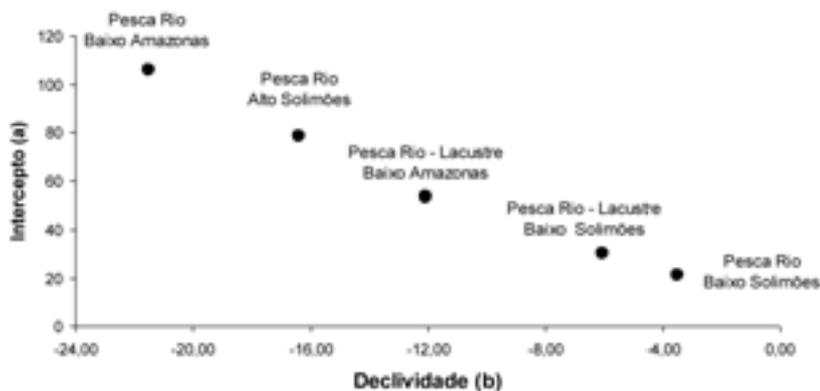


Figura 3. Análise comparativa da relação entre os parâmetros a (intercepto) e b (declividade), do modelo de espectros de tamanhos de espécies fluviais e flúvio-lacustres, ao longo do sistema Solimões Amazonas.

No presente estudo, as assembleias de pesca representam dois estratos de tamanhos e se correspondem com a classificação de Barthem & Fabr e (2004). Estes autores realizaram uma avalia o comparativa da taxa de crescimento, tamanho de primeira maturidade sexual e mortalidade natural, em fun o do tamanho médio máximo esperado, das principais espécies de peixes explotadas pela pesca na Amazônia. Neste sentido foram definidos dois grupos para espécies amaz nicas: 1. Espécies com





tamanho máximo esperado até 50 cm, com altas taxas de crescimento, mortalidade acima de 0,4 ano⁻¹ e idade máxima entre 6 e 7 anos. São exemplo deste grupo os jaraquis, curimatá, matrinxã, mapará e piracatinga; 2. Espécies com tamanho máximo esperado entre 50 e 150 cm apresentam valores de k e M na ordem de 50% menor que as anteriores. A esperança de vida é de 13 ou 14 anos. São exemplo deste grupo: o tambaqui, a piramutaba e a dourada.

Os valores médios de comprimento e a composição por espécie de cada macrorregião monitorada permitem confirmar que o grupo caracterizado como rio/lacustre se corresponde, com exceção da presença do tambaqui, com aquele definido por Barthem & Fabré (2004), composto por espécies de pequeno porte, dominado por espécies com estratégias de vida sazonal, o que implica em uma alta capacidade de reposi o dos estoques, isto pode explicar os menores valores dos par metros do espectro de tamanhos observados para este grupo, visto que, quanto maiores as taxas de crescimento, maior a mortalidade natural e menor taxa de mudança da declividade do espectro perante a pressão de pesca. Cabe destacar que, se por um lado, este grupo de peixes de pequeno porte tem uma maior capacidade de recupera o perante a mortalidade por pesca, por outro, é muito mais vulneráveis a varia oes interanuais no ambiente já que estas espécies têm uma maior dependência das varia oes pluviométricas ou fluviométricas tanto para crescer, quanto para se reproduzir e recrutar.

Perante as análises aqui apresentada, algumas conclusões sobre o estado de explora o dos recursos pesqueiros da Amazônia podem ser remarcadas. Em primeiro lugar os resultados deixam evidências das diferenças dos par metros do size spectra para os peixes capturados no rio e nos lagos. Contudo, a pesca de rio, no Baixo Solimões, não   comparável   praticada no Baixo Amazonas e Alto Solimões, no sentido da intensidade de explora o. No caso destas duas últimas macrorregiões, os indicadores analisados evidenciam uma forte pressão de pesca sobre de espécies bagres de grande porte. Estas espécies de grande porte se caracterizam por uma menor capacidade de reposi o pelas características dos seus par metros populacionais e ainda são espécies topos de cadeia nos ambientes fluviais amaz nicos. Somado a isto, devemos lembrar que no Baixo Amazonas há uma maior abundância de pr -adultos e no Alto Solimões de reprodutores. Por outro lado, o maior impacto sobre os Siluriformes no Baixo Amazonas podem ser, todavia, menos amortecidos considerando que nesta região espera-se uma menor produtividade biológica pela menor extensão da área alagável dessa região.

Dentro do mesmo contexto, podemos comparar a pesca de espécies rio - lacustres das macrorregiões Baixo Amazonas e Baixo Solimões. Neste caso, fica muito mais evidente a importância da resiliência ecossist mica relacionada com a preserva o ou conserva o das áreas alagáveis. Considerando que a intensidade da pesca praticada sobre os Characiformes pela frota sediada em Manaus e que explota a macrorregião do Baixo Solimões, é significativamente superior   equivalente do Baixo Amazonas (Batista et al. 2007), e ainda considerando os indicadores de "saúde do estoques" obtidos pela análise de estrutura de tamanhos (size spectra), pode-se elucubrar que a maior extensão das áreas alagáveis do Baixo Solimões representa um fator relevante para aumentar a capacidade de recupera o destes estoques.





As diferenças nesses parâmetros podem ser atribuídas, por um lado, às diferentes níveis de produtividade biológica das macrorregiões estudadas na bacia do Solimões/Amazonas, mas podem também ser o resultado de diferentes estratégias de pesca, ou ainda, a diferenças do ciclo de vida das espécies que compõe as assembleias estudadas.

REFERENCIAS

Angelini, R.; Fabré, N.M.; Silva-Jr, U.L. 2006. Trophic analysis and fishing simulation of the biggest Amazonian catfish. *African Journal of Agricultural Research*. 5:151-158.

Barthem, R. B.; Fabré, N. N. 2004. *Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia*. In: Ruffino, M. L. (Org.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Brasileira*. Manaus: Provárzea, p. 11-55.

Barthem, R.B.; Goulding, M. 1997. Os bagres balizadores. *Ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos*. Tefé: Sociedade Civil Mamirauá.

Batista, V. S.; Chaves, M.P.S.; Rodrigues; Faria Jr, C. H.; Oliveira, M.F.G.; Inhamuns, A J.; Farias B. C. 2007. *Caracterização socioeconômica da atividade pesqueira e da estrutura de comercialização do pescado na calha Solimões-Amazonas:19-58*. IBAMA.

Boudreau, P. R.; Dickie, L. M. 1992. Biomass spectra of aquatic systems in relation to fisheries yield. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 49: 1528-1538.

Fabré, N. N.; Alonso, J. C. 1998. Recursos ícticos no Alto Amazonas: Sua Importância para as populações ribeirinhas. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, sér. zoológica*. 1: 19-55.

Fabré, N.N.; Barthem, R.B. 2005. *O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões/Amazonas*. Manaus: IBAMA. 114 p.

Gislason, H.; Lassen, H. 1997. On the linear relationship between fishing effort and the slope of the size spectrum. *ICES Journal of Marine Science*, 1997/DD:05. 12p.

Gislason, H.; Rice, J. 1996. Modelling the effect of changes in fishing effort on the size and diversity spectra of exploited fish assemblages. *ICES Journal of Marine Science*, 1996 CM/Mini: 15p.

Gislason, H.; Rice, R. 1998. Modelling the response of size and diversity spectra of fish assemblages to changes in exploitation. *ICES Journal of Marine Science*. 55: 362 - 370.

Isaac, V. J.; Ruffino, M. L.; Milstein, A. 1998 *Fisheries ecology in the Lower Amazon: A typical artisanal practice in the tropics*. *Ecotropica*. 4:99-114.

Isaac, V.J.; Silva, C. O.; Ruffino, M.L. 2004. *A pesca no Baixo Amazonas*. In: Ruffino, M. L. (Org.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Manaus, v. 1, p. 185-211.





Nolan, K. S.; Fabr , N. N.; Batista, V. S. 2009. Landscape variables affecting fishery yield in lake systems of the Central Amazon region, Brazil. Journal of Applied Ichthyology. Special Issue: Modern Fisheries Research Approaches in Brazil. 3:294–298.

Ryder, R. A., S. R. Kerr, W. W. Taylor and Larkin, P. A. 1981. Community consequences of fish stock diversity. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 38: 1856 - 1866





EL ESTADO DEL ARTE DE LOS ESTUDIOS DEL ICTIOPLANCTON EN LA AMAZONIA

Rosseval Galdino Leite – INPA-AM-BRASIL

Los estudios de ictioplancton en la Amazonia son basados principalmente sobre las especies migratorias, pero también los hay sobre otras especies de peces que hacen nidos o tienen cuidado con sus proles. Estos estudios comenzaron en la década de los años 80 con el trabajo de maestría de Araujo-Lima (1984), el cual buscaba comprender el proceso de distribución de las larvas en el área situada cerca de Manaus en el encuentro de aguas de los ríos Amazonas y Negro. Este trabajo destacó aquella área como de gran importancia para la desova de muchas especies de peces, concordando con la hipótesis de Goulding (1980), la cual indicaba el movimiento de los peces migratorios de ríos de aguas claras, supuestamente pobres en nutrientes en dirección a los ríos de aguas blancas ricas en nutrientes, óptimas para que diversas especies procedieran con su fase reproductiva. Considerando varios ríos de la cuenca amazónica, Lima e Araujo-Lima (2004) también confirmaron hipótesis.

La importancia de los ríos de aguas blancas para la reproducción de los peces migratorios puede ser observada cuando se compara dos tributarios de un río de agua blanca, siendo que uno de los dos posee aguas claras (siendo el caso del río Abunã que hace límite entre Brasil y Bolivia) y el otro posee aguas blancas (río Beni, río de aguas blancas que también hace límite entre Brasil y Bolivia) (Figuras 1 y 2). Los valores de la cantidad de larvas capturadas con la misma metodología, esfuerzo y en los mismos días de colecta, son muy distintos como puede observarse en el eje Y de las dos figuras abajo. Un paso importante para estudio de los carácidos fue el trabajo de Araujo-Lima y Donald (1988) en lo cual utilizaron el número de vértebras de los adultos para identificación de larvas de Characiformes de la Amazonia Central.

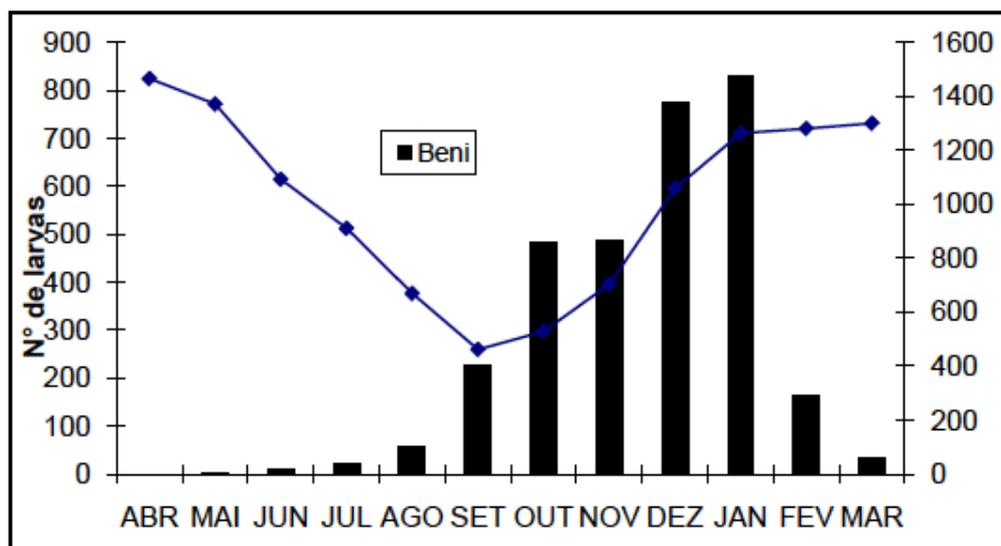


Figura 1. Abundancia de larvas de peces en el río Beni, Abril de 2009 a Marzo de 2010.



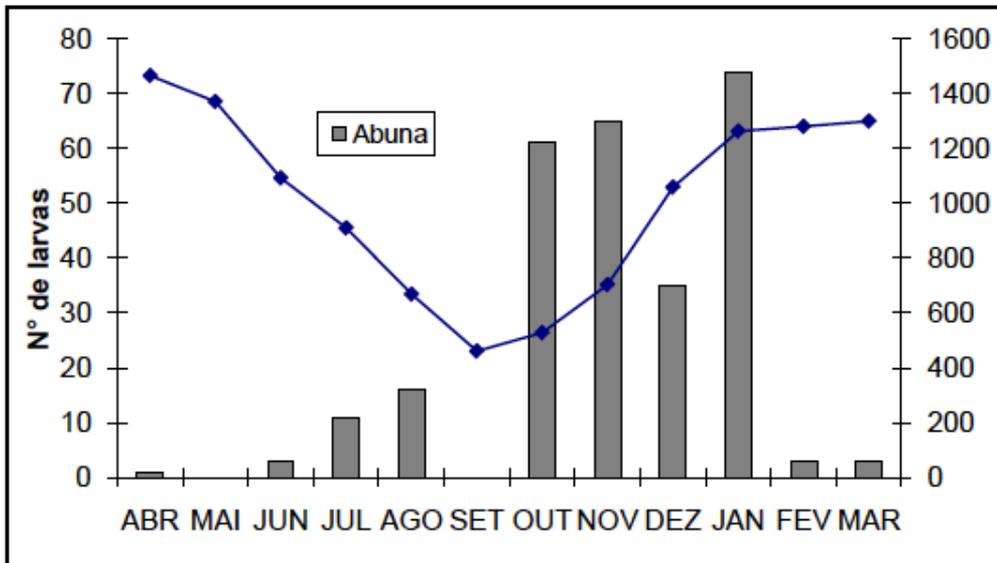


Figura 2. Abundancia de larvas de peces en el río Abunã, Abril de 2009 a Marzo de 2010.

La próxima investigación de larvas fue realizada por Petri (1989) en la cual fue observada una estrecha relación entre la velocidad del agua y la abundancia de larvas en una misma estación de muestreo, demostrando la importancia del medio para el transporte de los peces en este periodo de vida. Posteriormente Araujo-Lima (1993) publicó un importante trabajo acerca del tamaño de los huevos y desarrollo larval en peces de la Amazonia Central, siendo este otro estudio marcante con larvas de peces regionales.

Otros trabajos han sido desarrollados en la Amazonia Central con variación diaria de las abundancias, considerando tres de las principales ordenes, donde se muestra que entre Characiformes, Clupeiformes y Siluriformes, apenas los Clupeiformes presentan diferencia en la abundancia entre el día y la noche (Araujo Lima et al. 2001). Por otro lado Oliveira y Araujo Lima (1998) al estudiar dos especies del mismo género, descubrieron que estas se distribuyen de forma diferente entre los hábitats explorados. Otro importante trabajo fue hecho en río Negro por Oliveira (2003). Donde se observó la presencia de larvas de Characiformes y Clupeiformes en un archipiélago.

En el campo de las descripciones, los géneros de Characiformes *Mylossoma*, *Brycon*, *Triportheus*, *Potamorhyna*, *Psectrogaster*, *Semaprochilodus*, *Prochilodus*, *Colossoma*, *Piaractus*, *Hemiodus*, *Anodus*, *Schizodon* son considerados de identificación relativamente fácil. Ya para el orden de los Siluriformes, los géneros y especies de *Brachyplatystoma*, *Sorubim*, *Pseudoplatystoma*, *Sorubimichthys*, *Zungaro*, *Platynemichthys*, *Phractocephalus* y *Hypophthalmus* son posibles de identificar a través de estudios realizados en el laboratorio de ictioplancton del INPA (Araujo-Lima, 1984, 1991; Araujo-Lima y Kirovsky, 1993; Nascimento y Araujo-Lima, 1993; Araujo-Lima, 1994; Araujo-Lima y Jordão, 1994; Araujo-Lima y Bittecourt, 2001; Leite et al. 2007 y Oliveira et al. 2008).

En relación a los estudios de alimentación de las larvas y su relación con el ambiente, estudios ya han sido realizados con las especies *Brycon amazonicus*, *Triportheus auritus*,





Semaprochilodus insignis, *Mylossoma aureum*, *M. duriventre*, *Colossoma macropomum*, *Plagioscion squamosissimus* y *Liposarcus pardalis* (Leite, 2000; Leite y Araujo-Lima, 2002). Entre larvas de diferentes especies existe selectividad alimenticia (Silva, 2004).

En relación a los estudios con flujo de energía a través de análisis de isótopos estables, las investigaciones han mostrado que las principales fuentes de carbono para las larvas son las plantas del grupo C3 (Leite et al. 2002). Con respecto a la posición en la cadena alimenticia, aun en fase larvaria, hay distinción en los niveles tróficos entre las diferentes especies y en una misma especie durante su desarrollo larvario (Leite et al., 2002).

A lo largo de los últimos años los estudios de larvas de peces han sido exigidos en Brasil, para monitorear los ambientes acuáticos donde se ejerce algún tipo de explotación que utilice los recursos Acuáticos.

Con base en estudios de abundancia de larvas de peces, fue hecho un mapa de sensibilidad en una perspectiva temporal y también se presentan resultados de concentración de larvas en una perspectiva espacial (Leite y Silva, 2007). Con base en los estudios de las larvas en la Amazonia Central ha sido posible prever futuros estoques pesqueros y también comprobar la baja tasa de reclutamiento en especies de gran importancia comercial (Mounic-Silva y Leite, in press). Como consecuencia de estos fueran hechos estudios de aprovechamiento de las fuentes de energía para los estados iniciales de juveniles de algunas especies que explotan ambientes de herbáceas acuáticas indicando que las mismas aprovechan los recursos de diferentes productores primarios dependiendo del sitio en que crecen (Soares y Leite, in press.).

En relación a la construcción de hidroeléctricas están se desarrollando estudios con las larvas para monitorear posibles alteraciones en la abundancia de larvas de los puntos de vista cualitativos e cuantitativos. Hasta ahora se observa que la abundancia de larvas oscila entre los diferentes tributarios del rio Madeira y en el propio rio Madeira (Figuras 3 e 4). En los meses en que el agua empieza su subida la oferta de larvas es bien mayor que en otras épocas.

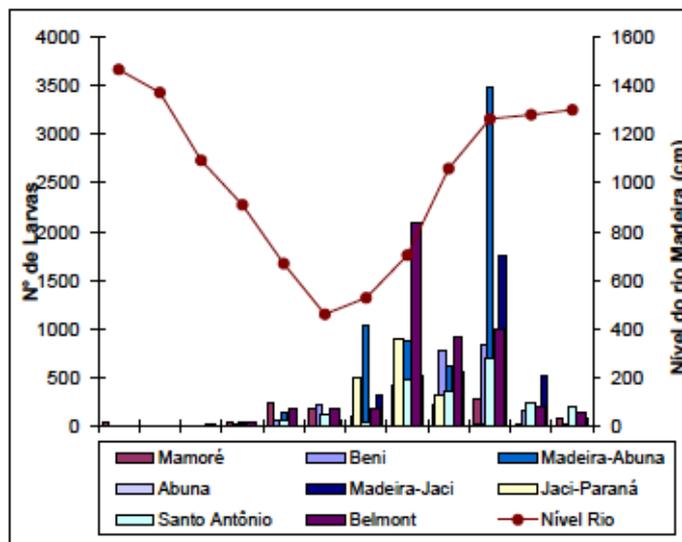


Figura 3. Abundancia espacial de larvas de peces en el rio Madeira y cuatro de sus tributarios en el período de Abril/2009 hasta Marzo de 2010.



También se ha observado que la abundancia de larvas no se mantiene estable a lo largo del río conforme es observado en la Figura 3. Hay varios factores que pueden actuar en este resultado. Uno de los factores más importantes en la mortalidad de las larvas a lo largo del río puede ser la presencia de fuertes correderas pero tenemos que considerar la mortalidad natural de las larvas que generalmente es mucho alta.

Las larvas de Characiformes (Fig. 4) fueron las más abundantes en el río Madeira pero este puede ser un efecto de la trampa de captura utilizada. En el caso la red de ictioplankton. Estudiando lo mismo espacio con una trampa de arrastre de fondo hay una inversión de abundancia de larvas en nivel de orden y hasta de familia.

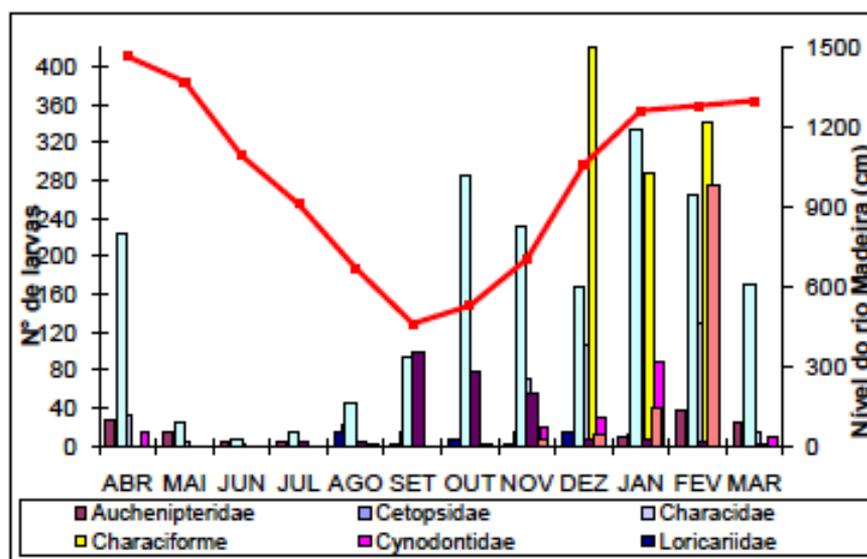


Figura 4. Abundancia mensual de larvas de peces en el río Madeira y cuatro de sus tributarios entre los meses de Abril 2009 y Marzo 2010.

Actualmente un tema interesante es el área de desova de los grandes bagres y que utilizan el río Madeira para su migración. Nuestros resultados han mostrado que solamente *Brachyplatystoma rousseauxii* está utilizando exclusivamente el área de los Andes para la reproducción. Este resultado está basado en el hecho de que solamente fueron encontradas larvas iniciales de esa especie en las regiones del Perú, tanto en el río Urubamba como en las cabeceras del río Madre de Dios (Leite *et al.* 2007). De las otras especies de *Brachyplatystoma* se han capturado larvas en sus primeros estadios a lo largo del río Madeira, pero nada es definitivo y es posible que se cambie la información.

Concluyendo, el estudio del ictioplankton asume importancia para el estudio de la biología reproductiva de las especies de peces, principalmente aquellas que hacen migración longitudinal en el río para desovar. También consiste en una herramienta imprescindible para los estudios de control de áreas de los ríos donde se pretenda implementar actividades antrópicas.



REFERENCIAS

Araujo-Lima, C.A.R. M. 1985. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. V. Desenvolvimento larval do jaraqui escama grossa, *Semaprochilodus insignis* (Characiformes, Pisces) da Amazônia Central. Ver. Bras. Diol., 45: 423-431.

Araujo-Lima, C. A. R. M.; Donald, E. 1988. Número de vértebras de Characiformes do rio Amazonas e seu uso na identificação de larvas do grupo. *Acta Amazonica* 18(1-2): 351-358.

Araujo-Lima, C. A. R. M. 1991. A larva da branquinha comum, *Potamorhina latior* (Curimatidae, Pisces) da Amazonia Central. Ver. *Brasil. Biol.*, 51: 45-56.

Araujo-Lima, C. A. R. M.; Kirovsky, A. L.; Marca, A. G. As larvas dos Pacus. *Mylossoma* spp. (Teleostei, Characidae), da Amazonia Central. Ver. *Brasil. Biol.* 53(4) 591-600.

Araujo-Lima, C. A. R. M. Silva, V. V. da, Petry, P., Oliveira, E. C. Moura, S.M.M.L. 2001. Diel variation of larval fish abundance in the Amazon and rio Negro. / *Braz. J. Biol.* 61(3): 357-362.

Araujo-Lima, C. A. R. M. (1994) Egg size and larval development in Central Amazonian fish. *Fish. J. Fish Biol.* 44, 371-389.

Leite, R. G.; Silva, J. V. V.; Freitas, C. E. 2006. Abundância e distribuição das larvas de peixes no lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica* 36(4) 557-562.

Leite, R. G. 2004. A alimentação de juvenis de matrinxã, *Brycon amazonicus* (Pisces, Characidae) em áreas inundadas da Ilha de Marchantaria, Amazonas, Brasil.

Leite, R. G.; Araujo-Lima, C. A. R. M. 2000. A dieta das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* na Amazonia Central. *Acta Amazonica* 30(1): 129-147.

Leite, R. G. Silva, J. V. V. 2007. Indicadores de presença de larvas de peixes no rio Solimões entre Coari e Manaus. In: *Indicadores sociambientais e atributos de referência para o trecho Urucu-Coari-Manaus, rio Solimões, Amazonia Ocidental. EDUA-Manaus-AM. Brasil.*

Leite, R. G.; Araujo-Lima, C.A.R.M.; R. L. Victoria & L. A. Martinelli. 2002. Stable isotope analysis of energy sources for larvae of eight fish species from the Amazon floodplain. *Ecology of Freshwater Fish Production* 11:56-63.

Nascimento F. L.; Araujo-Lima, C. A. R. M. 1993. Descrição das larvas de *Psectrogaster amazônica* e *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae, Pisces) da Amazonia Central. *Acta Amazonica* 23(4): 457-472.

Oliveira, E. C. Araujo-Lima, C. A. R. M. 1988. Distribuição das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Pisces: Serrasalminidae) nas margens do rio Solimões-AM. Ver. *Brasil. Biol.*, 58(3): 349-358





TÁTICAS REPRODUTIVAS: ALTERAÇÕES TEMPORAIS x ALTERAÇÕES AMBIENTAIS

Sidinéia Amadio ¹, Rodrigo Neves dos Santos ¹

¹INPA, Foco Biodiversidade, Manaus, Brasil amadio@inpa.gov.br

INTRODUÇÃO

Alterações de táticas reprodutivas em peixes são provocadas por vários fatores como as mudanças nas características abióticas locais ou mesmo sobrepesca (Lowe-McConnell, 1999). Eventos cíclicos na vida dos peixes como a desova, podem ser determinados por alguns parâmetros abióticos como a temperatura (Moresco & Benvenuti, 2006) ou físicos como o pulso de inundações (Vazzoler, 1996). Entretanto, ocorrências climáticas não previsíveis também podem estar relacionadas a alterações nos eventos reprodutivos de espécies ou da comunidade de peixes, estabelecendo variações temporais naturais (Amadio & Zuanon, 2011). Além desse cenário, condições ambientais artificiais como aquelas causadas pela construção de reservatórios podem provocar mudanças de habitat, com conseqüências para a composição e estrutura das populações de peixes (Agostinho et al., 1992). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi verificar se as alterações de parâmetros reprodutivos de espécies de peixes ocorridas ao longo do tempo e decorrentes de modificação ambiental são comparáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares utilizados são provenientes de dois locais distintos: lago do Catalão, uma área de várzea situada na confluência dos rios Negro e Solimões, e a bacia do rio Uatumã nos trechos do rio e do reservatório da UHE de Balbina. Os peixes foram coletados mensalmente no lago Catalão e bimestralmente no rio Uatumã e reservatório, utilizando malhadeiras de vários tamanhos. As táticas reprodutivas selecionadas foram o tamanho da menor fêmea madura capturada ($L < Frpd$) como medida indireta do tamanho médio de primeira maturação sexual (L_{50}), tamanho máximo da fêmea (L_{∞}), tamanho relativo da primeira maturação ($L < Frpd / L_{\infty}$) e intensidade reprodutiva (IR), segundo métodos descritos em Merona *et al.* (2009) e Vazzoler *et al.* (1997). Para verificar as alterações temporais, foram considerados os resultados referentes aos peixes capturados no lago Catalão durante os ciclos hidrológicos de 1999 (seca de 1999 a vazante 2000) e de 2009 (seca de 2009 a vazante de 2010) (Bittencourt & Amadio, 2007). As alterações ambientais consideraram os resultados referentes aos exemplares capturados no rio Uatumã durante um ciclo hidrológico, em 1985, fase anterior ao barramento do rio e no rio Uatumã e reservatório, durante o ciclo hidrológico de 2005, 17 anos após o enchimento do reservatório. As comparações foram feitas observando as tendências e as médias foram testadas por meio do teste “t” de Student.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às alterações ambientais mostraram que o tamanho médio dos exemplares da maioria das espécies diminuiu após o barramento do rio Uatumã





nos dois ambientes: reservatório e rio (Tabela 1). A diminuição do tamanho máximo e da menor fêmea madura não aconteceu de forma correspondente; a comparação entre os ambientes de rio e reservatório na fase pós-enchimento permitiu verificar que, no reservatório, algumas espécies atingem a maturidade sexual mais precocemente e outras mais tardiamente. Entretanto, foi possível observar um padrão no tamanho relativo da primeira maturação; as espécies na fase pré-enchimento atingiam a maturidade sexual com um tamanho correspondente a 68% do tamanho máximo para a espécie, mas esse valor aumentou para 75% para as espécies do trecho de rio da fase pós-enchimento e permaneceu o mesmo para as espécies do reservatório, ou seja, 68%. Considerando que de maneira geral as espécies do rio na fase pós-enchimento atingem tamanhos máximos e de maturidade sexual menores, essa estratégia de investir mais tempo e energia no crescimento somático possivelmente permita uma cavidade abdominal maior com conseqüente aumento na fecundidade, uma vez que a mesma está diretamente relacionada à capacidade corpórea de armazenar um maior número de ovócitos.

Do total de 97 espécies presentes na área da UHE Balbina durante a fase de pré-enchimento, 50 (51%) utilizaram a área para reprodução e, durante a fase de pós-enchimento, 47 (41%) das 114 espécies coletadas encontravam-se em atividade reprodutiva. Destas 97 espécies que se reproduziram na área, 21 foram comuns às duas fases. O valor de IR da fase pré-enchimento (1,15) é semelhante ao encontrado para a fase pós no trecho do rio (1,09), entretanto no reservatório foi encontrado um valor superior (1,42), indicando que, apesar das modificações ambientais ocorridas na região, ela continua sendo uma área importante para a reprodução dos peixes; as espécies que permaneceram no reservatório aparentemente encontraram condições favoráveis para a sua manutenção.

Os resultados referentes às alterações temporais mostraram que não houve variações significativas quanto aos três parâmetros considerados: tamanho máximo para a espécie, tamanho da menor fêmea madura e tamanho relativo da primeira maturação, mesmo considerando as duas secas extremas que ocorreram em 2005 e 2010 (Tabela 2). Por outro lado, a IR mostrou flutuações sazonais e temporais importantes. As flutuações sazonais evidenciaram o papel fundamental da duração dos períodos hidrológicos, principalmente a seqüência seca/enchente/cheia, que pode determinar o sucesso reprodutivo das espécies em ambientes de várzea (Amadio & Zuanon, 2011). Além disso, eventos naturais como El Niño, que provocaram situações de extrema seca na região amazônica em 2005 e 2010, causaram uma drástica diminuição da IR da comunidade de peixes do Catalão após os referidos períodos (Tabela 3). Portanto, efeitos das mudanças climáticas podem ser determinantes para o recrutamento e conseqüentemente para a manutenção de estoques pesqueiros da Amazônia Central.

As modificações encontradas nas táticas reprodutivas selecionadas para as duas situações, alterações ambientais e temporais, indicaram que as assembleias de peixes submetidas às duas situações não respondem de maneira igual, apresentando alterações em táticas diferentes, promovendo a melhor adaptação às condições vigentes.

As alterações encontradas nem sempre representam um impacto negativo, como foi o caso do aumento do valor total de IR no reservatório de Balbina. Entretanto a mesma





tática indicou, no caso da assembléia do Catalão, uma alteração temporal negativa, com diminuição da IR, em decorrência de eventos climático natural.

Tabela 3. Valores da Intensidade Reprodutiva (IR) por ano e médio para os períodos anterior e posterior às secas extremas (sublinhado) e respectivo teste "t", para a comunidade íctica do lago Catalão, AM, Brasil.

Ano	IR	IR médio	"t"
1999/2000	1,3661	1,3706	6,627 <i>P</i> <0,001
2000/2001	1,4347		
2001/2002			
2002/2003	1,2727		
2003/2004	1,4090		
2004/2005	1,0322	0,9251	
<u>2005/2006</u>	<u>0,7540</u>		
2006/2007	0,9662		
2007/2008	0,8476		
2008/2009	1,0120		
2009/2010	1,0420		
<u>2010/2011</u>	<u>0,8221</u>		

Os resultados indicam claramente a necessidade de maior conhecimento sobre a funcionalidade dos sistemas aquáticos e capacidade de adaptação dos organismos por meio de séries temporais de dados.

REFERÊNCIAS

Agostinho, A.A., Julio Jr., Borghetti, Jr & Domaninski, Jr, 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de Itaipu Rev. Unimar, Maringá, 14 (supl): 89-107.

Amadio, S. y Zuanon, J.. 2011. Efeito da seca na reprodução de peixes em área de várzea da Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Páginas 53-56 en Saborido-Rey et al., (Eds). Actas I Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías. Vigo, España. 400 pp. <http://hdl.handle.net/10261/39081>

Bittencourt, M.M. & Amadio, S.A. (2007). Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de





Manaus. *Acta Amazonica*, 37(2): 303-308.

Lowe-McConnell, R.H. 1999. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo, Edusp, 534p.

Mérona B. de, Mol, J., Vigouroux, R. & Chaves, P.T. 2009. Phenotypic plasticity in fish life-history traits in two neotropical reservoirs: Petit-Saut Reservoir in French Guiana and Brokopondo Reservoir in Suriname. *Neotropical Ichthyology*, 7(4):683-692, 2009.

Moresco, A. & Bemvenuti, M.A. 2006. *Biologia reprodutiva do peixe-rei Odontesthes argentinensis (Valenciennes) (Atherinopsidae) da região marinha costeira do sul do Brasil*. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 19 (1): 251-287.

Vazzoler, A.E.A. de M. (1996). *Biologia e reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM. São Paulo: SBI, 169 p.

Vazzoler, A.E.A. de M., Lizama, M.A.P. & Inada, P. (1997). Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. In: A.E.A. de M. Vazzoler, A.A. Agostinho e N.S. Hahn (eds.), *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. UEM, Maringá, pp. 267-280

Tabela 1. Valores de comprimento máximo de fêmea (L_{∞}), menor fêmea madura ($L_{<Frdp}$), comprimento padrão médio ($L_{smédio}$) e tamanho relativo da primeira maturação ($L_{<Frdp}/L_{\infty}$) de exemplares das espécies capturadas antes e após o barramento do rio Uatumã, AM, Brasil. (*) indicam diferença significativa ao nível de 0,05% do comprimento médio para as três situações.

Espécie	RIO UATUMÃ PRÉ				RIO UATUMÃ PÓS				RESERVATÓRIO			
	L_{∞}	$L_{<Frdp}$	$L_{smédio}$	$L_{<Frdp}/L_{\infty}$	L_{∞}	$L_{<Frdp}$	$L_{smédio}$	$L_{<Frdp}/L_{\infty}$	L_{∞}	$L_{<Frdp}$	$L_{smédio}$	$L_{<Frdp}/L_{\infty}$
<i>Acestrolymus falcirostris</i>					339	260	192	77	270	185	194	68
<i>Acestrolymus grandoculis</i>					122	117	106	96	133			
<i>Acestrolymus microlepis</i>					202	135	132	67	167	115	136	69
<i>Agoniatas balcinus</i>	210	146	164	69	237	158	165	67	230	138	145	60
<i>Anchomipterichthys longimanus</i>	150	85	127*	57	145	77	111	53	123	100	87	81
<i>Bryconops albimoides</i>					137	137	126	100	130	97	103	73
<i>Bryconops casalomaculatus</i>					116	93	90	80	120	72	97	60
<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	190	110	143*	58	148	106	105	72				
<i>Catoprion mento</i>					132	110	97	83	102		57	
<i>Chalcinus epabros</i>	176	140	149*	79	150	107	123	71				
<i>Curimata ocellata</i>	305	195	206	64								
<i>Cyphocharax plumbus</i>					113	65	81	57				
<i>Geophagus altifrons</i>	186	109	164*	59	200	116	155	58	190	130	143	68
<i>Hemiodus argenteus</i>					185	138	155	74	214	143	132	67
<i>Hemiodus atranalis</i>					96		92		101	75	84	74
<i>Hemiodus immaculatus</i>					190	161	143	85				
<i>Hemiodus microlepis</i>					200	170	150	85	165		112	
<i>Hemiodus unimaculatus</i>					213	155	153	73				
<i>Hydrolycus tataia</i>	385	265	286	69								
<i>Hypopthilbus fimbriatus</i>	287	253	258	88								
<i>Hypopthilbus marginatus</i>					320	138	267	43				
<i>Laemolyta taeniata</i>	285	208	214*	73	227	161	191	71				
<i>Leporinus apassai</i>	330	230	258	70								
<i>Leporinus fasciatus</i>	350	225	247*	64	234	203	193	87				
<i>Meyxenia hypnanchen</i>					125	102	116	82	127	72	102	57
<i>Moenkhausia lepidura comprida</i>					67		61		79	63	68	80
<i>Moenkhausia lepidura curta</i>					65	56	57	86				
<i>Myleus rubripinnis</i>	204	120	166	59								
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	400	240	252*	60	327	170	200	52	330	238	208	72
<i>Serrasalminus elongatus</i>					250	220		88				
<i>Serrasalminus rhombus</i>	330	160	212*	48	224		137		357	200	141	56
<i>Sorubim elongatus</i>	310	230	238	74								
<i>Triportheus albus</i>	240	200	186*	83	191	140	154	73				
<i>Triportheus elongatus</i>	234	196	182	84	212	167	180	79				
<i>Tetragonopterus chalcus</i>					92	76	82	83				



Tabela 2. Valores de comprimento máximo de fêmea (L_{∞}), menor fêmea madura ($L_{<Frdp}$), comprimento padrão médio ($L_{smédio}$) e tamanho relativo da primeira maturação ($L_{<Frdp}/L_{\infty}$) de exemplares das espécies capturadas no lago Catalão, AM, Brasil

Espécie	1999/2000			2005 (seca)		2010 (seca)		2011/2012	
	L_{∞}	$L_{<Frdp}$	$L_{<Frdp}/L_{\infty}$	$L_{<Frdp}$	$L_{<Frdp}/L_{\infty}$	$L_{<Frdp}$	$L_{<Frdp}/L_{\infty}$	$L_{<Frdp}$	$L_{<Frdp}/L_{\infty}$
<i>Psectrogaster rutiloides</i>	264	122	46	100	38	110	42	124	47
<i>Triportheus albus</i>	198	116	58	122	62	120	61	97	49
<i>Acetorhynchus falcirostris</i>	350	188	54	200	57	205	59	200	57
<i>Triportheus angulatus</i>	187	91	49	105	56	90	48	102	55
Hemiodus "rabo de fogo"	280	135	48	150	54	138	49	145	52
<i>Pellona flavipinnis</i>	320	134	42	118	37	153	48	145	45
<i>Potamorhina latior</i>	205	176	86	144	70				
<i>Moxostoma festinus</i>	95	48	51	55	58			67	71



CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD ÍCTICA ANDINO-AMAZÓNICA. ESTUDIO DE CASO CUENCA RÍO HACHA (COLOMBIA)

Marlon Pelaez¹, Sergio Gaspar² & Rafael Miranda²

¹ Universidad de la Amazonía – Colombia. mpelaez@uniamazonia.edu.co

² Universidad de Navarra – España

INTRODUCCIÓN

La región andino amazónica es una zona de transición localizada entre los andes y la llanura amazónica; ubicación que le confiere condiciones propicias para albergar una enorme diversidad, estando catalogada como una de las diez áreas más ricas en especies entre las selvas húmedas del planeta (Myres, 1984). No obstante esta diversidad se halla en peligro de destrucción inminente, principalmente la acuática, por la amenaza que representan factores como la erosión provocada por la deforestación; los residuos químicos provenientes de la agropecuaria y el combate a cultivos ilícitos; los desagües urbanos sin tratamiento y últimamente por la explotación de petróleo. Estudios al respecto de la diversidad de los ecosistemas acuáticos de la región andina amazónica colombiana son muy escasos, no siendo la excepción estudios al respecto de la fauna íctica.

Teniendo en cuenta el contexto anterior actualmente se desarrolla el proyecto de investigación “Análisis Ecológico y Poblacional de la Fauna Piscícola del Piedemonte Andino – Amazónico (Caquetá - Colombia)”, en convenio entre la Universidad de la Amazonía y la Universidad de Navarra- España (Gaspar, et. al. 2009). A la fecha se ha desarrollado el primer objetivo específico, el cual consiste en conocer la diversidad íctica andino-amazónica colombiana, cuyos resultados se presentan a continuación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El río Hacha es un ejemplo de río andino amazónico, nace en la cordillera de los Andes (cordillera Oriental), a 2.400 msnm y desemboca en el río Orteguzaza, a 240 msnm, en la llanura Amazónica; recorriendo una distancia de 66,7 km, con un caudal promedio, del cauce principal, de 38,30 m³.s-1 y con una cuenca hidrográfica de 490,18 km². Según la clasificación de Holdridge, la cuenca hidrográfica del río Hacha se encuentra ubicada dentro del clima de Bosque Húmedo Tropical, caracterizado por su alta pluviosidad (3.278 a 4605 mm/año), temperatura (11.7 a 25.6 °C) y humedad (78.1 % a 82.5%/ año). (POMCA, 2005).

El río Hacha es el más importante recurso hídrico para la ciudad de Florencia (mayor ciudad de la Amazonía Colombiana con 160.000 habitantes aproximadamente), debido a que sus aguas se utilizan para consumo doméstico, recreación, uso agropecuario, pesca y un uso menos noble como es el vertimiento de las aguas residuales de la ciudad, lo cual lo está llevando a su progresivo deterioro. La Tabla 1 registra los datos (máximos y mínimos) de variables físicas y químicas reportadas para el río Hacha, Peláez, et. al. (2006).





Tabla 1. Variables físicas y químicas del río Hacha

Variable	Rango
Temperatura	13–27 °C
Oxígeno disuelto	58–134 %
pH	6.3–8.2
Conductividad	8–74 uScm ^l
Coliformes	867–68320 NMP

Para el muestreo de peces, las capturas fueron realizadas en 10 sitios representativos de la morfometría y usos de la cuenca del río Hacha (Figura 1). Los muestreos se realizaron durante dos períodos consecutivos (2008 y 2009) correspondientes a la época de aguas bajas (octubre a marzo).

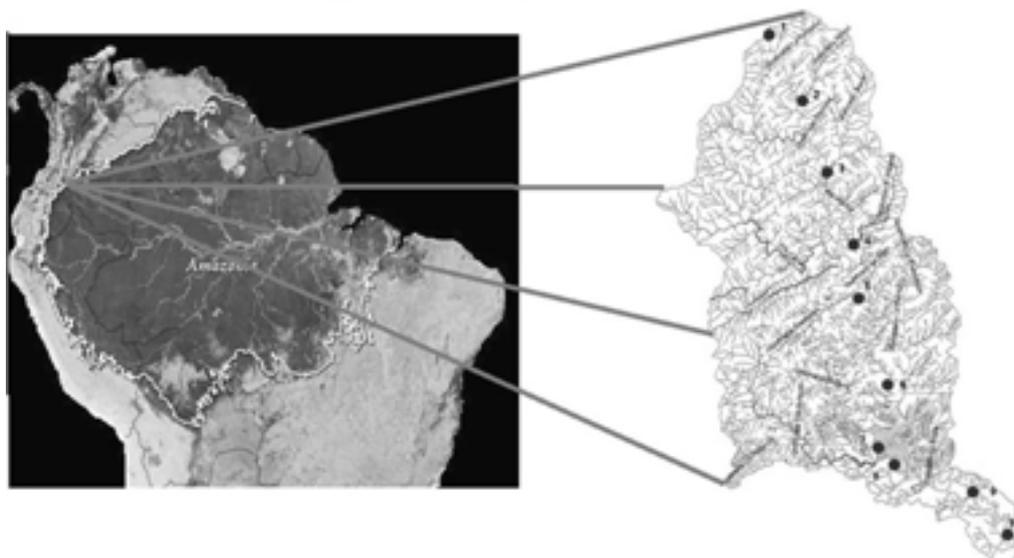


Figura 1. Localización geográfica de la cuenca hidrográfica del río Hacha, indicando los 10 puntos de muestreo de la presente investigación.

Los muestreos se realizaron con dos artes de pesca: Pesca eléctrica con 60 minutos por estación (Elosegi-Sabater, 2009) y Pesca tradicional que incluyó mallas de nylon (atarrayas y anzuelos), esto para mejorar la representatividad de las colectas y, en particular, en lugares donde la utilización de la pesca eléctrica no es eficiente (rápidos, chorros y zonas profundas). Los ejemplares capturados se fijaron en formol al 10% y luego en alcohol al 70%.

Para la determinación taxonómica se utilizaron las claves de Gery (1977), Mojica (1999), Galvis et al. (2006), Maldonado et. al. (2006), Gregory- Maldonado (2006), Ru-





bio (2007) y Sanabria et. al. (2007). Además se contó con la colaboración de especialistas y, acceso a la colección de referencia, de Ictiología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se capturaron 1083 ejemplares de los cuales se han determinado 70 especies distribuidas en 5 órdenes y 23 familias (Tabla 2).

Tabla 2. Listado de órdenes, familias y especies de peces capturados en el río Hacha.

Orden	Familia	Especie
	Anostomidae	<i>Leporinus gr. Friderici</i>
	Anostomidae	<i>Leporinus cf. Striatus</i>
	Anostomidae	<i>Leporinus maculatus</i>
	Anostomidae	<i>Leporinus granti</i>
	Characidae	<i>Salminus sp.</i>
	Characidae	<i>Astyanax maximus</i>
	Characidae	<i>Creagrutus cf. cochui</i>
	Characidae	<i>Astyanax sp1.</i>
	Characidae	<i>Characidium sp2</i>
	Characidae	<i>Creagrutus sp1</i>
	Characidae	<i>Creagrutus cf. amoenus</i>
Characiformes	Characidae	<i>Mohenkusia sp</i>
	Characidae	<i>Knodus cf. caquetae</i>
	Characidae	<i>Tetragonopterus argenteus</i>
		<i>Ctenobrycon cf.</i>
	Characidae	<i>Hauxwellianus</i>
	Characidae	<i>Hyphessobrycon cf. iheringi</i>
	Characidae	<i>Cynopotamus amazonum</i>
		<i>Astyanax sp./Curimatopsis</i>
	Characidae	<i>cf. macrolepis</i>
		<i>Serrasalmus salmón</i> (nombre valido
	Characidae	<i>Pristobrycon calmoni</i>)
	Characidae	<i>Serrasalmus rhombeus</i>
	Characidae	<i>Odontostilbe cf. caquetae</i>
Crenuchidae	<i>Characidium sp. gr zebra</i>	





Curimatidae	<i>Curimata c.f. vittata</i> <i>Steindachnerina cf.</i>
Curimatidae	<i>Bimaculata</i>
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>
Hemiodontidae	<i>Hemiodus cf. macrolepis</i>
Parodontidae	<i>Parodon cf. Pongoensis</i>
Parodontidae	<i>Parodon sp.</i>
Prochilodontidae	<i>Prochilodus cf. nigricans</i>
<hr/>	
Astroblepidae	<i>Astroblepus cf. nicefori</i>
Astroblepidae	<i>cf caquetae</i>
Astroblepidae	<i>Astroblepus sp2</i>
Auchenipteridae	<i>Auchenipterus nuchalis</i>
Doradidae	<i>Leptodoras cf. nelsoni</i>
Heptapteridae	<i>Cetopsorhandia cf. Orinoco</i>
Heptapteridae	<i>imparfinis sp.</i>
Heptapteridae	<i>Imparfinis cf. stictonotus</i>
Heptapteridae	<i>Heptapterus sp.</i>
Loricaridae	<i>Chaetostoma vagum</i>
Siluriformes	<i>Chaetostoma</i>
Loricaridae	<i>cf.alternofaciatum</i>
Loricaridae	<i>Chaetostoma anale</i>
Loricaridae	<i>Ancistrus sp.</i>
Loricaridae	<i>Hipostomus cf. Niceforoi</i>
Loricaridae	<i>Chaetostoma platyrhynchus</i>
Loricaridae	<i>Hypostomus gr. cochliodon</i>
Loricariidae	<i>Chaetostoma sp.</i>
Loricariidae	<i>Farlowella gracilis</i>
Loricariidae	<i>Rinelocaria sp.</i>
Loricariidae	<i>Peckoltia cf. vittata</i>
Loricariidae	<i>Sturisomatichthys sp.</i>
<hr/>	
Loricariidae	<i>Aposturisoma sp.</i>
Loricariidae	<i>Lasiancistrus caquetae</i>
Loricariidae	<i>Otocynclus cf. macrospilus</i>
	<i>Pimelodella c.f.</i>
Pimelodidae	<i>conquetaensis</i>



	Pimelodidae	<i>Pimelodella</i> sp.
	Pimelodidae	<i>Pimelodus</i> sp.
	Pseudopimelodidae	<i>Batrochoglanis raninus</i>
	Trychomictoridae	<i>Trichomycterus</i> sp.
Perciformes	Cichlidae	<i>Bujurquina</i> sp.
	Cichlidae	<i>Geophagus abalios</i>
	Cichlidae	<i>Hypselecara temporalis</i>
	Cichlidae	<i>Aequidens</i>
	Scianidae	<i>Plagioscion</i>
Gymnotiformes	Apterodontidae	<i>Apterodontus albifrons</i>
	Gimnotidae	<i>Electrophorus electricus</i>
	Rhamphichthyidae	<i>Rhamphichthys rostratus</i>
	Rhamphichthyidae	<i>Gymnorhamphichthys rondoni</i>
	Sternopygidae	<i>Sternopygus macrurus</i>
	Sternopygidae	<i>Eigenmania virescens</i>
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia Reticulata</i>

Fowler (1943) registra 25 especies para la cuenca del río Ortegua, cuenca de la cual hace parte el río Hacha, coincidiendo solo 5 especies con las reportadas en este estudio. Adicionalmente a las especies reportadas por Fowler, Maldonado-Ocampo, et. al. 2006, adiciona 7 más de las cuales solo *Hoplias malabaricus*, *Farlowella gracilis*, *Lasiancistrus caquetae* y *Ieporinus striatus* se capturaron en el presente trabajo. Ya Sanabria-Ochoa et. al. 2007, para varias quebradas y ríos, próximos a la cuenca del río Hacha (municipios de Belén de los Andaquíes y la Montañita) reporta 80 especies, de las cuales 24 coinciden con las capturadas en el presente estudio. Lo anterior pone de manifiesto el potencial de diversidad íctica de la región teniendo en cuenta la divergencia en los pocos estudios realizados y además, la necesidad, apremiante, de continuar estudiando la fauna íctica debido a las amenazas, que se ven sometidos los ecosistemas acuáticos de la región.

Con respecto al arte de pesca utilizado, 47 especies se capturaron con pesca eléctrica y 35 con artes tradicionales. Lo que demuestra la importancia de utilizar varios tipos de artes de pesca en este tipo de estudios y de esta manera capturar un mayor número de especies.

Teniendo en cuenta el gradiente altitudinal. El número de especies aumentó a medida que se desciende en la cuenca, de una especie en la naciente a 2400msnm se pasó a 46 antes de la desembocadura a 248 msnm (Figura 2).

En la naciente (2400msnm), solo se capturó *Astroblepus*, en Tarqui (1341msn), se capturó junto con *Chaetostoma*, en Sucre (1100msn) además de esas dos especies apa-



recieron Characiformes. *Astroblepus* llegó hasta Paraíso (635msn) y no apareció más en las capturas, pero el número de especies fue aumentando progresivamente, corroborando lo enunciado por Lomolino (2001), el cual afirma que la altitud tiene influencia en la disminución de la diversidad y la subsecuente sustitución de las especies en el gradiente altitudinal.



Figura 2. Número de especies por estación.

REFERENCIAS

Fowler, H.W. 1943. *Colección de peces de agua dulce de Colombia, Obtenida Principalmente por Hermano Nicéforo, María. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Vol. 95 (1943), 223-266p.*

Galvis G., J. I. Mojica, S. R. Duque, C. Castellanos, P. Sánchez-Duarte, M. Arce, Á. Gutiérrez, L. F. Jimenez, M. Santos, S. Vejarano, F. Arbeláez, E. Prieto & M. Leiva. 2006. *Peces del medio Amazonas – región de Leticia. Conservación Internacional, Series de guías Tropicales de Campo No. 5. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 548p.*

Gaspar, S; Peláez, R, M; Miranda, R. 2009. *Análisis Ecológico y Poblacional de la Fauna Piscícola del Piedemonte Andino Amazónico (Caquetá-Colombia). Convenio Universidad de la Amazonía-Universidad de Navarra (España). Proyecto de Investigación. Florencia (Caquetá).*

Gery, J. 1977. *Characids of the World. Printed in the U.S.A. 647 p.*

Gregory, J. D & Maldonado, J. A. 2006. *Peces de la Zona Hidrogeográfica de la Amazonia, Colombia. Instituto de Investigaciones en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Biota Colombiana 7(1) 55-94p.*





Lomolino, M. V. 2001. *Elevation gradients of species-density: historical and prospective views*. *Global Ecology & Biogeography* 10, 3–13. doi: 10.1046/j.1466-822.

Maldonado, J.A.; Vari, R. V; Usma, J.S. 2008. *Checklist of the Freshwater Fishes of Colombia*. *Biota Colombiana* 9 (2) 143 – 237p.

Maldonado, J. A; A. Ortega; G. Galvis; F. Villa; L. Vásquez; S. Prada; C. Ardila. 2006. *Peces de los Andes de Colombia. Guía de Campo*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos “Alexander Von Humboldt”. Bogotá D.C-Colombia 346p.

Mojica-C, J.I. 1999. *Lista Preliminar de las especies de peces dulceacuícolas de Colombia*. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Vol 23, suplemento especial.

Myres, N. 1984. *The primary source: tropical forest an our future*. Ed. W.W. Norton & Company.

Ortega, H; J. I. Mojica; J. C. Alonso; M. Hidalgo. 2006. *Listado de Peces de la cuenca del Río Putumayo en un sector Colombo-Peruano*. Universidad Nacional de San Marcos, Lima. Universidad Nacional de Colombia. Instituto SINCHI. *Biota Colombiana* 7(1) 95-112.

Peláez R.M; Garcia H & Mendez G.C. 2006. *Caracterización y cuantificación de la carga contaminante transportada por el río Hacha (Florencia - Caquetá)*. In: *Neolimnos. VII Seminario Colombiano de Limnología*. Ibagué. 17-28p.

POMCA. 2005. *Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Hacha 2005 – 2025*. Convenio 051 del 2004. 25p.

Rubio, E. 2007. *Introducción a los Peces Dulceacuícolas de Colombia*. Universidad del Valle. Impreso Cali Colombia. p 404.

Sabater, S Y A. Elozegi. 2009. *Conceptos y Técnicas en Ecología Fluvial*. BBVA. España. 424p.

Sanabria-Ochoa, A. I; P. V. Daza; I.C. Beltran. 2007. *Peces de la Amazonia Colombiana con Énfasis en Especies de Interés Ornamental*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. INCODER. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.489p.



ADICIONES A LA LISTA ANOTADA DE LOS PECES DE AGUAS CONTINENTALES DEL PERU

Hernán Ortega¹, Max Hidalgo¹, Ericka Correa¹, Jessica Espino¹, Giannina Trevejo¹, Vanessa Meza¹ y Ana María Cortijo¹

¹*Departamento de Ictiología, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Apartado 14-0434, Lima 14, Perú.*

INTRODUCCIÓN

El territorio peruano comprende parte importante de la cuenca amazónica occidental (que incluyen las vertientes orientales de los altos Andes), la cuenca del lago Titicaca y parte de la vertiente del Pacífico, lo que configura que exista una gran diversidad de hábitats y especies endémicas (Olson et al., 1998). La fauna peruana de peces continentales, principalmente, se encuentra en la cuenca amazónica (Ortega & Vari, 1986). Hasta hace unos 16 años se reconocieron 855 especies válidas (Chang & Ortega, 1995); sin embargo, estimaciones conservadoras sugieren que alcanzarían 1200 especies (Ortega y Chang, 1998). Esta ictiofauna se distribuye de manera totalmente diferenciada en tres sistemas de drenaje principales: 1) ríos costeros que drenan al Océano Pacífico. 2), la cuenca del Lago Titicaca y 3) el sistema amazónico peruano. La lista adicional que presentamos en la presente oportunidad, incrementa el número hasta 1041 especies nativas continentales para el Perú.

Estado del conocimiento taxonómico de los peces de aguas continentales: El conocimiento continuo de la ictiofauna peruana en las últimas décadas se inicia con las contribuciones de Fowler (1945, 1948 - 1954) y se viene incrementando desde 1972, principalmente debido a las colecciones sistematizadas de peces y datos relacionados. Esta actividad que comenzó en la cuenca del río Ucayali desde el IVITA-Pucallpa, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, fue extendiéndose hacia los departamentos de Loreto, Madre de Dios y San Martín. En la última década, con mayor trabajo de campo, se han cubierto muchas áreas nuevas y la colección ictiológica del Museo de Historia Natural de la UNMSM (MUSM) ahora contiene aproximadamente 41,000 lotes catalogados (más de 450,000 especímenes), representando actualmente más de mil especies nativas, principalmente del sistema amazónico. En la primera lista anotada de peces peruanos (Ortega y Vari, 1986) se reportaron 735 especies de aguas continentales. Fue actualizada por Ortega (1991) y por Chang y Ortega (1995), 855 especies válidas (que incluían tanto nativas como introducidas). Recientemente, Ortega y Col. (2010) reportaron 1010 especies.

Distribución de los peces en las aguas continentales del Perú: A lo largo de la costa peruana, se han reportado 4% de especies, aproximadamente, que habitan 56 ríos que drenan al Pacífico. En la cuenca del Lago Titicaca se reconocen algunos grupos importantes como Orestias, Trichomycterus y Astroblepus, en total unas 30 especies.

En la Amazonia Peruana la mayor parte de la documentación sobre la ictiofauna ha sido generada en los últimos 15 años de investigaciones, que incluyen expediciones a diferentes regiones del país. Así, muchas cuencas hidrográficas han sido evaluadas desde el sur al norte del Perú: (1) el sistema Tambopata-Inambari-Tahuamanu, que incluye el norte de Puno y Madre de Dios; (2) la cuenca del Urubamba, incluidas tanto la parte baja y alta de su bosque lluvioso desde Cusco hasta Ucayali; (3) el Parque Nacional Cordillera





Azul (Ucayali – Loreto); (4) la cuenca del río Marañón en su sección superior (Cajamarca – Amazonas).

Esperamos que esta comunicación sea útil para actualizar el conocimiento sobre el tema, como también para contribuir con el desarrollo de iniciativas en conservación y manejo de las especies nativas de peces en el Perú. Los objetivos, incluyen la actualización del conocimiento de la diversidad de los peces que habitan las aguas continentales en el Perú; presentar una lista sistemática de las especies nativas de peces recientemente registradas; describir el estado de conservación de los sistemas acuáticos y recursos hidrobiológicos y el uso actual que se aplica a las especies de peces de aguas continentales en el Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

La lista anotada se basa en los registros de especies que provienen de publicaciones y/o en los especímenes depositados en las colecciones debidamente certificados por los especialistas. La Colección Ictiológica MUSM se encuentra en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Lima, Perú.

Adiciones a la Lista Anotada de Peces Continentales del Perú: En el Orden Myliobatiformes, familia Potamotrygonidae, se incluyen dos especies del género *Heliotrygon* y el material tipo proviene de los ríos Nanay, Itaya y Pachitea, de la llanura amazónica. En la misma familia se registran una especie del género *Potamotrygon* y otra del género *Plesiopygon*. Todas conocidas grupalmente como “rayas amazónicas”

En el Orden Characiformes, familia Characidae, presenta un nuevo registro: *Landonia latidens* registrado en laguna Napique, cuenca del Río Chira, y del Océano Pacífico. *Brycon coxegy* nuevo registro, previamente descrito para Ecuador y con muestras de los ríos Cenepa y Marañón, cuenca amazónica. Otro registro en Characidae con *Salminus brasiliensis*, descrito para la cuenca Parana-Paraguay y procedente del río Yanachaga, ambos de la región amazónica.

En el Orden Gymnotiformes, varios nuevos registros en las familias Apterontidae, todos procedentes de la Región amazónica. Géneros *Adontosternarchus*, *Magosternarchus*, *Microsternarchus*, *Orthosternarchus*, *Pariosternarchus*, *Sternarchella*, *Sternarchogiton*, y *Sternarchorhynchus*. En Gymnotidae, *Gymnotus* con dos especies, en Hypopomidae, género *Steatogenys* con una. En Sternopygidae, el género *Eigenmannia* y una especie y Rhamphichthyidae, *Gymnorhamphichthys*, una especie y *Rabdolichops*, tres especies. En el Orden Perciformes, familia Cichlidae, seis especies del género *Apistogramma*, procedentes de Loreto, región amazónica (Tablas 1 y 2).

Composición actualizada: En cuanto a la composición taxonómica actual, un total de 1045 especies, Siluriformes (bagres): 386 especies (37%), Characiformes (peces escamados): 384 especies (36.7%), y Gymnotiformes (peces eléctricos), 82 especies (7.8%); son los que en conjunto conforman el Super Orden Ostariophysii. Seguidamente con una moderada riqueza se registran 91 especies (8.7%) de Perciformes y 57 especies (5.4%) de Cyprinodontiformes. Finalmente, otros órdenes como Clupeiformes (11 especies), Myliobatiformes (12), Pleuronectiformes (5), Beloniformes (5), y siete órdenes más (10 especies en total) están también representados y conforman juntos un 4% de la ictiofauna continental peruana (Tabla 1).





Distribución en la Amazonia peruana: La Amazonía peruana alberga más de 900 especies registradas (92%). En el sureste peruano (Madre de Dios) se estima 450 especies, más de 500 para la cuenca del río Ucayali, y menos de 400 para la cuenca del río Marañón.

Sobre la ictiofauna en las áreas protegidas, conocemos parte de los parques nacionales, en el Manu se han registrado 210 especies (Ortega, 1996); en el Bahuaja - Sonene y la Reserva Nacional Tambopata al menos 232 especies (Chang, 1998), y en Cordillera Azul 93 especies (de Rham et al., 2001). En áreas fuera de ANP, en la cuenca del río Pachitea, tributario del Ucayali, se han registrado 158 especies, durante 2001-2002. En el río Yavarí, cerca de la unión al Amazonas, 240 especies fueron registradas (Ortega et al., 2003), mientras que en la región del Ampiyacu – Apayacu-Yaguas y Medio Putumayo 289 especies han sido reportadas (Hidalgo y Olivera, 2003). En la cuenca del río Pastaza (Ecuador y Perú) se registraron 312 especies (Willink, et al., 2005).

En la región del Tahuamanu - Inambari (Madre de Dios), se registraron al menos 250 especies como resultados de estudios durante 2003-2004. En el Bajo Urubamba (Cusco-Ucayali) se han identificado más de 190 especies (Proyecto Camisea “website” y Ortega et al., 2010).

Sobre el estado de conservación de los hábitats acuáticos: En las áreas protegidas las condiciones de conservación de ambientes acuáticos va de muy buena a prístina, como se ha comprobado en ríos y quebradas de Parques Nacionales: Manu, Cordillera Azul y Yanachaga-Chemillén, lo que demuestra una adecuada conservación de nuestra ictiofauna. Sin embargo, fuera de las áreas protegidas, existen problemas ecológicos que amenazan la integridad de los ambientes acuáticos en el país; Principalmente, la deforestación, la minería de oro, y la aplicación de inadecuados métodos de agricultura en el llano amazónico, son los problemas que enfrentan y afectan a la calidad de los ambientes acuáticos y comunidad de los peces; registrándose mercurio en valores elevados en peces de consumo (mota) en Puerto Maldonado, Madre de Dios.

Tabla 1. Resumen por órdenes de peces de aguas continentales del Perú

Orden	Familias	Géneros	Especies
Siluriformes	13	145	386
Characiformes	14	137	384
Perciformes	8	36	91
Gymnotiformes	5	26	82
Cyprinodontiformes	1	4	56
Clupeiformes	2	7	11
Myliobatiformes	1	4	12
Pleuronectiformes	1	4	6
Belontiiformes	1	3	5
Atheriniformes	1	1	2
Osteoglossiformes	2	2	2
Synbranchiiformes	1	1	2
Mugiliformes	1	1	2
Itatrachoidiformes	1	1	1
Carcharhiniformes	1	1	1
Lepidosireniformes	1	1	1
Tetraodontiformes	1	1	1



Usos de los peces en la Amazonia peruana: De las especies amazónicas, más de un 60% comprende formas menudas de diferentes familias, y muchas destacan por su colorido y hábitos que los hace atractivos como peces ornamentales y es muy probable alcance a unas 350 especies; sin embargo, en las estadísticas falta determinar el número real. Comercialmente tienen gran demanda los Osteoglossidae (arahuanas), bagres pequeños de Pimelodidae (zungaritos), Loricariidae (Otocinclus), Callichthyidae (Corydoras). Otro grupo comprende las rayas Potamotrygonidae, los ciclidos, Apistogramma, y los tetras (Characidae); lo cuales son muy frecuentes en selva baja.

Tabla 2. Adiciones a la Lista de Peces de Aguas Continentales del Perú

Orden es /Familias	Especies /autores
MYLOBATYFORMES /	<i>Heliotrygon gomesi</i> Carvalho & Lovejoy, 2011
Potamotrygonidae	<i>Heliotrygon rosa</i> Carvalho & Lovejoy, 2011
	<i>Pterotrygon nana</i> Carvalho & Ragno, 2011
	<i>Potamotrygon nigra</i> Carvalho, Sabaj & Lovejoy, 2011
CHARACIFORMES /	<i>Landonia latilens</i> Eigenmann & Henn, 1914
Characidae	<i>Brycon coveyi</i> Fowler, 1943
	<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)
GYMNOTIFORMES /	<i>Atlantostemarchus nebulosus</i> Lundberg & Cox Fernandez, 2007
Apteronotidae	<i>Ataponisternarchus ducisii</i> Lundberg & Cox Fernandez, 1996
	<i>Ataponisternarchus rajitor</i> Lundberg & Cox Fernandez, 1996
	<i>Microstemarchus bilineatus</i> Fernández-Yépez, 1968
	<i>Orthostemarchus tamandua</i> (Boulenger, 1898)
	<i>Paristernarchus amazonensis</i> Albert & Crampton, 2006
	<i>Stemarchella sima</i> Starb, 1913
	<i>Stemarchopiton gabrius</i> de Santana & Crampton, 2007
	<i>Stemarchofynchus curumim</i> de Santana & Crampton, 2006
	<i>Stemarchofynchus retini</i> de Santana & Vari, 2010
	<i>Stemarchofynchus yepesi</i> de Santana & Vari, 2010
Gymnotidae	<i>Gymnotus chavito</i> Maximo & Albert, 2009
	<i>Gymnotus obscurus</i> Crampton, Thorsen & Albert, 2005
Hypopomidae	<i>Stratogenys alvaresi</i> Le Mente 1929
	<i>Stratogenys oculatus</i> Albert, Crampton & Thorsen, 2004
Rhamphichthyidae	<i>Gymnorhamphichthys roumaniae</i> Schwassmann, 1989
Stenopogonidae	<i>Eggonmanni imbata</i> (Schreiner & Miranda -Ribeiro, 1903)
	<i>Rhabdolichops newardi</i> Lundberg & Mago leccia, 1986
	<i>Rhabdolichops electrigranmus</i> Lundberg & Mago leccia, 1986
	<i>Rhabdolichops longicaudatus</i> Eigenmann & Allen, 1942
	<i>Rhabdolichops stewarti</i> Lundberg & Mago Leccia, 1986
SILURIFORMES /	<i>Fonchiloricaria nanobon</i> Rodríguez, Ortega & Covaín, 2011
Loricariidae	
PERCIFORMES /Cichlidae	<i>Apistogramma huxleyi</i> Romer & Hahn, 2008
	<i>Apistogramma chitabae</i> Romer, Duponcelle, Vela Díaz García, Díaz, Renno; 2011
	<i>Apistogramma huascar</i> Romer, Pretor & Hahn, 2006
	<i>Apistogramma puntalene</i> Romer, Romer Soares & Hahn, 2006
	<i>Apistogramma rositae</i> Romer, Romer & Hahn, 2006
	<i>Apistogramma rubrolineata</i> Hein, Zarske & Zapata 2002



Por otro lado, en las poblaciones ribereñas de la cuenca amazónica, los peces son más apreciados como recurso alimenticio, así por lo menos 200 especies son de consumo directo, este grupo incluye especies desde 10 cm de longitud, porque en las comunidades nativas así las utilizan. Para ciudades de selva baja como Iquitos, Pucallpa, Puerto Maldonado y Yurimaguas, en las estadísticas se registran más de un centenar de especies. Sin embargo, los mayores porcentajes están representados por una docena de especies y destacan entre ellos los peces micrófagas (Prochilodontidae y Curimatidae). También los peces Pimelodidae, Characidae, Loricariidae y Cichlidae, de tallas medianas a menores. Los bagres grandes, al parecer por distintas señales, demuestran reducción en biomasa, en número de especies e inclusive en las tallas promedio de captura.

Agradecimientos: A los Drs. Marcelo Carvalho, Flavio Lima, James Albert y Uwe Römer por la revisión de especímenes y resultados obtenidos en la Colección Ictiológica MUSM revisando muestras de Potamotrygonidae, Characidae, Gymnotiformes y Cichlidae, respectivamente.

REFERENCIAS

Carvalho, M. de & M. P. Ragno, 2011. An unusual, dwarf new species of Neotropical freshwater stingray, *Plesiotrygon nana* sp. nov., from the upper and mid Amazon basin: the second species of *Plesiotrygon* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). *Papeis Avulsos Museu de Zoologia da USP*, Volume 51(7):101-138, 2011.

Carvalho, M.R. de & Lovejoy, N.R. 2011. Morphology and phylogenetic relationships of a remarkable new genus and two new species of Neotropical freshwater stingrays from the Amazon basin (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). *Zootaxa*, 2776:13-48.

Ortega, H., M. Hidalgo, E. Correa, J. Espino, L. Chocano, G. Trevejo, V. Meza, A.M. Cortijo & R. Quispe. 2010. Lista Anotada de los Peces de Aguas Continentales del Peru. Ministerio del Ambiente – Museo de Historia Natural, Lima, Peru. 56 pp.

Roberts, T. 1973. The Glandulocaudinae Characid Fishes of the Guayas Basin in Western Ecuador. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology (Harvard University)*, 144(8): 489-514, figs. 1-26.

Rodríguez M. S.; H. Ortega and R. Covain. 2011. Intergeneric phylogenetic relationships in catfishes of the Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae), with the description of *Fonchiiloricaria nanodon*: a new genus and species from Peru. *Journal of Fish Biology* (2011) doi:10.1111/j.1095-8649.2011.03047.

Römer U., F. Duponchelle, A. Vela Díaz, C. García Dávila, S. Sirvas, C. Díaz Catchay & J.F. Renno. 2011. *Apistogramma cinilabra* sp. n.: Description of a potentially endangered endemic cichlid species (Teleostei: Perciformes: Cichlidae) from the Departamento Loreto, Peru. *Vertebrate Zoology* 61 (1) 2011: 6-23.

Römer, U. & I. Hahn. 2008. *Apistogramma barlowi* sp. n.: Description of a new facultative mouth-breeding cichlid species (Teleostei: Perciformes: Geophaginae) from Nor-



thern Peru. – Vertebrate Zoology 58 (1): 49 – 66.

Römer, U., E. Römer, D. P. Soares & I. Hahn. 2006. Apistogramma pantalone sp. n. – Description of a geophagine Dwarf Cichlid (Teleostei: Perciformes) from northern Peru. – In: Römer, U. (ed.): Cichlid Atlas 2: Natural History of South American Dwarf Cichlids. Volume 2. Mergus Verlag, Melle: 642 – 667.

Römer, U., P. Pretor, & I. Hahn. 2006. Apistogramma huascar sp. n. – Description of a Dwarf Cichlid from Peru. – In: Römer, U. (ed.): Cichlid Atlas 2: Natural History of South American Dwarf Cichlids. Volume 2. Mergus Verlag, Melle: 530 – 573.

Römer, U, E.Römer, & I. Hahn. 2006. Apistogramma rositae sp. n. – Description of a new Dwarf Cichlid from Peru. – In: Römer, U. (ed.): Cichlid Atlas 2: Natural History of South American Dwarf Cichlids. Volume 2. Mergus Verlag, Melle: 668 – 693





RESULTADOS PRELIMINARES DEL MANEJO POBLACIONAL DE PAICHE (*Arapaima gigas*) y ARAHUANA (*Osteoglossum bicirrhosum*) EN LOS SECTORES DEL MEDIO Y BAJO RÍO PUTUMAYO (PERÚ)

Por: Luis Moya¹, Amilcar Ortíz¹, Carlos Vásquez¹ y Hernán Caballero²

¹ Especialistas del Proyecto Manejo Integral de la Pesca, Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo - PEDICP.

² Especialista en Pesca, Dirección Regional de la Producción - Loreto.

INTRODUCCIÓN

En el marco del Tratado de Cooperación Amazónica Peruano Colombiano suscrito en 1979, ambos gobiernos, dieron inicio a un proceso de cooperación hacia el desarrollo integral de sus respectivos territorios amazónicos, asegurando la incorporación a sus economías nacionales. En esta perspectiva, en 1998 se publicó el Plan Colombo-Peruano para el Desarrollo Integral de la Cuenca del río Putumayo (PPCP), que contemplaba como uno de los Proyectos Binacionales el “Manejo Integral de la Pesca”, en base al Estudio de pre factibilidad del mismo nombre, elaborado por Alcántara (1993).

A fines del año 2000 en el marco del Convenio de Cooperación Inter Institucional entre las Unidades Técnicas de Perú y de Colombia, representados por el Instituto Nacional de Desarrollo - INADE, y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI, se pone en marcha el “Proyecto Binacional Manejo Integral de la Pesca”, con acciones conjuntas de estudios básicos sobre la pesca y la acuicultura, que fueron fortalecidas por la cooperación de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, mediante el proyecto “Apoyo al Ordenamiento de la Pesca en el Río Putumayo”.

Resultado de esos dos procesos, se cuenta con un diagnóstico actualizado del sector pesquero y con directrices para la formulación de un Plan de Ordenación y Desarrollo de la Pesca y Acuicultura, dentro de las cuales se menciona la puesta en marcha de programas o planes de manejo pesquero de las especies priorizadas (Mena et al 2003; Alonso et al, 2006).

El Reglamento de Ordenamiento Pesquero de la Amazonía Peruana (Decreto Supremo N° 015-2009-PRODUCE), define los Programas de Manejo Pesquero como un instrumento técnico-administrativo cuya finalidad es poner en práctica una explotación controlada de una especie o un conjunto de especies en un ambiente particular bajo normas y regulaciones vigiladas. Con esta base legal el PEDICP elaboró y puso en marcha el “Programa de Manejo Pesquero de las especies Paiche y Arahua en los sectores del medio y bajo Putumayo” (PROMAPE), que fue aprobado por Resolución Directoral N° 1453-2008-GRL/DIREPRO (PEDICP& DIREPRO, 2007), con el objetivo de implementar un sistema de manejo y aprovechamiento sostenible de las especies “paiche” y “arahua”, para contribuir a garantizar la conservación de las especies, la rentabilidad de la actividad y la participación y beneficios de las comunidades pesqueras organizadas de los sectores medio y bajo Putumayo.





Este documento presenta resultados preliminares obtenidos en la implementación del Programa de Manejo Pesquero, contribuyendo con el conocimiento del manejo de estas dos especies en esta región fronteriza Amazónica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las áreas de estudio están localizadas en el Distrito del Putumayo, Provincia de Maynas, Región Loreto (Figura 1). Las actividades del proyecto se han desarrollado en cuatro módulos. Los dos primeros módulos se ubican en el Sector Medio del río Putumayo comprendiendo las zonas de pesca: 1) Cedrococha y Tigrecocha cerca de El Estrecho y 2) cocha Bobona y cocha Bufeo, ubicados aproximadamente a 300 km río abajo de la localidad de El Estrecho (Mapa 1). Así mismo, en el Sector del Bajo río Putumayo se ubican los módulos restantes: 3) zonas de pesca de Agua Blanca, Lago Grande y Huapapillo y 4) zonas de Salazar, Ventura y Shapaja. Lo anterior, totaliza 10 cochas, seis organizaciones y 189 pescadores.

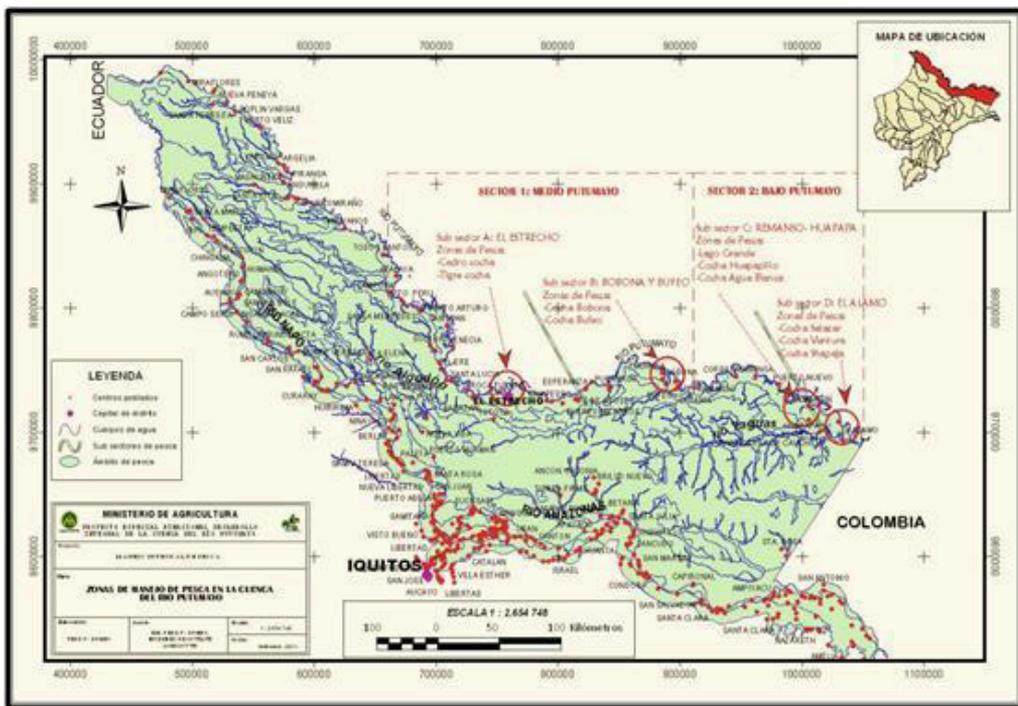


Figura 1. Zonas de Manejo de Pesca en el Medio y Bajo Putumayo

Para la evaluación poblacional de paiche, se utilizó el método de censo por “parcela” o por “parada” establecido por Crossa (2009). La evaluación poblacional de arahuana se realizó mediante la aplicación del método empírico de censo nocturnos o “linterneo”, que se realizaba entre las 7 pm a 10 pm. El conteo se realizó mediante la observación visual de los ejemplares adultos y juveniles, detectados mediante la luminosidad de sus ojos. Los censos se realizaron durante la temporada de verano entre los meses de agosto a octubre.





RESULTADOS

Los censos de paiche realizados entre el 2008 al 2011 muestran que en Cedro cocha no se registraron ejemplares de paiche; sin embargo, en Tigrecocha, cuerpo de agua que fue incorporado en las evaluaciones poblacionales del año 2010, se registró la presencia de 6 ejemplares adultos (Tabla 1). La ausencia de ejemplares de paiche en Cedro cocha está relacionada a la cercanía a El Estrecho y el frecuente ingreso de pescadores; en cambio en Tigrecocha ante el pedido de los pescadores locales que conocían la presencia de la especie, se incorporó el manejo de esta zona.

Las evaluaciones realizadas en cocha Bobona y cocha Bufeo entre 2008 a 2011, muestran incrementos poblacionales en relación a lo reportado el año 2008 (Tabla 1), entre las razones tenemos: 1) La lejanía de estos lagos respecto a centros poblados importantes, y 2) Consolidación de los grupos de manejo en el control y vigilancia.

Por el contrario, la evaluación poblacional para el bajo río Putumayo indica una disminución considerable en relación a lo registrado el 2009 (Tabla 2), debido probablemente a: 1) El efecto migratorio de la especie, cuando la cocha baja su nivel de agua, la especie sale hacia los cauces principales del río Putumayo o a las quebradas profundas, 2) Los grupos de manejo sobre-estimaron los conteos de esta especie y 3) La presencia de pescadores ilegales que disminuyó las poblaciones.

Tabla 1. Censos poblacionales de *Arapaima gigas* en el medio río Putumayo entre 2008 a 2011 (J: juvenil; A: adulto)

Cocha	Área (Ha)	2008	2009		2010		2011	
			J	A	J	A	J	A
Cedrococha	315	0	0	0	0	0	0	0
Tigrecocha	35	-	-	-	-	6	-	6
C. Bobona	469	176	105	96	226	175	287	205
C. Bufeo	402	183	93	95	292	153	251	169
Total		359	198	191	520	334	538	374



Tabla 2. Censos poblacionales de *Arapaima gigas* en el bajo río Putumayo entre 2008 a 2011 (J: juvenil; A: adulto)

Cocha	Área (Ha)	2008	2009		2011	
			J	A	J	A
L. Grande	34	26	48	6	0	12
Huapapillo	23	24	120	36	0	33
A. Blanca	13	30	118	18	0	11
Ventura	16.2	62	136	19	0	12
Salazar	25.6	43	212	54	84	36
Shapaja	25.2	54	122	28	0	24
Total	137.2	239	756	161	84	128

De otro lado, las evaluaciones de arahuana realizadas entre 2008 a 2011 en Cedrococha, Bobona y Bufeo indican incrementos poblacionales importantes con respecto al año 2008, como resultado de: 1) Cumplimiento de las estrategias de manejo de la especie definidas en el marco del programa, y 2) Mejoramiento de la metodología en la ejecución de los censos en las cuales se incluyó cuerpos de agua afluentes de la cocha principal (Tabla 3).

De nuevo, para el bajo río Putumayo, el resultado global obtenido durante el año 2011 alcanzó 912 ejemplares, cantidad menor respecto al año 2009, que se contabilizó 1,894 ejemplares, lo que representó un decremento del 48% (Tabla 4), las razones son bastante similares a las explicadas para el caso de la especie paiche.

Para establecer las cuotas de aprovechamiento de paiche y arahuana en los sectores medio y bajo Putumayo, se tuvieron en cuenta los censos poblacionales realizados y las referencias de registros de extracción de la especie en cada sector. Así las cosas, la cuota de paiche autorizada por la DIREPRO para 2010 fue de 189 ejemplares adultos, pero se capturaron 222 ejemplares, que significó un excedente de extracción del 12%, cifra considerada en términos manejables, en vista que se realizaron capturas en zonas de pesca fuera del programa y en consideración de la gran extensión de la zona. Con base en lo anterior, para 2011 se ha previsto proponer una cuota de 233 ejemplares adultos (74 en el medio Putumayo y 159 en el bajo Putumayo).





Tabla 3. Censos poblacionales de *Osteoglossum bicirrhosum* en el medio río Putumayo entre 2008 a 2011 (J: juvenil; A: adulto)

Cocha	Área (Ha)	2008	2009		2010		2011	
			J	A	J	A	J	A
Cedrococha	315	77	60	24	62	30	134	122
C. Bobona	469	213	497	392	617	574	1344	1172
C. Bufeo	402	387	561	459	581	517	1193	1022
Total		677	1118	875	1260	1121	2671	2316

Tabla 4. Censos poblacionales de *Osteoglossum bicirrhosum* en el bajo río Putumayo entre 2008 a 2011 (J: juvenil; A: adulto)

Cocha	Área (Ha)	2008	2009		2011	
			J	A	J	A
Lago Grande	34	26	80	123	0	211
Huapapillo	23	24	120	156	0	134
Agua Blanca	13	30	78	118	0	128
Ventura:	16.2	62	155	224	0	140
Salazar	25.6	43	176	320	0	120
Shapaja	25.2	54	132	211	0	244
Total	137.2	239	742	1,152	0	982

La cuota de manejo y aprovechamiento de alevines de arahuana para el año 2010 fue de 354,960, autorizada por la Resolución Directoral N° 014-2010-GRL/DIREPRO para las diferentes zonas de pesca consideradas en el Programa de Manejo Pesquero del Putumayo. La evaluación de la ejecución de las cuotas durante el año 2010 alcanzó a 493,569 unidades (según registros de DIREPRO, 2010), lo que representó un exceso de extracción de 138,609 unidades equivalente al 39%, que ocurrió en determinadas zonas de pesca fuera del programa, sobrepasando las cuotas establecidas. Estas zonas de pesca fueron incorporadas en las cuotas del año 2011.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Programa de Manejo Pesquero de las especies Paiche (*Arapaima gigas*) y Arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*) en los sectores medio y bajo Putumayo, ha mostrado re-





sultados positivos de acuerdo a los objetivos propuestos en el programa. Las poblaciones de paiche y arahuana de los sectores medio y bajo Putumayo se encuentran dentro de un equilibrio dinámico de manejo, mostrando buenas condiciones de conservación. Los registros de comercialización, indican que en el sector bajo Putumayo se moviliza mayor producción de biomasa de ambas especies. Por último, las comunidades locales han participado activamente durante el proceso de manejo de las especies y en la implementación de las medidas de control y vigilancia de los recursos pesqueros en su zona de influencia.

Con base en lo anterior, es necesario fortalecer las capacidades de los pescadores en metodologías de censo poblacionales de paiche y arahuana, así como en las consultas y la concertación para el establecimiento y seguimiento de las cuotas de extracción de las especies. Igualmente, mejorar los registros de información estadística pesquera, en especial de los productos de paiche y de alevines de arahuana con la participación de las poblaciones locales. Es fundamental, continuar con el monitoreo de las cuotas de manejo y aprovechamiento de las especies con participación de las comunidades pesqueras organizadas y autoridades locales. Como el implementar un programa de investigaciones básicas priorizadas de las especies en aspectos de reproducción, hábitos alimenticios, y capacidad de carga.

Finalmente, es necesario considerar implementar y evaluar un plan piloto de repoblamiento con paiche y arahuana en Cedrococha, para futuros trabajos.

REFERENCIAS

Alcántara, F.B. 1993. Manejo integral de la pesca. Estudio de Prefactibilidad. OEA, Iquitos.

Alonso, J.C.; Agudelo, E.; Salazar, C.A.; Acosta, L.E.; Moya, L.A. & Nuñez- Avellaneda, M.(2006). Ordenación y Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura en la Frontera Colombo Peruana. En: Agudelo, E.; Alonso, J.C. & Moya, L.A. (Eds.). Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el Área de Integración Fronteriza Colombo - Peruana del río Putumayo. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI & Instituto Nacional de Desarrollo INADE. 100 pp

*Crossa, M.2003. Investigación participativa: una experiencia promisoría para el subsidio de programas de manejo de pirarucú (*Arapaima gigas*, Cuvier) en el Bajo Amazonas. Seminario Taller Internacional de paiche o pirarucú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana & WWF, Perú. Pp. 67-81.*

*Crossa, M. 2009. Evaluación de abundancia de paiche (*A. gigas*) en la RNPS a través de métodos de transecto y de parcelas, Iquitos, 31 pp.*

DIREPRO-L, 2006. Estadística pesquera en la Región Loreto, periodo 2001-2006.

DIREPRO-L, 2007. Registros de Certificados de Procedencia de Arahua en la Región Loreto, periodo 2001-2006.





Guerra, et al. 2002. *Manual de Producción y Manejo de alevines de paiche*. IIAP. 98 pp.
Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI, 2005. *Directorio de Centros Poblados del Departamento de Loreto-2005*.

Mena, A.; Valderrama, M. & Guerra, H. 2003. *Informe de resultados del proyecto TCP/RLA 2802 – Apoyo al Ordenamiento de la Pesca en el río Putumayo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. 57 p.

PEDICP, 2010. *Informe Final Proyecto Manejo Integral de Pesca, sub sede El Estrecho, Río Putumayo*, 19 pp.

PEDICP, 2010. *Informe Final Proyecto Manejo Integral de pesca, sub sede Huapapa, Río Putumayo*, 19 pp.

PEDICP & DIREPRO-L, 2007. *Programa de Manejo Pesquero de las especies “Paiche” (Arapaima gigas) y “Arahuana” (Osteoglossum bicirrhosum) en los sectores medio y bajo Putumayo 2008 - 2012*. 61 pp.

PEDICP, 2011. *Informe de evaluación de las cuotas de manejo y aprovechamiento de paiche en los sectores medio y bajo Putumayo, año 2010, y propuesta de cuotas para el año 2011*. 12 pp.

SINCHI & INADE, 2004. *Aspectos socio económicos, biológico pesquero y ambiental relacionados con la pesca y la acuicultura en el eje fronterizo Perú Colombia del río Putumayo. Informe de avance de resultados del proyecto Binacional Manejo Integral de la Pesca/PPCP- INADE (Perú), Instituto SINCHI (Colombia)*. Leticia/Iquitos, 164 pp.



CONOCIENDO Y VALORANDO NUESTROS RECURSOS AMAZÓNICOS A TRAVÉS DE LAS TIC'S: *Arapaima gigas*

Lic. Educ. José Lisbinio Cruz Guimaraes Mg¹, Lic. Educ. Melba Rocío Correa Tang Mg², Prof. Saúl Alexander Pinedo Flor², Blgo Kember Mejía Carhuanca², Est. Mónica Paola García Córdova³

¹ Colegio Parroquial "Nuestra Señora de la Salud"

² Educación Ambiental. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana

³ Estudiante de Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

INTRODUCCIÓN

Con la llegada de las tecnologías, el énfasis de la profesión docente está cambiando desde un enfoque centrado en el profesor que se basa en prácticas alrededor del pizarrón y el discurso estructurado por charlas magistrales, hacia una formación centrada principalmente en el alumno dentro de un entorno interactivo de aprendizaje (UNESCO, 2004).

En ese sentido, las TIC'S juegan un rol importante al proveer a los estudiantes información y conocimientos necesarios para el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el marco de los objetivos estratégicos que apuntan a mejorar la calidad de la educación por medio de la diversificación de contenidos y métodos, promover la experimentación, la innovación, la difusión y el uso compartido de información y de buenas prácticas.

Es importante destacar que las TIC'S ofrecen la posibilidad de proporcionar ambientes inteligentes de interacción, promoviendo en los estudiantes el dejar el comportamiento pasivo a una actitud constante. Por otro lado, incrementa la posibilidad que los estudiantes desarrollen sus tareas y tengan iniciativas hacia tomar "pequeñas" decisiones, a filtrar información, a escoger y seleccionar, utilizar aplicaciones interactivas para su propio aprendizaje.

Todos estos cambios propician nuevas formas de vida, de producción y de trabajo lo cual demanda que las Instituciones Educativas en todos los niveles y especialmente el primario y secundario, orienten sus propósitos a la formación de personas integralmente desarrolladas. Individuos creativos, con habilidades para enfrentar los desafíos emergentes de la globalización y para participar de forma innovadora en la solución de los problemas sociales y productivos.

Para que el uso de las TIC'S favorezca al proceso enseñanza-aprendizaje es esencial que tanto los futuros docentes como los docentes en actividad sepan utilizar estas herramientas. Por esta razón, el presente estudio está referido al material educativo aplicado a estudiantes del nivel secundario de 1° a 5° grado de dos Instituciones Educativas de la región Loreto, Perú, promoviendo el uso de las TIC'S con temas relacionados a los recursos naturales amazónicos, lo que contribuye a innovar el currículo educativo regional en base a las necesidades de los estudiantes y a facilitar la labor pedagógica, al ser un material sencillo y dinámico.





Con la finalidad de enriquecer los conocimientos de nuestra biodiversidad amazónica, se ha elaborado un material interactivo sobre el “Gigante del Amazonas”, el paiche *Arapaima gigas*, por ser el pez más grande de agua dulce y de singular importancia para la población amazónica, siendo importante conocerlo, conservarlo, valorarlo y aprovecharlo de manera sostenible, tal como lo refiere la Resolución Ministerial N° 215-2001-PE, que establece el período comprendido entre los meses de marzo y septiembre como la temporada anual de pesca del recurso “paiche” en los cuerpos de agua públicos del país, a excepción de los de la cuenca hidrográfica del río Putumayo; quedando prohibida la extracción de dicha especie desde el 1 de octubre de cada año hasta el 28 de febrero del año siguiente.

Con la elaboración de este material podemos elaborar muchos más en diferentes áreas curriculares, de esta manera estaríamos involucrándonos en el cumplimiento de las demandas educativas que plantean el mundo moderno y la globalización, los avances de la ciencia y la tecnología, la comprensión del medio natural y su diversidad, la promoción de la seguridad alimentaria y la nutrición, así como el desarrollo de una conciencia ambiental orientada a la gestión de riesgos y el uso racional de los recursos naturales, en el marco de una moderna ciudadanía, *son prioridades que se sustentan en los propósitos de la Educación y las Políticas de Estado del Perú al 2021.* (PEN 2010)

Desde esta perspectiva, es importante que los planes y programas de estudio se actualicen acorde con las demandas de la sociedad actual y futura; lo cual implica rediseñarlos bajo el enfoque de un modelo educativo por competencias centradas en el aprendizaje interactivo, a partir de aspectos sociales y ambientales, vinculados al cuidado de la salud y su relación con el desarrollo tecnológico, que promueva la formación integral pertinente del estudiante frente a los cambios acelerados del contexto global.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopiló información bibliográfica sobre *Arapaima gigas*, buscando estrategias para adecuarlo a la realidad de los estudiantes de la región Loreto, Perú. Esta información fue procesada en los programas: Dreamweaver, Macromedia Flash y Fireworks, el que fue diseñado en formato de página web con las siguientes opciones: introducción, historia, descripción, taxonomía, nombres populares, morfología, hábitat, distribución geográfica, reproducción, conservación, información nutricional, gastronomía, ¿sabías qué?, actividades y créditos.

Para la evaluación se utilizó el programa EDILIM v 3.26 ejecutable, consta de 16 actividades para los estudiantes como rompecabezas, planteándose la reconstrucción de una información desordenada, la que puede ser gráfica, textual, sonora o combinar aspectos gráficos y auditivos al mismo tiempo; asociaciones que pretenden que el usuario descubra las relaciones existentes entre dos conjuntos de información; sopas de letras con variantes interactivas de los conocidos pasatiempos de palabras escondidas.

El material educativo contiene actividades de evaluación de: rompecabezas, arrastrar textos, sopa de letras, completar, preguntas, clasificar textos, etiquetas, respuesta múltiple e identificar imágenes.

El presente trabajo de investigación corresponde al nivel de investigación experimental





y tipo de investigación aplicada, es decir aquella que permite aplicar el software educativo “El Gigante del Amazonas: paiche *Arapaima gigas*” para mejorar el aprendizaje del área de Ciencia Tecnología y Ambiente en las Instituciones Educativas Mariscal Oscar R. Benavides y Colegio Parroquial “Nuestra Señora de la Salud” – Iquitos – 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El material educativo se aplicó en dos Instituciones Educativas, la I.E.I.P.S.M “Mariscal Oscar R. Benavides” y la I.E. Parroquial “Nuestra Señora de la Salud” con estudiantes del 1º al 5º grado de nivel secundario, donde participaron un promedio de 1500 estudiantes.

Antes de aplicar el material interactivo se realizó una encuesta a un 30% de estudiantes de las dos Instituciones Educativas (Tabla 1), con la finalidad de obtener información sobre las potencialidades y limitaciones de los estudiantes, respecto al uso de las TIC’s, en el proceso de enseñanza aprendizaje y el conocimiento de la especie, obteniéndose los siguientes resultados:

- En la I.E.I.P.S.M. “Mariscal Oscar R. Benavides” un 60% de los estudiantes no hacen uso de las TIC, pese a contar con un Aula de Innovación Pedagógica (Sala de Cómputo). Un 75% si tienen conocimiento sobre la especie, debido a que cuentan con un estanque para la crianza del *Arapaima gigas*, dentro del Área Educación para el Trabajo, el que cuenta con asistencia técnica del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).
- En la I.E. Parroquial “Nuestra Señora de la Salud” un 80% de los estudiantes tienen buen conocimiento sobre las TIC, al usar frecuentemente el Aula de Innovación Pedagógica. Un 50% tienen conocimiento sobre la especie.

Después de obtener los resultados de la encuesta, como línea base, se aplicó el material interactivo logrando resultados positivos al finalizar el programa (Tabla 2):

- En la I.E. Parroquial “Nuestra Señora de la Salud” se obtuvo un 75% de aceptación del material por parte de los estudiantes y docentes, debido a que el material multimedia resulta muy atractivo para ellos, entre sus características principales se encuentra la multimodalidad de lenguajes y la interactividad. Si su uso se combina con una buena orientación y otros recursos pueden favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje grupales e individuales.
- En la I.E.I.P.S.M. “Mariscal Oscar R. Benavides” se obtuvo un 65% de aceptación del material por parte de los estudiantes, por lo atractivo y lúdico del material interactivo, pese a no estar muy familiarizados con el uso de los TIC’S, un 35% de estudiantes mostraron inseguridad al usar los recursos informáticos, debido a que no están familiarizados con el entorno informático, por lo que no se pudo apreciar el desarrollo de las actividades en forma satisfactoria. Otro factor que predomina en esta I.E. es la falta de interés de los docentes con respecto a la informática.





Tabla 1. Encuesta realizada al 30% de la población

IIEE	Población	Encuestados	No hacen uso TIC'S	Conocimiento de la especie
M. O.R. Benavides	750	225	60%	75%
N. S.de la Salud	750	225	80%	50%

Fuente: Encuesta aplicado a estudiantes. 2010

Como en todo proceso de enseñanza – aprendizaje, consideramos que la integración de las TIC'S al currículo educativo es un proceso gradual que depende del comportamiento de muchas variables relacionadas con cuatro factores: 1) recursos tecnológicos propiamente dichos, hardware y software; 2) filosofía pedagógica y la competencia tecnológica de los educadores; 3) disponibilidad y correcta utilización de los contenidos digitales apropiados; y 4) apoyo administrativo, pedagógico y técnico que ofrece la institución educativa. En la sociedad de la información, el objetivo fundamental de la educación es el de posibilitar que el estudiante sea capaz de construir su propio proceso de aprendizaje (Eduteka).

Tabla 2. Aceptación del material educativo

IIEE	Población	Aceptación
M. O.R. Benavides	750	65%
N. S.de la Salud	750	75%

Fuente: Aceptación del material aplicado a estudiantes 2010

REFERENCIAS

- Alcántara, F. 2009. *Avances en la investigación del recurso paiche*.
- Alcántara B. Fernando 1992. *Cultivo de paiche Arapaima gigas utilizando bujurqui Cichlassoma bimaculatum como presa*.
- BIOTRADE FACILITATION PROGRAMME. 2006. *Comercio sostenible de Arapaima gigas en la región amazónica*.
- EDUTEKA. 2008. *Un Modelo Para Integrar Tics en el Currículo*.
- García, Carmen. 2009. *Genética molecular y su aplicación al estudio del paiche Arapaima gigas en la Amazonía Peruana*.
- Ministerio de Educación. 2010. *Proyecto Educativo Nacional. Resolución Ministerial N° 215_2001_PE*





*PRONATURALEZA. 2004 – 2008. Plan de manejo de Arapaima gigas “paiche” en la
cocha El Dorado, cuenca Yanayacu Pucate – RNPS.*

*UNESCO. 2004. Las tecnologías de la Información y la Comunicación en la formación
docente. Uruguay: Ediciones Trilce*





HERMAFRODITISMO Y CONTROL DEL SEXO EN *Apistogramma bitaeniata* (PELLEGRIN, 1936)

Jesús Nuñez ^{1,2}, Catalina Díaz ^{1,3}, Kary Roque ³, Filomena Farfan ³, Jean-François Renno ^{1,2}, Susana Sirvas ^{1,3} & Fabrice Duponchelle ^{1,2}

¹ Laboratorio Mixto Internacional – Evolución y Domesticación de la Ictiofauna Amazónica (LMI-EDIA)

² Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR-ISEM (Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier), Université Montpellier 2, France

³ Laboratorio de Acuicultura. Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura (FOPCA), Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Miraflores, Lima, Perú.

INTRODUCCIÓN

Los Apistogramas integran la lista de especímenes que se extraen casi exclusivamente del medio natural y se comercializan tanto al mercado nacional como internacional, siendo este último quien más los demanda por su gran variedad de colores. Como en otros cíclidos la diferenciación sexual en Apistogramas se fundamenta en características externas (Römer 2006). Así, los machos adultos son de mayor tamaño, más coloridos y tienen aletas más desarrolladas que las hembras. Las aletas dorsal y anal son más alargadas mientras que en las hembras son más pequeñas y redondeadas. Estos caracteres fenotípicos son particularmente notorios en las especies con sexos separados (gonocóricas) y son los que se tienen en cuenta para la determinación del sexo. Sin embargo frente a lo descrito anteriormente puede darse la ocurrencia de ambos órganos sexuales en un solo individuo, lo que se denomina hermafroditismo. En este caso los individuos producen ambos gametos funcionales (espermatozoides y óvulos) ya sea al mismo tiempo (hermafroditismo simultáneo o sincrónico) o en periodos diferentes del ciclo de vida (hermafroditismo conservador o secuencial) (Lacadena, 1998). En algunos casos como ocurre en la dorada (*Sparus aurata*), el testículo aparece primero (protandria) y en otros sucede lo contrario, como en el mero (*Epinephelus guaza*) donde el ovario aparece primero (proteroginía). En peces se han descrito todos los tipos de hermafroditismo. Esta característica se considera como una de las limitantes para el cultivo comercial de una nueva especie; el conocimiento y control de la biología reproductiva y los problemas o disfunciones que en ella acontecen, son la base de sustentación para los programas productivos (Zohar & Mylonas 2001). De lo referido, el presente trabajo pretende contribuir al estudio del hermafroditismo en *Apistogramma bitaeniata* y establecer su estatus sexual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con *A. bitaeniata*, colectada entre octubre y noviembre del 2008 y octubre del 2010, en cuerpos de agua someros, de cinco lugares de la Cuenca del Río Nanay (Departamento de Loreto, provincia de Maynas, próximos a la ciudad de Iquitos). Los diferentes puntos de muestreo fueron: Quebrada Mapacocha (03048'51,5"S - 73021'17,2" W), Quebrada Shushuna (03048'59,9"S - 73020'44,8" W), Caño Challua (03055'16,9"S





- 73044°19,5" W), Caño Nuevo Loreto (03054°11,7"S - 73044°08,3"W) y Aucacocha. Los peces se embalaron individualmente en bolsas de polipropileno con agua tratada y oxígeno que fueron selladas herméticamente al calor; las que se acomodaron en cajas de cartón aisladas con placas de poliestireno expandido (tecnopor) para su traslado vía aérea a la ciudad de Lima. En el laboratorio de Acuicultura de la facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura de la Universidad Nacional Federico Villarreal se recibieron los peces y se agruparon según procedencia, rango de tamaños y sexo, en acuarios de 54 litros con agua reposada, temperada y aireación constante. Para el trabajo se fueron extrayendo los peces uno a uno y colocando en un recipiente de vidrio con solución anestésica de Eugenol (aceite de clavo de olor), 20 μ l en 100 ml de agua. Los peces anestesiados se colocaron en la congeladora por diez minutos, a fin de sacrificarlos por hipotermia, logrando a su vez que estos tengan las aletas totalmente desplegadas, mostrando a plenitud sus colores (Römer & Hahn 2008). El sexo se determinó teniendo en cuenta los caracteres fenotípicos descritos por Römer (2006); todos los especímenes fueron codificados, fotografiados y también se registró su longitud total. A continuación se realizó un corte longitudinal en la zona ventral, desde el istmo branquial hasta la abertura anal, para extraer las gónadas; estas se enjuagaron con agua destilada y preservaron con solución de Bouin en frascos de vidrio codificados. Las muestras fueron tratadas según el protocolo de histología clásica y los cortes histológicos de 7 μ m fueron teñidos con hematoxilina-eosina. Las observaciones se realizaron con un microscopio Trinocular Leica con oculares 10X y objetivos (4X, 10X, 20X, 40X, 100X) y una cámara digital Canon de 6 Mpíxeles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 39 muestras analizadas histológicamente el 38% correspondieron a hembras fenotípicas y 62% a machos fenotípicos. En todas las muestras histológicas provenientes de hembras no se observó presencia de tejido testicular. La histología evidenció la presencia de ovocitos en diferentes estadios, según el estado de madurez de la hembra (Figura 1a, b).

En las muestras provenientes de gónadas de machos, todas evidencian hermafroditismo, existiendo presencia de ovocitos previtelogénicos en una zona preferencialmente periférica rodeando los lóbulos testiculares (Figura 2).

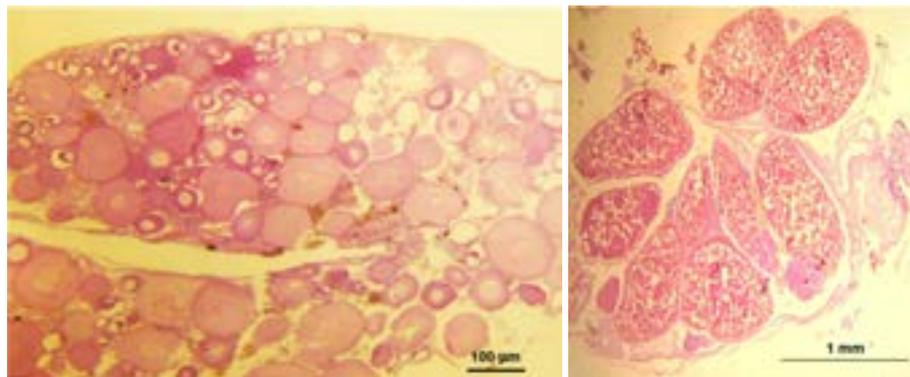


Figura 1. (a) Ovario de hembra inmadura. (b) ovario de hembra madura.



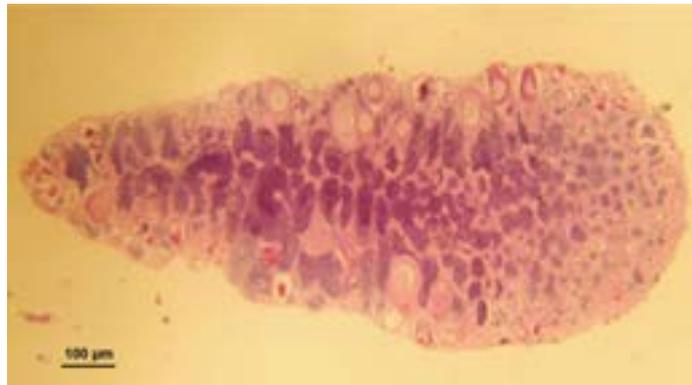


Figura 2. Testículo “hermafrodita” con presencia de ovocitos previtelogénicos ubicados principalmente en la periferia (rodeando los lóbulos); tamaño máximo de ovocitos 150 µm.

Se puede observar diferentes estadios de desarrollo de espermatogénesis (Figura 3). No se ha encontrado ovocitos en estadios de vitelogénesis precoz ni avanzada.

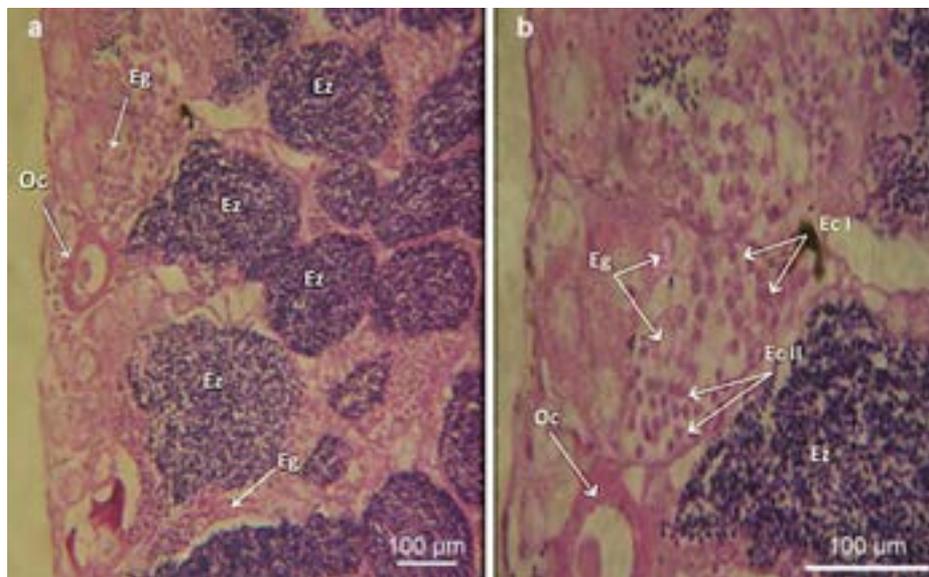


Figura 3. Diferentes estadios de desarrollo de la espermatogénesis. (a) Vista general de la periferia de un testículo “hermafrodita”. (b) detalle del desarrollo de los estadios de espermatogénesis en varios lóbulos del testículo. (Eg) Espermatogonia, (Ec I) Espermatoцитos I, (Ec II) Espermatoцитos II, (Ez) espermatozoides (Oc) ovocito.

Todas las muestras de machos evidencian que la gónada está funcionando como un testículo normal. La presencia de ovocitos previtelogénicos en estos machos podría ser considerada como una remanencia desde la diferenciación sexual, que inicialmente podría ser de tipo hembra y luego diferenciarse según factores aún no determinados en machos (con restos de ovocitos previtelogénicos) o desarrollar un ovario normal con sólo ovocitos presentes.





Respecto al estatus sexual, nuestros resultados sugieren un determinismo sexual en *A. bitaeniata* de los lugares muestreados, podría ser considerado de tipo proteroginico funcional. Estos datos corroboran los reportados por Prado Valladares (2009) quien sugiere hermafroditismo de tipo proteroginico para *A. bitaeniata* capturados en Brasil.

REFERENCIAS

Lacadena, J. 1998. *Protoginia y protandria: determinismo genético y diferenciación sexual*. En: Botella, J. & Fernández, A (ed.). *La Evolución de la Sexualidad y Los Estados Intersexuales* (pp.143-162). Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid, 230p.

Prado Valladares, A. 2009. *Biología reproductiva de cinco especies ornamentales de Apistogramma (Teleostei:Cichlidae) da reserva de desenvolvimento sustentável amañã-Amazonas*. Instituto Nacional De Pesquisas Da Amazônia-INPA.

Römer, U. 2006. *Cichlid Atlas 2: Natural history of neotropical. Dwarf Cichlids. Volume 2*. – Mergus Publishers, Melle:1319 pp.

Römer, U. & Hahn Ingo. 2008. *Apistogramma barlowi. sp.n.: Description of a new facultative mouth breeding cichlid species (Teleostei:perciformes:Geophaginae) from Northern Peru*. *Vertebrate zoology* 58(1).

Zohar Y, CC Mylonas. 2001. *Endocrine manipulations of spawning incultured fish: from hormones to genes*. *Aquaculture* 197, 99-136





ESPERMATOGÉNESIS Y OOGÉNESIS DE LA CUCHA VERDE AMARILLA (*Hemiancistrus subviridis*) CAPTURADA EN INÍRIDA, GUAINÍA

Moreno, Paola¹ y Landines, Miguel Angel²

¹Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonas. alepao_moreno@hotmail.com

²Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. malandinezp@unal.edu.co

INTRODUCCIÓN

La región de Inírida es reconocida como uno de los lugares de mayor importancia en el mercado de peces ornamentales (Ramírez–Gil y Ajiaco–Martínez, 2001) ya que, debido a sus condiciones biogeográficas, cuenta con una vasta red hidrográfica, conformada por ríos, quebradas, caños y lagos cada uno con características ambientales diferentes, que permiten establecer una amplia variedad de nichos ecológicos, que encierran un gran potencial pesquero (Castro, 1994).

Hemiancistris subviridis o cucha verde amarilla es una de especie de alto valor comercial, que se captura en la Orinoquia. Perteneció al grupo de las llamadas “cuchas finas”, las cuales son comercializadas con amplia aceptación en los mercados nacional e internacional.

Por lo anterior, este trabajo se enfocó en el estudio de la espermatogénesis y la oogénesis de la especie en condiciones naturales, debido a que su entendimiento permitirá establecer posibles relaciones filogenéticas y ecológicas y proporcionará elementos para entender la dinámica reproductiva así como aspectos fundamentales para la posible implementación de programas de reproducción bajo condiciones controladas.

MARCO TEÓRICO

La espermatogénesis es una secuencia de cambios morfológicos y fisiológicos de células germinativas que parten de una espermatogonia diploide y dan origen a cuatro espermatozoides haploides (Hess y Fraca 2007; Grier y Uribe 2009 y Schulz et al., 2009). En peces, este proceso de división celular ocurre en cistos, que son formados cuando una espermatogonia es rodeada por las proyecciones del citoplasma de una o dos células císticas o de Sertoli (Grier, et al., 1980; De Rooij y Russel, 2000; Ehmcke et al., 2006 y Schulz et al., 2009), las cuales son consideradas como células madre (Hess y Fraca, 2007). Su única función está relacionada con el desarrollo de las células germinativas y se basa en una intensa interacción paracrina (Rüdiger y Miura, 2002). Durante la diferenciación celular, el testículo, presenta diversos cambios, pudiéndose identificar diferentes tipos celulares. La división celular comprende entonces, varias células intermedias denominadas espermatogonias, espermatoцитos y espermátides (Schulz et al., 2009).

La oogénesis es el proceso mediante el cual las células de la línea germinativa completan su desarrollo, dando lugar a la célula de mayor tamaño que el individuo puede producir, el óvulo. En términos generales, la oogénesis es la transformación de oogonias en oocitos, proceso que se cumple cíclicamente en el ovario del pez durante





toda su vida reproductiva (Harvey y Carolsfeld, 1993; Landines, 2005). En las lamelas ovígeras, se inicia el proceso de crecimiento primario (mitosis de las oogonias). En segunda instancia, aparecen los oocitos primarios, los cuales posteriormente pasarán por una serie de transformaciones hasta convertirse en óvulos. Dichas transformaciones comprenden varios estadios de desarrollo, a saber: cromatina nucleolar, perinucleolar, alveolo cortical, vitelogénesis, maduro y finalmente, llegar a la fase de folículos postovulatorios (Palmer et al., 1995; Romagosa et al., 2002; Landines, 2005; Medina et al., 2007; Mañanós et al., 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los peces fueron disectados y sus gónadas extraídas y fijadas en solución de Karnovsky modificado (pH 7,4), durante 24 horas; posteriormente se hicieron lavados con búfer fosfato durante dos días y finalmente fueron conservadas en alcohol etílico (70%) (Prieto, 2007).

Luego, las muestras se sometieron a una rutina de deshidratación en concentraciones crecientes de alcohol, para ser incluidas en Historresina Leica®. Se obtuvieron cortes de 3µm de espesor, utilizando un micrótopo Leica® RM 2265. Los cortes fueron coloreados con azul de toluidina y con hematoxilina-eosina (H&E).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El macho de *Hemiancistrus subvidis* presentó un testículo de tipo espermatogonial irrestricto que se caracteriza porque el tejido germinativo está dispuesto a manera de red, formando curvas desde la periferia hasta el conducto eferente (Grier, 1993; Lopes et al., 2004 y Grier y Uribe, 2009), las espermatogonias se presentan a lo largo del lóbulo y durante la espermiación los espermatozoides son liberados en el lumen para llegar al conducto eferente (Grier, 1993 y Parenti y Grier, 2004), característica propia de especies de taxas primitivas como los silúridos (Parenti y Grier, 2004 y Grier y Uribe, 2009). Se trata entonces de un testículo cuyos compartimentos germinativos forman lóbulos y las espermatogonias se distribuyen a lo largo de ellos (Grier, 1981; Grier, 1993 y Parenti y Grier, 2004). A diferencia de un testículo restricto, donde en el proceso de espermatogénesis el cisto migra al ducto eferente y las células germinativas maduran dentro.

Esta especie independientemente del tipo testicular, presenta un proceso de espermatogénesis cística, ya que el desarrollo celular germinativo ocurre dentro de cistos delimitados por células de Sertoli y presentan diferenciación sincrónica, como lo reportado por Mattei et al. (1993) y Guimarães-Cruz et al. (2005). El rompimiento del cisto sólo ocurre cuando las espermátidas ya se han dividido dado origen a los espermatozoides que son finalmente liberados en la luz del túbulo seminífero.

La hembra de *H. subviridis* presentó tres de los cinco tipos de células germinativas que comúnmente son definidas en teleósteos: oocitos perinucleolares, oocitos en alveolo cortical y oocitos maduros y que han sido reportados por Wallace y Selman (1981); Agostinho et al. (1987); Palmer et al. (1995); Romagosa et al. (2002); Montoya – López et al. (2006); Medina et al. (2007) y Duarte et al. (2007). Así mismo, los ejemplares





capturados se encontraron en tres fases de desarrollo reproductivo: madurando, madura y desovada, definidos por el tipo de células de la línea germinativa encontrado en cada una de ellas. La gónada madurando cuenta con oocitos en estado perinucleolar y de alveolo cortical; en la madura se observaron oocitos maduros y perinucleolares; finalmente en la desovada se ve claramente la presencia de oocitos previtelogénicos y como en los dos anteriores hay oocitos perinucleolares. Estas características coinciden con lo descrito por Agostinho *et al.* (1987) y Vazzoler (1996) y con lo reportado para *H. ternetzi*, *M. aculeatus* y *R. aspera* (Suzuki *et al.*, 2000; Agostinho *et al.*, 1987).

Según la descripción anterior, se puede observar que la gónada de *H. subviridis* evidencia la presencia de oocitos perinucleolares en las etapas del ciclo de reproducción estudiado. Esto puede indicar que la especie cuenta con un stock de reserva, característica común ya que es fácil encontrar especies con oocitos previtelogénicos (perinucleolares, alveolo cortical) en todos las fases de la oogénesis y que desovan en repetidas ocasiones durante todo el año (Deza *et al.*, 2005).

A partir de las fases de la oogénesis, en los teleósteos se establece un patrón de desarrollo ovárico. Wallace y Selman (1981) reportan ovarios sincrónicos en grupos y asincrónicos; mientras que Grier *et al.*, (2009), establecen la existencia de ovarios sincrónicos en grupos y asincrónicos. Como ya se ha observado *H. subviridis*, presenta por lo menos dos tipos celulares germinativos en cada uno de los estadios encontrados, por lo tanto y teniendo en cuenta las clasificaciones anteriores, presenta un ovario sincrónico en grupos.

Adicionalmente en los teleósteos las especies pueden ser clasificadas en desovadores totales o parciales. Se sabe que durante la fase de maduración las hembras presentan cambios en el folículo ovárico. Este desarrollo oocitario relacionado con la frecuencia de los desoves dentro de un periodo de reproducción y el número de reproducciones realizadas durante su ciclo de vida determina el tipo de desovador; es así como se tienen especies con más de un lote de oocitos eliminado en cada periodo de reproducción (desovadores parciales) y los que en el ciclo expulsan solo el lote de oocitos maduros (desovadores totales) (Vazzoler, 1996). Teniendo la información anterior y lo observado para *H. subviridis* tenemos entonces un desovador total, como lo reportado para *Hemiancistrus* sp. (Ramos y Konrad, 1999) y para *Rhinelepis aspera* y *Megalancistrus aculeatus* (Vazzoler, 1996), especies que pertenecen a la familia Loricariidae.

REFERENCIAS

Agostinho AA, Barbieri CM, Barbieri G, Agostinho, C. 1987. *Biología reproductiva de Rhinelepis áspera (Agassiz, 1829) (Teleostei, Loricariidae) no Rio Paranapanema. Estructura dos ovários e estádios de maturação. Rev. Brasil Biologia. Rio de Janeiro. 47 (3): 319-328p.*

Agostinho AA, Hanh, NS, Agostinho CS. 1991. *Ciclo reproductivo e primeira maturação de fêmeas de H. commersonii (Valenciennes, 1840) (Siluriformes) no Reservatório Capivari - Cachoeira, PR. Rev. Brasil. Biol., Rio de Janeiro, 51(1):31-37.*

Cek S y Yilmaz E. 2007. *Gonadal development and Sex Ratio of Sharptooth catfish (Cl-*





rias gariaphinus Burchell, 1822) Cultured under Laboratory Conditions. J Zool.31:35-46p.

De Rooij DG, Russel LD. 2000. All you wanted to Kwon about spermatogonia but were afraid to ask. J Androl. 21:776-798p.

Deza S, Bazán R, Culquichicón, Z. 2005. Biología y pesquería de Pseudoplastystoma fasciatum (Linnaeus, 1766; Pisces), Doncella, en la región de Ucayali. Folia Amazónica. 14(2):5-17p.

Duarte, S. y Araújo, F. 2002. Fecundity of the Hypostomus affinis (Siluriformes, Loricariidae) in the Lajes Reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. Rev. Biol. Trop. 50(1): 193-197.
Ehmcke J, Wistuba J, Schlatt S. 2006. Espermatogonial stem cell: questions, models and perspectives. Hum Reprod Update. 12:275-282p.

Grier, HJ, Lonton Jr, Leanterland Jf, De Vlaming VI. 1980. Structural evidence for two different testicular types in teleosts fishes. Amer. J. Anat. 159:331-345p.

Grier, HJ.1993. Comparative organization of Sertoli cells including the Sertoli cell barrier. In: Russell LD, Griswold MD (eds) The Sertoli cell. Cache River Press, Clearwater. 704-739p.

Grier, HJ., Uribe, MC. 2009. The testis and spermatogenesis in teleosts. En: Barrie, GM (Ed). Reproductive biology and phylogeny of fishes (Agnathas and bony fishes). 120-142p.

Grier, HJ., Uribe MD, PATino R. 2009. The ovary, folliculogenesis and oogenesis in teleosts.- En: Barrie, GM (Ed). Reproductive biology and phylogeny of fishes (Agnathas and bony fishes). 25-84p.

Guimarães-Cruz RJ, dos Santos JE y Santos GB. 2005. Gonadal structure and gametogenesis of loricaria Lentiginosa isbrücker (pisces, teleostei, siluriformes). Rev. Bras. Zool. 22:556-564p.

Grizzle JM y Rogers W. 1976. Anatomy and histology of the channel catfish. Auburn Pinting Inc., Auburn University, Agr. Exptl. Station: 94 p.

Hess RA y França LR. 2007. Spermatogenesis and cycle of the seminiferous epithelium. In: Cheng CY (ed) Molecular mechanisms in spermatogenesis. Landes Bioscience. 1-15p.

Harvey, B. y Carolsfeld, J. (1993). Induced Breeding in Tropical Fish Culture, Ottawa:International Development Research Centre.

Incoeder. 2004. Peces ornamentales de Colombia. Archivo en CD.

Inpa. 1999-2000. Boletín estadístico pesquero colombiano. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Bogotá.





Landines MA. 2005. *Mecanismos celulares de la reproducción de los peces. Capítulo I* En: Daza, p.; Landines, M. A. y Sanabria, A. (eds). 2005. *Reproducción de peces del trópico. Incoder y Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.*

Lasso CA, Mojica JI, Usma JS, Maldonado-Campo JA, Donacimiento C, Taphorn DC, Provenzano F, Lasso-Alcalá OM, Galvis G, Vásquez L, Lugo M, Machado-Allison A, Royero, R, Suárez C, Ortega-Lara, A. 2004. *Peces de la cuenca del Río Orinoco. Parte I. Lista de distribución por subcuencas. Biota Colombiana* 5(2). 95-158p.

Leino RL, Jensen KM y Ankley GT. 2005. *Gonadal histology and characteristic histopathology associated with endocrine disruption in the adult fathead minnow (Pimephales promelas). Environmental Toxicology and Pharmacology* 19: 85-98p.

Lior M, Cauty C, Planquette P y Le Bail P. 1989. *Comparative study of the male reproductive tract in seven families of South-American catfishes. Aquat. Living Resour.* 2:45-56p.

López T, Medina-Robles V y Cruz-Casallas P. 2005 *Morfología Testicular del Yaque Leirius marmoratus (Pisces: Silurid ae) en Estadio de Madurez Reproductiva. Int. J. Morphol.*,28(2):421-426p.

Mananos E, Duncan N y Mylonas C. 2009. *Reproduction and control of ovulation, spermiation and spawning in cultured fish. 3–80. In: Cabrita E, Robles V y Herraez P. (eds.): Methods in Reproductive Aquaculture: Marine and Freshwater Species. 549 pp.*

Mattei X, Siau Y y Thiaw OT. *Peculiarities in the organization of testis of Ophidian sp. (Pisces Teleostei). Evidence for two types of spermatogenesis in teleost fish. Journal of fish biology*.43:(6) 931-937p.

Medina F, Abascal J, Aragón L, Mourente G, Aranda G, Galaz T, Belmonte A, de la Serna JM y García S. 2007. *Reproductive performance of bluefin tuna in the western Mediterranean: influence of sampling gears in the assessment of reproductive parameters, Mar. Ecol. Prog. Ser. 337:221–230p.*

Montoya – López A, Tabares CJ, Echeverri A, Arboleda L, Olivera-Angel M. 2006. *Descripción anatómica e histológica de las gónadas de Sabaleta (Brycon henni, Eigenmann 1913). Universidad de Antioquia. Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 19(2):187-196p.*

Palmer EE, Sorensen PW, Adelman IR. 1995. *A histological study of seasonal ovarian development in freshwater drum in the Red Lakes, Minnesota. Journal of Fish Biology.* 47:199–210p.

Parenti L, Grier, H. 2004. *Evolution and phylogeny of gonad morphology in bony fishes. Integr. Comp. Biol.*, 44:333–348p.

Prieto CA. 2007. *Morfología testicular e estrutura da espermatogênese em peixes ornamentais Tetra Negro, Gymnocorymbus ternetzi; Tetra Amarelo, Hyphessobrycon*



bifasciatus e Mato Grosso, *Hyphessobrycon eques* (Teleostei, Characiformes). Tese apresentada ao Programa de Pósgraduação em Aqüicultura, do Centro de Aqüicultura da UNESP. 95p.

Ramírez-Gil H, Ajiaco-Martínez RH. 2001. La pesca de especies de interés comercial en el área de Inluencia de Inírida, Guainía. En: Ramírez, G. H y R. E. Ajiaco. 2001. La pesca en la baja Orinoquia colombiana: una visión integral. Ministerio de agricultura, Programa Nacional de Transferencia y Tecnología Agropecuaria, Colciencias e INPA. Editorial Produmedios. Bogotá. 139-154p.

Ramos LA y Konrad HG. 1999. Biología reproductiva de *Hemiancistrus* sp. (Osteichthyes, Loricariidae) do rio Dos Sinos, rs. Boletim do Instituto de Pesca. São Paulo. 25: 45-50p.

Romagosa E, De Paiva P, Godinho HM, Andrade-Talmelli EF. 2002. Características morfológicas e crescimento do cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), mantido em confinamento. Acta scientiarum 25(2): 277-283p.

Rüdiger WS, Miura T. 2002. Spermatogenesis and its endocrine regulation. Fish Physiology and Biochemistry. Netherlands. Kluwer Academia Publishers. No. 26, 43-56p.

Schulz RW, França LR, Lareyre JJ, LeGac F, Chiarini.García H, Nobrega RH, Miura T. 2009. Spermatogenesis in fish. General and comparative endocrinology. Artículo en prensa.

Vazzoler AM. 1996. Biología da reprodução de peixe teleósteos: Teoria e prática. Editorial da Universidade Estadual de Maringá. Marina-Paraná. Brasil. 4-8p.

Veríssimo-Silveira R. 2003. Ciclo reproductivo e cinética da espermatogênese do Dourado (*Salminus maxillosus*, 1849). Unpublished M. Sc. Dissertation, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 60p.

Wallace RA y Selman K. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. American Zoologist. Vol 21(2). 325-343p.

Weltzien FA, Taranger GL, Karlsen O y Norberg B. 2002. Spermatogenesis and related plasma androgen levels in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). Com. Bio and Phy. 132:567-575p.

Winemiller Kira. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. Oecologia 81: 225-241p



PARÂMETROS POPULACIONAIS DO *Pinirampus pirinampu* NA CACHOEIRA DO TEOTÔNIO NO RIO MADEIRA, PORTO VELHO, RONDÔNIA.

Igor A. Sant'anna Rechetnicow ¹, Carolina R. da Costa Doria ², Luiza Prestes³

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos – PPGCIPET – UFAM. e-mail: igorcoop@yahoo.com.br;

² Laboratório de Ictiologia e Pesca, Departamento de Biologia – Universidade Federal de Rondônia;

³ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA

INTRODUÇÃO

As espécies da família Pimelodidae, conhecidas popularmente por bagres, vem há muitas décadas se destacando nas pescarias comerciais de toda Amazônia (Goulding, 1979; Parente, Vieira, Carvalho & Fabré, 2005) pelo elevado valor de venda de determinadas categorias, e por constituir uns dos principais rendimentos econ micos em alguns pontos de desembarque (Barthem & Goulding, 1997). Assim como nas demais regiões da Amazônia, a pesca no estado de Rondônia é uma atividade de grande importância como renda econ mica e fonte de alimento para popula o regional (Masson, 2005; Doria et al., no prelo). Os bagres estão entre as espécies preferidas dos pescadores da comunidade do Teotônio, tanto para subsistência como para a venda, entre as primeiras estão o barba-chata (*Pinirampus pirinampu*), a dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*), o ja  (*Zungaro zungaro*), e em seguida o filhote/pira ba (*Brachyplatystoma filamentosum*). O mais importante atributo de um organismo é o seu tamanho, o qual determina grandemente a natureza de suas intera es com outros organismos e suas características demográficas (Pauly, 1998). Estudos sobre par metros populacionais são de grande importância para o conhecimento da biologia das espécies de peixes (Vazzoler & Amadio, 1990). O barba chata, *Pinirampus pirinampu*, (Spix & Agassiz, 1829) distribui-se por toda região tropical da América do Sul (Agostinho et al., 1995; Barthem & Goulding, 1997). O tamanho máximo pode variar de 60 (Santos et al., 2006) a 75 centímetros (Agostinho & Júlio Jr, 1999). Possui desova total e esta se apresenta uma vez a cada ciclo hidrológico entre o final da seca e início da enchente (Santos et al., 2004).

MATERIAL E MÉTODOS

A Cachoeira do Teotônio esta localizada a 27 km de Porto Velho, entre as cachoeiras do Morrinho e Santo Antônio, latitude 8  51'41.62" S e longitude 64  3'43" O. Em cada margem vivem dois aglomerados: a comunidade do Teotônio do lado direito com 200 habitantes e a comunidade conhecida como Vila Amazonas do lado esquerdo com cerca de 150 habitantes (com. pessoal).

No período de setembro/06 a dezembro/06 e de março/07 a agosto/07 (nos meses janeiro e fevereiro de 2007 houve desistência de um dos coletores) foi registrada a composi o dos desembarques realizados por pescadores profissionais da cachoeira do Teotônio. Dos exemplares foi registrado o comprimento padrão (CP) em centímetros (cm).





Foram calculados a estrutura em comprimento com dados individuais de comprimento padrão agrupados em classes, calculando-se a frequência numérica de cada classe e estatística descritiva para o período na cachoeira do Teotônio.

O modelo matemático de crescimento proposto por von Bertalanffy (1938) $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$, foi utilizado para representar quando os parâmetros, L_t = tamanho dos indivíduos com idade t ; L_∞ = tamanho máximo assintótico ou máximo teórico que o peixe pode atingir; k = coeficiente de crescimento individual; t = idade dos indivíduos; t_0 = idade teórica no comprimento zero. O parâmetro t_0 foi considerado zero porque esse parâmetro não tem conotação biológica, sendo uma correção matemática para o ajuste da curva. (Sparre & Venema, 1997).

O comprimento assintótico (L_∞ , cm) e o coeficiente (k , ano⁻¹) foram estimados pelo método SLCA (Sherpherd's Length Composition Analysis: Sherpherd, 1987) incluído no FISAT software (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools: Gayanilo et al., 1994).

A longevidade, definida como o tempo que o indivíduo leva para alcançar 95% do comprimento assintótico, foi estimada com base na fórmula proposta por Taylor (1958): $A_{0,95} = t_0 + 2,996 / k$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos desembarques pesqueiros registrados no período ocorreram 11 espécies. Foram aferidos 624 exemplares de barba chata, correspondendo a cerca de 50% dos indivíduos das espécies de Pimelodídeos, sendo uma espécie constante durante o período estudado, com picos na vazante (maio a julho) onde foram medidos 211 indivíduos e na seca (setembro a outubro) com 197 indivíduos. Um total de 624 barba chatas tiveram seus comprimentos aferidos. A distribuição da frequência por classe de comprimento padrão mostra maior representatividade das classes entre 36 e 40 cm (Figura 1).

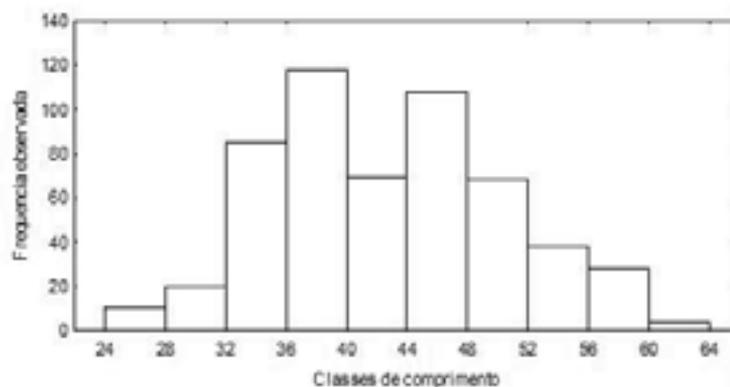


Figura 1. Distribuição de frequência das classes de comprimento padrão de exemplares do barba chata medidos nos desembarques na cachoeira do Teotônio, no período de setembro de 2006 a agosto de 2007.

Os padrões migratórios estão diretamente relacionados à estrutura em comprimento (Alonso & Pirker, 2005). A distribuição uniforme das classes de comprimento observada na espécie barba chata sugere que esta população ocupa esta região em todas as fases de seu ciclo de vida, diferente dos bagres grandes migradores (Barthem & Goulding, 1997).





Os valores da estatística descritiva revelaram que o menor exemplar de barba chata mediu 24 cm e o maior 64 cm de comprimento padrão com média de 43,9 cm, correspondendo a uma amplitude de 40 cm.

Os parâmetros de crescimento, L_{∞} e k estimados foram, respectivamente, 67,2 cm e 0,38 ano⁻¹. O score obtido na estimativa dos parâmetros foi igual a 1,0 (em uma escala de 0,0 a 1,0), indicando uma satisfatória combinação de estimativas a partir da análise de distribuição.

No modelo de crescimento estimada para *P. pirinampu* foi $L_t = 67,2[1 - e^{-0,38(t-t_0)}]$ onde "t" é a idade de acordo com comprimento. Neste estudo o comprimento correspondem à idade relativa, uma vez que o valor de t_0 consiste de uma constante matemática sem significado ecológico e a idade absoluta não pode ser calculada com base em apenas dados de comprimento.

A idade em que o indivíduo pode alcançar 95% do L_{∞} foi estimada em oito anos. Nesta pesquisa os parâmetros de crescimento foram obtidos pela análise da distribuição de frequência de comprimento, considerando que a reprodução da espécie é anual em um período do ano relativamente curto segundo o observado por Peixer et al. (2006) no pantanal.

O método SLCA é baseado na composição de comprimentos, ou seja, sem a prévia transformação dos comprimentos em idades relativas. É similar em conceito ao ELEFAN (Análise Eletrônica de Frequência de Comprimento), mas com algoritmo mais simples e fácil de computar. SLCA apresenta-se mais robusto que o ELEFAN para espécies que alcançam elevados tamanhos assintóticos (Issac, 1990) como a espécie estudada.

Os parâmetros L_{∞} e k apresentados diferem dos encontrados em um estudo realizado também do método de distribuição de frequência (Tabela 1), o que é normal, pois apesar de estarmos falando da mesma espécie os parâmetros dependem das condições ambientais e da multiespecificidade dos aparelhos de pesca (dados advindos de desembarque pesqueiro).

Tabela 1. Comparação dos parâmetros de crescimento encontrados em estudo realizado no pantanal com aqueles estimados por este estudo para o barba chata capturados na Cachoeira do Teotônio.

Parâmetros	Este estudo	Mateus & Penha, 2007
Tamanho assintótico (L_{∞})	67,2 cm	90,6 cm
Coefficiente de crescimento (k)	0,38 ano ⁻¹	0,3 ano ⁻¹

O exame dos parâmetros da curva de von Bertalanffy de varias espécies sugere que há uma relação negativa entre k e L_{∞} , ou seja, peixes com alto valor de L_{∞} tendem a ter baixo valor de k e vice-versa. O k é um parâmetro de curvatura que determina a velocidade com que o peixe se aproxima do L_{∞} e pode ser considerado como uma função do coeficiente de crescimento, este está relacionado com a taxa metabólica dos peixes





(Pauly, 1979). Ao compararmos os parâmetros de *P. Pirinampus* com uma espécie da mesma família *Brachyplatystoma rousseaxii* onde no eixo Estuário-Solimões-Amazonas seu L_{∞} foi 140,23 e o k 0,296 ano⁻¹ (Alonso, 2002). Observa-se que o barba chata apresenta um crescimento relativamente rápido comparado ao da *Brachyplatystoma rousseaxii* por atingir um tamanho menor.

Considerando a estratégia reprodutiva, Winemiller (1989) classificou os peixes amazônicos em três categorias: sazonais, em equilíbrio e oportunistas. *Pirinampus pirinampu* pode ser considerada como espécie sazonal, em razão de atingir grande tamanho, tem alta fecundidade, migração reprodutiva e desova total (Peixer, Mateus & Resende, 2006) e não apresenta cuidado parental (Santos *et al.*, 2004).

REFERÊNCIAS

Agostinho, A. A. & Julio, Jr. H. F. (1999) Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: Lowe-Mcconnell, R.H. (Ed.) *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. EDUSP, São Paulo. p. 374-400p.

Agostinho, A. A., Vazzoler, A. E. A. de M. & Thomaz, S.M. (1995). *The high river Paraná basin: limnological and ichthyological aspects*. In: TUNDISI, J.G., BICUDO, C.E.M. & MATSUMURA-TUNDISI, T. (eds.) *Limnology in Brazil*. Brazilian Academy of Science, Brazilian Limnological Society, Rio de Janeiro.

Alonso, J. C. & Pirker, L. E. M. (2005). *Dinâmica populacional e estado atual da exploração de dourada e de piramutaba* In: BARTHEM, R. B. & FABRÉ, N. N. *O Manejo da Pesca dos Grandes Bagres Migradores: Piramutaba e Dourada no Eixo Solimões-Amazonas*. Provárzea/IBAMA. Manaus.

Alonso, J. C. (2002). *Padrão espaço-temporal da estrutura populacional e estado atual da exploração pesqueira da dourada *Brachyplatystoma flavicans*, Castelnau, 1855 (Siluriformes: Pimelodidae), no sistema Estuário-Amazonas-Solimões [Tese de Doutorado]*. Manaus. INPA/UFAM

Barthem, R. B. & M. Goulding (Eds) (1997). *Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos*. Sociedade Civil Mamirauá/MCT/CNPQ: Brasília.

Issac, V. J. (1990). *Accuracy of some length-based methods for fish population studies*. ICLARM Technical Report 27: 1-81.

Lauzanne, L. & Loubens, G. (1985). *Peces del rio Mamore*. Coleção *Travaux et Documents* n. 192. ORSTOM – CORDEBENI/UTB: Paris.

Masson, C. G. M. J. (2005). *Subsídios para uma gestão dos recursos hídricos na Amazônia: Estudo de caso da bacia do rio Madeira [Dissertação Mestrado]*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Rio de Janeiro.

Mateus, L. A. F. & Penha J. M. F. (2007). *Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodi-*





dae). *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (1): 87 – 98.

Pauly & G. R. Morgan (Eds) *Length based methods in fisheries research*. Manila, ICLARM Conference Proceedings 13, 468p.

Pauly, D. (1998). *Tropical fishes: patterns and propensities*. *Journal of fish Biology*, 53: 1-17.

Peixer, J. Mateus, L. A. F. & Resende, E. K. (2006). *First gonadal maturation of *Pinirampus pirinampu* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Pantanal, Mato Grosso do Sul state, Brazil*. *Braziiian Jornal Biololy*, 66(1B)

Rosenberg, A. A. & Beddington, J. R. (1987). *Monte-Carlo testing of two methods for estimating growth from length-frequency data with general conditions for their applicability*, p 283-298. In: D.

Santos, G. M.; Efrem, J. G. Ferreira, Zuanon, J. A. S. (2006). *Peixes comerciais de Manaus*. Ibama/AM. ProVárzea.

Santos, G. M.; Efrem, J. G. Ferreira, Zuanon, J. A. S. (2006). *Peixes comerciais de Manaus*. Ibama/AM: ProVárzea.

Shepherd, J.G. (1987). *A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data*. pp. 113–119 In: D. Pauly and G. Morgan (eds), *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conf. Proc. 13:468 p.

Sparre, P. & S.C. Venema (Eds.) (1997). *Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte 1*. Roma: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura – FAO



MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA DO RIO MADEIRA: FERRAMENTA PARA CONSERVAÇÃO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS DA USINA DE SANTO ANTÔNIO

*Carolina R. da Costa Doria*¹; *Luiz Jardim de Queiroz*¹; *Gislene Torrente Vilara*²; *Rosseval Galdino Leite*³; *Cristhiana Paula Röpke*¹; *Ariana Cella Ribeiro*¹; *William Ohara*¹; *Maria Alice Leite Lima*¹; *Jansen Zuanon*³

¹ *Laboratório de Ictiologia e Pesca da Universidade Federal de Rondônia (LIP/UNIR), BR 364 Km 9,5, Zona Rural, 76900-000, Porto Velho, RO, Brasil. carolinarcdoria@uol.com.br*

² *Universidade Federal do Amazonas (UFAM), General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Coroado I, 69083-000, Manaus, AM, Brasil*

³ *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis, 69083-000, Manaus, AM, Brasil*

INTRODUÇÃO

Alterações ambientais exercidas pelo homem quase sempre afetam negativamente a biodiversidade. Em sistemas lóticos, parte importante destes impactos tem sido decorrente principalmente de modificações provocadas por barramentos de rios para fins de geração de energia elétrica (Richter et al., 1997). O barramento de rios resulta em modificações nas condições físico-químicas do ambiente, promovendo uma descontinuidade no canal dos rios que reflete em alterações na riqueza, composição e abundância das espécies (Bonner & Wild, 2000). A Amazônia tem se configurado como um grande desafio para a sociedade, por ser uma área geográfica cujos interesses políticos e econômicos foram intensificados na última década, motivados pelo seu potencial hidroelétrico e pela saturação de barragens artificiais em rios da porção sul/sudeste do Brasil. De forma a evitar falhas recorrentes na história das construções de barragens na Amazônia, como os lagos de Samuel, Tucuruí, Balbina, o Programa de Conservação da Ictiofauna de Santo Antônio no rio Madeira foi estabelecido para cumprir exigências do Projeto Básico Ambiental (PBA-IBAMA). O PBA prevê um estudo de longo prazo com quatro etapas: i) caracterização da ictiofauna (instalação da UHE até início efetivo das obras); ii) acompanhamento das modificações durante as obras de formação do reservatório; iii) caracterização do impacto pela formação do reservatório; e iv) monitoramento da fauna de peixes e da pesca.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Amostral: Foram implementados diversos subprogramas com objetivos específicos, e executados por diferentes equipes, altamente sinérgicas: Inventário Taxonômico (IT), Ecologia e Biologia (EB), Ictioplâncton (IP), Genética de Populações (GP), Monitoramento Pesqueiro (MP), Sistema de Transposição (ST) e Resgate da Ictiofauna (RI).

A área estudada foi dividida em quatro grandes trechos: i) Áreas-Controle (AC): rios Guaporé e Mamoré (AC montante: 12° 12.00' 5.40"; 64°35'20.60" até 10° 52.00' 77.00"; 65°15'42.10") e Baixo rio Madeira (AC jusante: 5° 51.00' 40.20"; 61°21'13.30" até 3° 49.00' 26.30"; 59°5'2.00"); ii) Área de Influência Direta (AID): o futuro lago do empreendimento (10° 0.00' 48.40"; 65°18'55.90" até 8° 49.00' 51.20"; 64°2'51.00") e iii) Área de Influência Indireta





(All): trecho imediatamente a jusante do futuro reservatório (8° 38.00' 37.90"; 63°51' 3.10" até 7° 21.00' 40.90"; 63°3'1.90").

Desde abril de 2009 são conduzidas amostragens padronizadas e não-padronizadas ao longo do eixo longitudinal do sistema Guaporé/Mamoré/Madeira, descrito acima. As coletas são efetuadas com malhadeiras (redes de espera), redes de cerco, puçás, arrasto bentônico, espinhel, tarrafas e redes de ictioplâncton.

O monitoramento pesqueiro é executado sob diferentes aspectos: i) censo do desembarque nos principais centros urbanos e comunidades ribeirinhas, com objetivo de caracterizar a pesca comercial; ii) registro familiar da pesca em distintas comunidades ribeirinhas, para caracterizar a pesca de subsistência; iii) registros de desembarques e outras informações efetuados pelas colônias de pescadores que atuam na região, órgãos competentes e bibliografia disponível; e iv) conhecimento etnoictiológico dos pescadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos da Ictiofauna: Foram registradas até o momento 800 espécies de peixes, desde o rio Guaporé, na tríplice fronteira RO-MT-Bolívia, até próximo à foz do rio Madeira. Este inventário inclui pelo menos 45 espécies novas e cinco gêneros novos (famílias Heptapteridae, Trichomycteridae, Characidae, Pimelodidae e Loricariidae). Esse material está armazenado na Coleção Ictiológica da Universidade Federal de Rondônia, estimulando seu desenvolvimento e a consolidação de um importante patrimônio.

Embora os resultados de inventário sirvam como evidência da carência de estudos com grandes esforços de coleta, o rio Madeira se destaca como o mais rico mundo atualmente, superando o rio Negro, consagrado na literatura como o rio mais diverso em número de espécies (Figura 1).

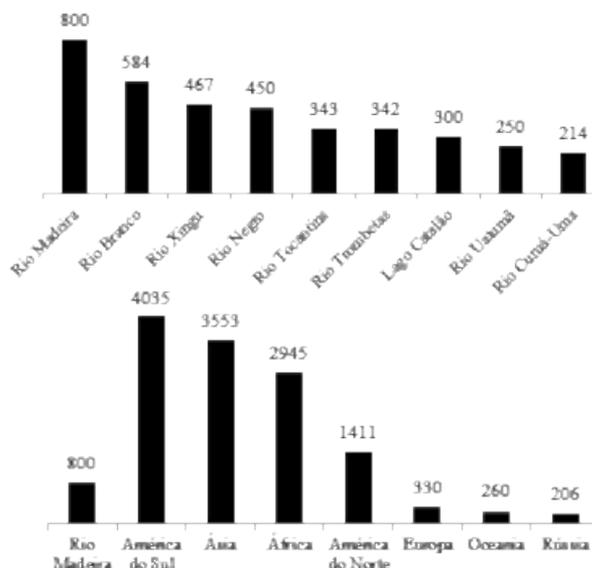


Figura 1. Riqueza de espécies de peixes inventariados no rio Madeira, trecho entre os municípios de Cabixi (próximo a fronteira RO/MT/Bolívia) até o Lago Sampaio, Baixo





Madeira (Amazonas), e em vários sistemas hidrográficos da Amazônia (acima) e riqueza de peixes de água doce para os continentes (abaixo). (Dados compilados por Torrente-Vilara, 2009).

Esta riqueza ultrapassa o número de espécies de águas continentais conhecidas. Baseado nos valores para a ictiofauna de toda a América do Sul (cerca de 4035 espécies), a fauna de peixes do rio Madeira parece ser representativa de quase 20% das espécies ictíicas atualmente conhecidas para esse continente (Leveque et al., 2009).

O padrão de distribuição das espécies do rio Madeira é fortemente explicado pela heterogeneidade ambiental do rio, ocorrendo uma substituição de espécies (e.g. Torrente-Vilara et al., 2011). As diferenças na paisagem, com planícies produtivas a montante e a jusante do trecho de corredeiras, e o trecho de corredeiras extremamente turbido e encaixado, pouco inundável e não produtivo, determinam a estrutura das comunidades, as diferenças nas abundâncias das populações e os limites de distribuição de algumas espécies (Figura 2).

O trecho de corredeiras comporta uma alta diversidade de espécies, associada a baixas abundâncias, com captura de 0,23 exemplares/m²/24h (CPUE). Em outros ambientes de águas brancas na Amazônia Central, como no Lago Catalão, foram registrados valores de até 1,11 exemplares/m²/24h (Vale, 2003). Baixas abundâncias são explicadas pelas pequenas planícies inundáveis, que chegam a ser nulas para alguns afluentes (Torrente-Vilara et al., 2008). Com pouca área inundável, há baixa disponibilidade de alimentos alóctones e a baixa produtividade primária nesse trecho impede abundância de alimento autóctone.

A atividade alimentar na área de corredeiras é baixa, mais de 50% dos exemplares analisados estavam sem alimento no estômago. As principais populações de peixes que conseguem ter sucesso no trecho de corredeiras apresentam comportamento alimentar oportunista (peixe-cachorro: *Acestrorhynchus microlepis*, *A. heterolepis*, *A. falcistrostris*; capetinha: *Auchenipterichthys thoracatus*). A atividade reprodutiva da comunidade é elevada nesse trecho, com a Intensidade Reprodutiva variando de 0.43 até 1.01, com maiores valores na enchente dos rios.

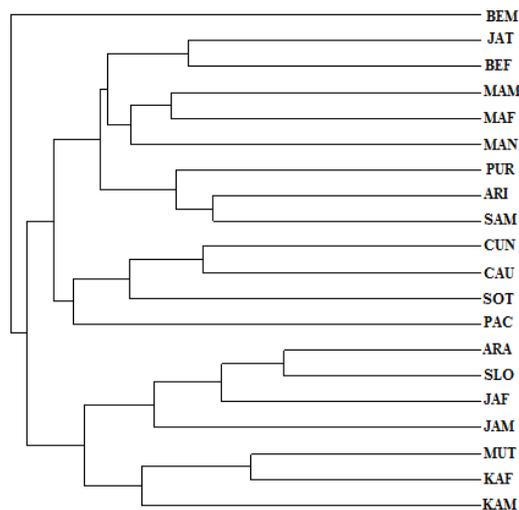


Figura 2. Análise de agrupamento (UPGMA) gerada a partir de matriz de dissimilaridade Bray-Curtis para a composição de espécies da ictiofauna de médio porte capturada com malhadeira na área estudada do rio Madeira. Locais no trecho de corredeiras:





ARA: igarapé Araras; SLO: rio São Lourenço; JAF e JAM: rio Jaciparaná; MUT: rio Mutumparaná; KAM e KAF: igarapé Karipunas. Locais a montante do trecho de corredeiras (Guaporé e Mamoré): CAU: rio Cautário; SOT; rio Sotério; PAC: rio Pacaás-Novos. Locais a jusante da Cachoeira de Teotônio até à foz do rio Madeira: JAT: igarapé Jatuarana; BEM e BEF: Igarapé Belmont; CUN: lago Cuniã; MAM e MAF: rio Machado; PUR: lago Puruzinho; MAN: rio Manicoré; ARI: igarapé Aripuanã; SAM: lago Sampaio.

Os estudos dirigidos pelo subprograma Ictioplâncton evidenciaram uma densidade muito baixa de larvas em todo o trecho encachoeirado, com abundância de larvas superior imediatamente a montante da Cachoeira de Teotônio, quando comparada ao trecho imediatamente a jusante de Santo Antônio (ultima corredeira) quando considerado um período hidrológico completo, mas ao avaliar as duas situações em dias consecutivos (15 dias), essa ação das corredeiras sobre a mortalidade de larvas não é estatisticamente diferente, indicando que outros fatores atuam na mortalidade das larvas (Figura 3). Os juvenis de dourada conseguem ultrapassar todas as corredeiras no trecho estudado no sentido montante-jusante quando descem o rio pelo fundo.

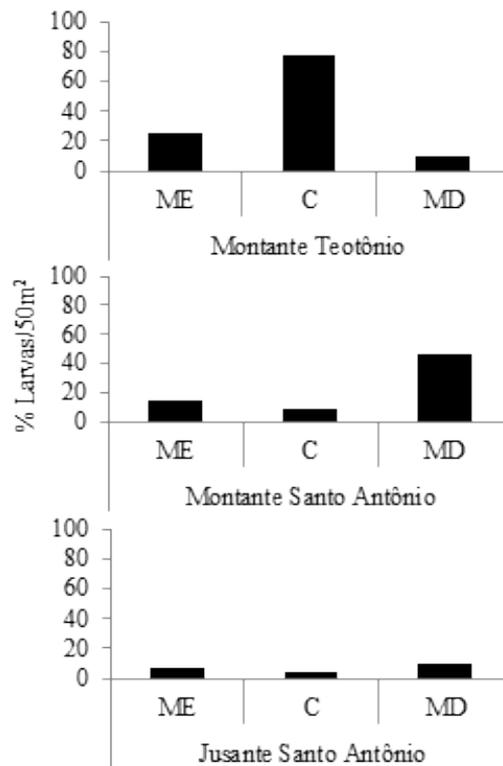


Figura 3. Abundância de larvas de peixes do trecho montante de Teotônio até o trecho jusante de Santo Antônio. Indicando a distribuição das larvas em relação às margens do rio ME = margem esquerda, C = centro do rio e MD = margem direita.

A pesca na região: Os registros apontam 1650 pescadores participantes no segundo ano de monitoramento, contra 913 registrados no primeiro ano e 230 durante a ela-



boração do EIA/RIMA. Esse aumento é consequência do maior esforço amostral, da sensibilização e confiança dos pescadores. Os resultados indicam uma alta multiespecificidade na atividade, com mais de 70 espécies, porém poucas são amplamente capturadas. As estratégias de pesca e as espécies mais importantes variam com as características do ambiente. Em locais específicos, como a Cachoeira Teotônio, a pesca é quase exclusivamente de bagres migradores, dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*), filhote (*B. filamentosum*) e barba-chata/barbado (*Pinirampus pirinampu*). Nos locais com maiores disponibilidades de várzea, a jusante das corredeiras (p.ex. Calama, São Carlos e Cuniã), a pesca é de peixes escamados, como curimatã (*Prochilodus nigricans*), jatuarana (*Brycon spp.*), jaraquis (*Semaprochilodus spp.*) e pacu (*Mylossoma duriventre*).

Mas de forma geral a pesca é uma atividade predominantemente artesanal, com frota pesqueira pequena (60 barcos, 682 canoas e inúmeras canoas não-motorizadas), uso de aparelhos de pesca simples (como malhadeiras) e em viagens curtas (três dias em média). A CPUE mostra resultados que variam ao longo do do rio Madeira (Figura 4).

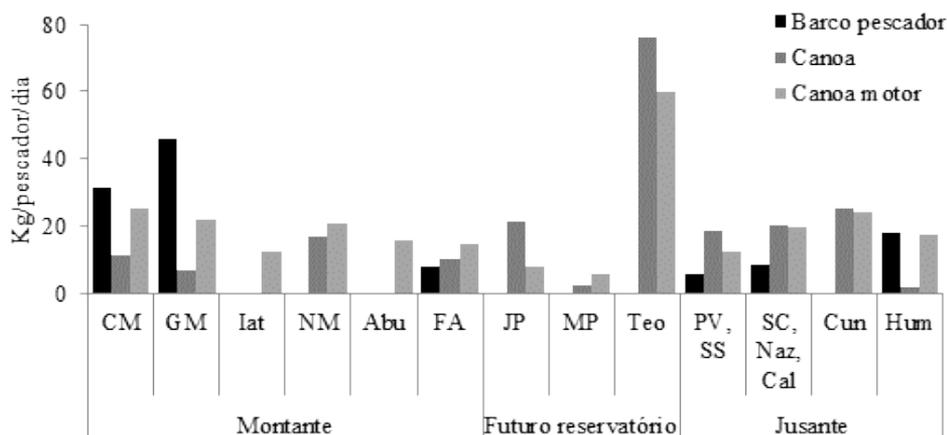


Figura 4. Média da Captura por Unidade de esforço de embarcações pesqueiras utilizadas nas pescarias no trecho entre Costa Marques (Rondônia) e Humaitá (Amazonas).
 Legenda: CM: Costa Marques, GM: Guajará Mirim, Iat: lata, NM: Nova Mamoré, Abu: Abunã, FA: Fortaleza do Abunã, JP: Jaci Paraná, Teo: Teotônio, PV: Porto Velho, SS: São Sebastião, SC: São Carlos, Naz: Nazaré, Cal: Calama, Cun: Cuniã, Hum: Humaitá.

Desse modo, em comunidades ribeirinhas, incluindo também os pescadores profissionais, há uma grande incorporação de conhecimentos dos processos ambientais. Muitas das informações obtidas a partir da análise e construção de mapas mentais levaram os pescadores a refletirem sobre suas ações e atitudes, analisar o seu espaço enquanto lugar de vivência e a construção de cenários e espacialização de informações importantes no contexto da pesca no trecho estudado.

REFERÊNCIAS

Bonner, T.H & Wilde, G.R. 2000. Changes in the Canadian River Fish Assemblage Associated with Reservoir Construction. *Journal of Freshwater Ecology*. 15 (2): 189-198.



Goulding, M.; Barthem, R. & Ferreira, E. 2003. *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Smithsonian Institution. Princeton Editorial Associates. Hong Kong. 253p.

Levêque, C.; Oberdorff, T.; Paugy, D.; Stiassny, M.L.J.; Tedesco, P.A. 2008. Global diversity of fishes (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 545-567.

Richter, B.D; Braun, D.P; Mendelson, M.A & Master L.L. 1997. Threats to imperiled freshwater fauna. *Conservation Biology*, 11(5):1081-1093.

Torrente-Vilara, G.; Zuanon, J.; Amadio, S.A. & Doria, C.R.C. 2008. Biological and ecological characteristics of *Roestes molossus* (Cynodontidae), a night hunting characiform fish from upper Madeira River, Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 19: 103-110.

Torrente Vilara, G. 2009. *Heterogeneidade ambiental e diversidade ictiofaunística do trecho de corredeiras do rio Madeira, Rondônia, Brasil*. Manaus. INPA. Tese de doutorado. 194p.

Torrente-Vilara, G. 2011. *Effects of natural rapids and waterfalls on fish assemblage structure in the Madeira River (Amazon Basin)*. *Ecology of Freshwater Fish*, 20(4): 588-597.

Vale, J.D. 2003. *Composição, diversidade e abundância da Ictiofauna na área do Catalão Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, INPA/UFAM. Manaus. 80p



III Coloquio de la Red de Investigación sobre la
Íctiofauna Amazónica - RIIA. Leticia, Colombia 2011

GENÉTICA Y EVOLUCIÓN

121



ANÁLISIS PRELIMINAR EN EL CONOCIMIENTO GENÉTICO DE POBLACIONES DE ARAWANA BLANCA (*Osteoglossum bicirrhosum*) EN LA AMAZONÍA COLOMBIANA

Juan Camilo Bonilla^{1,2}; Victor Piñeros²; Edwin Agudelo¹; Gladys Cardona¹ y Francisco Villa³

¹ Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI. bondjic@hotmail.com

² Instituto de Ecología A.C.

³ Universidad del Tolima

INTRODUCCIÓN

La Arawana blanca (*Osteoglossum bicirrhosum*) es pescada en la Amazonía brasileña, colombiana y peruana por su valor y demanda en el mercado internacional de peces ornamentales. Desde puertos colombianos y peruanos se comercializan cerca de 2.800.000 unid./año, las cuales representan localmente flujos próximos a los 3 millones de dólares. Aunque para la Amazonia colombiana no se han realizado estudios que indiquen su grado de explotación, las capturas de adultos y crías, sumados a su baja fecundidad (200-400 ovocitos/hembra), la han clasificado en el Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia como Vulnerable (Álvarez, 2002).

No obstante las disposiciones de aprovechamiento y conservación emitidas por la autoridad pesquera (INCODER) para la Amazonia colombiana, desconoce si tales medidas son realmente efectivas y pertinentes. Esto es debido a que se desconoce si las Arawanas en sectores colombianos de los ríos Amazonas, Caquetá y Putumayo corresponden a una única unidad poblacional, impidiendo tanto su adecuado manejo pesquero, como obtener avances contundentes para su domesticación en cautiverio.

Como consecuencia de esta presión sobre individuos de diferentes estadios ontogénicos, se podría ver afectada la viabilidad de sus poblaciones, al presentarse disminuciones demográficas (que en la mayoría de los casos, se ve enfocada sobre individuos que no han alcanzado su madurez sexual) que influirían directamente en la variabilidad genética, y en la capacidad para enfrentar cambios ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se analizaron dos regiones del ADNmt mitocondrial Citocromo Oxidasa I (COI) y Cytb, en 118 muestras de tejido de Arawana blanca provenientes del mercado en 4 localidades de la Amazonia Colombiana (Puerto Leguizamo, Tarapacá, La Pedrera y Leticia). Para COI se obtuvieron 99 secuencias de buena calidad, mientras que para Citocromo b (Cytb) 24. A partir de estas secuencias se realizaron análisis de diversidad nucleotídica y haplotípica, Fst y filogenia, empleándose como outgroup la especie *Arapaima gigas*, utilizando los programas Arlequin 3.5.1.2 (Excoffier, 2010) y Mega 5.05 (Tamura et al. 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con este número de secuencias analizadas, se encontró una baja diversidad nucleotídica para los dos marcadores COI ($0.000 < 0,00093$) y Cytb ($0.000 < 0,00122$), lo que significa una baja diversidad entre los individuos muestreados, sin embargo cabe aclarar que esta información es proveniente del linaje materno, es decir del ADNmt.

Adicionalmente, se registraron un total de 7 haplotipos para COI, siendo el haplotipo 2 el más frecuente y el único presente en las 4 localidades. Leticia fue la localidad que presentó un mayor número de haplotipos y Puerto Leguizamo la localidad que presentó un único haplotipo (Figura 1). Aun cuando estos resultados son preliminares, evidencian que la localidad de Puerto Leguizamo presenta una baja variabilidad intra-poblacional, lo que podría significar una menor capacidad de adaptación de la especie a cambios ambientales y presión de explotación; sin embargo, esta hipótesis debe ser sustentada con los análisis de otros marcadores nucleares, tipo microsatélites.

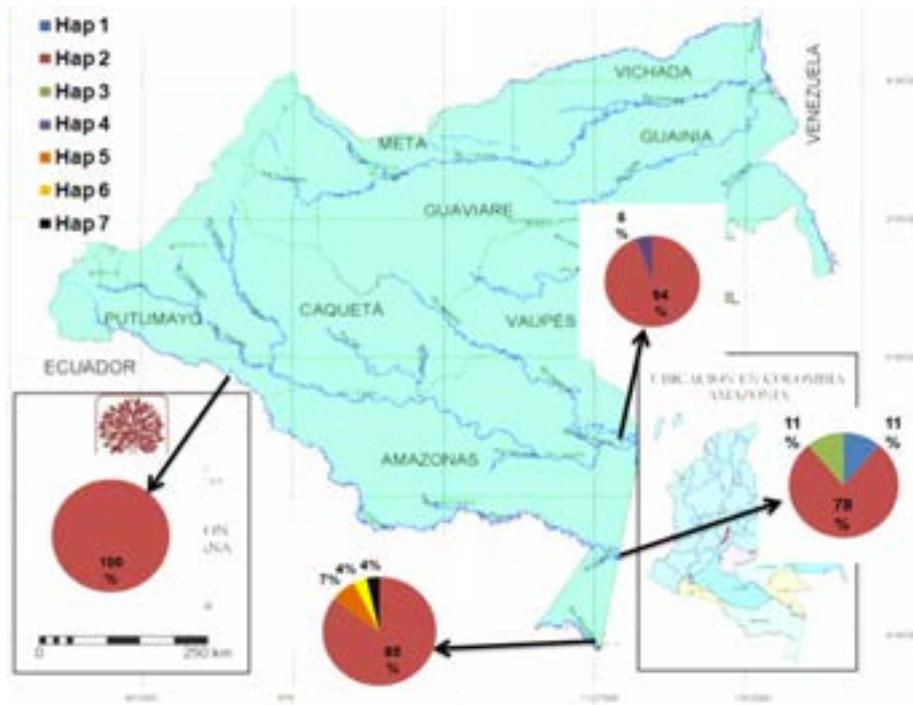


Figura 1. Frecuencia y distribución de los haplotipos de COI en las 4 localidades analizadas.

Por otro lado según los análisis de F_{st} para COI, este marcador presentó una significancia en la representación de las frecuencias de los haplotipos encontrados entre las diferentes localidades, como se puede observar entre las localidades de Pto Leguizamo-Tarapacá ($0,32812$ ($0,02851$)) y Pto Leguizamo – Leticia ($0,10125$ ($0,02079$)). Estos



resultados sugieren que posiblemente no existe un intercambio reproductivo entre las poblaciones estudiadas, siendo esto reflejado en los diferentes porcentajes de presencia y distribución de haplotipos encontrados (Figura 1); llevando a un aislamiento poblacional y a la conformación de stocks reproductivos que requieren de un manejo y conservación específicos.

Para la región Cytb se observaron 3 haplotipos, siendo el Haplotipo 1 el más frecuente y de más amplia distribución. Para este marcador la localidad de Leticia presentó los valores más bajos de diversidad haplotípica, reportándose la presencia de un único haplotipo; mientras que las localidades de Tarapacá, Puerto Leguizamo y Pedrera registraron hasta 2 haplotipos (Figura 2). Cabe aclarar, que el análisis se llevo a cabo solamente con 24 secuencias, por lo que al aumentar el número de muestras se podría observar cambios en el comportamiento de este marcador.

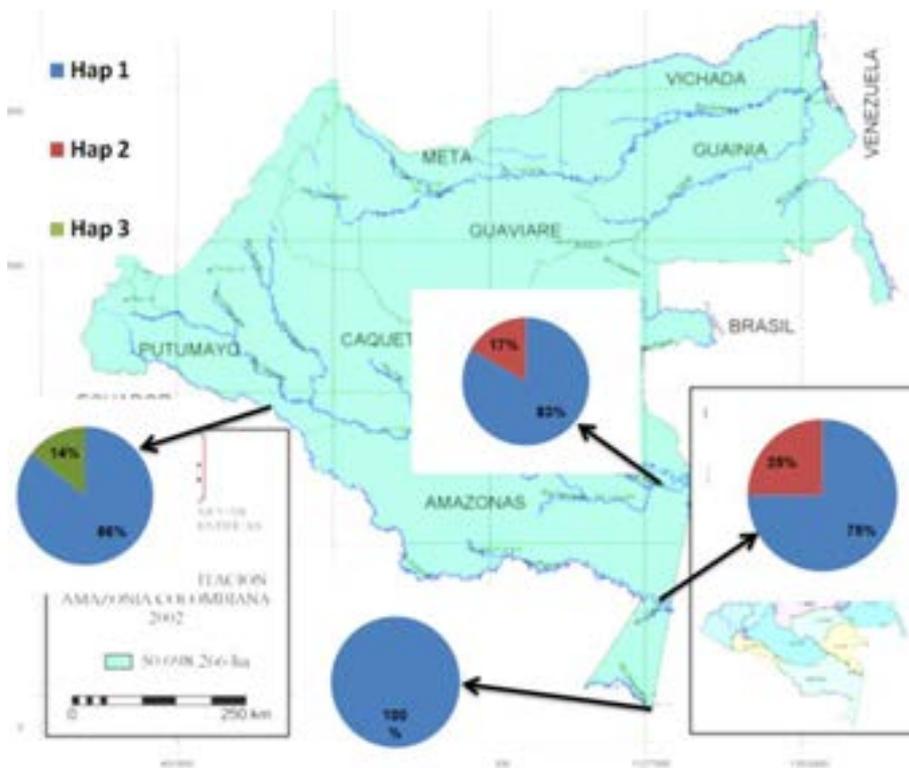


Figura 2. Frecuencia y distribución de los haplotipos de Cytb en las 4 localidades analizadas.

En cuanto a los análisis filogenéticos realizados para los haplotipos de COI, se encontró una baja diferenciación entre sí, esta baja divergencia puede verse reflejada en los bajos valores de bootstrap y en una topología de peine que no permite una clara diferenciación de los haplotipos (Figura 3). Es posible, que dado el grado de conservación ancestral de este marcador, no haya permitido una diferenciación clara entre los individuos de Arawana Blanca, reflejándose la baja variabilidad entre individuos y entre poblaciones (Localidades). Es importante anotar que las muestras analizadas provie-





nen de mercados locales, en donde no hay claridad sobre su procedencia y donde se puede reflejar la selectividad de la pesca a un solo punto de extracción y acopio.



Figura 3. Árbol análisis filogenético ML para Haplotipos de COI. (Kimura 2p - 10.000 repeticiones). Entre paréntesis se encuentra el número de individuos en el cual se presentó cada haplotipo.

En lo que respecta a los análisis filogenéticos entre los haplotipos de Cytb, se observa la presencia de un haplotipo ancestral (Haplotype 1), siendo este al mismo tiempo el haplotipo más frecuente y el único presente en todas las localidades. Los haplotipos 2 y 3, se representan en la topología del árbol como haplotipos derivados del haplotipo 1, y que de acuerdo a su distribución se encuentran restringidos a la región Norte de la Amazonía Colombiana en las cuencas de los ríos Caquetá y Putumayo (Figuras 2 y 4).



Figura 4. Árbol análisis filogenético ML para Haplotipos de Cytb. (HKY - 10.000 repeticiones). Entre paréntesis se encuentra el número de individuos en el cual se presentó cada haplotipo.

Con estos resultados preliminares se podría inferir que posibles condiciones de aislamiento geográfico y ambientales este influyendo sobre la divergencia de la Arawana Blanca en las localidades de Tarapacá, Puerto Leguizamo y Pedrera a partir de un único stock reproductivo (Haplotype 1) distribuido en toda la Amazonía Colombiana, resultados concordantes con la hipótesis planteada por Silva (2009), al considerar que las poblaciones de Arawana blanca de la Amazonia Occidental provienen de un único stock. Adicionalmente, esto corrobora lo mencionado anteriormente sobre que los esfuerzos de conservación y manejo de la especie deben ser igualmente representativos en todas las localidades.

De acuerdo a estos resultados preliminares con la aplicación de estos dos marcadores moleculares, se puede inferir que COI no arroja ninguna resolución para la diferenciación entre individuos de Arawana Blanca y sus respectivas localidades. A diferencia de esto el marcador Cytb pone en evidencia una posible estructuración poblacional





de la Arawana Blanca para la Amazonia Colombiana, lo que significa la presencia de diferentes stocks reproductivos que deben tomarse con el mismo grado de importancia y de manera independiente para el manejo sostenible de la especie en la Amazonia Colombiana.

Con el fin de corroborar estas hipótesis y acercarnos al estado genético real de la Arawana Blanca en la Amazonia Colombiana se deben implementar marcadores moleculares más variables y con una mayor resolución (Microsatélites – D-Loop – Secuencias ADN Nuclear (Intrones)). De igual forma es preciso aumentar el esfuerzo de muestreo en puntos/cuenca y realizar una colecta georeferenciada para el desarrollo de análisis filogeográficos.

REFERENCIAS

Alvarez, R. (2002). *Osteoglossum bicirrhosum*. 168-170 Pp. En Mojica I. Castellanos C, Usma S & R Álvarez. 2002 (Eds). 2002. *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Ministerio de Medio Ambiente.

Excoffier, L. & Lischer.H.E.L.(2010). Arlequin suite ver 3.5: A new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Molecular Ecology Resources*, 10, 564-567.

Palumbi, S. R. 1996. *Nucleic Acids II: The Polymerase Chain Reaction*. En *Molecular Systematics* (pp. 205-247). Massachusetts: Sinauer Associates.

Silva, T.J. (2009). *Marcadores moleculares para análise da variabilidade genética de populações do aruanã (Osteoglossum bicirrhosum)*. (Disertación Doctoral no publicada) Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Manaus.

Silva, T. J., Hrbek, T. & Farias, I. P. (2009). Microsatellite markers for the silver arowana (*Osteoglossum bicirrhosum*, Osteoglossidae, Osteoglossiformes). *Molecular Ecology Resources*, 9, 1019-1022.

Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, & Kumar S. (2011). MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Molecular Biology and Evolution*, 28, 2731-2739



EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA DE LA ARAHUANA *Osteoglossum bicirrhosum* (CUVIER, 1829) EN LA REGIÓN LORETO (AMAZONÍA PERUANA) MEDIANTE MARCADORES MICROSATÉLITES

Werner Chota-Macuyama^{1,2}, Carmen García-Dávila^{1,2}, Fabrice Duponchelle^{1,3}, Diana Castro-Ruiz^{1,2}, Fred Chu^{1,4}, Jesus Nuñez^{1,3}, Jean-François Renno^{1,2}

¹ Laboratorio Mixto Internacional – Evolución y Domesticación de la Ictiofauna Amazónica (LMI-EDIA)

² Laboratorio de Biología y Genética Molecular (LBGM), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Carretera Iquitos Nauta km 4.5, Iquitos, Perú. E-mail: wernerchotam@yahoo.com

³ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR-ISEM (Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier), Université Montpellier 2, France

⁴ Programa de Investigación Para el Uso del Agua y sus Recursos (AQUAREC), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Carretera Iquitos Nauta km 4.5, Iquitos, Perú.

INTRODUCCIÓN

La riqueza íctica de la cuenca amazónica hace que sea considerada entre las mayores proveedoras de peces ornamentales de agua dulce del mundo (Moreau & Coomes, 2007). El 70% del volumen de exportación sudamericana es cubierto por solamente 10 especies (Ortiz & Iannacone, 2009), una de las cuales es la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829). En los últimos años la demanda de alevinos de *O. bicirrhosum* se incrementó debido a que esta siendo comercializado como sustituto de *Scleropages formosus* en los mercados de peces ornamentales asiáticos (Moreau & Coomes, 2006). Ambas especies comparten características de su historia de vida que las hacen vulnerables a la sobreexplotación: madurez tardía, baja fecundidad y cuidado parental bucal paterno. En la Amazonía peruana, el sacrificio de machos adultos, sumado a un limitado monitoreo y deficiente control de su comercialización, ponen en peligro las poblaciones naturales de esta especie (Moreau & Coomes, 2006; De Jesus Da Silva et al., 2009). El efecto del comercio ornamental sobre las especies del género *Osteoglossum* puede ser visto en la Amazonía colombiana donde *O. bicirrhosum* y *O. ferreirai* aparecen incluidos en el libro rojo de ese país, como especie en vulnerabilidad y en peligro de extinción, respectivamente (Argumedo, 2005). *O. bicirrhosum* ha sido poco estudiado en la Amazonía peruana, desconociéndose muchos aspectos de los rasgos de vida y diversidad genética de sus poblaciones; aspectos esenciales para desarrollar programas de manejo para la especie (Balloux & Lugon-Moulin, 2002). El presente trabajo pretende contribuir al conocimiento de la especie analizando en forma preliminar la variabilidad genética de *O. bicirrhosum* en los principales tributarios de la Amazonía peruana.

MATERIALES Y METODOS

Se analizaron 299 individuos de arahuana procedentes de cinco localidades: Lago Rimachi (Río Pastaza), Lago El Dorado (Río Yanayacu-Pucate), Huicungo (Río Tapiche),





El Estrecho y Huapapa (Río Putumayo). La extracción de DNA fue realizada mediante el protocolo CTAB modificado de Doyle & Doyle (1987). Los 10 loci microsatélites analizados fueron tomados de De Jesus Da Silva et al. (2009). Las amplificaciones fueron realizadas en volúmenes totales de 10 μ l, conteniendo: 1X Buffer; 1,5 mM MgCl₂; 200 μ M de cada dNTP; 0,3 μ M de cada primer; 0,4 U de Taq polimerasa y de 20 a 70 ng de DNA genómico. Las condiciones de temperatura fueron: 94 °C x 1 min de denaturación inicial, seguido de 30 ciclos consistentes en: denaturación a 94 °C x 20 s, hibridación a 60 °C x 20 s, y extensión a 72 °C x 20 s; seguidos de una extensión final de 72 °C x 30 min. La lectura de los microsatélites, fue realizada en un Analizador Genético Applied Biosystems 3130xl siguiendo la metodología del fabricante y los pesos de los alelos fueron determinados con el programa Peak Scanner versión 1.0.

Con la ayuda del programa Genetix versión 4.05.2 fueron estimados para cada locus en cada localidad el número de alelos (A), la heterocigocidad observada (H_o) y esperada (H_e); y entre pares de poblaciones, la diferencia a la panmixia (F_{is}), el índice de fijación F_{ST} (Weir & Cockerham, 1984) y la Distancia Genética de Nei (1978). Las relaciones entre las poblaciones fueron estimadas con ayuda del software PHYLIP versión 3.5 (Felsenstein, 1993). El dendrograma (Agrupamiento Vecino Próximo) fue visualizado en el software TREEVIEW (Page, 1996). La correlación entre la distancia genética y las distancias geográficas lineal y fluvial fueron estimadas a través del coeficiente de regresión de Pearson. Los resultados fueron verificados con la prueba de Mantel (Mantel, 1967) mediante el programa Genetix versión 4.05.2.

RESULTADOS

Diferenciación genética y relaciones interpopulacionales en Osteoglossum bicirrhosum: Un total de 46 alelos fueron observados con los 10 loci microsatélites en los 299 individuos de *O. bicirrhosum*. Los resultados del índice de fijación-F_{ST}, la distancia genética de Nei 1978 (Tabla 1), así como el dendrograma obtenido (con valores de Bootstrap elevados, obtenidos con 1000 réplicas) muestran una fuerte estructuración entre poblaciones analizadas (Figura 1). Esta estructuración es concordante con las cuencas geográficas de procedencia de los individuos analizados (poblaciones geográficas = poblaciones genéticas), mostrando que las localidades más relacionadas fueron Hui-cungo y El Dorado (F_{ST}: 0,05; Nei: 0,026; Bootstrap = 73), seguido de las poblaciones del Estrecho y Huapapa (F_{ST}: 0,07; Nei: 0,032; Bootstrap = 73), En tanto que estas cuatro poblaciones se encuentran separadas de la población del lago Rimachi (Bootstrap = 91).



Figura 1. Dendrograma (insertado dentro del mapa de Loreto) construido a partir de las Distancias de Nei (1978) según el criterio de agrupamiento Vecino Próximo para cinco poblaciones naturales de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en la región Loreto.

Tabla 1. Índices de fijación (FST) en el diagonal superior y distancia genética de Nei 1978 en el diagonal inferior, estimados a partir de diez loci microsatélites para cinco poblaciones de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en la región Loreto. Significancia: *** $p < 0.001$

Poblaciones	Huicungo	El Dorado	Rimachi	Estrecho	Huapapa
Huicungo	-	0,05***	0,22***	0,18***	0,22***
El Dorado	0,026	-	0,15***	0,07***	0,14***
Rimachi	0,100	0,066	-	0,17***	0,28***
El Estrecho	0,107	0,039	0,069	-	0,07***
Huapapa	0,120	0,073	0,124	0,032	-

Aislamiento por distancia: Los valores de la distancia genética de Rousset variaron entre 0,050 (Huicungo-El Dorado) y 0,394 (Huapapa-Rimachi). Se encontró una mayor correlación ($r = 0,83$) entre la distancia genética ($F_{ST} / 1 - F_{ST}$, Rousset, 1997) con la distancia geográfica lineal (Figura 2B) y una menor correlación ($r = 0,50$) con la distancia geográfica fluvial entre las cinco poblaciones de *O. bicirrhosum* estudiadas (Figura 2A).



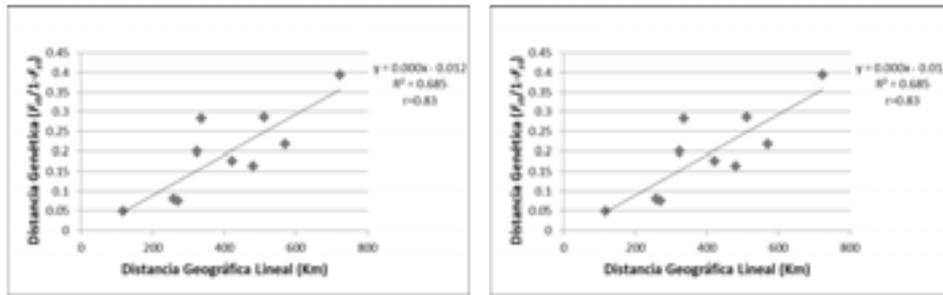


Figura 2. Representación gráfica del análisis de correlación entre la Distancia Genética (F_{st}/1-F_{st}) y Distancia Geográfica (Km) Fluvial (A) y Lineal (B) obtenidos para cinco poblaciones de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en la región Loreto.

DISCUSIÓN

La variación genética es la que permite a las especies adaptarse a los cambios en las condiciones ambientales y responder a programas de selección. Las poblaciones de la mayoría de especies, muestran algún nivel de estructuración genética, que puede ser debido a una variedad de eventos que pueden ocurrir al mismo tiempo (Balloux & Lugin-Moulin, 2002). Barreras medioambientales, procesos históricos e historias de vida pueden todos, en alguna magnitud, formar la estructura genética de las poblaciones (Gerlach & Musolf, 2000; Palsson, 2000; Tiedemann et al., 2000).

Pouyaud et al. (2003) confirmaron la estructuración y diferenciación genética entre variedades de color en *Scleropages formosus*, a partir de secuencias nucleotídicas (Cito-cromo b) y de datos morfológicos, ecológicos y geográficos. Describiendo tres especies nuevas (*S. macrocephalus*, *S. aureus* y *S. legendrei*) dentro de la especie inicialmente descrita. Demostrando además que existe cierta concordancia entre los datos genéticos y los parámetros ecológicos (pH y color de agua) entre algunas especies de Arahuana asiática. Tang et al. (2004) también mostraron una clara división genética entre variedades de color de arahuana asiática (F_{st}: 0,243 a 0,473) mediante marcadores microsatélites.

Saint-Paul et al. (2000) y Cala (1973), mencionan que las dos arahuanas sudamericanas, *O. bicirrhosum* y *O. ferreirai* (restricto a la cuenca del río Negro) tienen una distribución alopátrica, asociada al tipo de agua. *O. bicirrhosum* habita en aguas neutras a ligeramente alcalinas, mientras *O. ferreirai* en aguas negras altamente ácidas. Reportes de desembarque pesquero y consulta con pescadores (comunicación personal) contribuyen a esta afirmación mostrando que *O. bicirrhosum* no se distribuye en las ácidas aguas del río Nanay (pH: 4,7. Informe Técnico IRD-SENAMHI, 2002; Echenique et al., 2004). Parámetros ecológicos jugando el papel de barreras o de preferendum podrían estar influenciando en la estructuración de *O. bicirrhosum* en la Amazonía peruana, debido a que la especie se distribuye en una amplia extensión territorial habitando muchas veces cuerpos con parámetros físico-químicos diferentes. Por ejemplo la gran diferencia observada entre la población del Rimachi (Pastaza) con las de Huapapa y El Estrecho (ambas del Putumayo), podrían ser una respuesta a diferencias ecológicas entre sus habitats. Futuros estudios complementares podrían profundizar este tema.





Además, la arahuana es un pez sedentario (Pereira, 2007) y sólo realiza migraciones en las crecientes para su alimentación utilizando su capacidad de saltar fuera del agua (Saint-Paul et al., 2000). Nuestros datos dicen que existe correlación entre la distancia genética y la geográfica, mostrándonos que las poblaciones genéticas están aisladas por la distancia en línea recta, supuestamente en relación con una dispersión de los peces por la llanura de inundación (poblaciones cercanas). Estudios recientes muestran también que rasgos de vida como la fecundidad, periodo de reproducción y crecimiento son variables entre poblaciones geográficas de *O. bicirrhosum* (Waty, 2009; Ruiz, 2011).

REFERENCIAS

- Argumedo, E. G. 2005. *Arawanas, manual para la cría comercial en cautiverio*. Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA). Caquetá, Colombia. 105pp.
- Balloux, F.; Lugon-Moulin, N. 2002. *The estimation of population differentiation with microsatellite markers*. *Molecular Ecology* 11: 155-165.
- Cala, P. 1973. *Presencia de Osteoglossum em los Llanos (Orinoquia)*. *Acta Zoologica Colombiana*. 18, 8.
- De Jesus Da Silva, T. de J.; Hrbek, T.; Farias, I. P. 2009. *Microsatellite markers for the silver arowana (Osteoglossum bicirrhosum, Osteoglossidae, Osteoglossiformes)*. *Molecular Ecology Resources* 9: 1019-1022.
- Doyle, J. J. ; Doyle J. L. 1987. *A rapid ADN isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue*. *Phytochem Bull* 19:11-15.
- Echenique, R.O.; Núñez-Avellaneda, M.; Duque, S.R. *Chlorococcales de la Amazonia colombiana I: Chlorellaceae y Scenedesmaceae*. *Caldasia* 26(1) 2004: 37-51.
- Felsenstein J. 1993. *PHYLIP (Phylogeny inference package) versión 3.05 general information manual*. University of Washington, Seattle, Washington. 132pp.
- Gerlach, G.; Musolf, K. F. 2000. *Fragmentation of landscape as a cause for genetic subdivision in bank voles*. *Conservation Biology* 14: 1066-1074.
- IRD-SENAMHI. 2002. *Informe Técnico: "2da. Comisión de aforos, muestreo de agua y sedimentos - Cuencas de los Ríos Amazonas, Nanay, Marañón, Napo, Ucayali"*.
- Mantel, N. (1967). *"The detection of disease clustering and a generalized regression approach"*. *Cancer Research* 27 (2): 209-220.
- Moreau, M. A.; Coomes, O. T. 2006. *Potential threat of the international aquarium trade to silver arowana (Osteoglossum bicirrhosum) in the Peruvian Amazon*. *Oryx* 40: 1-9.
- Moreau, M. A.; Coomes, O. T. 2007. *Aquarium fish exploitation in western Amazonia: conservation issues in Peru*. *Environmental Conservation*, 34(1): 12-22.





Ortiz, N.; Iannacone, J. 2008. Estado actual de los peces ornamentales amazónicos del Perú que presentan mayor demanda de exportación. *Biologist (Lima)*. Vol. 6, N° 1: 54-67.

Page, R.D.M. 1996. TREEVIEW. Tree drawing software for Apple Macintosh and Microsoft Windows. Division of Environmental and Evolutionary Biology, Institute of Biomedical and Life Sciences, University of Glasgow. Glasgow, Scotland, UK.

Palsson, S. 2000. Microsatellite variation in *Daphnia pulex* from both sides of the Baltic Sea. *Molecular Ecology* 9: 1075-108

Pereira, H. 2007. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas a aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Rev Bras Reprod Anim*, Vol. 31, N° 3: 351-360.

Pouyaud, L.; Sudarto; Teugels, G. G. 2003. The different colour varieties of the Asian arowana *Scleropages formosus* (Osteoglossidae) are distinct species: morphologic and genetic evidences. *Cybiurn*, 27(4): 287-305.

Reynolds, J., B. S., Weir, C. C., Cockerham. 1983. Estimation of the coancestry coefficient: basis for a short-term genetic distance. *Genetics* 105: 767-779.

Ruiz, A. C. 2011. Historia de vida de la "arahuana" *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) en tres cuencas de la Amazonía peruana. Tesis para optar el grado académico de Magister en Zoología con mención Ecología y Conservación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú. 63 pp.

Saint-Paul, U.; Zuanon, J.; Villacorta, M.; M. GARCIA, F. NOEMI. MARCH 2000. Fish communities in central Amazonian white- and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes*, 57(3): 235-250.

Tang, P. Y.; Sivananthan, J.; Pillay, S. O.; Muniandy, S. 2004. Genetic Structure and Biogeography of Asian Arowana (*Scleropages formosus*) Determined by Microsatellite and Mitochondrial DNA analysis. *Asian Fisheries Society*, 17 (2004): 81-92. Manila, Philippines.

Tang, P. Y.; Sivananthan, J.; Pillay, S. O.; Muniandy, S. 2004. Genetic Structure and Biogeography of Asian Arowana (*Scleropages formosus*) Determined by Microsatellite and Mitochondrial DNA analysis. *Asian Fisheries Society*, 17 (2004): 81-92. Manila, Philippines.

Tiedemann, R.; Hardy, O.; Vekemans, X.; Milinkovitch, M. C. 2000. Higher impact of female than male migration on population structure in large mammals. *Molecular Ecology* 9: 1159-1163.

Waty, A. 2009. Etude des traits d'histoire de vie de cinq populations d'Arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*) subissant des pressions de pêches contrastées en Amazonie péruvienne. Université Montpellier II. Maestria en Ecologie et Biodiversité, spécialité en





Biodiversité, Ecologie, Evolution. Montpellier. Francia. 10 p.

Weir, B. S. & Cockerham, C. C. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. Evolution 38:1358-1370





AVANCES EN EL ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA DE CINCO POBLACIONES NATURALES DE PAICHE, *Arapaima gigas*, EN LA AMAZONIA PERUANA

Carmen García-Dávila^{1,2}, Diana Castro-Ruiz^{1,2}, Sophie Querouil^{1,3}, Werner Chota-Macuyama^{1,2}, Juan García², Fred Chu-Koo^{1,3}, Fabrice Duponchelle^{1,3}; Jesús Núñez^{1,3}; Jean-François Renno^{1,3}

¹ Laboratorio Mixto Internacional – Evolución y Domesticación de la Ictiofauna Amazónica (LMI-EDIA)

² Laboratorio de Biología y Genética Molecular (LBGM), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Carretera Iquitos Nauta km 4.5, Iquitos, Perú. E-mail: Cdavila19@yahoo.com

³ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR-ISEM (Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier), Université Montpellier 2, France

⁴ Programa de Investigación Para el Uso del Agua y sus Recursos (AQUAREC), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Carretera Iquitos Nauta km 4.5, Iquitos, Perú.

INTRODUCCIÓN

El paiche *Arapaima gigas* es uno de los peces de agua dulce más grande de Sudamérica, puede crecer hasta tres metros y pesar más de 200 kg (Nelson 1994). Tradicionalmente, Arapaima forma parte de la dieta de una porción significativa de amazónicos que vive cerca de los ríos de la planicie de inundación. La explotación comercial del paiche comenzó a principios del siglo 18, debido principalmente a la calidad de su carne (36.5% de proteína y carencia de espinas intermusculares), por lo cual en el Brasil es considerado como sustituto para el bacalao (*Gadus morhua*). En el siglo 19 y 20 más de 3.000 toneladas de paiche fueron exportadas por año a partir de la Amazonía brasileña (Veríssimo 1895; Menezes 1951), lo que dio lugar a la muerte de aproximadamente 150 000 ejemplares de paiche por año. Según los registros pesqueros hasta los años 60 el paiche era abundante cerca de las grandes ciudades de la Amazonía continental, pero a partir de los años 70 y los 80, el paiche se convirtió en una especie muy escasa y comercialmente extinta cerca de las ciudades amazónicas (Goulding 1980). Formando parte de las especies vulnerables del CITES II desde 1975.

Este estudio pretende contribuir a la preservación del paiche *Arapaima gigas*, mediante la evaluación de la variabilidad genética en cinco poblaciones naturales de esta especie en la Amazonía peruana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta y conservación de material biológico: Fueron analizadas un total de 75 (15 por cada población) especímenes provenientes: Huapapa y El Estrecho ambos en el río Putumayo, Huicungo en el río Tapiche, lago El Dorado perteneciente a la cuenca del río Yanayacu y lago Rimachi perteneciente al río Pastaza (Figura 1).





Figura 1. Localidades de colecta de paiche *Arapaima gigas* en la región Loreto (Amazonía peruana).

Análisis genético: La extracción del ADN se realizó de acuerdo al protocolo con CTAB de Doyle & Doyle (1987). La caracterización genética fue realizada mediante el análisis de 13 primers microsatélites diseñados por Farias et al. (2003). La reacción fue realizada en un volumen total de 10 μ l conteniendo 0.5 μ l de ADN molde (100ng/ μ l) 5 U/ μ l de Taq polimerasa, 10X de Buffer, 25mM de MgCl₂, 10mM de dNTPs, 10 μ M de cebadores y agua ultrapura. Las condiciones de temperatura fueron: un ciclo de denaturación inicial a 95°C x 3min, seguido de 28 ciclos consistente en una denaturación (95°C x 40 seg.), hibridación x 1min con temperatura óptima para cada cebador y extensión (72°C x 1min); seguido de un ciclo de extensión final a 72°C x 30 min. Los segmentos amplificados fueron denaturados y separados mediante electroforesis capilar utilizando un secuenciador (Applied Biosystems) 3130XL. Los pesos de los alelos de cada microsatélite fueron visualizados usando el software Peak Scanner versión 1.0 (<https://products.appliedbiosystems.com>). La estructuración genética de especímenes estudiados fue determinado mediante el Análisis Factorial de Correspondencia (AFC), el índice de fijación (Fst), utilizado en este estudio para calcular el grado de diferenciación entre los grupos; fueron calculados con auxilio del software Genetix versión 4.05.2 (Belkhir et al. 2004). Los alelos privados fueron determinados con auxilio del Software GenAEx 6.2 (Peakall & Smouse 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron un total de 87 alelos en los 75 especímenes analizados, siendo que el mayor número de alelos fueron encontrados en los locus Agi09 con 15 alelos y Agi07 con 12 alelos respectivamente, en tanto que el loci agi14 presento solo dos alelos. Si





bien fueron encontrados 30 alelos privados entre las cinco poblaciones analizadas, las frecuencias de las mismas fueron muy bajas (Tabla 1). La población con mayor número de alelos privados fue Huicungo (río Tapiche) con ocho alelos, en tanto que El Estrecho y Rimachi presentaron un solo alelo cada uno.

Tabla 1. Alelos privados y sus frecuencias encontrados en las cinco poblaciones de paiche analizadas en la Amazonía peruana.

Población	Locus/Alelo	Frecuencia	Locus/Alelo	Frecuencia
Huapapa	Agi13/ 266	0,025	Agi3/ 274	0,025
	Agi7/ 313	0,050		
Estrecho	Agi11/248	0,024	Agi1/ 298	0,024
Huicungo	Agi5/ 273	0,026	Agi4/264	0,053
	Agi5/ 281	0,053	Agi4/ 274	0,026
	Agi5/ 291	0,026	Agi7/ 304	0,026
	Agi4/ 256	0,026	Agi7/318	0,026
Dorado	Agi10/ 233	0,047	Agi1/310	0,023
	Agi10/ 237	0,070	Agi6/ 276	0,012
	Agi7/328	0,035	Agi2/ 276	0,012
	Agi3/ 282	0,035		
Rimachi	Agi5/ 293	0,009	Agi13/272	0,009

Análisis factorial de correspondencia: El resultado de AFC (fig. 2) muestra que el paiche presenta una fuerte estructuración genética entre poblaciones de cuencas diferentes, como por ejemplo el lago Rimachi (río Pastaza) con las poblaciones de cuencas distantes como el Putumayo y el Tapiche o el Yanayacu. En tanto que poblaciones de una misma cuenca o cuencas cercanas no presentan estructuración o diferenciación genética, como por ejemplo El Estrecho y Huapapa (río putumayo).

Los valores de F_{st} (Tabla 2) muestran que la población del lago Rimachi presenta las mayores diferenciaciones con las demás poblaciones (valores de F_{st} variaron entre 0.14 a 0.20), estos valores según la escala propuesta por Hartl & Clark (1997) indican diferenciación genética moderada a alta entre el Rimachi y las demás poblaciones (distancias genéticas variaron de 0.10 con Huapapa a 0.16 con Huicungo). En tanto que las poblaciones de la cuenca del río Putumayo (El Estrecho y Huapapa) presentan diferenciación genética pequeña entre ellas ($F_{st} = 0.02$, distancia genética = 0.02).

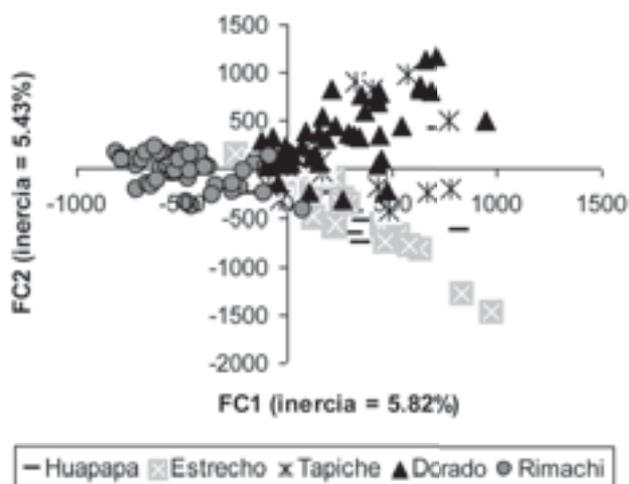


Figura 2.- Proyección gráfica de los resultados del AFC con los ejes 1 y 2 para los individuos de las dos poblaciones en estudio de paiche *Arapaima gigas*.

Tabla 2.- Resultados del índice de fijación (F_{st}) y distancia genética (Nei 1978) obtenido para las cinco de paiche *Arapaima gigas* poblaciones analizadas. Significancia: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

	Huapapa	Estrecho	Tapiche	Dorado	Rimachi
Huapapa	-	0.02 (0.02)*	0.09 (0.08)***	0.09 (0.07)***	0.14 (0.10)***
Estrecho		-	0.09 (0.10)***	0.12 (0.10)***	0.18 (0.15)***
Huicungo			-	0.07 (0.06)***	0.20 (0.16)***
Dorado				-	0.15 (0.11)***
Rimachi					-

Estos resultados muestran, que al contrario de lo reportado en la literatura científica (Hrbek et al., 2005), las poblaciones peruanas de *Arapaima gigas* presentan diferenciación genética entre ellas. Pudiendo esto ser explicado por la distancia geográfica entre las poblaciones analizadas y el carácter poco migratorio de esta especie, que puede desplazarse a través de la floresta inundada entre lagos cercanos en época de creciente, manteniendo así una activa migración que permite el flujo de genes entre ellos. En tanto que esto no es posible entre poblaciones de diferentes cuencas, debido en gran parte a las enormes distancias geográficas entre un punto y otro, y a la pérdida de poblaciones intermediarias (agudizado por acción de una larga presión antropogénica de pesca, que redujo o acabó con las mismas), que servían de enlace entre puntos



distantes, eliminando con esto la posibilidad de un flujo de genes por una migración local paso a paso.

REFERENCIAS

Doyle, J. J.; Doyle J. L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem. Bull.*, 19:11-15.

Farias, I.; Hrbek, T.; Brinkmann, H.; Sampaio, I.; Meyer, A. 2003. Characterization and isolation of DNA microsatellite primers for *Arapaima gigas*, an economically important but severely over-exploited fish species of the Amazon basin. *Molecular Ecology Notes*, 3, 128-130.

Goulding, M. 1980 *Fishes and the Forest*. University of California press, Los Angeles, CA

Hrbek, T.; Farias, I.; Crossa, M.; Sampaio, I.; Porto, J.; Meyer A. 2005. Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its. *Animal Conservation* 8: 297–308

Maniatis, T.; Sambrook, J.; Fritsch, E. F. 1989. *Molecular Cloning, A Laboratory Manual*. Second Edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press; New York.

Menezes, R. S. 1951 *Notas biológicas e econômicas sobre o pirarucu Arapaima gigas (Cuvier) (Actinopterygii, Arapaimidae)*. Serviço de Informação Agrícola / Ministério da Agricultura. Serie estudos técnicos, 3: 9-39.

Nelson, J. S. 1994 *Fishes of the World*, 3rd edition. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, 624 pp.

Veríssimo, J. 1895 *A Pesca na Amazônia*. Livraria Clássica, de Alves & C., Rio de Janeiro, Brazil, 130 pp



ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN PATERNAL A DIFERENTES FAMILIAS DE *Pseudoplatystoma punctifer* (CASTELNAU, 1855) EN RELACIÓN CON LA SUPERVIVENCIA Y EL CRECIMIENTO LARVAL.

Diana Castro-Ruiz ^{1,2}, Christian Fernández ^{3,4}, Sophie Querouil ^{1,5}, Werner Chota-Macuyama ^{1,2}, Etienne Baras ⁵, Fabrice Duponchelle ^{1,5}, Jean-François Renno ^{1,5}, Carmen García-Dávila ^{1,2}, Jesús Núñez ^{1,5}

¹ Laboratorio Mixto Internacional – Evolución y Domesticación de la Ictiofauna Amazónica (LMI-EDIA)

² Laboratorio de Biología y Genética Molecular (LBGM), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Carretera Iquitos Nauta km 4.5, Iquitos, Perú. E-mail: dnacastro2003@yahoo.com

³ Programa de Investigación Para el Uso del Agua y sus Recursos (AQUAREC), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Carretera Iquitos Nauta km 4.5, Iquitos, Perú.

⁴ Laboratorio de Acuicultura. Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura (FOPCA), Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Miraflores, Lima, Perú.

⁵ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR-ISEM (Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier), Université Montpellier 2, France

INTRODUCCIÓN

La doncella, es uno de los bagres amazónicos que presenta un elevado potencial para la producción comercial en toda América del Sur (Kossowski, 1996; Goulding 1980; Reid, 1983). Debido a la calidad de su filete (consistencia, ausencia de espinas intramusculares y su agradable sabor), además por ser considerado como pez ornamental en su etapa juvenil (Padilla et al., 2001), presenta una gran demanda en el mercado regional e internacional, que por ahora, es cubierta a través de la pesca comercial en ambientes naturales (Tello & García, 2009). Esta demanda ocasiona un aumento de la presión de pesca, y la captura de individuos con tallas por debajo de la primera madurez sexual, lo cual genera una disminución de sus poblaciones naturales y futuras pérdidas económicas para el sector pesquero (Tello & García, 2009). La piscicultura de la doncella, es una buena opción para reducir la sobrepesca de sus poblaciones naturales, contribuyendo de esta manera a la bioconservación del recurso (García et al., 2009). A pesar que esta especie tiene características favorables para su cultivo en cautiverio: una buena tasa de crecimiento (1,2 kg y 45 cm en 18 meses), fecundidad elevada (150 000 óvulos/kg), resistencia a la manipulación y adaptación a dietas balanceadas, no se logra desarrollar su piscicultura (Núñez, 2009). La principal limitante es la elevada tasa de mortalidad ocasionada por el alto nivel de agresividad y canibalismo que presentan sus larvas (Montalvan, 2008; Núñez et al., 2008, Baras et al. 2011). Asimismo, en doncella aparecen de manera precoz individuos de mayor tamaño denominados “jumpers” capaces de ejercer depredación sobre las larvas más pequeñas, ocasionando altas tasas de mortalidad. Sin embargo la mortalidad no solo es causada por el canibalismo sino también por las heridas ocasionadas por el comportamiento agresivo de las larvas (Dugué et al., 2005). En este sentido nos preguntamos si existe una variabilidad en el crecimiento de las progenies en relación con sus progenitores que podría inducir una





diferencia de tamaño la cuál origina el canibalismo durante la cría de doncella en ambiente controlado. Para lo cual hemos diseñado dos experimentos con situaciones diferentes: familias en situación comunal y familias separadas, siendo el objetivo de este estudio relacionar las variaciones de supervivencia y heterogeneidad de crecimiento de larvas y juveniles en función del origen genético de diferentes familias de la doncella obtenidas por fertilización cruzada.

METODOLOGÍA

Las investigaciones fueron realizadas en los laboratorios de reproducción inducida de Peces y de Biología y Genética Molecular (LBGM), del centro experimental Quistococha - Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), ubicado en el 4,5 km de la Carretera Iquitos-Nauta, Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, departamento de Loreto. Se marcó con PIT tags individualmente a los 56 ejemplares del plantel de reproductores, luego para el caso de familias comunales identificamos el genotipo a una hembra y cuatro machos sexualmente maduros. El establecimiento del genotipo de los reproductores y la reconstrucción genética de la progenie fue realizada según lo descrito por Castro-Ruiz, et al. (2009). La reproducción inducida fue realizada según el protocolo de Núñez et al. (2008). La fertilización y cultivo de la progenie se realizó según lo descrito por Castro, et al. (2009). Se realizaron tres muestreos al azar, con tres repeticiones y en los tres controles. El control 1 (larvas a 1dpf para determinar principalmente la contribucion de cada macho), control 2 (alevines de 5 dpf para determinar si hay factores macho o hembra que intervienen sobre el uso del vitelo) y control 3 (alevines de 26 dpf para determinar si sobre todo al periodo de cultivo el canibalismo depende de los factores parentales). Para cada control se colectaron al azar 50 individuos entre las tres repeticiones, haciendo un total de 150 individuos. Cada uno de los individuos fue fotodocumentado y conservados en alcohol al 96% hasta el momento de la reconstrucción de la identidad genética. A partir de la determinación de la progenie por asignación de parentesco fue posible calcular la viabilidad diferencial de las cuatro familias en los tres controles. Para evaluar el desarrollo de los individuos, fueron determinadas las variaciones de: volumen del saco vitelino, crecimiento, longitud y ancho de cabeza (ya que del tamaño de cabeza va depender el tamaño de boca y a su vez la posibilidad de ejercer el canibalismo).

Para el caso de familias separadas fueron seleccionados seis ejemplares (tres hembras y tres machos) entre los 56 reproductores del plantel de doncella. Inmediatamente después al igual que en el experimento anterior los reproductores elegidos fueron inducidos al desove utilizando el protocolo según Núñez et al. (2008). En este experimento la fertilización se realizó mezclando los óvulos de cada hembra con el esperma de cada macho (25 g de cada hembra con 250 μ l de semen de cada macho, diluido cinco veces con suero fisiológico), obteniéndose un total de nueve familias (tres hembras x tres machos = nueve familias), con tres repeticiones para cada familia. Las tasas de eclosión fueron determinadas a las 24 horas post fertilización,. Se calcularon los porcentajes de eclosión de las larvas normales y anormales. Una vez ocurrida la eclosión, aproximadamente 3000 larvas de cada familia, determinados por un método volumétrico, fueron colectados al azar y transferidos al sistema de circuito cerrado por triplicado para su cultivo por un periodo de 26 días. Éstas fueron alimentadas a partir del tercer día post fertilización (3 dpf) con nauplios de artemia por un periodo de seis días, luego fueron



adaptadas progresivamente a un alimento microparticulado para camarón por un periodo de cuatro días, y finalmente adaptadas a un alimento peletizado durante cuatro días. La frecuencia de alimentación fue de cinco veces al día (6:00, 10:00, 14:00, 18:00 y 22:00). Se hicieron 5 controles: C1(3 dpf), C2(5 dpf), C3(9 dpf), C4(17 dpf) y C5(26 dpf), en cada control se colectó al azar 30 larvas de cada familia, con tres repeticiones de cada una, las cuáles se fotodocumentaron y luego se conservaron en formol al 5 %, como muestra voucher. Asimismo, se determinaron las tasas de supervivencia en cada tanque por conteo directo. A partir de éstos datos fue posible calcular la viabilidad diferencial de las nueve familias en los diferentes controles de muestreo. El único carácter morfológico medido para los cinco controles fue la longitud total (registrada en mm), el cual se obtuvo a través del software Image J (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las familias en situación comunal, analizando globalmente los 150 individuos (Tabla 1), observamos que los machos contribuyen de diferente manera a la fecundación y supervivencia de su progenie. En los tres controles observamos que la familia 4 fue la que presentó el mayor número de individuos (65), en tanto que la familia 1 presentó solo ocho individuos. Si analizamos por cada control, las familias 2 y 4 fueron siempre las más numerosas.

Tabla 1: Contribución de cada macho de doncella a la reproducción y supervivencia. Los porcentajes de representación de cada familia en cada control están indicados entre paréntesis.

Familias	Control 1 1 dpf	Control 2 5 dpf	Control 3 26 dpf	total de individuos
Familia 15	(10)3	(6)	-	8
Familia 2	17 (34)	21 (42)	22 (44)	60
Familia 35	(10)7	(14)5	(10)1	7
Familia 4	23 (46)	19 (38)	23 (46)	65
Total	50 (100)	50 (100)	50 (100)	150

Durante el periodo de seguimiento (Figura 1), observamos la formación de dos grupos (en base a su viabilidad), Un primer grupo formado por las familias 2 y 4 el cual presenta alta viabilidad en el tiempo y un segundo grupo formado por las familias 1 y 3. el cual muestra menor viabilidad en el tiempo. La alta viabilidad podría reflejar una buena compatibilidad entre la pareja de reproductores y la baja viabilidad podría indicar baja compatibilidad entre ellos.

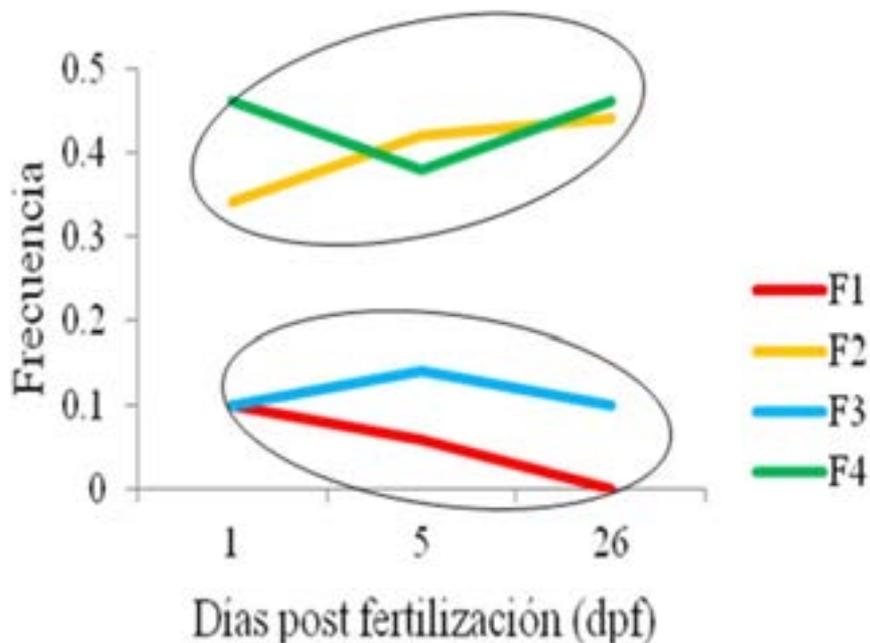


Figura 1. Evolución de las frecuencias relativas de las cuatro familias de la doncella en sistema de cría comunal.

La variación del volumen de saco vitelino no fue afectada por los padres. Por lo tanto podríamos inferir que el genotipo paterno no tiene influencia significativa sobre la utilización del saco vitelino durante la fase larvaria de esta especie. La variación del tamaño de la progenie desde el 1 dpf hasta los 26 dpf, no fue diferenciada por los padres.

Asimismo, no encontramos influencia paterna en las dimensiones de la cabeza (longitud y ancho), por lo tanto, el padre no parece contribuir en las ventajas que podría adquirir su progenie sobre otros individuos cuando presenta una boca más grande. De esta experiencia podemos deducir que si bien el efecto paterno no tiene influencia sobre el metabolismo, el crecimiento y la morfología de la progenie hasta antes de los 26 dpf podría tener influencia en la viabilidad de la misma. Las cuatro familias se distinguen por su viabilidad más no por el crecimiento.

De las nueve familias separadas (Figura 2) seis familias tuvieron similar éxito (F1, F2, F3, F4, F5 y F6) en la tasa de eclosión, tres tuvieron bajo éxito (F7, F8 y F9), resultando ser la peor la familia 9. El bajo éxito en la eclosión podría originarse por una cierta incompatibilidad entre la pareja de reproductores. A pesar de esto, las familias F7, F8 y F9 (hembra 3) resultaron tener la progenie de mayor tamaño a los 26 dpf. Por otro lado, el porcentaje de larvas anormales (Figura 2) fue bajo para las familias F4, F5, F6 (hembra 2); F7, F8, F9 (hembra 2b) y elevado para las familias F1, F2 y F3 (hembra 1).



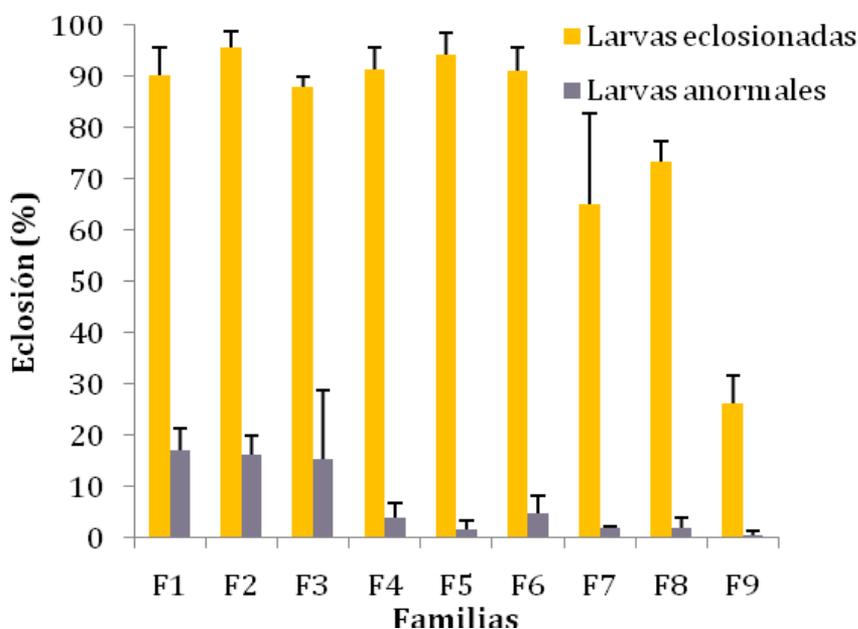


Figura 2. Porcentaje total de larvas eclosionadas y anormales de 9 familias de la doncella a las 20 horas después de la fertilización.

Sin embargo, esta característica no influye en el crecimiento de las familias de la hembra 1. La hembra 2 tiene bajo porcentaje de larvas anormales y elevado éxito en la eclosión; sin embargo, al final del periodo de seguimiento resultó ser la peor hembra. Por lo tanto, podríamos deducir que el porcentaje de eclosión y larvas anormales no son buenos indicadores a estos niveles de variación para predecir el crecimiento en familias de doncella.

La longitud total hasta el control 3 varía ligeramente entre familias (Figura 3), en este periodo las larvas se alimentaron solo con nauplios de artemia, por este motivo las progenies no presentaron gran variación en crecimiento ya que este alimento vivo es consumido fácilmente por todas las larvas de bagres. A partir del control 4 observamos que las variaciones se van acentuando y más aún en el control 5. En este periodo las familias cambiaron progresivamente de alimento (de alimento vivo a alimento inerte) posteriormente en el último control los alevines fueron adaptadas al alimento peletizado. Al final del periodo de seguimiento (Figura 3), las familias se distribuyen en dos grupos, los cuales probablemente se constituyeron según la capacidad de adaptación que presentan al alimento, el primer grupo formado por las familias de las hembras 1, 3 y el segundo grupo formado por las familias de la hembra 2

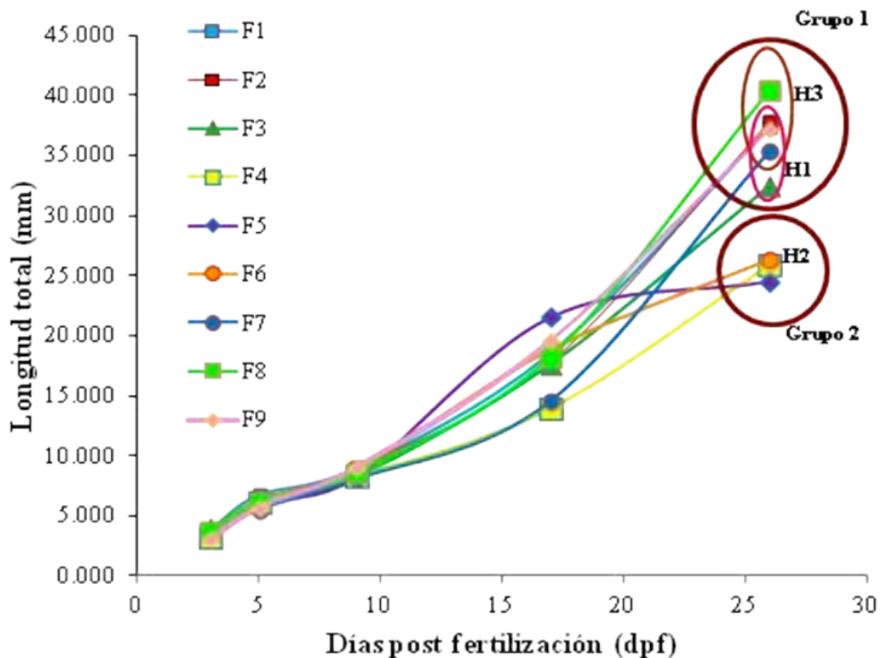


Figura 3. Promedio de longitud total de las 9 familias de la doncella a edades diferentes.

Estas observaciones permiten la posibilidad de selección de planteles de reproductores con las características más deseables como la velocidad de crecimiento y viabilidad precoz. Por lo tanto podemos evidenciar la importancia indirecta de ambos reproductores en la historia de vida temprana de la progenie.

REFERENCIAS

Baras E., Silva del Aguila D.V., Montalvan Naranjos G.V., Dugué R., Chu Koo F., Duponchelle F., Renno J.F., García-Dávila C., Nuñez J., 2011 How many meals a day to minimize cannibalism when rearing larvae of the Amazonian catfish *Pseudoplatystoma punctifer*? *The cannibal's point of view. Aquat. Living Resour.* 24, 379-390.

Castro-Ruiz, D.; Querouil, S.; Baras, E.; Chota-Macuyama, W.; Duponchelle, F.; Nuñez, J.; Renno, J.F.; García-Dávila, C. R. 2009. Determinación de parentesco en larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) producidas en cautiverio. *Folia Amazónica*, vol 18 (1-2): 33 – 40.

Dugué, R.; Corcuy, N.; Duponchelle, F.; Renno, J.F.; Legendre, M.; Nuñez, J. 2005. Influencia del fotoperiodo y del ritmo de alimentación sobre la sobrevivencia larval del surubí (*Pseudoplatystoma fasciatum*). *Comunicaciones del Coloquio Internacional. Biología de las poblaciones de Peces de la Amazonia y Piscicultura*, pp. 199-204.

García, A.; Tello, Salvador.; Vargas, G.; Duponchelle, F. 2009. Patterns of commercial fish landings in the Loreto region (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. *Fish*





Physiol Biochem 35:53–67.

Goulding, M. 1980. *The fishes and the forest: Explorations in Amazonian natural history*. University of California Press, Berkeley. 280 pp.

Kossowski, C, 1996, *Perspective de L'élevage des poissons-chats (Siluroidei) en Amérique du Sud*, *Aquat, Living Resour* 9 :189-195.

Montalvan G. 2008. *Ontogenia de la doncella, Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus, 1766), y su relación con la dinámica del canibalismo. Tesis para optar el título de ingeniero Pesquero, UNFV-FOPCA, Lima.*

Nuñez, J. 2009. *Domesticación de nouvelles espèces d'intérêt piscicole en Amazonie*, *Cah Agric*, vol, 18, n° 2-3.

Nuñez, J.; Dugué, R.; Corcuy, N.; Duponchelle, F.; Renno, J.F.; Raynaud, T.; Hubert, N.; Legendre, M. 2008. *Induced breeding and larval rearing of Surubí, Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus, 1766), from the Bolivian Amazon. Aquaculture Research, in press.*

Padilla, P., Alcántara, F.; Ismiño, R. 2001. *Reproducción inducida de la doncella Pseudoplatystoma fasciatum y desarrollo embrionario – larval. Folia Amazónica*, 12 (1-2): 141- 155

Reid, S. 1983. *La Biología de los Bagres Rayados Pseudoplatystoma fasciatum y P. tigrinum en la cuenca del río Apure, Venezuela. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Serie: Prod. Agric. Año 1No. 1.*

Tello, S.; García, A. 2009. *La pesquería de grandes bagres en la región Loreto. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 28 pp*



PISCÍCULTURA





DETERMINAÇÃO DA SELETIVIDADE ALIMENTAR EM LARVAS DE MATRINXÃ *Brycon amazonicus**

Ana Carolina Souza Sampaio¹, Marle Angélica Villacorta-Correa², Mário Roberto Chim Figueiredo³ e Geraldo Bernardino⁴

¹INC/UFAM- cherolyne@gmail.com, ²DEPESCA/UFAM- marle@ufam.edu.br, ³FURG-
docchim@furg.br, ⁴SEPA/SEPROR- g.bernardino@ig.com.br.

* Dados obtidos da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura - Universidade Federal do Rio Grande- FURG, Projeto financiado pelo CNPQ e FAPEAM/Programa RH Pós-grad.

INTRODUÇÃO

O matrinxã, *Brycon amazonicus*, é uma espécie nativa com ótimo desempenho zootécnico e se adapta facilmente aos sistemas de cultivo utilizados na região amazônica. Contudo, a produção de larvas e alevinos destinada ao abastecimento de formas jovens não tem suprido a demanda local, levando os produtores a importá-las de outros estados.

As baixas taxas de sobrevivência observadas durante a larvicultura do matrinxã têm sido freqüentemente associadas ao intenso comportamento canibal ocorrido nas primeiras 36 horas após a eclosão (HAE) (26°C), com significativo incremento às 48 HAE. (Bernardino et al. 1993; Faria, 1994; Lopes et al. 1995; Cecarelli & Volpato, 2001; Leonardo, 2005; Romagosa et al 2001; Kamler, 2008).

Dentre as alternativas apresentadas para minimizar as perdas por canibalismo, os centros de produção têm utilizado como estratégia alimentar larvas forrageiras com menor tamanho e velocidade de natação em relação às larvas da espécie a ser produzida, facilitando assim a sua captura. Em *B. amazonicus* esta prática causa um aumento da heterogeneidade e, apresenta altos custos de produção, devido ao uso de peixes forrageiros com significativo valor econômico e apreciação pelo mercado consumidor, como pacu *Piaractus mesopotamicus* (Ceccarelli, 1997), tambaqui *Colossoma macropomum* (Bernardino et al. 1993) e curimatá *Prochilodus* spp (Gomes, 1998).

As larvas do matrinxã são altriciais e utilizam o zooplâncton como primeiro recurso alimentar na natureza, com tudo, apesar da produção destes organismos em larga escala e em ambientes controlados ser uma prática onerosa, Dabrowski (1984), os aponta como fontes naturais de proteínas, ácidos graxos, lipídeos, vitaminas e enzimas, sendo importantes para a nutrição de peixes de água doce.

Apesar das características favoráveis à utilização de zooplâncton na alimentação inicial de larvas, são escassos os trabalhos visando identificar os organismos utilizados como alimento, devido às variações no tamanho e grupo taxonômico. Estudos de seletividade alimentar permitirão manipular as interações entre presa e predador, otimizando o desempenho das larvas, quando alimentadas com itens preferenciais (Sipaúba-Tavares, 1993). São escassas informações que subsidiem a produção de alimento vivo em





larga escala para o matrinxã e, além disso, não se conhece a idade em que as larvas iniciam a alimentação exógena, já que o início do canibalismo às 34 h após a fertilização, não representa a aptidão à digestão de itens ingeridos. Este trabalho tem como objetivo determinar a seletividade alimentar das larvas de matrinxã, como suporte à produção de alimento preferencial para larvicultura da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação de Piscicultura do Centro de Tecnologia, Treinamento e Produção em Aqüicultura (CTTPA), em Presidente Figueiredo, Amazonas, no período de janeiro a fevereiro de 2010. Larvas de 18 a 20h, obtidas por indução hormonal, foram transferidas para uma incubadora experimental cilindro-cônica com volume útil de 20L e aeração suplementar, na densidade de 30 larvas por litro, totalizando 600 larvas/incubadora. A cada 24 horas, era montado novo experimento com larvas do mesmo lote, mantidas em condições experimentais semelhantes.

Os itens alimentares ofertados foram: ração comercial pulverizada para larvas marca Multifós®, com 50% de proteína bruta (PB) e zooplâncton, coletado nos viveiros da estação, com rede de plâncton, malha 70µm. As amostras coletadas possuíam representantes dos grupos Cladocera, Copepoda, Rotifera e Náuplios dos diferentes grupos, classificados segundo Sipaúba-Tavares & Rocha (2003) e quantificados para oferta diária de 50 organismos por larva, acrescida de ração, distribuída uniformemente em uma fina camada da superfície da água, nas incubadoras.

Aproximadamente 40 min após a oferta de alimento, eram coletadas 50 larvas, as quais foram conservadas em formol tamponado (4%) para posterior análise de conteúdo estomacal, registro de comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), diâmetro do olho (DO), comprimento da maxila (Cmx), comprimento da mandíbula (Cmd), e cálculo da abertura máxima da boca, utilizando a equação proposta por Shirota (1970).

A determinação do Grau de Repleção (GR) do estômago e quantificação dos itens ingeridos foi feita utilizando-se o método numérico (Hyslop, 1980), com os dados expressos em frequência de ocorrência (FO). Na análise do conteúdo estomacal eram registrados número e tipo de presas encontradas, comprimento da presa (Cp), medida entre as extremidades do eixo ântero-posterior, e altura da presa (Lp), medida na porção mais larga do eixo dorso ventral do corpo. A determinação dos índices de seletividade foi feita segundo fórmula descrita por Paloheimo (1979). A qualidade de água foi monitorada diariamente, utilizando-se equipamentos digitais para medição de oxigênio, temperatura, pH e condutividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de oxigênio, temperatura, ph e condutividade foram: $5,03 \pm 0,18$, $28,17 \pm 0,41$, $7,15 \pm 0,97$ e $16,27 \pm 1,40$. Estes valores estão dentro da faixa de variação considerada normal para peixes tropicais por Arana (2004). A análise do conteúdo estomacal das larvas com 24 h após a eclosão (HAE) não revelou ingestão de itens alimentares, o que pode estar associado à não funcionalidade do aparelho digestório e exclusiva utilização do vitelo.



A ingestão de Cladocera foi registrada em mais de 90% das larvas analisadas nas idades 48, 72, 168, 192, 216 e 240 HAE, nas quais o índice de seletividade alimentar apresentou-se positivo (Tabela 1). Nas idades 96 a 144 HAE, apesar de a seletividade ter sido considerada positiva para Copepoda, os índices apresentam-se menores que aqueles observados para Cladocera, refletindo ainda assim, maior preferência alimentar por estes organismos (Tabela 2).

Tabela 1. Valores de seletividade alimentar (Índice de Paloheimo) sobre o zooplâncton (Rotífero, Cladocero e Copépoda), ingerido pelas larvas do matrinxã (*Brycon amazonicus*), durante a larvicultura em incubadora (NFR=0,25),

Idade das larvas (HAE)	Rotifera	Cladocera	Copépoda	Náuplios
24	0,0	0,0	0,0	0,0
48	0,0	1,0	0,0	0,0
72	0,0	1,0	0,0	0,0
96	0,0	0,0	1,0	0,0
120	0,0	0,9	0,1	0,0
144	0,0	0,5	0,5	0,0
168	0,0	0,9	0,1	0,0
192	0,0	0,9	0,1	0,0
216	0,0	0,8	0,2	0,0
240	0,0	0,6	0,4	0,0

Também foi observada presença de grânulos de ração nos tratos digestórios em larvas com 48 (6,06%) e 72 (5,41%) HAE, respectivamente. Esta ingestão pode estar relacionada ao estímulo químico proporcionado pela liberação de metabólitos do alimento vivo no meio, que associado ao estímulo visual dos movimentos destes na água, pode elevar as taxas de ingestão de alimento inerte, encurtando o período de transição alimentar nas larvas (Tesser & Portella, 2006; Quin *et al.*, 1997).

Por outro lado, a ingestão de ração pode ter ocorrido de forma ocasional, uma vez que a presença de determinado tipo de alimento nos estômagos não significa, necessariamente, que este seja o item preferido, pois a ingestão de itens menos preferenciais pode ser ocasionada por sua maior disponibilidade, enquanto o alimento preferido estiver ausente, pouco freqüente ou difícil de capturar (Drenner *et al.*, 1978; Cyrus, 1988). A contínua seleção por alimento vivo, observada durante todo o período larval (48 a 240 HAE) reforça a importância da oferta deste item nas fases iniciais. A maior disponibilidade dos organismos Cladocera aliada à maior atração visual, pode ter facilitado sua captura pelas larvas. Fregadolli (1993) aponta um conjunto de características morfológicas dos Cladocera que conferem maior visibilidade às larvas (tamanho, forma e pigmentação).



Tabela 2. Proporções, em percentual, dos grupos ofertados (O) e ingeridos (I), a cada idade, por larvas de matrinxã, (*Brycon amazonicus*), durante a larvicultura em incubadora.

IDADE (HAE)	Cladocera		Rotifera		Copepoda		Náuplios	
	O	I	O	I	O	I	O	I
24	58,71	0,00	21,34	0,00	4,02	0,00	15,93	0,00
48	9,13	93,94	2,29	0,00	84,35	0,00	4,23	0,00
72	71,95	94,59	9,96	0,00	3,32	0,00	14,78	0,00
96	58,71	43,40	21,34	0,00	4,02	56,60	15,93	0,00
120	9,13	55,36	2,29	0,00	84,35	42,86	4,23	0,00
144	17,49	25,00	32,77	0,00	41,60	72,22	8,14	0,00
168	77,75	99,47	5,35	0,00	2,60	0,32	14,31	0,00
192	76,66	96,94	15,81	0,00	3,10	0,28	4,43	0,00
216	29,92	97,98	39,46	0,00	0,90	0,81	29,71	0,00
240	50,62	84,88	31,80	0,00	3,37	4,88	13,71	0,00

Os Copepoda, por sua vez, apresentam mecanismos de locomoção mais eficientes (Zaret, 1980; Fregadolli, 1993) e as espículas presentes nos apêndices e setas caudais destes organismos tornam difícil sua apreensão e ingestão pelas larvas, podendo estes fatores terem contribuído para maior preferência por Cladocera.

De modo geral, a seleção por presas de maior tamanho, e ausência de ingestão de náuplios e Rotifera, tem sido observada na maioria dos estudos com larvas de peixes sul americanos (Atencio Garcia et al 2003), corroborando com o comportamento apresentado pelas larvas de matrinxã neste trabalho. Segundo Werner & Hall (1974), Wankowsky (1981) e Abelha et al (2001), essa preferência pode ser explicada pelas vantagens da maior eficiência no balanço energético das presas de maior tamanho.

O consumo de ração foi observado em todo o período e as maiores frequências de ingestão deste item foram observadas às 48 (6,06%), 72 (5,40%) e 240 HAE (6,80%), ainda assim estes valores estão muito abaixo quando comparados com a ingestão de zooplâncton. A ocorrência de canibalismo foi observada somente às 192, 216 e 240 HAE, em 0,3; 0,4 e 3,4% das larvas em cada idade, respectivamente. A predação intra-específica foi caracterizada através da observação de indivíduos parcialmente ingeridos, com porções dorsais ou caudais expostas. Nos casos em que houve completa ingestão das larvas, estas se encontravam parcialmente digeridas nos estômagos.

Em larvas de matrinxã, o maior valor de abertura máxima da boca foi observado no 1º dia de vida (24 HAE), correspondendo a 21% do comprimento total ($1,42 \pm 0,18$), quando as larvas iniciam o canibalismo. Segundo Quin et al. (1997) o tamanho da boca do predador determina o tamanho máximo da presa, contudo, neste trabalho não foram



observadas relações entre altura e/ou largura da presa com o tamanho da boca das larvas, bem como correlações entre as dimensões da presa, abertura máxima da boca, tamanho da boca e número de presas ingeridas.

Observou-se correlação positiva ($R^2= 0,88$) entre as medidas de comprimento total (CT) e diâmetro do olho (DO), que segundo Roo et al (1999), pode indicar maior habilidade da larvas para captura de presas maiores, no entanto, são necessários trabalhos que avaliem a relação entre o desenvolvimento da visão e as demais estruturas.

CONCLUSÕES

1. A ingestão de itens alimentares por larvas de matrinxã, ocorre após 24 h após eclosão;
 2. O alimento vivo (zooplankton) foi o item preferencial até o 10º dia após a eclosão;
 3. Ocorreu seletividade positiva para Cladocera de 48 a 240 horas após a eclosão;
- Agradecimentos: Ao CNPq, FAPEAM, UFAM e SEPROR.

REFERÊNCIAS

ARANA, L. A. V. 2004. *Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: Uma revisão para peixes e camarões*, 2.ed, Florianópolis: UFSC. 231p

ATENCIO-GARCIA, V.; ZANIBONI-FILHO, E.; PARDO-CARRASCO, S.; ARIAS-CASTELLANOS, A. 2003. *Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú Brycon siebenthalae (Characidae)*. *Acta Scientiarum, Animal Sciences, Maringá*, 25: 61- 72

ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. 2001. *Plasticidade trófica em peixes de água doce*, *Acta Scientiarum, Maringá*, 23(2): 425-434

BERNARDINO, G.; SENHORINI, J. A.; FONTES, N. A.; BOCK, C. L.; MENDONÇA, J. O. J. 1993. *Propagação artificial do matrinxã, Brycon cephalus (GÜNTHER, 1869) (Teleostei, Characidae)*. *Boletim Técnico do CEPTA*, 6(2): 1-9

CECCARELLI, P.S.; VOLPATO, G.L. 2001. *Efeitos da densidade e proporção de presas consorciadas no crescimento e sobrevivência de matrinxã (Brycon cephalus)*, *Boletim Técnico do Cepta*, 14: 1-18

CYRUS, D. P. 1988. *Episodic events and estuaries: effects of cyclonic flushing on the bentic fauna and diet of Solea bleekeri (Teleostei) in lake St, Lucia on the south-eastern coast of África*, *Journal Fish Biology*, 33: 1-7

DABROWSKI, K. 1984. *The feeding of fish larvae: present (state of the art) and perspectives*, *Reproduction Nutrition Development*, 24(6): 807-833

DRENNER, R. W.; STRICKLER, J. R.; O'BRIEN, W. J. 1978. *Capture probability: The role of zooplankter escape in the selective feeding of planktivorous fish*, *of the Fisheries Research Board of Canada*, 35: 1370-1373





FARIA, C. A. 1994. Propagação artificial de piabanha (*Brycon insignis*) na seção de hidrobiologia e aquicultura de Paraibuna-CESP, In: SEMINÁRIO SOBRE CRIAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO BRYCON, Pirassununga, Anais...Pirassununga: CEPTA: 9-15

FREGADOLLI, C. H. 1993. Seleção alimentar das larvas de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) e tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) em laboratório. *Boletim Técnico do CEPTA*, 6(1): 1-50

GOMES, L.C. 1998. Sistema semi-intensivo para criação de larvas de *Brycon cephalus*, *Panorama da aquicultura*, 8(45): 15-20

HYSLOP, E. J. 1980. Stomach contents analysis- a review of methods and their application, *Journal of Fish Biology*, 17: 411- 429

KAMLER, E. 2008. Resource allocation in yolk-feeding fish, *Rev Fish Biol Fisheries*, 18: 143-200

LEONARDO, A.F.G. 2005. Ação da triiodotironina na criação de larvas de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e do matrinxã (*Brycon cephalus*), 2005, 82 p. Tese (Doutorado no Centro de Aqüicultura da UNESP)– Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, São Paulo

LOPES, R.N.M.; SENHORINI, J. A.; SOARES, M. C.F. 1995. Desenvolvimento embrionário e larval do matrinxã *Brycon cephalus* Gunther, 1869, (*Pisces*, *Characidae*), *Boletim Técnico do CEPTA*, Pirassununga, 8: 25-39

PALOHEIMO, L. E. 1979. Indices of food type preference by a predator. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 36: 470-473

QUIN, J.; FAST, A.W.; DEANDA, D.; WEIDENBACH, R. P. 1997. Growth and survival of larval snakehead *Channa striatus*) fed different diets, *Aquaculture*, 148 (2-3): 105-113

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; FENERICH-VERANI, N. 2001. Stages of embryonic development of the "matrinxã", *Brycon cephalus* (PISCES, CHARACIDAE). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 27 (1): 27 - 32

ROO, F. J.; SOCORRO, J.; IZQUIERDO, M. S.; CABALLERO, M. J.; HERNANDEZ-CRUZ, C. M. FERNANDEZ-PALACIOS, H. 1999. Development of red porgy *Pagrus pagrus* visual system in relation with changes in the digestive tract and larval feeding habits. *Aquaculture*, 179 (1-4): 499-512

SHIROTA, A. 1970. Studies on the mouth size of fish larvae, *Bull, Japanese Society of Science Fish*,, Tokyo, v, 36, p, 353-368

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. 1993. Análise da seletividade alimentar em larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambacu (híbrido, pacu - *Piaractus mesopotamicus* – e tambaqui - *Colossoma macropomum*) sobre os organismos aquáticos. *Acta Limno-*





logica Brasiliensia, v, 6, p, 114-1132

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; ROCHA, O. 2003. *Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos*, São Carlos, 106 p

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; ALVAREZ, E.J. DA S.; BRAGA, F. M. DE S. 2008. *Water quality and zooplankton in tanks with larvae of Brycon orbignyanus (Valenciennes, 1949)*, *Brazilian Journal of Biology* v. 68, p, 77-86

TESSER, M. B.; PORTELLA, M. C. 2006. *Ingestão de ração e comportamento de larvas de pacu em resposta a estímulos químicos e visuais*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35 (5): 1887-1892

WANKOWISKI, J. W. J. 1981. *Behavioural aspects of predation by juvenile Atlantic Salmon (Salmo saala L.) on particulate, drifting*. *Animal Behav.* 29: 557-571

WERNER, E. E.; HALL, D. J. 1974. *Optional foraging de size selection of prey by the bluegill sunfish (Lepomis mochrochirus)*. *Ecology*, 55: 1042-1053

ZARET, T. M. 1980. *Life history and growth relationship of Cicla ocellaris, a predator South American cichlid*. *Biotrópica*, 12: 144-157





AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS ALIMENTARES EM LARVAS DE MATRINXÃ *Brycon amazonicus* (GUNTER, 1869) (TELEOSTEI: CHARACIDAE)*

Ana Carolina Souza Sampaio¹, Marle Angélica Villacorta-Correa², Mário Roberto Chim Figueiredo³ e Geraldo Bernardino⁴

¹INC/UFAM- cherolyne@gmail.com, ²DEPESCA/UFAM-marle@ufam.edu.br, ³FURG-docchim@furg.br, ⁴SEPA/SEPROR- g.bernardino@ig.com.br.

* Dados obtidos da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura - Universidade Federal do Rio Grande- FURG, Projeto financiado pelo CNPQ e FAPEAM/Programa RH Pós-grad.

INTRODUÇÃO

O matrinxã, *Brycon amazonicus*, é uma espécie nativa da região amazônica, cujo cultivo tem se expandido significativamente nos últimos anos (Gomes & Urbinati, 2005). Em função disto, a demanda por formas jovens (larvas e juvenis) tem aumentado progressivamente e a oferta irregular, tem sido afetada principalmente devida às restrições no período de desova e baixas taxas de sobrevivência na fase larval.

As larvas de matrinxã recém eclodidas são classificadas como altriciais porque dentre outras características, utilizam o vitelo como principal fonte de nutrição endógena durante todo o desenvolvimento embrionário e após a eclosão, até o início da alimentação exógena (Govoni et al, 1986; Nakatani et al, 2001). Ao fim da utilização do vitelo, os animais devem encontrar fontes exógenas de alimento, sem as quais não poderão sobreviver (Ferreira et al, 2009). Quando as larvas de matrinxã iniciam a alimentação exógena, é verificado intenso comportamento canibal, identificado como principal causa para a redução das taxas de sobrevivência (Bernardino et al, 1993; Faria, 1994; Lopes et al, 1995; Cecarelli & Volpato, 2001; Leonardo, 2005).

Kamler (2008) aponta a exaustão do vitelo como um período crítico, em que ocorrem as mais altas mortalidades nas diversas espécies de peixes. As mudanças que ocorrem durante o desenvolvimento larval (digestão, absorção, transporte e assimilação de componentes químicos) afetam o requerimento nutricional nesta fase (Dabrowski, 1984). O uso de alimento vivo tem proporcionado melhores índices de desempenho em comparação com alimento inerte, principalmente porque as larvas são incapazes de aproveitar eficientemente dietas artificiais e retardam a ingestão destes em comparação ao alimento vivo. Por outro lado, a associação de alimento vivo e dieta artificial pode representar maior velocidade de crescimento, já que a matéria seca contém proporcionalmente, dentre outros compostos, maior teor protéico.

Para o matrinxã ainda não se tem um protocolo de manejo alimentar definido para a fase larval que subsidie o setor produtivo, pois o início do canibalismo às 34 h após a fertilização, não representa a aptidão à digestão de itens ingeridos, conforme verificado por Silva et al. (2007). Este trabalho tem como objetivo avaliar três tratamentos alimentares durante o período de 28 a 100 horas após a eclosão, visando sugerir o melhor manejo para esta fase de cultivo.





MATERIAIS E MÉTODOS

Larvas de matrinxã, obtidas por indução hormonal, foram transferidas para as unidades experimentais com idade de 26 HAE, onde se aclimataram até o início do experimento, conduzido de 28 a 100 HAE. Utilizou-se desenho experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos alimentares e três repetições: T1 - ração; T2 - zooplâncton e T3 - ração + zooplâncton. As unidades experimentais consistiram em bacias plásticas de 2,0 L onde as larvas foram estocadas na densidade de 25 indivíduos/L, totalizando 50 larvas por bacia, com aeração suplementar e renovação total, diariamente.

O zooplâncton ofertado foi coletado em viveiros da Estação, com rede de plâncton, malha 70 μ m. O material coletado foi concentrado e amostras de 01 ml foram retiradas, em triplicata, para caracterização quali e quantitativa sob estereomicroscópio.

A identificação dos grupos zooplanctônicos foi feita segundo Sipaúba- Tavares & Rocha (2003). Diariamente foram ofertados 50 organismos por larva, nos tratamentos T2 e T3 e ração comercial com textura fina, contendo 50% de Proteína Bruta (PB), distribuída em uma fina camada sobre a superfície da água, nos tratamentos T1 e T3. Aproximadamente 40 min após a oferta de alimento, foram coletadas 30 larvas de cada tratamento, sendo 10 por repetição. As amostras foram conservadas em formol tamponado (4%) para análises de conteúdo estomacal.

Foram registrados grau de repleção (GR), quantidade ingerida e início da ingestão. O acompanhamento da qualidade de água foi feito diariamente, utilizando-se medidor multiparâmetro e phmetro digital. Os dados foram analisados estatisticamente para verificação de diferenças entre as idades e tratamentos. O crescimento foi avaliado a partir da taxa de crescimento específico em comprimento (TCE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de temperatura, oxigênio e ph foram respectivamente T1: $29,17 \pm 0,59^{\circ}\text{C}$, $5,68 \pm 0,83\text{mg/L}$ e $7,03 \pm 0,21$; T2: $29,24 \pm 0,56^{\circ}\text{C}$, $5,37 \pm 0,85\text{mg/L}$ e $7,09 \pm 0,31$; e T3: $29,24 \pm 0,59^{\circ}\text{C}$, $5,74 \pm 0,69\text{mg/L}$ e $7,05 \pm 0,17$. Estes valores se assemelham-se àqueles obtidos em outros trabalhos de larvicultura com o gênero *Brycon* e não foram limitantes ao crescimento larval (Pedreira et al., 2008; Sipaúba- Tavares et al., 2008; Gomes et al., 2005; Senhorini et al., 2002).

O comprimento das larvas no final do experimento foi significativamente maior ($P \leq 0,05$) no tratamento T3 (ração + zooplâncton). Larvas do T2 alimentadas com zooplâncton tiveram crescimento intermediário aos demais tratamentos. A TCE observada no T3, diferiu significativamente ($P \leq 0,05$) dos do T1 e T2, indicando maior velocidade de crescimento. A sobrevivência foi maior no T3, entretanto não existiram diferenças significativas em relação ao T1 e T2 (Tabela 1).

Larvas alimentadas com zooplâncton + ração tiveram crescimento em comprimento significativamente maior quando comparadas as larvas alimentadas com itens unicos ração e zooplâncton. Lopes et al (1995 e 1996) observaram maior comprimento em





larvas alimentadas exclusivamente com zooplâncton. Lopes et al (1995) encontraram maior comprimento e peso significativamente maior quando utilizaram larvas forrageiras de pacu na alimentação de matrinxã.

Tabela 01: Principais características do desempenho observadas nas larvas de matrinxã com idade entre 28 e 100 HAE, submetidas aos tratamentos T1: ração; T2: zooplâncton e T3: ração + zooplâncton

Características de desempenho	T1	T2	T3
CP inicial (mm)	6,10a	6,10a	6,10a
CP final (mm)	6,21a	6,34ba	6,49b
Sobrevivência (%)	52,17a	47a	52,50a
TCE	0,59a	1,3ba	2,07c
Início da ingestão de alimento (HAE)	40	43	43

O efeito da dieta sobre o crescimento de larvas de peixes foi discutida em varios trabalhos e de maneira geral os resultados apontam melhor desempenho para o tratamento que recebeu alimento vivo. Atencio- Garcia et al (2003), obtiveram os melhores resultados de ganho em peso e comprimento alimentando larvas de yamú *B. siebenthalae* com larvas de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), náuplios de *Artêmia* e zooplâncton. Tesser et al (2006) observaram maior crescimento comprimento em larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alimentadas com náuplios de *Artêmia*.

Os organismos planctônicos contém fontes naturais de proteínas, ácidos graxos, lipídeos, vitaminas e enzimas, que são importantes para a nutrição de peixes de água doce (Dabrowski, 1984). Pedersen (1997), refere que quando fornecido zooplâncton + ração, e a disponibilidade de zooplâncton não é suficiente, a ração proporciona melhor desempenho por ser um alimento balanceado.

As pequenas quantidades de ração encontradas nos estômagos das larvas do T1 (1-25%) sugerem uma ingestão ocasional, principalmente devido à exclusividade e abundância deste item. Apesar da ingestão do alimento vivo ter sido observada às 40 e 43 HAE, respectivamente em T2 e T3, Silva et al (2007) observaram, por meio de cortes histológicos, que o estômago das larvas apresenta desenvolvimento incompleto até 72 HAE, assim, a ingestão de zooplâncton antes deste período pode estar relacionada à contribuição destes organismos no processo de preparação do trato digestório para a utilização de ração (Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003).

A taxa de crescimento específico (TCE), expressa em percentual de crescimento em comprimento diário, leva em consideração o comprimento inicial e final, através de uma equação matemática, proposta por Legendre et al (1995), que geralmente utiliza medidas de peso, sendo freqüentemente adotada em trabalhos de desempenho. Esta variável apresentou-se menor no T1, o pode ser atribuído ao incompleto funcionamento bioquímico do intestino larval, no início da alimentação exógena suprimindo o aproveitamento da ração e reduzindo as taxas de crescimento das larvas.

Considerando-se o Grau de Repleção, 53% das amostras em T1 apresentavam estômago vazio ($Gr=1$), refletindo a menor ingestão deste item desde 28 a 100 HAE (Figura





1). Larvas de pacu *Piaractus mesopotamicus* alimentadas exclusivamente com ração apresentaram 100% de mortalidade até o 10º dia (Tesser et al., 2006). No presente trabalho contudo, não se observou diferença entre as taxas de sobrevivência do tratamento com ração e os demais tratamentos alimentares, possivelmente devido ao curto período de observação (72h). Contudo, são necessários estudos posteriores para verificar a influência deste manejo alimentar sobre a ocorrência do canibalismo.

O início da ingestão pode indicar o período em que as larvas iniciam a alimentação exógena e neste trabalho, este comportamento foi observado às 53, 40 e 43 HAE, em T1, T2 e T3, respectivamente. Segundo Dabrowski (1984), na maioria das espécies cultivadas, as larvas, ao iniciarem a alimentação exógena, são organismos cuja metamorfose ainda não se completou. Por esta razão, os órgãos digestivos não estão totalmente definidos e o conteúdo enzimático ainda é deficiente. Isso significa que o fato de ingerirem alimento não as habilita a digeri-los completamente, o que foi observado nas análises de conteúdo estomacal, através da observação do grau de integridade da carapaça dos organismos zooplancônicos encontrados no trato digestório, inclusive perto do ânus.

Em peixes que apresentam canibalismo na fase larval, este evento tem sido frequentemente associado ao início da alimentação exógena (Bernardino et al., 1993; Romagosa, 2001; Lopes et al. 1995; Mai & Zaniboni-Filho, 2005). Entretanto, conforme observado neste trabalho, mesmo com o início do comportamento canibalístico às 24 HAE, as larvas só iniciaram a ingestão de alimento 20 h depois (40 a 43 HAE). Estas observações sugerem que, tal como observado por Ceccarelli & Volpato (2001), o comportamento canibalístico ocorrido na matrinxã não pode ser explicado pela fome, já que nesta fase as larvas ainda possuem reservas endógenas. São necessários estudos que relacionem o início da alimentação exógena com o desenvolvimento de estruturas digestivas e a atividade enzimática das larvas.

O reduzido número de ataques observados nas unidades experimentais pode ter sido em função das baixas densidades utilizadas (30 larvas/L) ou à constante disponibilidade de alimento. Portanto, são necessários estudos complementares para reformulação dos métodos utilizados no protocolo produtivo, e assim otimizar a sobrevivência das formas jovens

CONCLUSÕES

1. As larvas de matrinxã iniciam a alimentação exógena entre 40 e 43 HAE;
2. Não há diferença entre a taxa de sobrevivência de larvas alimentadas com ração, zooplankton ou a combinação destes itens, no período de 28 a 100 HAE;
3. A melhor taxa de crescimento específico foi observada no tratamento alimentar ração + zooplankton, sugerindo ser este o manejo alimentar adequado á fase larval.

REFERÊNCIAS

Atencio-Garcia, V.; Zaniboni-Filho, E.; Pardo-Carrasco, S.; Arias-Castellanos, A. 2003. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, 25: 61- 72





Bernardino, G.; Senhorini, J. A.; Fontes, N. A.; Bock, C. L.; Mendonça, J. O. J. 1993. Propagação artificial do matrinxã, *Brycon cephalus* (GÜNTHER, 1869) (Teleostei, Characidae). *Boletim Técnico do CEPTA*, 6(2): 1-9

Ceccarelli, P. S.; Volpato, G. L. 2001. Efeitos da densidade e proporção de presas consorciadas no crescimento e sobrevivência de matrinxã (*Brycon cephalus*). *Boletim Técnico do Cepta*, 14: 1-18

Cestarolli, M. A. 2005. Larvicultura do pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (AGASSIZ, 1829): Aspectos da Alimentação e do Desenvolvimento de Estruturas sensoriais. Tese (Doutorado na Universidade Estadual Paulista)– Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal. 110p

Dabrowski, K. 1984. The feeding of fish larvae: present (state of the art) and perspectives. *Reproduction Nutrition Development*, 24(6): 807-833

Faria, C. A. Propagação artificial de piabanha (*Brycon insignis*) na seção de hidrobiologia e aqüicultura de Paraibuna-CESP. 1994. In: SEMINÁRIO SOBRE CRIAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO BRYCON. Pirassununga. Anais... Pirassununga: Cepta. p. 9-15

Ferreira, A. V.; Vidal, M. V. J.; Andrade, D. R.; Yasui, G. S.; Mendonça, P. P.; Mattos, D. C. 2009. Consumo de vitelo durante o desenvolvimento embrionário de *Melanotênia-Maçã*, *Glossolepis incisus*, WEBER 1907 (Melanotaeniidae). *Ciência Animal Brasileira*, 10 (3): 721-729

Gomes, L.C.; Urbinati, E.C. Criação de matrinxã *Brycon amazonicus*. 2005. In: BALDISSEROTTO, B; GOMES, L.C. (Org.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria 1:149-174

Govoni, J. J.; Ortner, P.B.; Al-Yamani F; Hill, L. C. 1986. Selective feeding of spot, *Leiostomus xanthurus*, and Atlantic croaker, *Micropogonias undulatus*, larvae in the northern Gulf of Mexico. *Marine Ecology - Progress Series*, 28:175-183

Kamler, E. 2008. Resource allocation in yolk-feeding fish. *Journal of Fisheries Biology* 18:143–200

Legendre, M., Kerdchuen, N., Corraze, G. 1995. Larval rearing of on African catfish *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae): effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry. *Aquat Living Resour* 8:363-365

Leonardo, A. F. G. 2005. Ação da triiodotironina na criação de larvas de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e do matrinxã (*Brycon cephalus*). Tese (Doutorado no Centro de Aqüicultura da UNESP)– Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, São Paulo. 82 p

Lopes, R. N. M.; Senhorini, J. A.; Soares, M. C. F. Desenvolvimento embrionário e larval





do matrinxã *Brycon cephalus* GUNTHER, (Pisces, Characidae). 1995. *Boletim Técnico do CEPTA, Pirassununga*, 8:25-39

Lopes, R. N. M.; Freire, R.A.B.; Vicensotto, J.R.M.; Senhorini, J. A. 1996. Alimentação de larvas de surubim *Pseudoplatystoma corruscans* (AGASSIZ, 1829) em laboratório na primeira semana de vida. *Boletim Técnico CEPTA*, 9:11-29

Mai, M. G.; Zaniboni-Filho, E. 2005. Efeito da idade de estocagem em tanques externos no desempenho da larvicultura do dourado *Salminus brasiliensis* (Osteichthyes, Characidae). *Acta Scientiarum. Animal Sciences. Maringá*, 27(2):287-296, April/June

Nakatani, K.; Agostinho, A.A.; Baumgartner, G.; Bialetzki, A.; Sanches, P.V.; Makrakis, M. C.; Pavanelli, C.S. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação. p. 378

Pedersen, B. H. 1997. The cost of growth in young fish larvae, a review of new hypotheses. *Aquaculture* 155:259-269

Romagosa, E.; Narahara, M. Y.; Fenerich-Verani, N. 2001. Stages of embryonic development of the "matrinxã" *Brycon cephalus* (PISCES, CHARACIDAE). *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 27 (1): 27 - 32

Senhorini, J. A.; Gaspar, L. A.; Fransozo. 2002. Crescimento, sobrevivência e preferência alimentar de larvas e alevinos de matrinxã (*Brycon cephalus*) e de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) em viveiros. *Boletim Técnico CEPTA, Pirassununga*, 15:9-21

Silva, R. A. P.; Villacorta Correa, M. A.; Barcellos, J. F. M.; Araújo, M. L. G. 2007. Caracterização histológica do estômago e intestino em larvas de matrinxã *Brycon amazonicus* (CHARACIFORMES- CHARACIDAE). Resumo apresentado no XV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca

Sipaúba-Tavares, L.H.; Ej. Da S. Alvarez; And F.M. De S. Braga. 2008. Water quality and zooplankton in tanks with larvae of *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1949). *Brazilian Journal of Biology* 68: 77-86

Sipaúba-Tavares, L.H.; Rocha, O. 2003. Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. São Carlos, 106 p

Tesser, M. B.; Portella, M. C. 2006. Ingestão de ração e comportamento de larvas de pacu em resposta a estímulos químicos e visuais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(5):1887-1892



CRECIMIENTO Y PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE JUVENILES DE GAMITANA *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) CULTIVADOS BAJO TRES DENSIDADES

Luis Soberón¹, Fred Chu-Koo², Fernando Alcántara², David Panduro¹

¹ Dirección Regional de la Producción de Loreto, Gobierno Regional de Loreto, calle Ramírez Hurtado N° 645, Iquitos-Perú. soberon1719@hotmail.com ; dj_panduro@hotmail.com

² Programa de Investigación para el Uso del Agua y sus Recursos, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), km. 4.5 carretera Iquitos-Nauta, Loreto-Perú. e-mail: fchuk20@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores causante de estrés en piscicultura está asociado a inadecuados niveles de densidad de cultivo y en esas situaciones los peces generalmente presentan bajo crecimiento, hipersecreción de cortisol e hiperglicemia, consideradas como típicas respuestas primarias y secundarias al estrés, respectivamente (Wedemeyer et al., 1990).

La creciente demanda por productos de la acuicultura a nivel mundial a hecho que la intensificación de los sistemas de cultivo vaya en aumento. En ese sentido, se han adoptado sistemas de cultivo intensivo y superintensivo (circuitos cerrados, invernaderos, jaulas flotantes, tanques-red) donde la elevada densidad de peces puede propiciar el desarrollo de factores estresantes, debilitamiento inmunológico y deficiencias nutricionales que comprometen el crecimiento y el estado fisiológico de los peces y por ende los predispone a diferentes tipos de patologías.

Los parámetros hematológicos indican el estado fisiológico de un organismo y se emplean con frecuencia en peces para valorar el manejo del cultivo, la efectividad del control de enfermedades infecciosas, posibles desbalances nutricionales, efectos tóxicos, condiciones anóxicas, cambios ambientales y factores generadores de estrés que se puede presentar en el proceso de cultivo (Hrubec et al., 2000; Aydin et al., 2000). Considerando la importancia de la densidad de cultivo como uno de los factores determinantes en el estado fisiológico de los peces, el presente estudio está orientado a evaluar los posibles efectos de tres densidades de cultivo, sobre el crecimiento y hematología de juveniles de gamitana *C. macropomum* cultivados en jaulas sumergidas.

METODOLOGÍA

El estudio se ejecutó durante los meses de mayo a agosto del 2007, en las instalaciones piscícolas del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) en Iquitos-Perú. Se utilizaron 180 juveniles de *C. macropomum* distribuidos en nueve unidades experimentales (jaulas de 1 x 1 x 1.2 m). Tres densidades de cultivo (T1: 10; T2: 20 y T3: 30 peces/m³) fueron empleadas como tratamientos experimentales triplicados durante un ensayo de 90 días de duración. Los peces fueron alimentados con una



dieta comercial extrusada con un tenor de 25% de proteína bruta a razón del 5% de la biomasa.

Se evaluó el peso final (PF), ganancia de peso (GP), el índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), tasa de crecimiento relativo (TCR) y el factor de condición (K). En hematología, glucosa (Gluc), hemoglobina (Hb), hematocrito (Ht), número de eritrocitos (Gr) y leucocitos (Gb), al inicio y al final del estudio, según los métodos propuestos por Bush (1982).

Además, se monitorearon en el agua valores de temperatura, oxígeno disuelto, pH, amonio y nitrito. Se utilizó el ANOVA para el análisis de los datos y la prueba Tukey para la comparación de promedios ($\alpha = 0.05$). Los resultados son mostrados como el promedio \pm la desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como indica la Tabla 1, el crecimiento de los peces fue homogéneo en los tres tratamientos, sin observarse efecto alguno en el peso final y ganancia de peso; asimismo, la TCR y K, no reportan diferencias significativas según ANOVA ($P > 0.05$). Sin embargo, se observó el efecto de los tratamientos en el ICAA (Figura 1), siendo la conversión alimenticia más apropiada (1.19) obtenida en los peces de T2 ($P < 0.05$). No se registró mortalidad de peces durante la ejecución del ensayo.

Tabla 1. Crecimiento de juveniles de gamitana *C. macropomum* cultivada bajo tres densidades

Variable	Tratamiento			P
	T1	T2	T3	
PI (g)	83,06 \pm 0,86 ^a	85,53 \pm 8,64 ^a	83,50 \pm 9,56 ^a	0,9117
PF (g)	152,21 \pm 5,84 ^a	170,65 \pm 20,58 ^a	162,27 \pm 16,50 ^a	0,4259
GP (g)	69,15 \pm 5,62 ^a	85,12 \pm 11,43 ^a	78,77 \pm 9,31 ^a	0,1775
ICAA	1,91 \pm 0,10 ^a	1,19 \pm 0,38 ^b	1,75 \pm 0,16 ^{a,b}	0,0327
TCR	83,24 \pm 6,27 ^a	90,46 \pm 6,94 ^a	94,73 \pm 10,05 ^a	0,3120
K	1,81 \pm 0,06 ^a	1,74 \pm 0,07 ^a	1,65 \pm 0,06 ^a	0,0772

Valores promedio de la misma fila que comparten la misma letra, no muestran diferencias significativas ($P > 0.05$).

El crecimiento observado en el presente estudio fue superior al obtenido por Padilla et al., (1996) quienes cultivaron juveniles de gamitana de 27.4 g de peso en tanques circulares (1 pez/20 L) durante 85 días y reportan pesos finales y ganancias de peso máximos de 72.5 g y 43.7 g, respectivamente. Por otro lado, Chagas & Val (2003) reportan ganancias de pesos similares a las del presente ensayo al evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de vitamina C como suplemento alimenticio en *C. macropomum*.

Los ICAA obtenidos en el ensayo están dentro del rango normal para el cultivo de *C. macropomum* y son evidentemente mejores que los reportados por Chagas &



Val (2003), Chuquipiondo & Galdós (2005) y Calderón & Baltazar (2006). Así también, Gomes et al., (2004), Chu-Koo & Chen (2006); reportan valores de ICAA semejantes a los del presente ensayo.

Como indica la Figura 2, se observó el efecto de los tratamientos experimentales en el parámetro indicador de estrés, glucosa (109.42 mg/dl), mostrando diferencias significativas ($P < 0.05$), siendo mayor para el T2 respecto a T3 y T1 (97.35 y 90.75 mg/dl, respectivamente). A su vez, T2 y T3 presentaron significativamente un mayor nivel de glucosa 214 respecto al valor inicial (72.67 mg/dl). Sin embargo, T1 presentó un valor semejante al valor inicial

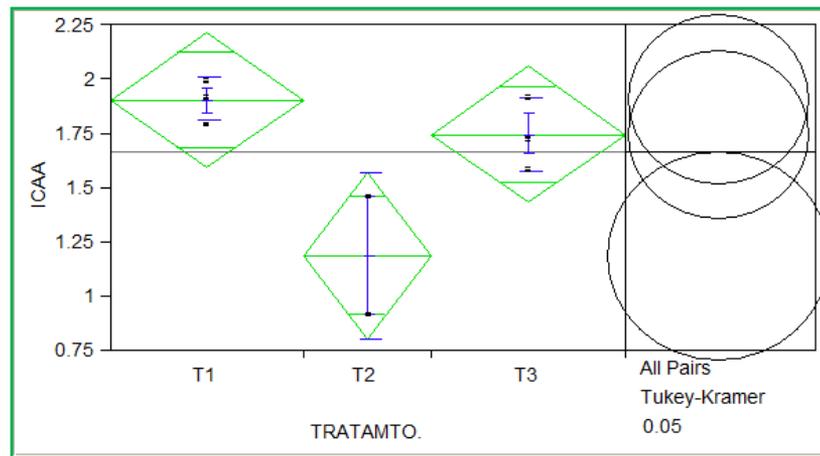


Figura 1. Efecto de los tratamientos experimentales sobre el ICAA en juveniles de gamitana *C. macropomum*

Los parámetros indicadores de anemia (Hb, Ht, Gr) y el indicador de defensa inmunológica (Gb) mostraron valores similares entre tratamientos e inclusive respecto al valor inicial, sin presentar diferencias significativas ($P > 0.05$) tal como se observa en la Tabla 2.

El alto nivel de glucosa reportado en el T2 no fue suficiente para alterar la fisiología de *C. macropomum*, puesto que la mejor ganancia de peso e índice de conversión alimenticia aparente fue obtenido con los peces de dicho tratamiento, siendo los valores semejantes a los obtenidos por Tavares-Dias et al., (2002) quienes obtuvieron los siguientes valores de glucosa 74.8, 96.5 y 107.8 mg/dl en ejemplares de pacú *P. mesopotamicus* tratados con el terapéutico sulfato de cobre (CuSO_4). Otras experiencias realizadas con *C. macropomum*, demuestran que niveles de glucosa superiores a 109.42 mg/dl (nivel máximo reportado en el presente ensayo) no influyen en el normal crecimiento y estado fisiológico de los peces Roubach et al., (2002), Affonso et al., (2006).

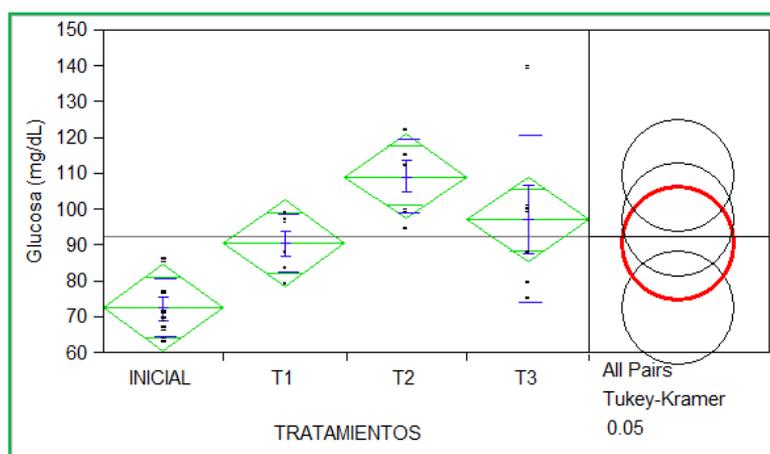


Figura 2. Efecto de los tratamientos experimentales sobre el nivel de glucosa en juveniles de gamitana *C. macropomum*

En cuanto a los parámetros hematológicos indicadores de anemia: hemoglobina (Hb), hematocrito (Ht) y número de eritrocitos (Gr), observamos que no fueron influenciados por los tratamientos experimentales, mostrando valores semejantes a los del valor inicial ($P > 0.05$) similares a los obtenidos por autores como Chagas & Val (2003); Chagas et al., (2006). Otros autores como Chagas *et al.*, (2003); Chu-Koo & Chen (2006); Affonso *et al.*, (2006), obtuvieron resultados de Ht, Hb evidentemente superiores a los del presente estudio.

Los valores de calidad de agua registrados en la ejecución del ensayo se mantuvieron dentro de los rangos normales para el cultivo de gamitana, Alcántara *et al.*, (2002).

CONCLUSIONES

A los noventa días del ensayo, los peces ganaron en promedio alrededor de 76.37 g. de peso corporal y el desempeño durante el cultivo fue homogéneo. No se registró mortalidad y los ICAA obtenidos se encuentran dentro de los rangos reportados para el cultivo intensivo de *C. macropomum* en jaulas flotantes. Al final del experimento, los 216 parámetros hematológicos evaluados a excepción del nivel de glucosa no fueron influenciados por las densidades de cultivo. Los parámetros de calidad de agua, permanecieron dentro del rango normal para el cultivo de peces amazónicos. Finalmente, de las tres densidades evaluadas se observó un desempeño ligeramente más apropiado en los peces del T2 (20 peces/m³) debido a que tuvieron mejores índices de conversión alimenticia respecto a los peces de los otros tratamientos.



Tabla 2. Hematología de juveniles de gamitana *C. macropomum* cultivada bajo tres densidades

Variable	Tratamiento				P
	Inicio	T1	T2	T3	
Gluc (mg/dl)	72,67±7,93 ^a	90,75±8,22 ^{ab}	109,42±0,12 ^b	97,35±23,26 ^b	0,0017
Hb (g/dl)	8,81±1,87 ^a	8,74±0,88 ^a	9,23±1,22 ^a	9,12±0,83 ^a	0,8871
Ht (%)	29,17±4,22 ^a	32,00±2,83 ^a	30,67±5,16 ^a	31,83±4,36 ^a	0,6376
Gr (cel/mm ³ ×10 ⁶)	2,28±0,05 ^a	2,14±0,10 ^a	2,30±0,22 ^a	2,18±0,04 ^a	0,1078
Gb (cel/mm ³ ×10 ⁶)	2,45±0,25 ^a	2,26±0,38 ^a	2,44±0,24 ^a	2,49±0,10 ^a	0,4464

Valores promedio de la misma fila que comparten la misma letra, no muestran diferencias significativas (P > 0.05).

REFERENCIAS

Alcantara, F.; Kohler, K.; Kohler, S. & Camargo, w. 2002. *Cartilla de Acuicultura en la Amazonía. Peruana. IIAP/PD/A CRSP/SIUC/FIAC. 47 pp.*

Affonso, E.; De Oliveira, S.; Paula, A.; Baptista, R.; Waichman, A.; Fim, J. & Ono, E. 2006. *Caracterização fisiológica de tambaqui, Colossoma macropomum (Characidae) em duas densidades de estocagem. INPA-UFAM. Manaus/AM, Brasil. Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. (www.civa2006.org). p:996-1003.*

Aydin, S.; Gutelpeand, N. & Yildiz, H. 2000. *Natural and experimental infections of pathology and chemotherapy. Fish Pathology, 35(3):117–123.*

Barton, B. & Iwama, G. 1991. *Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. Annual Review of Fish Diseases, 1(1):3-26.*

Bush, B. M. 1982. *Manual del Laboratorio Veterinario de Análisis Clínicos. Editorial ACRIBIA Zaragoza - España. 680 p.*

Calderón, C. & Baltazar, P. 2006. *Cultivo de gamitana (Colossoma macropomum) em jaulas flotantes con diferentes densidades. Resúmenes de Exposiciones. 2do Congreso Nacional de Acuicultura. UNALM-Lima. 7 pp.*

Chagas, E.; Lourenço, J.; Gomes, L & Val, A. 2003. *Desempenho e estado de saúde de tambaquis cultivados em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem. In: Urbinati, E; Cyrino, J. (Eds.). XII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura. Aquabio, Jaboticabal, SP. p:83-93.*

Chagas, E. & Val, A. 2003. *Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. EMBRAPA Amazônia Ocidental – INPA. Brasil. Pesq. Agropec. Brás., 38(3):397-402.*





Chagas, E.; De Araújo, L.; Da Silva, A.; Gomes, L. & Brandão, f. 2006. Respostas fisiológicas de tambaqui a banhos terapêuticos com mebendazol. *Pesq. agropec. Bras.*, 41(4):713-716.

Chu-Koo, F. & Chen, R. 2006. Parâmetros hematológicos de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentada com dietas a base de farinhas de yuca, plátano y pijuayo. *Resúmenes de Exposiciones. 2do Congreso Nacional de Acuicultura. UNALM-Lima, Perú.* p. 12-13.

Chuquipiondo, J. M. L. & Galdos, R. A. P. 2005. 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. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 78.

Gomes, L.; Brandão, F.; Chagas, E.; Ferreira, M. & Lourenço, N. 2004. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recría. *Acta Amazónica*, 34(1)2004:111-113.

Hrubec, T.; Cardinale, J. & Smith, S. 2000. Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). *Veterinary Clinical Pathology*, 29(1):7-12.

Padilla, P.; Pereira-Filho, M. & Mori, L. 1996. Influencia del ensilado biológico de pescado y pescado cocido en el crecimiento y la composición corporal de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum*. *Folia Amazónica*, 8(2):91-103.

Roubach, R.; De Oliveira, A.; De Oliveira, N. & Chagas, E. 2002. Aquaculture of tambaqui and its vitamin C requirements. In: 5th International Congress on the Biology of Fish, Vancouver. *Biochemical and Physiological Advances in Finfish Aquaculture.* p:45-50.

Shephers, J. & Bromage, N. 1988. *Intensive Fish Farming.* Madrid: Professional Books. 126pp.

Tavares-Dias, M.; Laterça, M.; Canello, S.; Makoto, E.; Flores, C.; Engrácia, J. & Ruas, F. 2002. Alterações hematológicas e histopatológicas em pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887. (*Osteichthyes, Characidae*), tratado com sulfato de cobre (CuSO_4). *Acta Scientiarum*, 24(2):547-554.

Urbinati, E. & Carneiro, P. 2004. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. Em: Cyrino, J.; Urbinati, E.; Fracalossi, D.; Castagnolli, N. (Eds). *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.* São Paulo: TecArt.

Wedemeyer, G.; Barton, B. & Mcleay, D. 1990. Stress and acclimation. In: *Methods for fish biology* (Schreck, C.B; Moyle, P. B. Eds.), American Fisheries Society, Bethesda, p. 451-490.

Wedemeyer, G. 1997. Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. In: Iwama, g; Pickering, A; Sumpter, J; Schreck, C. (Eds). *Fish stress and health in aquaculture.* Cambridge: University Press





EVALUACIÓN DE TRES DIETAS EXTRUSADAS DE INICIO EN EL CRECIMIENTO, UTILIZACIÓN DEL ALIMENTO, COMPOSICIÓN CORPORAL Y PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE LA GAMITANA (*Colossoma macropomum*)

Fred Chu-Koo^{1,2}, Yuri Ramírez Cárdenas³; Ana Rodríguez Veintemilla³, Jorge Babilonia Medina² & Alfonso Bernuy Rodríguez²

¹IIAP. Programa AQUAREC. Laboratorio de Bromatología, Limnología y Hematología. Iquitos, Perú. E-mail: fchuk20@gmail.com

²UNAP. Escuela de Postgrado. Cátedra CONCYTEC Maestría en Acuicultura.

³UNAP. Facultad de Ciencias Biológicas. Tesista IIAP.

INTRODUCCIÓN

En el año 2005, el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), adquiere una máquina extrusora de patente nacional, formula e introduce con éxito el uso de dietas extrusadas en la alimentación de peces reproductores, iniciando después la comercialización de dietas de inicio, crecimiento y engorde para gamitana (*Colossoma macropomum*), sábalo (*Brycon erythropterum*) y paco (*Piaractus brachypomus*) en el eje carretero Iquitos-Nauta (Loreto). Paralelamente, inicia investigaciones en sus sedes de Iquitos y Pucallpa. Para el 2006, la empresa Murveco Trading (Lima), alertada por la buena demanda de alimento extrusado en este nuevo mercado, introduce una línea de raciones para gamitana y paco bajo el nombre comercial "Nutrimix". Hacia finales del mismo año, la transnacional Purina hace su ingreso al mercado piscícola amazónico, con la línea de dietas extrusadas denominada "Purigamitana".

Han transcurrido algunos años y a la fecha, solo las dietas del IIAP y en parte las de Murveco Trading, han sido evaluadas en diversas fases de cultivo (Rebaza et al. 2008; Tafur et al. 2009; Dañino et al. 2011a,b). Considerando que la alimentación es un aspecto crucial en piscicultura ya que demanda el 60-70% de los costos finales de producción (Adelizi et al. 1998), se entiende que es de vital necesidad contar con criterios que guíen a los piscicultores de la región amazónica peruana, a tomar la más acertada decisión a la hora de seleccionar la(s) mejor(es) dieta(s) disponible(s) en el mercado nacional, en términos de calidad nutricional, rendimiento y costos. Una adecuada selección del alimento a emplear, les permitirá finalmente mejorar la rentabilidad de su actividad económica.

En ese sentido, en el presente estudio se compara la respuesta productiva, el grado de asimilación dietaria y el estado de salud de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentados con las tres dietas extrusadas de tipo inicio actualmente disponibles en el mercado amazónico, producidas y comercializadas por una empresa transnacional (Purina – línea Purigamitana®), una nacional (Murveco Trading – línea Nutrimix®) y una entidad pública de alcance regional (IIAP – línea IIAP), respectivamente.





MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un sistema de recirculación instalado en el Centro de Investigaciones Quistococha del IIAP (Iquitos). El sistema contó con filtros biológicos y de rayos UV, oxigenación proveída por un blower de 1 HP, movimiento de agua a través de una bomba de 1 HP y un termostato de 1.2 KW para mantener niveles térmicos adecuados (28 °C).

Se evaluaron tres dietas comerciales extrusadas de inicio (D1: Nutrimix, 35% PB, D2: Purigamitana, 28% PB y D3: IIAP, 28% PB) por triplicado. Las dietas fueron asignadas al azar en 9 cubetas de fibra de vidrio que formaban parte del sistema de recirculación. Cada cubeta tenía una capacidad para 30 litros de agua y albergó a una población de 10 alevinos ($n=90$). Los peces fueron aclimatados a las condiciones experimentales y a sus respectivas dietas por espacio de 14 días. Al finalizar el periodo de adaptación, los peces fueron pesados (11.3 ± 0.3 g) y nuevamente colocados en sus cubetas para dar inicio al experimento.

La alimentación fue una vez al día (10.00 h), a razón del 3% de la biomasa existente en cada cubeta. Dos horas después (12.00 h) se limpiaba el fondo de las nueve cubetas para determinar la cantidad de alimento no consumido (previo secado en estufa a 65 °C por 24 h y pesaje en balanza analítica). La limpieza de excretas se realizaba a diario entre las 7- 8 am. Medidas del peso y longitud fueron realizadas cada 10 días para reajustar las raciones. El estudio duró 60 días.

Se evaluó la ganancia de peso (GP), ganancia de peso diario (GPD), tasa de crecimiento específico (TCE), tasa de conversión alimenticia (TCA), eficiencia alimentaria (EA), tasa de eficiencia proteica (TEP), utilización proteica neta aparente (UNPA), factor de condición (K), tasa de sobrevivencia (TS) y el índice hepato-somático (IHS).

Los niveles de pH, temperatura y oxígeno disuelto del agua fueron monitoreados dos veces al día (8 am y 4 pm), con sonda multiparámetro YSI MPS 556 y los tenores de nitritos, amonio, dureza, CO₂ y alcalinidad fueron medidos quincenalmente con un Kit Lamotte AQ-2.

Al término del experimento, la población total de cada tratamiento fue sacrificada, destinándose 20 peces eviscerados para los estudios de composición corporal (proteínas, grasas y cenizas) y 10 ejemplares para los estudios hematológicos (hemoglobina, hematocrito, etc.). Los hígados fueron pesados para obtener el índice hepatosomático. Cabe indicar también, que se determinó la composición corporal de un grupo control de alevinos al inicio del estudio.

Los datos fueron analizados mediante One-way ANOVA. Se aplicó la prueba Tukey HSD cuando el ANOVA mostró diferencias significativas ($P<0.05$). Los datos expresados en porcentajes fueron transformados por el método del arco seno para cumplir los pre-requisitos del ANOVA.





RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad de agua

La calidad del agua varió de la siguiente manera: oxígeno disuelto (6.5 ± 0.2 mg/L), temperatura ($28.1 \pm 0.2^\circ\text{C}$), pH (5.4 ± 0.1 UpH), nitritos (<0.05 ppm), amonio (0.3 ± 0.1 ppm), dureza total (19.0 ± 1.6 ppm), alcalinidad total (22.2 ± 1.5 ppm) y CO_2 (8.5 ± 0.5 ppm).

Crecimiento

Al cabo de las 8 semanas, no se registraron efectos dietarios significativos ($P>0.05$) en lo referente a GP, GPD, TCR o TCE. A pesar de que la TCR de los peces alimentados con Nutrimix e IIAP fueron en media 12.5% superior a los peces nutridos con Purigamitana, ésta diferencia no llegó a ser significativa (Tabla 1). Dicho en términos prácticos, el crecimiento fue homogéneo y cualquiera de las dietas producirá efectos similares en el desempeño productivo de esta especie, siempre y cuando se encuentren bajo las mismas condiciones de cultivo. Este resultado sorprende ya que se esperaba un desempeño superior de los peces alimentados con la D1, debido al mayor contenido de proteína dietaria de la misma, toda vez que las proteínas sean de origen animal o vegetal, son factores esenciales de promoción del crecimiento en peces (Sink et al. 2010).

Utilización de alimento

La utilización de las dietas, expresada en términos de TCA, EA, TEP y UNPA, fue similar ($P>0.05$) en todos los peces (Tabla 1). En líneas generales, las tres dietas fueron eficientemente utilizadas por la gamitana ($\text{EA}>72\%$), llegándose a niveles de EA similares a los reportados para tilapia nilótica (Lim et al. 2010) y bagre de canal, alimentado con dietas suplementadas con 5-20% de glicerol dietario (Li et al. 2010).

Aunque hubo una ligera superioridad de D1 y D3 con respecto a D2 en cuanto a los valores de TEP y UNPA, ésta no se tradujo en ganancias de peso que sean evidentemente superiores al rendimiento mostrado por los peces del tratamiento D2. Los valores de TEP obtenidos en el presente estudio son sorprendentemente similares a los obtenidos en variedades seleccionadas de bagre de canal (USDA 403 y USDA 103) y superiores a los observados en ejemplares de la misma especie de lotes comerciales del Mississippi (Peterson et al. 2010). Los valores de K y TS registrados fueron los esperados, considerando la rusticidad y fácil adaptación de la gamitana a diversas condiciones de cultivo.

Tabla 1. Índices zootécnicos (promedio \pm error estándar) obtenidos en alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con tres dietas extrusadas comerciales de inicio.

Variables	D1	D2	D3	Valor de P
	Nutrimix	Purigamitana	IIAP	
LI (cm)	8.70 \pm 0.08	8.75 \pm 0.14	8.63 \pm 0.19	0.5281
LF (cm)	10.77 \pm 0.20	10.58 \pm 0.44	10.69 \pm 0.40	0.6572
PI (g)	11.3 \pm 0.5	11.5 \pm 0.3	11.1 \pm 0.3	0.7631
PF (g)	19.20 \pm 0.6	18.26 \pm 1.4	19.02 \pm 1.1	0.6828
GP (g)	9.9 \pm 1.1	8.4 \pm 1.1	9.9 \pm 0.9	0.5242
GPD (g)	0.19 \pm 0.02	0.17 \pm 0.02	0.20 \pm 0.02	0.5137
TCE (%g/día)	0.90 \pm 0.11	0.77 \pm 0.08	0.90 \pm 0.05	0.5214
TCR (%)	71.0 \pm 12.3	58.6 \pm 10.2	71.4 \pm 6.5	0.6090
TCA	1.40 \pm 0.10	1.36 \pm 0.20	1.33 \pm 0.03	0.9388
EA	0.73 \pm 0.06	0.77 \pm 0.21	0.77 \pm 0.03	0.9464
TEP	2.6 \pm 0.2	1.9 \pm 0.3	2.7 \pm 0.1	0.0655
UNPA (%)	46.5 \pm 3.8	42.5 \pm 5.7	50.8 \pm 3.2	0.4539
K	1.53 \pm 0.03	1.53 \pm 0.03	1.57 \pm 0.03	0.7290
IHS	1.1 \pm 0.1c	1.4 \pm 0.1b,c	1.6 \pm 0.1a,b	0.0090
TS (%)	100.00	92.5 \pm 4.3	96.7 \pm 3.3	0.3130

Promedios de la misma línea con letras diferentes presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

El único parámetro afectado ($P < 0.05$) por los tratamientos dietarios fue el IHS. Según Bastardo et al. (2006), valores de IHS mayores a 1 indican un deterioro de la condición del hígado al acumular lípidos como los triglicéridos de modo excesivo. En tal sentido, los peces alimentados con D1 presentaron los mejores niveles de IHS (1.1), acumulando menos grasa en el hígado en comparación con los peces de los tratamientos D2 (IHS=1.4) y D3 (IHS=1.6). Sin embargo, hay estudios que muestran valores de IHS por encima de 1, como el de Lim et al. (2010) en el bagre de canal (IHS entre 1.34 y 1.56), y Lochmann et al. (2009) en la propia gamitana (IHS entre 1.18 y 1.83), alimentada con dietas ricas en carbohidratos y cultivadas en condiciones similares al presente estudio, sin expresar una preocupación especial por estos valores.

Composición corporal

Al final del experimento, el contenido corporal de proteínas, cenizas y grasas varió significativamente ($P < 0.05$) respecto a los niveles obtenidos al inicio.



Los peces presentaron ganancia corporal de proteínas en el orden de 4 al 5%, revelando una adecuada asimilación de proteínas de las tres dietas, concordando así con los niveles de TCA, EA, TEP y UNPA registrados en el trabajo. Sin embargo, según la prueba de Tukey, no se produjeron cambios significativos ($P>0.05$) en el contenido proteico de los peces cuando fue comparada una dieta con otra (Tabla 2).

Tabla 2. Composición corporal de proteína, grasa y cenizas de los alevinos de gamitana *Colossoma macropomum*, en el Experimento.

Variables	Tratamientos				EEA	Valor de P
	Inicio	D1 Nutrimix	D2 Purigamitana	D3 IIAP		
Proteína	58.3a	63.5b	62.8b	62.6b	0.32	<0.0001
Grasas	8.5a	13.8b,c	12.4b	14.6c	0.47	<0.0001
Cenizas	17.8a	14.3b,c	13.1b	15.2c	0.31	<0.0001

Promedios de la misma línea con letras diferentes presentan diferencias significativas según Tukey ($p<0.05$).

Sanz (2003), sostiene que la composición corporal de un pez se mantiene constante en el tiempo y que puede ser afectada ligeramente como consecuencia de alguna influencia de tipo nutricional. En el presente trabajo observamos claramente que los niveles corporales de proteínas, grasas y cenizas significativamente diferentes al inicio y al final del estudio, justamente como consecuencia de las tres dietas evaluadas. Para reforzar nuestro hallazgo, encontramos que similares resultados fueron reportados por Soberón *et al.* (2007) en esta misma especie.

Un detalle a considerar es que el contenido corporal de grasa y el IHS fueron siempre más elevados en los peces de la D3, lo que indicaría un exceso de energía en esta dieta, proveniente del alto nivel de carbohidratos dietarios de la misma (~50-50%), que se estaría acumulando como tejido adiposo de reserva y en el hígado.

Tabla 3. Parámetros hematológicos (promedio \pm error estándar) obtenidos en alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con tres dietas extrusadas comerciales de inicio.

Variables	D1	D2	D3	Valor de P
	Nutrimix	Purina	IIAP	
Hemoglobina (g/dL)	10.6 \pm 1.2	9.5 \pm 0.6	9.7 \pm 1.5	0.488
Hematocrito (%)	34.4 \pm 3.9	30.7 \pm 2.0	31.4 \pm 4.9	0.489
Eritrocitos ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	3.5 \pm 0.4	3.1 \pm 0.2	3.2 \pm 0.5	0.488
Leucocitos ($10^6/\text{mm}^3$)	2.7 \pm 0.09a	2.4 \pm 0.05b	2.6 \pm 0.06a	0.009
Glucosa (mg/dL)	129.3 \pm 39.3	126.0 \pm 8.7	131.3 \pm 23.9	0.971
Colesterol (mg/dL)	195.0 \pm 56.0	246.7 \pm 60.9	214.3 \pm 69.0	0.615
Triglicéridos (mg/dL)	233.3 \pm 42.2	334.0 \pm 68.2	346.3 \pm 125.3	0.284

Promedios de la misma línea con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p<0.05$).



Parámetros hematológicos (sanidad)

En sanidad acuícola, los parámetros hematológicos son empleados como indicadores fisiológicos de disfunción orgánica por estrés, desnutrición crónica o por consecuencia de problemas medioambientales (Valenzuela *et al.* 2003). En este trabajo, el análisis sanguíneo no reveló síntomas de anemia o reducción drástica de leucocitos, producto de alguna deficiencia nutricional. Los valores de hemoglobina (9.5–10.6 g/dL) y hematocrito (30.7–34.4%), así como los conteos de eritrocitos y leucocitos, fueron similares e incluso ligeramente superiores que los reportados en otros estudios realizados en esta especie (Tavares-Dias *et al.* 2001; Soberón *et al.* 2007; Centeno *et al.* 2007; Lochmann *et al.* 2009). Por otra parte, los valores de glucosa, colesterol y triglicéridos plasmáticos variaron entre 126-131.3 mg/dL, 195-246.7 mg/dL y 233.3-246.3 mg/dL, respectivamente.

Los niveles de glucosa de este trabajo se encuentran por encima de los valores reportados por Soberón *et al.* (2007). En realidad no existen rangos establecidos como normales para gamitana. Por ejemplo, Gomes *et al.* (2004) sostienen que los niveles normales para *Colossoma* varían entre 50-70 mg/dL, mientras que Tavares-Dias *et al.* (2001) lo establecen en 116.7 mg/dL. El ANOVA reveló que no hubo un efecto de las dietas sobre los parámetros sanguíneos, a excepción del recuento de leucocitos ($P=0.009$).

CONCLUSIONES

Ninguna de las dietas demostró ser absolutamente superior a las otras, comprobándose un buen nivel de crecimiento y utilización alimenticia en todas. Los peces de la D1 presentaron niveles más adecuados de IHS. Las tres dietas produjeron un incremento de proteína y grasa corporal, así como una disminución del contenido mineral de los peces al final del estudio. El análisis sanguíneo por su parte, no mostró problemas de anemia o desequilibrios nutricionales aparentes. Al tener rendimientos similares, es decisión del piscicultor escoger la dieta de inicio de su preferencia, previo análisis del costo de la misma.

REFERENCIAS

Adelizi, P.D.; Rosati, R.R.; Warner, K.; Wu, Y.V.; Muench, T.R.; White, M.R.; Brown, P.T.B. 1998. Evaluation of fish-meal free diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Nutrition*, 4: 255-262.

Bastardo, H.; Scorza, C. & Sofia, S. 2006. Variables hematológicas y bioquímicas en la trucha arco iris, relacionadas con la condición hepática y la edad. *Zootecnia Tropical*, 24(1):1-15.

Centeno, L.; Silva-Acuña, R.; Barrios, R.; Salazar Lugo, R. Matute, C. & Pérez, J.L. 2007. Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 25(4): 237-243.

Dañino, P.A.; Nash, R.L.; Chu-Koo, F. & Mori-Pinedo, L. 2011a. Crecimiento, conversión





alimenticia y sobrevivencia de paco (*Piaractus brachypomus*) cultivado en estanques con y sin revestimiento de geomembranas en la Amazonía peruana. In: Núñez J, García-Dávila CR, Chu-Koo F & Porto J. (eds.). *Comunicaciones del II Workshop sobre Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura*. 148-154p.

Dañino, P.A.; Nash, R.L. & Chu-Koo, F. 2011b. Rendimiento productivo de la gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivada en estanques con y sin revestimiento de geomembranas en la Amazonía peruana. In: Núñez, J, García-Dávila CR, Chu-Koo F & Porto J. (eds.). *Comunicaciones del II Workshop sobre Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura*. 155-161p.

Del Risco, M.; Velásquez, J.; Padilla, P.; Mori-Pinedo, L. & Chu-Koo, F. 2008. Efectos de tres niveles proteicos dietarios en el crecimiento de juveniles de paiche, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). *Folia Amazónica*, 17(1-2): 29-37.

Gomes, L.; Brandão, F.; Chagas, E.; Ferreira, M. & Lourenço, N. 2004. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recría. *Acta Amazónica*, 34(1):111-113.

Lim, C.; Yildirim, M.; Welker, T. & Klesius, H. 2010. Growth performance, immune response, and resistance to *Streptococcus iniae* of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, fed diets containing various levels of vitamins C and E. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41(1):35-48.

Li, M.H.; Minchew, C.H.D.; Oberle, D.F. & Robinson, E.H. 2010. Evaluation of glycerol from biodiesel production as a feed ingredient for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41(1):130-136.

Lochmann, R.; Chen, R., Chu-Koo, F.; Camargo, C. & Kohler, C. 2009. Effects of carbohydrate-rich alternative feedstuffs on growth, survival, body composition, hematology, and non-specific immune response of Black Pacu, *Colossoma macropomum*, and Red Pacu, *Piaractus brachypomus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(1): 33-44.

Peterson, B.C.; Bosworth, B.G. & Small, B.C. 2010. Comparison of growth, body composition, and stress responses of USDA103, USDA403, industry, and fast-growing lines of channel catfish. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41(1):156-162.

Rebaza C.; Valdivieso, M.; Rebaza, M. & Chu-Koo, F. 2008. Análisis económico del cultivo de gamitana *Colossoma macropomum* y paco *Piaractus brachypomus* usando una dieta extrusada comercial en Ucayali. *Folia Amazónica*, 17(1-2): 7-14.

Sanz, A. 2003 Metabolic effects of changes in dietary protein: carbohydrate ratio in eel (*Anguilla anguilla*) and trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International* 10: 143-156.

Sink, T.D.; Lochmann, R.T. & Kinsey, N.R. 2010. Growth and survival of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, fry fed diets with 36 or 45% total protein and all plant or animal protein sources. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41(1):124-129.





Soberón, M.L.E.; Chu-Koo, F. & Alcántara, B.F. 2007. Parámetros hematológicos, crecimiento y composición corporal de juveniles de gamitana Colossoma macropomum (Cuvier, 1818) criados bajo tres densidades de cultivo. Folia Amazónica, 16(1/2): 35-45.

Tafur, G.J.; Alcántara, B.F.; Del Águila, P.M.; Cubas, G.R.; Mori-Pinedo, L. & Chu-Koo, F. Paco Piaractus brachypomus y gamitana Colossoma macropomum criados en policultivo con el bujurqui-tucunaré, Chaetobranchus semifasciatus (Cichlidae). Folia Amazónica, 18(1-2): 97-104.

Tavares-Dias, M.; Sandrim, D.F.S.; de Moraes, F.R. & Carneiro, P.C.F. 2001. Physiological responses of tambaqui Colossoma macropomum (Characidae) to acute stress. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 27(1): 43-48





INSUMOS VEGETALES EMPLEADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE PECES: UNA SÍNTESIS DE LA EXPERIENCIA PERUANA

Fred Chu-Koo^{1,2}, Luciano Rodríguez Chu^{1,2} & Christopher C. Kohler³

¹*Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP. Programa AQUAREC. Av. Abelardo Quiñónes Km. 2.5. Iquitos, Perú. E-mail: fchuk20@gmail.com*

²*Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - UNAP. Maestría en Acuicultura. Cátedra CONCYTEC. Iquitos, Perú.*

³*Southern Illinois University Carbondale. Fisheries and Illinois Aquaculture Center. Carbondale, IL. 62901. USA.*

INTRODUCCIÓN

La piscicultura de especies nativas amazónicas ha experimentado un acelerado crecimiento en el Perú. Estadísticas oficiales muestran un crecimiento de 82 veces si partimos de las 16 TM reportadas en el 2001 y la comparamos con las 1300 TM, registradas en el 2011 (Produce 2012). A pesar de ello, todavía se observa una baja productividad por unidad de área, como resultado del limitado grado de perfeccionamiento tecnológico del piscicultor común y a la ausencia de políticas públicas que fomenten dicha actividad en varios departamentos de dicho país.

Estimaciones conservadoras indican que existen 1500 ha de espejo de agua dedicadas a la piscicultura en la Amazonía peruana (Tello, 2011), cifra a partir de la cual, se infiere un rendimiento cercano a 1 TM/ha/año. El bajo nivel no sorprende, si consideramos que poco más del 90% de las concesiones acuícolas emitidas por el ente normativo, se encuentran en las categorías de “subsistencia” y “menor escala”. En virtud a ello, hay un techo alto de potencial todavía por alcanzar (15000 TM/año), asumiendo un nivel de rendimiento máximo de 10 TM/ha/año.

La alimentación, es un aspecto crítico en piscicultura, ya que de ella depende el adecuado desempeño productivo de los organismos en cultivo y porque demanda más de 2/3 de los costos de producción (Adelizi et al. 1998). El 2005, el IIAP introdujo exitosamente el uso de dietas extrusadas en la piscicultura selvática, originando la entrada de empresas nacionales (Murveco) y transnacionales (Purina y Nicovita) a este mercado. Sin embargo, el costo del extrusado lo torna prohibitivo para un amplio sector de piscicultores, justamente aquellos de bajos recursos económicos y dedicados a los cultivos de subsistencia y menor escala. En tal sentido, la obtención de insumos locales alternativos, para la elaboración de raciones de bajo costo, es un tema de actualidad para la piscicultura regional amazónica.

Afortunadamente, en la región existe una amplia variedad de productos vegetales que son tradicionalmente usados como alimentos para peces. Como ejemplo, se menciona el uso de distintos tipos de hojas, tubérculos, frutos, semillas y subproductos agrícolas (Alcántara & Colace, 2001; Lochmann et al. 2009).

Entendiendo la importancia de disminuir el costo de producción de pescado mediante el empleo de insumos de bajo costo, el presente trabajo tuvo por finalidad realizar una síntesis de los estudios más recientes realizados en la Amazonia peruana, discutiendo





las implicancias de las mismas en el establecimiento de una piscicultura amazónica, más rentable y sostenible.

MÉTODOS

Se realizó una detallada búsqueda de información sobre la temática en cuestión, en bases de datos en línea (ProQuest, HINARI, SCIELO, etc.) y bibliotecas de centros académicos y de investigación (IIAP, UNAP, UNAMAD, UNU, etc.). Los criterios para la búsqueda de información fueron los siguientes: i) que los trabajos hayan sido publicados a partir del 2000, ii) que los estudios hayan sido ejecutados en la Amazonia peruana, o en su defecto, por entidades y/o investigadores peruanos, y iii) que se hayan utilizado esencialmente peces amazónicos.

Con la información colectada se elaboraron dos tablas que muestran: i) los aportes nutricionales de cada insumo, y ii) el desempeño productivo de los peces como consecuencia del consumo de las dietas elaboradas utilizando dichos insumos alternativos. En base a la información colectada, se realizó una breve discusión, analizando el efecto de los insumos en el rendimiento productivo de los peces para finalmente ensayar una conclusión sobre las implicancias de estas investigaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Culminada la fase de búsqueda de información, se encontró un total de 13 estudios, entre artículos científicos y tesis de grado, enfocados en esta temática. Las investigaciones cubrieron un total de 13 insumos alternativos que mostraron diferentes contenidos nutricionales (Tabla 1). En varios casos, los estudios fueron diseñados para sustituir a insumos tradicionales como maíz amarillo o los subproductos de trigo (salvado o moyuelo), empleándose en combinación con otros insumos alternativos y/o tradicionales (dietas prácticas), y solo en el caso de Palacios et al. (2008), se les mezcló con aditivos purificados (dietas semi-purificadas).

El contenido de materia seca de los 13 insumos evaluados, varió entre 87.4 (kudzu) y 98.8% (harina de aguaje), de proteínas entre 1.3 (harina de yuca) y 41.3% (harina de tarwi), de lípidos entre 0.4 (harina de almendro de umarí) y 32.7% (harina de tarwi), de fibra cruda entre 0.9 (harina de plátano) y 41.1% (kudzu), de cenizas entre 0.7 (harina de yuca) y 14.2% (harina de lenteja de agua), de carbohidratos entre 12.6 (harina de tarwi) y 91% (harina de yuca), mientras que el contenido de energía bruta varió entre 2240 (kudzu) y 5760 Kcal/Kg (harina de tarwi).

Basándonos en el aporte nutricional, arbitrariamente clasificamos los insumos de la Tabla 1, en las siguientes categorías: i) Proteicos: harina de tarwi, torta de sacha inchi, torta de castaña brasileña y harina de lenteja de agua, ii) Grasosos: harina de tarwi, harina de pijuayo, torta de castaña brasileña y torta de sacha inchi, iii) Fibrosos: harina de hojas de kudzu, harina de aguaje y harina de lenteja de agua, iv) Calóricos: harina de tarwi, torta de castaña brasileña, y harina de almendro de umarí y, v) Ricos en carbohidratos: harina de yuca, harina de plátano, harina de almendro de umarí, harina de maca, harina de pijuayo, polvillo de malta de cebada y trigo regional, categoría donde encajó el grueso de los insumos encontrados.





En la Tabla 2, se nota que de los 13 experimentos de alimentación, seis fueron conducidos en jaulas sumergidas de 1 m³, tres en estanques de tierra, dos en sistemas de recirculación y solo uno en acuarios de vidrio. Estos trabajos emplearon dos peces de régimen omnívoro: la gamitana (*Colossoma macropomum*) y el paco (*Piaractus brachypomus*). Solo un trabajo fue reportado para el híbrido conocido como pacotana (*C. macropomum* ♀ x *P. brachypomus* ♂).

Las dietas empleadas en los trabajos revisados fueron exclusivamente peletizadas, conteniendo niveles de inclusión del insumo en evaluación, en el rango de 10 a 40% del total de la dieta. Por otro lado, el contenido proteico y calórico de las dietas varió entre 16.7-50% y 2500–3150 Kcal/Kg, respectivamente. Un detalle importante puesto que dificultó la comparación entre estudios, es el peso inicial de los peces, debido a su alta variabilidad (de 2 a 221 g). El tiempo empleado para realizar la fase experimental de cada estudio, varió entre 45 y 180 días como máximo, siendo los niveles de sobrevivencia muy altos (83.3-100%).

Considerando parámetros como los fines de la investigación, la cifrada expectativa de los investigadores en sus respectivos insumos y el costo de los insumos evaluados, se puede decir, que se obtuvieron resultados interesantes con la torta de castaña brasileña, harina de trigo regional, harina de yuca, harina de plátano, harina de pijuayo, polvillo de malta de cebada, harina de lenteja de agua y harina de almendro de umarí. A pesar de que los mejores valores de ICAA y TCE fueron reportados para la harina de maca (Palacios et al. 2008), difícilmente se podría emplear este insumo para dietas de bajo costo porque no es oriunda de la región amazónica (es altiplánica) y porqué el kilo de harina de maca fácilmente ronda entre 4 y 6 dólares en Lima. El caso del aguaje es singular ya que es la fruta regional, en estado fresco, más consumida de la selva peruana (solo la población de la ciudad de Iquitos consume 22 ton/día), lo que, por disponibilidad y precio, no se torna factible para su uso masivo en acuicultura.

De otro lado, insumos de alto valor proteico y lipídico como la harina de tarwi y la torta de sacha inchi, de los cuales se esperaba un alto rendimiento en base justamente a sus teóricas bondades nutricionales, simplemente decepcionaron a los investigadores. El desconocimiento de la ausencia de algunos aminoácidos esenciales, la presencia de factores anti-nutricionales, de inhibidores de las proteasas o de los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes de estos insumos, son algunas de las causas argumentadas por los autores para explicar el bajo rendimiento de los peces alimentados con estos ingredientes. Por su perfil proteico, estos dos insumos fueron evaluados intentando ser alternativas parciales a la torta de soya que es importada de Argentina, Bolivia y Paraguay, así como de la harina de pescado.

Si bien los rendimientos productivos finales de los peces alimentados con torta de castaña brasileña, harina de trigo regional, harina de yuca, harina de plátano, harina de pijuayo, polvillo de malta de cebada, harina de lenteja de agua y harina de almendro de umarí, son inferiores a los reportados con el uso de dietas extrusadas (Dañino et al. 2011), éstos son lo suficientemente consistentes para la piscicultura con fines específicos de subsistencia y menor escala. De hecho, los piscicultores de subsistencia y aquellos localizados en comunidades rurales de ceja de selva (p.e. Amazonas, Ayacucho, Cuzco, Huánuco y San Martín), cosechan sus peces (paco, gamitana y/o tilapia)





entre los 120 - 180 días de cultivo, cuando éstos alcanzan 200 - 300 g de peso. Por tanto, estos insumos pueden ser utilizados sin comprometer la producción esperada. Por otro lado, la variabilidad observada en el tiempo de cosecha depende no solo del alimento, sino también de la especie cultivada, el peso inicial de siembra, la densidad de cultivo, las condiciones climáticas y el manejo alimenticio.

Adicionalmente, la disponibilidad y precios de varios insumos, facilita su empleo masivo en piscicultura. En tal sentido, Lochmann *et al.* (2009) menciona que existen insumos regionales cuyos precios, muchas veces debido a la saturación del mercado, caen hasta niveles donde pueden ser mejor empleados como insumos para piscicultura. No hay duda de que el maíz y el trigo son las principales fuentes energéticas empleadas en dietas para peces amazónicos (Mori-Pinedo *et al.* 1999; Lochmann *et al.* 2009). Empero, el precio de estos dos insumos, se ha incrementado paulatinamente en el último lustro, siendo el trigo incluso importado a precios altos. En contraste, varios de los insumos evaluados en el Perú, forman parte de la dieta del poblador local y son cultivados cerca de los estanques de producción piscícola, facilitando su empleo y abaratando sustancialmente los costos de producción.

REFERENCIAS

Alcántara, F.B. & Colace, M.B. 2001. *Piscicultura, seguridad alimentaria y desarrollo en la carretera Iquitos-Nauta y el río Tigre. Valorando y preservando nuestros peces amazónicos. Editorial Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.*

Adelizi, P.D.; Rosati, R.R.; Warner, K.; Wu, Y.V.; Muench, T.R.; White, M.R.; Brown, P.B. 1998. *Evaluation of fish-meal free diets for rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Aquaculture Nutrition, 4: 255-262.*

Armas, O.R.A. 2010. *Influencia de la harina de tarwi, Lupinus mutabilis (Fabaceae), en el crecimiento de alevinos de gamitana, Colossoma macropomum (Serrasalmidae) criados en ambientes controlados. Tesis para optar el Título de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 66p.*

Bances, K.C. & Moya, L.C. 2001. *Sustitución de la harina de maíz (Zea mays) por la harina de almendro de umarí (Poraqueiba sericea) en raciones para alevinos de gamitana, Colossoma macropomum (Pisces, Serrasalmidae). Tesis para optar el Título de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 70 p.*

Campos, P.M.F. 2010. *Sustitución de la harina de maíz, Zea mays por harina de kudzu, Pueraria phaseoloides en dietas para alevinos de gamitana, Colossoma macropomum criados en jaulas. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 72p.*

Casado D.C.P.; Rodríguez, C.L.; Alcántara, B.F. & Chu-Koo, F. 2009. *Evaluación del trigo regional Coix lacryma-jobi (Poaceae) como insumo alimenticio para gamitana, Colossoma macropomum. Folia Amazónica, 18(1-2):89-96.*

Casanova, F.R. & Chu-Koo, F. 2008. *Evaluación del polvillo de malta de cebada, Hordeum vulgare, como insumo alimenticio para gamitana (Colossoma macropomum). Fo-*





Tabla 1. Composición nutricional (en base a materia seca) de 13 insumos vegetales alternativos, empleados en la alimentación de peces amarónicos.

Insumo Evaluado	Nombre científico	M. Seca (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)	NFEX (%)	EB (Kcal/10)	Referencia
Torta castaña brasileña	Bertholletia excelsa	91.9	38.2	15.7	7.6	8.9	29.1	4105	Suárez (2011)
Harina de tani	Lupinus mutabilis	91.6	46.3	32.7	—	—	12.6	5760	Armas (2010)
Harina Trigo regional	Coxia lacrymajobi	89.3	9.8	3.5	6.2	7.8	62.0	3285	Casado et al. (2009)
Harina de yuca	Manihot sculenta	88.3	1.3	3.3	3.7	0.7	91.0	3777	Udo & Unoren (2011)
Harina de pijuayo	Bactris gasipaes	91.7	7.8	15.8	6.7	2.1	67.8	3810	Mora-Urpi et al. (1997)
Harina de plátano	Musa paradisiaca	—	2.0	0.8	0.9	1.5	88.9	3730	Chugujpiondo & Galbón (2005)
Harina hojas de lucúu	Pueraria phasecoloides	87.4	19.9	3.3	41.1	7.0	28.7	3440	Campos (2009)
Harina de maca	Lepidium meyenii	94.0	11.9	2.7	8.3	4.8	72.3	3790	Orellana et al. (2005)
Harina de aguaje	Mauritia flexuosa	98.8	11.3	6.5	25.6	3.5	51.9	3226	Quique et al. (2009)
Polvillo malta cebada	Hordeum vulgare	91.81	15.5	1.6	7.8	4.12	62.7	2808	Casanova & Chu Koo (2008)
Harina lenteja de agua	Lemna minor	94.3	28.0	3.4	11.5	14.2	48.7	3374	Machuca & Mejía (2008)
Torta de sacha inchi	Plukenetia volubilis	95.1	29.94	10.21	3.96	3.6	37.4	3918	Ruiz & Vela (2008)
Harina almendra umari	Paraqueiba sericea	89.8	5.7	0.6	2.3	2.6	78.9	4725	Bancos & Moya (2001)

Leyenda: NFEX (carbohidratos), EB (energía bruta).

Tabla 2. Síntesis de la experiencia peruana en el uso de insumos vegetales alternativos en la alimentación de peces.

Insumo Evaluado	Inclusión Dietaria	CP (%)	Energía (Kcal/Kg)	Pez	PI (g)	PF (g)	TCE	KAA	S	Tiempo (días)	Cultivo	Referencia
T. castaña brasil	30%	26.0	2500 (ED)	Gamitana	29.4	267.1	1.63	1.58	96.2	135	Estanque	Suárez (2010)
Harina de tani	40%	28.0	—	Gamitana	6.9	29.1	0.99	5.10	88.9	150	Jaulas	Armas (2010)
H. trigo regional	20%	22.0	2500 (ED)	Gamitana	23.6	217.4	1.60	1.80	100	135	Estanque	Casado et al. (2009)
Harina de yuca	30%	27.0	2900 (ED)	Gamitana	82.8	559.0	1.03	1.86	100	180	Recirculación	Lochmann et al. (2009)
Harina de pijuayo	30%	28.1	2900 (ED)	Gamitana	89.6	527.4	0.95	1.84	100	180	Recirculación	Lochmann et al. (2009)
Harina de plátano	30%	27.5	2900 (ED)	Gamitana	86.9	542.7	0.95	1.84	100	180	Recirculación	Lochmann et al. (2009)
H. hojas de lucúu	28%	34.0	—	Gamitana	8.8	150.4	—	1.95	100	180	Jaulas	Campos (2009)
Torta de castaña	30%	29.0	3100 (ED)	Paco	221.0	685.4	—	1.10	100	100	Estanque	Mercado (2008)
Harina de maca	15%	50.0	—	Paco	2.0	19.7	4.06	0.64	92.0	120	Acuarios	Palacios et al. (2008)
Harina de aguaje	15%	49.5	—	Paco	2.1	15.3	3.55	0.68	94.0	120	Acuarios	Palacios et al. (2008)
Polvillo de malta	20%	26.0	2500 (ED)	Gamitana	33.7	302.1	1.80	1.50	100	120	Estanque	Casanova & Chu Koo (2008)
H. lenteja de agua	10%	26.0	2500 (ED)	Pacotana	50.4	317.3	1.50	1.90	100	120	Jaulas	Machuca & Mejía (2008)
H. lenteja de agua	10%	26.0	2500 (ED)	Paco	29.4	117.3	1.10	2.70	100	120	Jaulas	Machuca & Mejía (2008)
Torta sacha inchi	20%	26.0	2500 (ED)	Gamitana	19.4	193.8	1.60	2.20	100	150	Jaulas	Ruiz & Vela (2008)
Harina de pijuayo	30%	28.1	2938 (ED)	Gamitana	89.6	219.6	1.80	0.40	100	45	Recirculación	Chu Koo & Kohler (2006)
Harina de plátano	32%	22.8	3150 (EB)	Gamitana	3.1	149.9	0.94	2.08	88.0	180	Jaulas	Chugujpiondo & Galbón (2005)
H. almend. umari	40%	16.7	—	Gamitana	24.2	327.0	—	3.10	83.3	162	Jaulas	Bancos & Moya (2001)

Leyenda: CP (contenido proteico), ED (energía digestible), EB (energía bruta), PI (peso inicial), PF (peso final), TCE (tasa de crecimiento específico), KAA (índice de conversión alimenticia aparente), S (% sobrevivencia de peces).



lia Amazónica, 17(1-2):15-22.

Chu-Koo, F.W. & Kohler, C.C. 2006. Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana *Colossoma macropomum*. In: Renno, J. F.; García Dávila, C. R.; Duponchelle, F. & Núñez, J. (eds.). *Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura*. 184-191p.

Chuquipiondo, J.M.L. & Galdós, R.A.P. 2005. 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. UNAP. Iquitos – Perú. 78p.

Dañino, P.A.; Nash, R.L. & Chu-Koo, F. 2011. Rendimiento productivo de la gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivada en estanques con y sin revestimiento de geomembranas en la Amazonía peruana. In: Núñez, J., Chu-Koo F, Porto J. & García-Dávila, C.R. (eds.). *Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura*. 155-161p.

Lochmann, R.; Chen, R.; Chu-Koo, F.W.; Camargo, W. & Kohler, C. C. 2009. Effects of carbohydrate-rich alternative feedstuffs on growth, survival, body composition, hematology, and non-specific immune response of Black Pacu, *Colossoma macropomum*, and Red Pacu, *Piaractus brachypomus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(1):33-44.

Machuca, E.J. & Mejía, P.P. 2008. Utilización de la harina de lenteja de agua (*Lemna* sp.) en dietas para alevinos de paco (*Piaractus brachypomus*) y pacotana (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*), criados en jaulas flotantes. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 75p

Mercado, F.J.A. 2008. Efecto de tres dietas practicas a base de castaña (*Bertholletia excelsa*), pijuayo (*Bactris gasipaes*) y mucuna (*Mucuna pruriens*) en el desempeño productivo de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. UNAMAD. Puerto Maldonado, Perú. 80p.

Mora-Urpí, J.; Weber, J.C. & Clement, R.C. 1997. Peach palm, *Bactris gasipaes* Kunth: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. IPGRI. 83p.

Mori-Pinedo, L; Pereira-Filho, M. & Oliveira-Pereira, M. 1999. Substituição do fubá de milho (*Zea mays*, L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H. B. K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Acta Amazónica*, 29(3):447-453.

Orellana, A.; Muchaypiña, J.J. & Guillermo, J.J. 2005. Prevalencia de hongos en harina de *Lepidium peruvianum* «Maca» en mercados de Andahuaylas, Ica y Cañete – Perú. *Rev. Peruana de Biología*, 12(3): 445- 448.

Palacios, M. E.; Dabrowski, K.; Abiado, M.A.; Lee, K. J. & Kohler, C.C. 2006. Effects of diets formulated with native Peruvian plants on growth and feeding efficiency of Red Pacu (*Piaractus brachypomus*) juveniles. *Journal of World Aquaculture Society*, 37(3):246-255.





PRODUCE (Ministerio de la Producción). 2012. Cosecha de recursos hidrobiológicos procedentes de la actividad de acuicultura según ámbito y especie (ene - oct 2011). Boletín Estadístico. http://www.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBME-NU01/2011/octubre/05_01.pdf. Visitado el 14 Marzo 2012.

Quispe J.F.; Ayala, R.M.; Ingunza, R.G.; Landeo, P.E. & Pascual, C.G. 2009. Caracterización de aceites, tortas y harinas de frutos de unguurahui (*Jessenia polycarpa*) y aguaje (*Mauritia flexuosa*) de la Amazonía peruana. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75(2): 243-253.

Ruiz, A.J. & Vela, M.M. 2009. Utilización de la torta de sacha inchi, *Plukenetia volubilis* (Euphorbiaceae) en raciones para alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Serrasalmidae) criados en jaulas flotantes. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 78p.

Suárez, J., 2010. Utilización de la torta de castaña brasilera (*Bertholletia excelsa*) en la alimentación de gamitana (*Colossoma macropomum*). Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. UNAP. Iquitos, Perú. 74p.

Tello, S. 2011. Programa AQUAREC. Informe de Gestión 2011. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Iquitos, Perú. 43p.

Udo, I.U. & Umoren, U.E.. 2011. Nutritional evaluation of some locally available ingredients use for least-cost ration formulation for African catfish (*Clarias gariepinus*) in Nigeria. *Asian Journal of Agricultural Research* 5: 164-175.



EL SISTEMA ACUÍCOLA DE RECICLAJE INTEGRAL (SARI), UN CIRCUITO CERRADO QUE CONTIENE UN ECOSISTEMA COMPUESTO DE PECES Y PLANCTON

Sylvain Gilles¹, Rosa Ismiño², Christian Fernandez¹, Rémi Dugué¹, François Kervarec¹, Jean François Renno¹, Jesús Nuñez¹

¹ *Institut de Recherche pour le Développement – IRD – Francia.*

² *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP – Perú.*

INTRODUCCIÓN

Los circuitos cerrados van a tener una gran importancia en el desarrollo de la acuicultura en Amazonía central que no tiene suministro de agua con gravedad por falta de relieve, lo que permite un ahorro importante de energía por bombeo reusando el agua de cría. Con ellos se puede colocar una producción acuícola en cualquier sitio utilizando las capas freáticas y permiten también, aislando las granjas, evitar introducciones de agentes patógenos en las crías, y recíprocamente contaminaciones de la biodiversidad genética del medio natural. Los circuitos cerrados clásicos funcionan en agua clara con filtros que sacan los heces del sistema (físicos) y otros que transforman la orina (amoniaco) en nitratos que no son tóxicos (biológicos).

La Acuicultura MultiTrófica Integrada (AMTI), es una práctica en la que los desechos de una especie son reciclados para convertirse en aportes (fertilizantes, alimentos) para otra (Chopin, 2006). “Multitrófica” se refiere a la incorporación de especies de diferentes niveles tróficos o nutricional es en el mismo sistema. Se puede combinar el principio del circuito cerrado con la AMTI ligando volúmenes de cría intensiva con otros de cría extensiva que funcionan como unidades de depuración del agua. Se puede usar agua verde con el fitoplancton estableciendo un mutualismo con los peces: las algas depuran el agua de la excreción de los peces y les llevan oxígeno con la fotosíntesis, los peces dan nutrientes y CO₂ al fitoplancton (Gilles et al., 2008). Y además, el utilizar peces detritívoros permite mineralizar las algas que mueren y se sedimentan, y así mantener el “bloom” fitoplanctónico (McQueen et al., 1986; Drenner et al., 1987; Lazaro, 1987; Northcote, 1988; Elser et al., 1990). Pero cuando se añade alimento en el sistema para obtener un crecimiento de los peces la densidad fitoplanctónica aumenta y tiene que ser regulada para evitar un hundimiento de la población de algas debido a la alta concentración (Rimon y Shilo, 1982).

Dos tipos representativos de esos circuitos cerrados en agua verde han sido desarrollados usando dispositivos periódicos o permanentes de extracción del fitoplancton. El Dekel Aquaculture System, en el cual, el agua de cría es eliminada fuera del sistema al final del ciclo, y tiene que ser renovada para el ciclo siguiente (Mires et al, 1990, Mires y Amit, 1992). Y el Partitioned Aquaculture System (PAS) donde el fitoplancton es cosechado continuamente con un filtro rotativo (Drapcho y Brune, 2000; Brune et al., 2001 and 2003).

Nosotros, en el centro IRD de Mbour hemos desarrollado entre 2003 a 2009 un sistema que no necesita extraer el fitoplancton, con un primer prototipo ubicado en Senegal a





orillas del Atlántico (Gilles *et al*, en prensa). El cual funciona con un circuito cerrado de 60 m³ albergando un ecosistema simple donde el fitoplancton es consumido por zooplancton, por lo que su crecimiento está controlado. Este consumo es realizado en un volumen colocado en derivación del circuito principal compuesto de una parte intensiva donde los peces son alimentados, ligada a una parte extensiva donde los peces consumen los desechos y crece el fitoplancton. El volumen dedicado al cultivo del zooplancton opera con rellenos de agua verde y vacíos sucesivos, como un pulmón. El zooplancton reintroducido en el circuito es consumido por los peces, sobre todo por los alevinos. Este prototipo ha funcionado en agua salobre (15 ppm) con la tilapia eurialina *Sarotherodon melanotheron heudelotii* y tuvo colonización natural y exclusiva del alga *Chlorella* sp (*Nannochloris*) y el rotífero *Brachionus plicatilis*. La productividad del prototipo es de 18.5 ton/ha/año con una tasa de conversión del alimento de 1.69. No se han realizado recambios de agua, solo se ha compensado la evaporación. Según la concentración algal, el sedimento depositado en el volumen de producción zooplanctónica era rechazado del sistema, sea reintroducido en el circuito principal. Era la única pérdida de materia orgánica.

En la actualidad, un segundo prototipo de este sistema de cría funciona ahora en el centro del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) en Iquitos, Perú. Es un circuito cerrado de 10 m³ de volumen total, dedicado a la cría de larvas y la producción de juveniles de la doncella, *Pseudoplatystoma punctifer* (*fasciatum*), o de otras especies de bagre. El objetivo con su uso es proponer un circuito cerrado en agua verde de tamaño de cría comparable al que ya funciona en la estación del IIAP (programa Aquarec) en agua clara. Así se podrá tener una comparación muy instructiva entre los funcionamientos de los dos tipos de circuito cerrado (Figura 1).

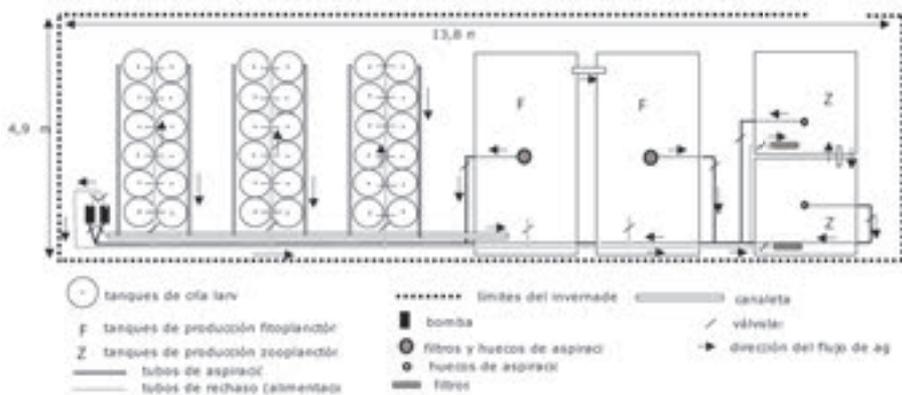


Figura 1. Descripción gráfica del circuito SARI instalado en Quisto Cocha en la sede del IIAP en Iquitos

Este circuito en agua verde fue colonizado al principio de su funcionamiento (enero 2011), por un alga verde del genero *Golinkinia*, el cual tiene espinas, puede alcanzar diámetro de 50 μ y tapa fácilmente los filtros de 200 μ necesarios en los primeros días de cría de *P. punctifer*. Así los primeros ensayos sobre su funcionamiento fueron hechos con peces ya juveniles y también adultos, los cuales se describen en este artículo que presenta la adaptación de *P. punctifer* a este nuevo tipo de circuito cerrado.





MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del prototipo: El circuito cerrado se compone de un volumen de cría larval, dividido en 36 tanques de 30 litros (1080 l en total) asociado a un volumen de depuración del agua con una proporción aproximada de 1 a 9. El volumen total de depuración es de 9 m³, dividido en 4 artesas (tanques), con 50 cm de profundidad, la superficie de depuración es de 18 m² (Figura 1). Dos artesas de 3 m³ cada una son dedicadas a la mineralización de los desechos orgánicos y la producción fitoplanctónica (F en la Figura 1), otras dos de 1.5 m³ son dedicadas a la producción zooplanctónica (Z en la Figura 1). En el volumen de depuración F, se mantienen peces detritívoros que comen los desechos de la cría larval (heces, alimento en exceso), y también que comen el fitoplancton sedimentado. En el volumen de depuración Z no hay peces detritívoros y se produce zooplancton que regula la biomasa fitoplanctónica en exceso.

Los tanques de cría larval y las artesas F constituyen el circuito principal que funciona permanentemente. Esos volúmenes se vacían únicamente para cosechar los peces al final del ciclo de cría. Las artesas Z son colocadas en derivación del circuito principal, y funcionan con rellenos y drenajes sucesivos. Esas dos artesas tienen una comunicación entre ellas para poder hacer siembras recíprocas en zooplancton.

El volumen total de circuito es 10.8 m³. Las bombas de circulación del agua, que funcionan alternativamente, tienen un caudal de 5 m³/h. Así el volumen de cría larval puede tener un recambio promedio de agua del 500%/h y el de depuración (tanques 1 y 2) de 90%/h. Columnas de “desgaseo” colocadas en el suministro del agua de los tanques de depuración, permiten regularizar los gases disueltos, notablemente el O₂ y el CO₂.

Seguimiento de los parámetros físico químicos: La temperatura del agua (°C), la concentración del oxígeno disuelto y el pH son medidos en el circuito dos veces al día (6am y 3pm) usando oxímetro CyberScan DO 300/310; Hanna HI 9025 pH meter. El nitrógeno amoniacal (N-NH₄⁺ + N-NH₃) los nitritos (NO₂⁻) y los nitratos (NO₃⁻) son medidos con un fotómetro Hanna HI 83203 una vez al día (3pm). La luz es medida cada diez segundos (Wh/m²/día) con un pyranómetro SP-Lite de marca Kipp & Zonen (Delft, The Netherlands).

Material biológico: Se trabajó con *Pseudoplatystoma punctifer* con juveniles nacidos el 22 de enero de 2011. Los peces detritívoros escogidos para tener el papel de mineralización en los tanques 1 y 2 (depuración) pertenecen a la familia Loricariidae con las especies siguientes: *Pterygoplichthys scrophus*, *Pseudorinelepis genibarbis*, *Hypostomus emarginatus*, *Glyptoperichthys sp* y *Ancistrus sp*.

Seguimiento de los parámetros biológicos: La concentración en fitoplancton fue medida una vez al día por colorimetría con el fotómetro Hanna (420-nm) estableciendo una relación entre la densidad óptica (DO) y la densidad algal (DA- *Golenkinia sp*) medida con la célula de Malassez usando un microscopio Olympus CX41 (x20 magnificación) según la ecuación:

$$DA = 159452e0.9333DO, R2 = 0.9957, gl = 3$$





La concentración en zooplancton (ind/ml) fue determinada con conteos usando un OLYMPUS SZX9/12 stereomicroscope (después de añadir 5% formaldehído) mediante 12 conteos hechos en muestras de 50 μ l entre las cuales la más alta y la más baja medida es rechazada.

Periodos de estudio: Se realizaron tres períodos de estudio: 16 de mayo al 30 de junio, 23 de agosto a 22 de septiembre y 22 de setiembre a 4 de noviembre de 2011.

Protocolos de crías de preengorde y de engorde: Durante los dos primeros ensayos doce juveniles de *P. punctifer* fueron colocados individualmente en los tanques de 40 litros. Durante el tercer ensayo nueve juveniles fueron agrupados en una jaula de 0.234 m³ colocada en el primer tanque de depuración.

Alimentación de los peces y seguimiento al crecimiento: Las tasas de alimentación diaria según los experimentos fueron: 10, 7 y 5% con un alimento flotante de 45% de proteína. Las densidades de cría fueron: 1, 5 y 10 Kg/m³. Se evaluó el desempeño con el índice de crecimiento diario (ICD):

$(Pf1/3 - Pi1/3) * T^{-1} * 100$, donde Pf: peso final, Pi: peso inicial,

T : duración del período en días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los tres ensayos no ocurrió ningún recambio de agua ni eliminación de la materia orgánica, el reciclaje fue total. Los parámetros físico-químicos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros físico-químicos presentados en rutina en la mañana y tarde. NAT: nitrógeno amoniacal total.

Variable	Mínimo (am)	Máximo (pm)
O ₂ disuelto	6.45	10.63
Temperatura	25.3	31.9
pH	6.83	9.95
Luz solar	461	1395
NAT	<0.15	
NO ₂	<0.02	
NO ₃	= 0	

El fitoplancton naturalmente sembrado, que rápidamente dominó el medio de manera casi exclusiva pertenece al género *Golenkinia*, eliminando otras algas de los géneros *Scenedesnus* y *Chlorella*, con una concentración que varió de 2.86x10⁵ a 3.59x10⁶ cé-





lulas/ml. Esta variación importante nunca ha afectado los parámetros físicos y químicos ni la producción de oxígeno.

El zooplancton que se adaptó a la presencia de *Golenkinia* pertenece a los Cladóceros (*Mohina* sp) y también a la familia de los copépodos. La concentración zooplanctónica en los tanques Z fue inestable y no intervino realmente en la regulación del fitoplancton. Esta regulación fue realizada por peces detritívoros que comieron la totalidad de las algas que sedimentaron, estos peces han crecido y se han reproducido en los tanques de depuración. También los guppis se han reproducido fácilmente. Los resultados de la cría, se pueden leer en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados del proceso de cría para los tres ensayos realizados

Temporadas	1	2	3
Duración(días)	44	29	40
Pi y Pf promedio (g)	10-23	90-148	148-255
Tasa Conversión Alimento	3.5	2.6	1.1
ICD	1.52	2.77	2.82

¿Por qué ocurrió el establecimiento casi exclusivo de las algas *Golenkinias*? Esas algas con espinas no son consumidas por los rotíferos (*Trichocerca* sp) y también por zooplancton más pequeño. Los copépodos y los cladóceros comen las *Golenkinias*, pero parece ser que esas algas no permiten el establecimiento permanente de este zooplancton. El nivel de concentración en *Golenkinia* se mantuvo constante sin la intervención del zooplancton.

Parece más difícil establecer *Chlorella* en agua dulce que en agua salobre. Por lo que a futuro, se va a intentar mantener este tipo de algas (como se trabajó en Senegal), que son más pequeñas y de mejor desempeño y no tienen espinas. Con el manejo de esta alga el objetivo es contar con rotíferos que es el zooplancton que se desarrolla muy rápidamente y que luego será comido por las larvas y alevinos de *P. punctifer*.

¿Porque hemos tenido resultados muy diferentes en los tres ensayos? El espacio en la jaula y también la presencia de los congéneres ha podido ser determinante. La tasa de conversión muy buena del ensayo 3 puede explicarse por el hecho que las doncellas en la jaula tenían la posibilidad de comer los guppis que entraban en la misma.

CONCLUSIÓN

El reciclaje del agua y de la materia orgánica fue total durante los ensayos de aproximadamente un mes. La buena adaptación al sistema de *P. punctifer* y de los Loricariidae queda demostrada. Pero hay que validar el funcionamiento del sistema y su estabilidad sobre una temporada bastante larga antes de hacer una transferencia hacia el sector privado.





Será posible tener un mejoramiento de la rentabilidad del sistema de circuito cerrado en agua verde con el ecosistema actual, para el preengorde y el engorde de la doncella, utilizando al mínimo las bombas de circulación del agua y solamente durante los períodos indispensables.

REFERENCIAS

Brune DE, Reed S, Schwartz G and Collier J 2001. *High rate algal systems for aquaculture. AES Issues Forum*, 81-110.

Chopin T. 2006. *Integrated multi-trophic aquaculture. What it is, and why you should care... and don't confuse it with polyculture. Northern Aquaculture, Vol. 12, No. 4, July/August 2006*, pg. 4.

Drapcho CM and Brune DE 2000. *The Partitioned Aquaculture System: Impact of design and environmental parameters on algal productivity and photosynthetic oxygen production. Aquacultural Engineering* 21, 151-168.

Drenner RW, Hambright KD, Vinyard GL, Gophen M and Pollinger U 1987. *Experimental study of size-selective phytoplankton grazing by a filter-feeding cichlid and the cichlid's effects on plankton community structure. Limnology and Oceanography* 32, 1138-1144.

Elser JJ, Marzolf E and Goldman CR 1990. *The roles of phosphorus and nitrogen in limiting phytoplankton growth in freshwaters: a review of experimental enrichments. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 47, 1468-1477.

Gilles S, Lacroix G, Corbin D, Bâ N, Ibañez Luna C, Nandjui J, Ouattara A, Ouédraogo O and Lazzaro X 2008. *Mutualism between euryhaline tilapia *Sarotherodon melanotheron heudelotii* and *Chlorella* sp. – implications for nano-algal production in warm water phytoplankton-based recirculating systems. Aquacultural Engineering* 39, 113-121.

Lazzaro X 1987. *A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. Hydrobiologia* 146, 97-167.

Mires D, Amit Y, Avnimelech Y and Diab S, Cochaba M 1990. *Water quality in a recycled intensive fish culture system under field conditions. Bamidgeh* 42, 110-121.

Mires D and Amit Y 1992. *Intensive culture of tilapia in quasi-closed water-cycled flow-through ponds – the Dekel Aquaculture system. Bamidgeh*, 44, 82-86.

Northcote TG 1988. *Fish in the structure and function of freshwater ecosystems: A "top-down" view. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45, 361-379.

Rimon A and Shilo M 1982. *Factors which affect the intensification of fish breeding in Israel. Bamidgeh* 34, 87-100



CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA EN EL CULTIVO DE “DONCELLA” “*Pseudoplatystoma punctifer ex. fasciatum* EN SISTEMA CERRADO

Christian Fernández^{1,2}; Diana Castro^{3,4}; Sylvain Gilles^{3,4}; Rémi Dugué^{3,4}; François Kervarec⁵; Fabrice Duponchelle^{3,5}, Jean François Renno^{3,5} & Jesús Núñez^{3,5}

¹ Programa de Investigación Para el Uso del Agua y sus Recursos (AQUAREC), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Carretera Iquitos Nauta km 4.5, Iquitos, Perú.

² Laboratorio de Acuicultura. Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura (FOPCA), Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Miraflores, Lima, Perú.

³ Laboratorio Mixto Internacional – Evolución y Domesticación de la Ictiofauna Amazónica (LMI-EDIA)

⁴ Laboratorio de Biología y Genética Molecular (LBGM), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Carretera Iquitos Nauta km 4.5, Iquitos, Perú. E-mail: dnacastro2003@yahoo.com

⁵ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR-ISEM (Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier), Université Montpellier 2, France

INTRODUCCIÓN

Una de las especies más conocidas de bagres gigantes es la “doncella” *Pseudoplatystoma punctifer*, se encuentra ampliamente distribuida en la Cuenca Amazónica (Goulding et al., 1996). Es un bage de hábitos piscívoros (Barbarino & Winemiller, 2003), de carne muy apreciada en los mercados locales de la Amazonia peruana debido a la ausencia de espinas intramusculares y al tamaño que alcanza. Debido a su morfología también es considerada como un pez ornamental por los colores durante su etapa juvenil. Todo esto ha llevado al incremento de su demanda, lo cual ha inducido el aumento de su extracción (Rodríguez, 1991). La “doncella” es considerada como una especie prometedora para la producción piscícola, pero en la actualidad con altas tasas de mortalidad en la etapa larval y dificultades en la obtención de alevines (Kossowski & Madrid, 1985; Kossowski, 1991; Padilla et al., 2001). Los primeros ensayos de levante de larvas, demostraron la existencia del canibalismo en esta especie (Kossowski & Madrid, 1991), este comportamiento es descrito como el principal factor de mortalidad cuando aparece dentro de una producción de alevines (Qin & Fast, 1996). Se han realizado estudios sobre las etapas larvales, que brindan aportes significativos con el fin de optimizar la larvicultura (Nuñez et al., 2008; Díaz-Olarte et al., 2009). Sin embargo la producción suficiente y oportuna de alevines “entrenados” al consumo de alimentos secos, constituye uno de los principales factores limitantes para el desarrollo de la producción de los grandes bagres (Pimelodidae) en América Latina (Kossowski, 1996; Nuñez, 2009). Existen las mismas dificultades en una especie cercana de la cuenca del río San Francisco, *Pseudoplatystoma corruscans*, pero se ha realizado un avance notable en el estudio y en el cultivo de esta especie (Martino et al., 2002; Segura et al., 2004) sobre todo trabajando en el “entrenamiento” a consumir alimento seco para la obtención de alevines adaptados a dietas artificiales (Machado, 1998; Martino, 2002; Guerrero, 2003). En tal sentido, los objetivos del presente estudio fueron evaluar el





crecimiento y la supervivencia de alevines y juveniles de “doncella” *Pseudoplatystoma punctifer*, en un sistema cerrado de recirculación de agua bajo condiciones controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ) en el marco del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), ubicado en la carretera Iquitos - Nauta a 4.5 Km. de la ciudad de Iquitos, Región Loreto.

La selección de los reproductores fue realizada directamente en el estanque, las hembras que presentaron el abdomen más prominente, ovocitos homogéneos, de tamaño promedio adecuado y los machos que emitieron esperma por presión abdominal fueron seleccionados, para ser sometidos al proceso de inducción. La inducción se realizó mediante la inyección intramuscular de una hormona sintética (Conceptal®). La alimentación inicial de las larvas de “doncella” *P punctifer* fue a base de nauplios de *Artemia* sp. recién eclosionados a los 3 días post-fertilización (dpf) con una frecuencia de 7 veces al día cada 2 horas (6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 horas). Se usó como unidad experimental el circuito con recirculación de agua constituido por 6 unidades de 6 tanques de fibra de vidrio de 30 litros. Durante todo el experimento los tanques fueron cubiertos con mantas negras para buscar el mejor desarrollo sin interacciones del entorno. Se realizó el proceso de adaptación al alimento balanceado pasando gradualmente de los nauplios de artemia a un alimento balanceado húmedo aglomerado con colapez y posteriormente a un alimento balanceado seco comercial (50% PB) con una tasa de alimentación del 5%. A los 2 meses (de eclosión) los peces fueron trasladados a un sistema cerrado de recirculación de agua constituido por 3 tanques rectangulares de concreto revestidos de mayólica de 400 litros bajo condiciones controladas con filtración mecánica y biológica a una densidad inicial de 50 individuos por m² y con una frecuencia de alimentación de 2 veces al día y un caudal de recirculación de 360 L.hora⁻¹. Durante el experimento se han realizado recambios parciales de agua semanales (50%) por la limpieza del filtro mecánico; así como el seguimiento de los parámetros fisicoquímicos del agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura se mantuvo en 27 ± 0.5 °C. Los niveles de nitrógeno amoniacal total (NAT) y nitritos (NO₂) se muestran en la Figura 1. Durante los dos primeros meses en el circuito con recirculación de agua de 36 tanques no había presencia de estos. A partir del segundo mes los niveles se mantienen oscilantes, llegando a un máximo de 1.5 mg.L⁻¹ de NAT en el quinto mes y los NO₂ menores a 0.5 mg.L⁻¹. Estos niveles no llegaron a ser tóxicos para los peces. Estos son reducidos por el filtro biológico y los cambios parciales de agua. La variación de los niveles de NAT y NO₂ se debe a los mantenimientos y el mejoramiento del filtro, biológico así como a los cambios de tamaño y calidad del alimento durante el experimento.



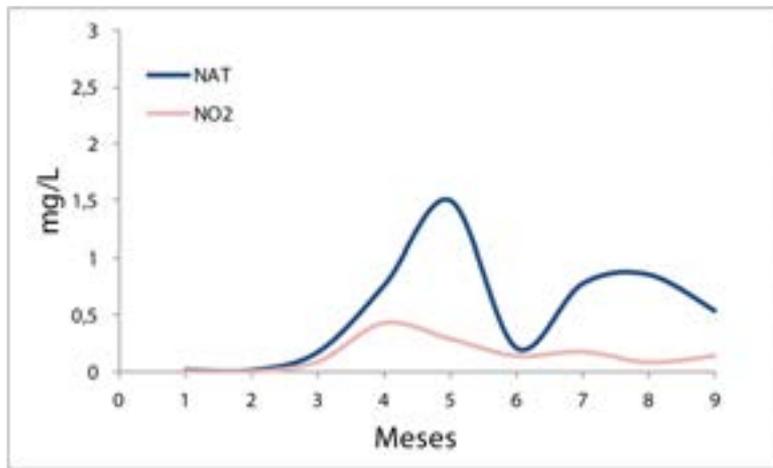


Figura 1. Niveles de Nitrógeno Amoniaco Total (NAT) y Nitritos (NO₂) en mg.L-1. Durante los 9 meses de experimento.

El crecimiento en peso (g) durante los 9 meses se muestra en la Figura 2. El peso promedio alcanzó 350 ± 61 g y la longitud total 367 ± 20 mm con valores máximos de 494 g y 405 mm. Durante el proceso de adaptación y hasta el final del experimento (9 meses desde la eclosión) la supervivencia se mantuvo al 100%. La correlación con la curva polinómica es de $R^2 = 0.99$.

En *P. corruscans* el cultivo a nivel intensivo en jaulas llegan a obtener individuos entre 700 y 850 g frente al nivel semi-intensivo en estanques donde logran llegar a 1.1 Kg ambos en más de 9 meses de cultivo bajo condiciones similares (Scorvo Filho et al., 2008). Bajo este modelo de crecimiento polinómico y manteniendo los peces bajo las mismas condiciones se podría a llegar a tener individuos de 1 Kg a los 12 meses en *P. punctifer*.

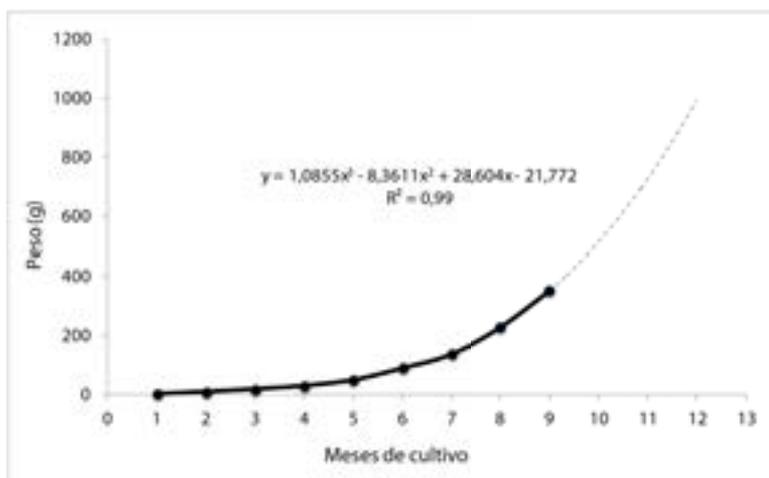


Figura 2. Modelo de crecimiento (línea punteada) en peso (g) de *P. punctifer* en sistema cerrado de recirculación de agua. La curva negra presenta el promedio de peso de los peces, determinado cada 30 días (marcadores circulares).





CONCLUSIONES

Se ha demostrado la posibilidad de cultivar alevines y juveniles de doncella adaptados a dietas balanceadas en circuitos con recirculación de agua controlando de mejor manera el estado y comportamiento de los peces y logrando economizar el recurso agua. Por otro lado es necesario definir un sistema de producción a gran escala que permita un mejor manejo y control del desarrollo de los peces así como determinar las variables económicas de la producción de alevines y de engorde en altas densidades en estas condiciones.

REFERENCIAS

Barbarino, A. & Winemiller, KO. 2003. Dietary segregation among large catfishes of the Apure and Arauca Rivers, Venezuela. *Journal of Fish Biology*. 63: 410-427.

Díaz-Olarte, J., Cruz, N., Marciales, L., Medina, V., Cruz, P. 2009. Efectos de la densidad de siembra y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*. *Orinoquia* 13(1): 21-30.

Guerrero, C. E. 2003. *Treinamento alimentar de pintado Pseudoplatystoma coruscans (Agassiz. obre i cia crescimento e aspectos eco micos. Tesis de Maestría, Centro de Aquicultura Jaboticabal Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil. Unillanos, Villavicencio, Meta. pp 65-67.*

Goulding, M., Smith, N.J.H. & Mahar. D.J. 1996. *Floods of fortune. Ecology and Economy along the Amazon. Columbia University Press, Nueva York. Nacional de Colombia. Bogotá.*

Kossowski, C., Madrid, F. 1985. *Ensayo de la reproducción inducida en el bagre rayado cabezón Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus 1766) (Pisces. Siluriformes). En: Acta Científica Venezolana 36: 284-285.*

Kossowski, C., Madrid, F. 1991. *Observaciones de los Estadios Embrionario y Larval del bagre rayado cabezón Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus 1766) (Pisces, Siluriformes). Biollania, 8: 9-15.*

Kossowski, C. 1991. *Experiencias iniciales sobre la hibridizacion de Leiarus marmoratus (Gill) 1871 por Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus 1766) (Pisces, Siluriformes) Acta Científica Venezolana. 42: 48-50*

Machado, J.H., Del-Carrote, C.R., Garossino, A.P.R., Mazeto, M.D., Grechi, F.C.S. 1998. *Treinamento alimentar para aceitação de rações artificiais em alevinos depintado (Pseudoplatystoma coruscans). Anais do Aqüicultura Brasil', Recife, Pernambuco, Brasil.*

Martino, R.C., Cyrino, J.E., Portz, L., Trugo, L.C. 2002. *Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, Pseudoplatystoma coruscans. Aquaculture 209:209-218.*



Nuñez, J., Dugué, R., Corcuy, N., Duponchelle, F., Renno, J. F., Raynaud, T., Hubert, N. & Legendre, M. 2008. Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the Bolivian Amazon. *Aquaculture Research*; 39: 764-776.

Nuñez, J. 2009. Domesticación de nouvelles espèces d'intérêt piscicole en Amazonie. *Cah Agric*, vol. 18(2-3), mars-juin 2009

Padilla, P., Alcántara, F., Ismiño, R. 2001. Reproducción inducida de la doncella *Pseudoplatystoma fasciatum* y desarrollo embrionario – larval. *Folia Amazónica* 12(1-2):141-154

Qin, J., Fast, A. W. 1996. Size and feed dependent cannibalism with juvenile snakehead *Channa striatus*. *Aquaculture* 144:313-320.

Rodríguez, C. A. 1991. Bagres malleros y cuerderos en el bajo río caquetá (Amazonía colombiana). *Commercial fisheries in the lower caquetá river. Estudios de la Amazonía colombiana*. Vol. 2 programa Tropenbos Colombia. 280 pp.

Scorvo Filho, J.; Romagosa, E.; Ayroza, L; Frascá-Scorvo, C. 2008. Desempenho produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), submetidos a diferentes densidades de estocagem em dois sistemas de criação: intensivo e semi-intensivo. *Revista Científica de Pesca, Aquicultura e Limnologia*; 34(2): 181 - 188.

Segura, L., Hayashi C., De Souza S., Soares C. 2004. Canibalismo entre larvas de pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, cultivadas sob diferentes densidades de estocagem. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 26(3) 299-302



CULTIVO COMERCIAL DE ARAWANA (*Osteoglossum bicirrhosum*) EN EL PIEDEMONTES AMAZONICO

Eric Giovanni Argumedo Trilleras¹

¹*Acuicultor Profesional. ACUICA / NEOPEZ egat73@hotmail.com Florencia, Colombia*

INTRODUCCION

La acuicultura amazónica requiere de procesos de diversificación que permitan mejorar los índices de competitividad y rentabilidad, involucrando especies nativas de alto valor comercial en el mercado nacional e internacional de peces ornamentales y de consumo. Dentro de esta categoría, la arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) constituye un importante recurso íctico exportado como pez ornamental; sin embargo el aprovechamiento actual se basa en procesos extractivos irracionales que han deteriorado seriamente las poblaciones naturales, hasta el punto de considerarse como especie vulnerable.

Como alternativa de aprovechamiento sostenible de la arawana plateada, se han desarrollado metodologías viables de cría comercial en cautiverio, las cuales han sido lideradas en Colombia por la Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA). Estas metodologías de producción comercial de larvas de arawana en cautiverio están en proceso de implementación y ajuste en numerosas granjas acuícolas del departamento del Caquetá, con lo cual se espera incorporar esta especie a la acuicultura ornamental de país, buscando con ello la generación de empleo rural y divisas para regiones marginales con altos índices de necesidades básicas insatisfechas.

El presente artículo pretende describir la metodología desarrollada por ACUICA y los retos que aún existen para consolidar la producción comercial de larvas de arawana como una alternativa socioeconómica para el piedemonte amazónico.

ANTECEDENTES

Los cuerpos de agua de la Amazonia colombiana constituyen una de las regiones con mayor diversidad íctica a nivel mundial; sin embargo de aproximadamente dos mil especies identificadas, la presión pesquera se centra en un limitado grupo de peces de alta demanda en los mercados regionales, nacionales e internacionales de peces de consumo y ornamentales.

PROEXPORT tiene identificadas cerca de 155 especies ícticas que se exportan desde Colombia como peces ornamentales, de éstas 110 son capturadas en la Orinoquia y poco menos de 40 provienen de la Amazonia. La pesca artesanal de peces ornamentales constituye una actividad extractiva de la cual depende un gran número de pescadores de la Amazonia y la Orinoquia colombiana.

En más de tres décadas, la pesca artesanal comercial de peces ornamentales se ha consolidado en una alternativa de empleo rural y en uno de los renglones del sector pesquero continental más dinámicos, debido a la gran demanda internacional de peces



tropicales, que anualmente mueve más de 1.800 millones de dólares a nivel mundial (OATA World Wide Newsletter N°8, Julio, 2000), sin embargo los sistemas extractivos para el aprovechamiento de estos recursos no son sostenibles a mediano y largo plazo.

Documentos científicos, como el libro rojo de las especies ícticas colombianas y otras publicaciones técnicas, empiezan a evaluar el impacto negativo de la sobreexplotación de las poblaciones naturales de peces ornamentales y de consumo en el país; obviamente los resultados son alarmantes y exigen cambios en los sistemas de explotación.

Dentro del grupo de peces con mayor amenaza se encuentran los tres representantes suramericanos de la familia Osteoglossidae: El Pirarucú (*Arapaima gigas*), y las arawanas Plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) y azul (*O. ferreirae*). Estas dos últimas especies se siguen exportando aún cuando los estudios las ubican en la categoría de En Peligro (*O. ferreirae*) y Vulnerable (*O. bicirrhosum*).

Como respuesta a esta problemática ambiental y socioeconómica, ACUICA y sus socios iniciaron actividades tendientes al diseño de metodologías de producción comercial de larvas de arawana, la cual ha pasado por las siguientes etapas cronológicas:

- 1.995 llegada primeras larvas de arawana al Caquetá
- 1999 primeras reproducciones reportadas en estanques.
- 2.003-2004 proyecto Arawana Fase I
- 2005 proyecto piloto de validación (Corpoamazonia / INCODER)
- 2007 Proyecto arawana Fase II (Fomento piloto)
- 2010 inicio producción comercial en 20 fincas de socios d ACUICA.

Se avanzó en los siguientes aspectos:

Osteoglossum bicirrhosum	Osteoglossum ferreirai
<ul style="list-style-type: none">• Diseño y validación de un modelo de producción comercial de larvas de arawana.• Apropiación de esta tecnología en 20 granjas mediante un proyecto piloto de fomento. (aprox. 5.200 reproductores).• Producción esperada a partir de 2012 cercana a 200.000 unidades/año	<ul style="list-style-type: none">• Diseño y validación de un protocolo básico de levante de reproductores.• En 2009 se observaron primeras incubaciones orales sin alcanzar desarrollo larval.• Notorio aumento en el interés de los productores en continuar con el trabajo con esta especie

Actualmente menos del 10% de las exportaciones mundiales de peces ornamentales corresponden a peces capturados en el medio silvestre; lo cual indica que las potencias mundiales han tenido que orientar sus cadenas de piscicultura ornamental hacia modelos sustentables basados en el desarrollo constante de tecnologías de reproducción y mejoramiento de las principales especies que hacen parte de las exportaciones globales; la propuesta de ACUICA se ajusta a estas tendencias globales y pretende a



largo plazo garantizar la continuidad de la exportación de esta especie bajo parámetros sostenibles.

PRODUCCIÓN COMERCIAL DE LARVAS DE ARAWANA

- *Levante de reproductores*: Consiste en el proceso de crecimiento y adaptación a dietas secas desde la etapa de larva hasta obtener ejemplares sexualmente maduros.

Las etapas iniciales del levante de pie de cría se desarrollan en acuarios dotados de sistemas de filtración y calefacción. El objetivo de este procedimiento es la adaptación de las larvas de arawana a dietas secas, llevándolos hasta que alcanzan 15 a 20cm para luego ser trasladados a estanques en tierra.

Para el proceso de levante de los juveniles, los estanques en tierra son protegidos con mallas antipájaro, a partir de este momento el proceso de conformación de lotes de reproductores de arawana plateada puede tardar entre 24 y 30 meses de acuerdo a las condiciones de manejo técnico.

En el proceso de levante de pie de cría los niveles de mortalidad para *O. bicirrhosum* son bajos debido a su fácil adaptación a dietas secas y a su carácter sociable, sin embargo si los peces se trasladan a estanques en tierra en tallas menores a 20cm, se pueden ver afectados por los bajos niveles de temperatura.

- *Adecuación estanques*: Para lograr la producción comercial de larvas de arawana, es necesario adecuar o construir estanques que faciliten la observación de los reproductores, lo cual constituye la clave para la detección de reproductores en estado de incubación oral. Por tal motivo el área del estanque o la unidad de producción no debe ser mayor a 100m².

Cuando los ejemplares alcanzan entre 60 y 70cm de longitud total, se reparten al azar en las diferentes unidades de producción, en grupos entre 20 y 30 individuos.

El ancho de cada estanque o unidad de producción no debe ser mayor a 15 metros para facilitar la observación diaria y la captura mensual de la totalidad de los reproductores, para extraer las larvas en estados de desarrollo avanzado.

Los estanques de reproductores de arawana deben tener profundidad máxima de 1.2m y mínimas de 90cm, con suelos firmes que faciliten el proceso de reproducción y de obtención periódica de las larvas.

En zonas con alta presencia de águilas pescadoras es necesario instalar sistemas anti-pájaro, ya sea mediante mallas plásticas o a través de cuerdas tensadas sobre alambre de púa, que deben quedar instaladas a una altura entre 1.5 y 1.8m sobre el nivel de agua del estanque, con el fin de permitir el desarrollo de los procesos de pesca.

- *Manejo de reproductores de arawana*: Uno de los aspectos más importantes en el manejo de reproductores de arawana plateada, es mantener el consumo de concentrado (30 al 38% proteína de origen animal) como fuente principal de alimento. Se suministra alimento diariamente en una proporción del 1% de la biomasa, dividida en dos racio-



nes. Otra opción para mejorar la nutrición de estos peces, consiste en utilizar luces nocturnas a una distancia entre 30 y 40cm por encima del nivel de agua de las unidades de producción, lo cual atrae insectos nocturnos que proveen de un suplemento alimenticio excepcional a las arawanas.

Las unidades de producción de larvas de arawana se conforman colocando al azar entre 20 y 30 individuos adultos en cada estanque o división de 100m² aproximadamente, lo cual significa una densidad de manejo entre 5 y 3,3m² por reproductor.

Uno de los aspectos más importantes para lograr la producción comercial de arawanas consiste en la identificación temprana de los machos incubantes. Estos individuos se aíslan del grupo y mantienen nadando en la superficie con la boca entreabierta, exhibiendo una notoria expansión de los pliegues bucales.



Las arawanas resultan muy sociables entre sí, sin embargo cuando se acerca y en la temporada de reproducción, el comportamiento cambia notoriamente y se aprecia la conformación de parejas que se aíslan del grupo, manteniéndose en un sector del estanque en el cual se les observa nadando en círculos. Durante el cortejo, las parejas se vuelven territorialitas y protegen ávidamente el sector del estanque escogido para el desove; con frecuencia se observa como expulsan a otros individuos que invaden su territorio.

Una vez identificados los machos incubantes, se dejan transcurrir 30 días para proceder a la captura del ejemplar, con el fin de extraer y determinar el número de larvas incubadas. La extracción de las larvas debe realizarse en horas de la mañana cuando la temperatura del agua esté en sus niveles mínimos con el objetivo de minimizar el estrés en los reproductores y evitar que los machos incubantes expulsen embriones inmaduros.

Para identificar los machos incubantes se procese a palpar la papada de todos los reproductores capturados, para encontrar aquellos con una gran dilatación. Una vez encontrados estos ejemplares, se sujetan firmemente y se abre cuidadosamente la boca para observar si se trata de larvas listas para extraer (larvas nadadoras) o si se trata de embriones o larvas inmaduras (Larvas no nadadoras). Si se trata de larvas desarrolladas, se procede a sujetar firmemente la mandíbula del pez para abrir la boca y extraer las larvas que son recogidas en una nasa de tela fina o en un recipiente plástico.





Una vez extraídas las larvas, se procede a su conteo y traslado a acuarios o a empa-carlas para ser despachadas a los comercializadores.

La revisión de los lotes de reproductores debe ser mensual para garantizar la cosecha de la totalidad de la producción de larvas, si estos lapsos de tiempo son superiores a 30 o 40 días, se puede perder una parte significativa de la producción debido a que los machos incubantes liberan las crías en el estanque y estas son depredadas por los demás reproductores.

Teniendo en cuenta que la metodología de producción de arawanas desarrollada por ACUICA está en sus fases iniciales de implementación a escala comercial, aún quedan muchos aspectos por mejorar, dentro de los cuales hay que prestar especial atención a los siguientes:

- *Densidades de siembra:* Para hacer más rentable la producción de arawana se están realizando ensayos de manejo de reproductores a densidades mayores a las citadas, con lo cual se espera mejorar la productividad y eficiencia de las técnicas de producción de larvas de esta especie.

- *Nutrición:* Aunque los alimentos comerciales de pescado cuyo contenido proteico proviene en alto porcentaje de harinas de pescado, han funcionado bien en el aspecto reproductivo, se espera aumentar los promedios de producción de larvas mediante el suministro o atracción de insectos nocturnos y/o la utilización periódica de vísceras de pescado y pollo, sin embargo para lograr evaluar los efectos de estas fuentes de alimento adicionales es necesario realizar ensayos experimentales que determinen si pueden constituir una alternativa viable para mejorar la productividad y reducir costos de producción.





- *Mejoramiento fenotípico*: partiendo de la necesidad de continuar siendo competitivos en los exigentes y cambiantes mercados internacionales de peces ornamentales, es necesario iniciar procesos de selección fenotípica de los individuos, con el objetivo de ubicar caracteres deseables y concentrarlos separadamente en las unidades de producción, buscando con ello una mejora y fijación de estos en las futuras generaciones. Aunque es un largo proceso, a mediano y largo plazo, se pueden obtener variedades de gran precio en el mercado internacional; sin embargo si se trata de agilizar este tipo de procesos de creación de nuevas variedades, se puede recurrir a la obtención de individuos con mutaciones (albinismo y otras mutaciones de pigmentación poco comunes) capturados en el medio natural, con lo cual se pueden replicar estas mutaciones (De alto valor comercial) y agilizar el proceso de creación de otras variedades con caracteres de pigmentación que logren alto precio y demanda en sectores exclusivos de acuariófilos a nivel internacional.





PISCICULTURA AMAZÓNICA CON *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*: DOS ALTERNATIVAS SENCILLAS PARA CULTIVO

Ricardo González Alarcón¹

¹Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Productivo. Alcaldía de Leticia. gonzalez_r@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Para que la piscicultura se desarrolle de forma firme y amplia debe generar bienestar a todos los integrantes de la cadena productiva, cumpliendo con los principios de sustentabilidad social, ambiental y económica. En la Amazonia colombiana y en general para toda la Cuenca se cuenta con dos especies que cumplen grandemente con esos principios, al tener desarrollados los paquetes técnico-económicos básicos que viabilizan su cultivo y contar con otros avances en conocimiento que permiten su cultivo todo el año. Se trata de *Colossoma macropomum* (Cachama negra, Gamitana, Tambaquí) y *Piaractus brachypomus* (Cachama, Paco, Pirapitinga).

Estas dos especies son originarias de las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas y se encuentran tanto en aguas negras como en aguas blancas, con temperaturas entre 23°C y 30 °C. Son omnívoras con tendencia a frugívoras y buenas consumidoras de semillas, alcanzando 90 cm y 20 Kg (*P. brachypomus*) y 110 cm y 40 Kg (*C. macropomum*). En la naturaleza los machos alcanzan la adultez en el 3er año y las hembras en el 4to año; su maduración y ovulación se sincroniza con la temporada de lluvias y en consecuencia con el nivel creciente de las aguas en los ríos, realizando migración reproductiva en esa época. Normalmente solo desovan una vez por año.

La amplia difusión como peces de cultivo se basa en los bajos requerimientos técnicos que exigen, la facilidad de manejo, el buen crecimiento, su resistencia a enfermedades y su aceptación en los mercados. Hay registro de estas especies en Brasil (64.625 ton), Bolivia (340 ton), Venezuela (3.995 ton), Perú (564 ton), Ecuador y Colombia (11.539 ton); fuera de sus cuencas naturales hay reportes de cultivos en Panamá, Costa Rica, Honduras, Guatemala, Africa y China (85.706 ton).

REPRODUCCIÓN

En instalaciones dedicadas a la producción de alevinos, las hembras se seleccionan de acuerdo a los caracteres externos de coloración, abdomen hinchado y análisis de los huevos mediante aclaración de una muestra con líquido de Serra y los machos por la presencia de semen. Para realizar la inducción, se utiliza principalmente extracto de hipófisis de carpa (EPC) aplicado intramuscularmente; para hembras dos dosis (0,5 mg/Kg y 5,0 mg/Kg) separadas de 8 a 12 horas, ocurriendo la ovulación a las 240 horas – grado. Para machos se puede utilizar una aplicación de 1 mg/Kg al momento de inyectar la segunda dosis de la hembra.





Para realizar la inducción también se pueden emplear otros materiales heteroplásticos como la gonadotropina coriónica humana (GCH) y la Lh-Rh, así como material homoplástico.

Para *P. brachypomus* se utiliza la fertilización seminatural, dejando a la pareja de reproductores en piletas circulares, permitiendo libremente la expulsión de los productos sexuales y capturando los huevos fertilizados en trampas; para *C. macropomum* se emplea la fertilización en seco, manteniendo los padrotes separados y al cumplirse las horas grado mediante masajes, se extraen huevos y semen, realizando la mezcla de los gametos manualmente; para efectos de mezclas y proporciones, un gramo de huevos sin hidratar, contiene 1.000 unidades y el semen contiene 3x10¹⁰ espermatozoides/ml.

En cautiverio, la primera maduración de estas especies se disminuye en un año para cada uno de los sexos y mediante un protocolo de manejo se logran mantener individuos maduros durante todo el año. Los reproductores deben ser identificados individualmente mediante marcas, con registros y controles periódicos; deben ser mantenidos a bajas densidades (1 Kg/8-10 m²), con pescas y manipulaciones adecuadas, estar organizados por lotes de acuerdo a su estado de desarrollo gonadal (maduros, desovados y en maduración) y realizar manejo de su alimentación y del agua de los estanques.

Durante la temporada de sequía, el lograr en cautividad la maduración de machos presenta mayor grado de dificultad, como respuesta a ello se ha desarrollado la criopreservación de semen, colectando el material en la época de lluvias cuando hay numerosos machos maduros. Este material se mantiene viable durante varios años. Varios tipos de criopreservantes y de activadores han sido desarrollados para tal fin.

LARVICULTURA

Los huevos se desarrollan en incubadoras cónicas de flujo vertical de diferentes volúmenes (20-60-200 litros) preferiblemente de fibra de vidrio, colocando 1500 huevos por litro de agua en la incubadora. Al igual que la oviposición, el tiempo de eclosión depende de la temperatura con un promedio de 416 horas/grado; la incubación es viable en aguas con temperaturas entre 24°C y 31°C con pH 6,5-7,5, dureza superior a 30 ppm y oxígeno disuelto superior a 4 ppm.

Una vez eclosionadas, las larvas al tercer día cambian la forma de nado vertical a nado horizontal tardando 5 días en completar su desarrollo, al cabo de los cuales también han consumido todo el vitelo. De acuerdo a estas características, la larvicultura se puede desarrollar inicialmente en las mismas incubadoras durante los primeros 3 días y luego trasladar las larvas ya sea a piletas o directamente a estanques con la finalidad que tengan alimento externo disponible (zooplancton), inicialmente de 50 µm al momento de completar el tracto digestivo y abrir la boca. La siembra en estanques se realiza a una densidad 150 larvas/m² y la producción de plancton se mantiene mediante abonamientos periódicos. La alimentación de los alevinos se complementa con el suministro de alimento concentrado comercial de alto contenido proteico (40-50%), presentado en polvo (harina) para el acostumbamiento de los individuos; acorde con





la densidad de siembra y alimentación suministrada se obtendrán alevinos de 2,5 cm LE entre 30 a 45 días.

ENGORDE

En general, en la región amazónica *Colossoma macropomum* es la especie más cultivada, mientras que en Colombia, predomina el cultivo de *Piaractus brachypomus* con el 92 % de la producción. En ese país, el 90% de los sitios de engorde pertenecen a pequeños piscicultores y el 59 % de estos cultivan estas especies ya sea en mono o policultivo (con *Oreochromis*, *Brycon* ó *Prochilodus*), en densidades de 0,5-5 peces/m², cargas de 0,5-3 Kg/m³ e índices de conversión alimenticia entre 1,0-1,8 en cultivos desarrollados en estanques de tierra.

La mayoría de cultivadores desarrolla todo el engorde en un solo estanque, pero en sitios con mejor manejo técnico se desarrollan cultivos de dos etapas (alevinaje y engorde) e inclusive tres (alevinaje, preengorde y engorde), cada una de las etapas es mantenida en diferente estanque, densidad, alimentación y manejo de agua.

La preparación de los estanques para cultivo sigue el protocolo básico de limpieza del exceso de lodos, secado al sol por 3 – 4 días, aplicación de cal (preferiblemente dolomita) en proporción de 100 – 200 g/m², abonamiento orgánico (200 g/m²) y/o inorgánico (3 g/m²) ó una combinación de estas dos fuentes de abono. Finalmente, coordinando el llenado de tal forma que cuando se siembren los alevinos el estanque no lleve más de 7 días con agua, evitando de esta forma que larvas de odonatos y otros insectos tengan capacidad de atacar a los pequeños peces.

Estas especies en cultivo no han reportado presencia de enfermedades de difícil manejo, como virus, que les ocasionen grandes mortalidades; ocasionalmente hay presencia de parásitos de relativo fácil control y en general su presencia es promovida por fallas en la manipulación de los peces, en la preparación de los estanques o en el manejo de aguas.

INFORMACIÓN ECONÓMICA

Calcular y asegurar la rentabilidad del cultivo es el paso a seguir en cualquier iniciativa de inversión acuícola, luego de tener confirmada la viabilidad técnica. A continuación se presenta el desarrollo económico característico de un cultivo piscícola de pequeño productor en la región sur del trapecio amazónico colombiano, el cual se realiza a baja densidad, generalmente en estanques de presa, cuya fuente de aguas es la escorrentía y las aguas lluvias, realizado en una sola etapa de 9 meses y alimentado con concentrado comercial.

Este planteamiento tiene en cuenta la forma como operan los nativos y campesinos, donde no hay costos fijos ni gastos operacionales; la depreciación se incluye como ejercicio financiero, ya que efectivamente los campesinos no manejan este concepto ni efectúan la respectiva provisión en bancos. Dadas las costumbres de la zona, donde se comercia el pescado fresco, entero y con vísceras, no se incluyen pérdidas esta causa. Para efecto del ejercicio, se estableció el precio de un dólar americano (USD\$



1,00) en mil novecientos trece pesos colombianos (COP\$1.913,6), con los siguientes parámetros básicos de cultivo:

Área Total de cultivo/cosecha (m ²)	2.480
Densidad final (peces/m ²)	1,5
Tiempo de cultivo (meses)	9
Alevinos a sembrar (unidades)	4.133
Mortalidad (%)	10
Peces a cosecha (unidades)	3.720
Peso final entero por pez (gramos)	800
Biomasa a evisceración (kilos)	2.976
Pérdidas por Proceso (evisceración):%	0
Peso final eviscerado (gramos)	800
Biomasa a venta (kilos)	2.976
Índice de Conversión alimenticia (ICA)	1,60:1
Alimento por cosecha (kilos)	4.762
Cosechas por año	1,3
Kilos a venta por año (promedio)	3.968

La estimación de gastos y ventas del cuadro anterior, se resume de la siguiente forma:

Item	Unidad	Costo	Cantidad	Valor	%
Alevinos	Un.	\$ 0,16	4.133	\$ 647,98	8,3
Alimento	Kg	\$ 0,84	4.762	\$ 3.981,17	51,3
Abonamiento Inorgánico	Kg	\$ 1,05	112	\$ 116,64	1,5
Abonamiento orgánico	Kg	\$ 0,08	992	\$ 77,76	1,0
Cal	Kg	\$ 1,05	372	\$ 388,79	5,0
Sacrificio	Kg	\$ 0,05	2.976	\$ 155,51	2,0
Transporte alimento	Kg	\$ 0,05	4.762	\$ 248,82	3,2
Transporte producto	Kg	\$ 0,06	2.976	\$ 171,07	2,2
Otros Gastos		\$ -			0,0
Total costos variables				\$ 5.787,73	74,5
Mano obra operación	hora	\$ 1,63	540	\$ 881,82	11,4
Total Costos				\$ 6.669,55	
Item	Unidad	Costo	Cantidad	Valor	%
Total Ventas	Kg	\$ 4,18	2.976	\$ 12.441,15	



El cálculo de utilidades se establece de la siguiente forma:

Utilidad Bruta	\$ 5.771,60	
Gastos Operacionales		
	\$ 0	0%
Total Costos + Gastos Operación	\$ 6.669,55	
Utilidad Operacional	\$ 5.771,6	
Gastos no operacionales (depreciación)		
	\$ 1.090,7	14%
TOTAL EGRESOS	\$ 7.760,2	
UTILIDAD (antes de impuestos = neta) cada 9 meses	\$ 4.680,9	
UTILIDAD (antes de impuestos = neta) promedio cada 12 meses	\$ 6.085,2	

A partir de las cifras de los cuadros anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

Indicadores del cultivo (a 1,5 peces/m ²)	
Venta por Kg (miles de pesos)	\$ 4,18
Utilidad por Kg (miles de pesos)	\$ 1,94
Utilidad Operacional (miles de pesos)	\$ 5.771,60
Rentabilidad (Utilidad operacional/ventas)	46,4 %
Rentabilidad (Utilidad neta/ventas)	37,6 %
TIR (5 años)	36,8 %
Valor Presente (miles de pesos)	\$ 15.899,10
Relación Beneficio/Costo	1,55

Teniendo presente que para Colombia durante el año 2011, el salario mínimo legal mensual fue de US\$279,8 dólares, este modelo de cultivo con 2.480 m² de espejo de agua y empleando una densidad de 1,5 peces/m², genera utilidades equivalentes a 21,7 sueldos mínimos al año.

Proyectando este modelo hacia programas de fomento que busquen generar un ingreso de 12 sueldos mínimos al año, se encuentra que se necesitaría de al menos un área de espejo de agua de 1.590 m² para cada productor beneficiario.

Para otra simulación, sí se considera la misma área de espejo de agua (2.480 m²) pero con menor disponibilidad de agua que obligue a realizar el cultivo a una densidad de 1pez/m², se obtendrían los siguientes índices:

Indicadores del cultivo (a 1,0 peces/m ³)	
Venta por Kg (miles de pesos)	\$ 4,18
Utilidad por Kg (miles de pesos)	\$ 1,69
Utilidad Operacional (miles de pesos)	\$ 3.359,40
Rentabilidad (Utilidad operacional/ventas)	40,50 %
Rentabilidad (Utilidad neta/ventas)	27,35 %
TIR (5 años)	12,55 %
Valor Presente (miles de pesos)	3.544,74
Relación Beneficio/Costo	1,35

En consecuencia, con esta menor densidad, en 2.480 m² de espejo de agua se generan 12 salarios mínimos al año y se mantienen índices positivos en el sentido económico. De esta manera, se concluye que para un piscicultor de esta zona de Colombia, que vende directamente al consumidor, el cultivo de estas especies es una actividad pecuaria sostenible. Para otras áreas del país, donde se tienen diferentes formas de presentación del producto y se presentan canales de comercialización más complejos, se manejan otras estrategias como aumentar la densidad, rotar instalaciones, aplicar policultivos o agregar valor para compensar los gastos ocasionados por evisceración, descamado, empaques y la intervención de uno ó más intermediarios.

En Colombia, donde la mayor concentración de cultivos se halla en el área de influencia andina, el costo de producción promedio de estas especies se encuentra en \$ 1,77/Kg con una utilidad promedio de \$ 0,83/Kg, para un producto entregado eviscerado entre 250 g y 500 g.

REFERENCIAS

Bonilla, S.P. 2012. *Datos estadísticos de la acuicultura en Colombia 2000-2011. Cadena de la Acuicultura - MADR. Bogotá. 5 pp.*

FAO TCA. 1994. *Piscicultura Amazónica con especies Nativas. Secretaria Pro Tempore Tratado de Cooperación Amazónica. Lima. 107 pp.*

Flores, A. & A. Brown, 2010. *Peces Nativos de Agua Dulce de América del Sur de Interés para la Acuicultura. Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico. Serie Acuicultura en Latinoamérica. FAO. 204 pp*

Fresneda, A: et al. 2004. *Espermiación inducida y crioconservación de semen de cachama Blanca (Piaractus brachypomus). Rev Col Cienc. Pec. 17: 46 -52*

González, R. 2000. *La Cachama Blanca. Revista Acuioriente (8): 8 - 10.*

González, R. 2001. *El Cultivo de La Cachama. Capítulo XV. En Fundamentos de Acuicultura Continental. INPA.*

IAvH, 2011. *Catálogo de los recursos Pesqueros Continentales de Colombia. IAvH. 300 pp*



EL CULTIVO DE BAGRES PIMELODIDOS

José Ariel Rodríguez P.¹

¹Grupo de investigación en genética y reproducción GIRGA. Universidad de los Llanos. Colombia. rodriguezpjosea@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Colombia es considerado un país mega-diverso con más de 4326 especies de vertebrados y en él, las zonas de más alta diversidad son los sistemas fluviales cuyos recursos hidrobiológicos han sido base socioeconómica y alimentaria no solo de regiones ribereñas sino del interior del país y actualmente por sobre pesca, deterioro ambiental y contaminación muchos de los recursos están en amenazados o en peligro de extinción, los registros de pesquerías muestran indiscutiblemente una tendencia a la baja y disminución en las tallas de captura. Una forma de asegurar la preservación de los mismos es lograr su manejo reproductivo en cautiverio (Beltrán et al, 2001; Rodríguez, 2004).

Los siluriformes representan el cuarto orden dentro de los vertebrados y dentro de los ostariophysi, son el grupo de peces más diversificado y extensamente distribuido a nivel mundial, sobre todo en aguas continentales, con más de treinta familias, 412 géneros y cerca de 2400 especies (Pinna, 1998). En Sur América se encuentran en todas las cuencas hidrográficas y ocupan el segundo lugar después de los Characiformes (Escobar y Mojica, 1997).

Dentro de los Siluriformes, una de las familias más representativas es la Pimelodidae que vive exclusivamente en aguas dulces, es de las más numerosas después la familia Loricariidae y al mismo tiempo la más importante como recurso pesquero (Mojica et al, 2003). Se conocen más de 60 géneros que abarcan alrededor de 300 especies distribuidas desde México hasta Argentina (Rodríguez, 1994 y Galvis et al., 1997) y a ésta pertenecen los bagres de mayor tamaño conocidos.

La piscicultura es la actividad pecuaria de mayor crecimiento en los últimos años, ya en el 2009 la acuicultura continental superó los 35 millones de toneladas (FAO, 2009), y para Colombia registra una producción de carne de pescado de aproximadamente 33 mil toneladas/año. Sin embargo, esta producción depende fundamentalmente del cultivo de tres especies: tilapia roja (*Oreochromis sp*), trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), siendo las dos primeras especies de origen exótico (Atencio, 2003).

En virtud de las características de su carne blanca y sin espinas intramusculares, que determina una alta aceptación comercial y por la factibilidad de reproducción y cultivo en cautiverio, varias especies nativas de silúridos constituyen una buena alternativa para diversificar la oferta de especies para la acuicultura nacional; entre ellas, el bagre rayado *Pseudoplatystoma (orinocoense- metaense)*, el yaqué *Leiarius marmoratus* y el amarillo *Zungaro zungaro*. Sin embargo, a pesar de algunos trabajos realizados con estas especies, aún no es posible su cultivo a escala comercial, debido principalmente a las dificultades para lograr su reproducción exitosa en cautiverio, la marcada estacio-



alidad reproductiva, sus hábitos alimenticios carnívoros y la dificultad para adaptarlas al consumo de dietas secas o concentrados comerciales; por lo tanto, la investigación nacional actualmente está siendo orientada a solucionar esta problemática y mejorar las perspectivas de esta actividad productiva (Cruz-Casallas et al., 2010).

MANEJO EN CONFINAMIENTO

Los reproductores son capturados del medio natural y se transportan en recipientes plásticos o de fibra de vidrio a razón de 1kg de peso corporal por 10 litros de agua.

Diagnóstico del estado de madurez gonadal. La ovulación parece ser el resultado de estímulos endógenos después de la maduración final del ovocito. En la mayoría de las especies tropicales la temperatura del agua y el fotoperíodo estimulan la vitelogénesis; en cautiverio estas condiciones se pueden manipular, simulándose períodos de alta pluviosidad o manejando los niveles de agua del estanque para replicar los cambios estacionales que suceden en la naturaleza y que le informan al pez cuando iniciar o parar alguno de sus procesos fisiológicos. El alimento y la sensación de seguridad, originan un ambiente favorable para su reproducción, un animal viviendo en condiciones de estrés permanente, pierde disposición para la reproducción (Escobar et al 1997). Así las cosas, mediante examen directo de sus características sexuales secundarias, tales como el desarrollo exagerado de la región ventral de las hembras, los músculos ventrales un poco blandos, papila urogenital rojiza y dilatada con los pliegues de terminación del oviducto proyectados hacia fuera.

Se realiza la biopsia ovárica mediante catéter, introduciendo hasta el ovario un tubo plástico fino (el diámetro varía según el tamaño de los huevos) a través del poro genital, para extraer por presión negativa una muestra de oocitos. Una vez obtenidas las muestras de los oocitos, se procederá al examen al microscopio con el fin de determinar el estado de maduración gonadal y proceder a la dosificación de la hormona (Alonso e Ibarra 1992).

Inducción. La hormona más utilizada para inducir la maduración final y el desove en cautiverio es el extracto de hipófisis de carpa en dosis que varían entre 0,5-0,6 y 5-6 miligramos de peso vivo y con intervalos de 12 horas entre inyecciones (Mojica et al 2003) y en los machos de *L. marmoratus* se ha probado con éxito 0,3/0,5 ml/kg Ovaprim (Gn-RHa + domperidona) en dosis única y doce horas antes del desove (Tatiana et al 2010).

Entre 150-180 para *L. marmoratus* y 180-220 °H para *P. fasciatum* y *Z. zungaro*, es necesario monitorear la ovulación para fertilizar en seco, la extracción de los gametos se hace mediante masaje céfalo-caudal.

Incubadoras. El modelo más usado son las de flujo ascendente tipo Agrover (woynarovich) o McDonald. La eclosión se da entre a los 350-380 °H siendo más pequeñas las larvas de *L. marmoratus* (1,4 mm aproximadamente).

Larvicultura y alevinaje. Para criar larvas saludables y bien desarrolladas, es importante proveer todas las condiciones necesarias para su desarrollo. Estas son: adecuada temperatura del agua, abundante oxígeno disuelto, eliminación de metabolitos produ-





cidos tales como CO₂, y NH₃, eliminación de las membranas, huevos malogrados y otros desperdicios.

Suministro de alimento. Debe suministrarse desde las 35-40 horas pos-eclosión y ha de ser alimento vivo no mayor a 300 μm (rotíferos, nauplios de artemia y de cladóceros) (Cruz et al 2010). Se ha observado que en la mayoría de los casos la principal causa del canibalismo en la larvicultura está relacionada con el manejo de la alimentación, considerándose como factores importantes en el control de esta conducta: alimentación a saciedad, frecuencia óptima de alimentación, tamaño apropiado y distribución homogénea del alimento, uso preferencial de alimento vivo, cantidad de luz suministrada, densidad de siembra conveniente y calidad de agua lo más estable posible (Núñez et al., 2008).

Después de haber sido reabsorbido el saco vitelino, los alevinos se alimentan con Artemia salina y plancton por 15-20 días y gradualmente se reemplaza por dieta húmeda de concentrado pulverizado con 40-45% de proteína más complementos de hígado o corazón molido. Este período de acondicionamiento a dieta seca es un proceso delicado en donde no se deben manejar en densidad mayor a 50 por litro y se deben retirar aquellos alevinos de mayor tamaño (jumper), mínimo cada cuatro días para evitar la depredación.

Estas primeras etapas se realizan en piletas o canaletas con recambio de agua (circuito cerrado) a temperaturas de 27°C, aireación permanente y bajo techo en ambientes oscuros (excepto en *Z. zungaro*). En estas condiciones se cambia gradualmente el suministro de alimento vivo por alimento húmedo en forma de pasta, hasta acondicionarlos a raciones secas.

Cultivo en estanque. La actividad de la acuicultura posee un potencial importante como área provechosa de inversión y como creación de una empresa alternativa para que los productores puedan mejorar sus ganancias. Sin embargo, no es una panacea. Las inversiones acuícolas requieren un análisis cabal y una planificación adecuada, previo al inicio de cualquier emprendimiento. Los análisis deben considerar el grado de intensidad del manejo o gerenciamiento requerido. Esto incluye, no sólo los ítems referidos al manejo de la producción, sino también al manejo financiero y el correspondiente a una comercialización adecuada. El manejo es, quizás, el componente más crítico en la determinación del éxito de una empresa acuícola potencial. En suma, las alternativas de comercialización, disponibilidad y flexibilidad de recursos, requerimientos financieros, necesidades crediticias y restricciones institucionales, deberán evaluarse con atención antes de iniciar cualquier operación.

Una vez obtenidas las larvas, se procederán a sembrar en estanques en tierra previamente adecuados para su recepción. Se sembrarán en forma directa a razón de dos ejemplares por 1 m². Los ejemplares sembrados serán muestreados cada quince días con el fin de determinar la rata de crecimiento y la nueva ración de alimento a proporcionar

El alimento a suministrar será un alimento peletizado con porcentaje de proteína entre el 45% al iniciar el ciclo y terminando en 24% al momento de cosecha. El tamaño del

pellet debe ir en aumento en estas condiciones para *L. marmoratus* se logró en cinco meses de cultivo, pesos promedio de 485 g y tallas de 24 cm, con conversiones finales de 1,6 (Tabla 1) De tal suerte, Ricardo Murillo estima una producción por hectárea de 45 toneladas por ciclo de producción, con individuos de 500 a 750 gramos de peso promedio.

Tabla 1. Variables del desempeño productivo de *L. marmoratus* alimentados con diferentes niveles de proteína bruta (PB) en la dieta. Datos presentados como promedio \pm error estándar de la media (EEM)

PARAMETRO	24%	30%	34%
Peso inicial (g)	6,6 \pm 1,5	6,6 \pm 1,5	6,6 \pm 1,5
Peso final (g)	343,7 \pm 6,7b	250,6 \pm 6,3 ^a	492,9 \pm 12,5c
Ganancia en peso GP (g)	328,1 \pm 6,7b	244 \pm 6,3 ^a	486,3 \pm 12,5c
Ganancia Diaria en peso GDP (g)	2,2 \pm 0,0b	1,5 \pm 0,0 ^a	3,1 \pm 0,0c
Biomass final (Kg)	56,37	32,08	43,38
Biomass Ton/Ha	1,41	0,80	1,24
n inicial	400	400	350
n final	164	128	88
Consumo total (Kg)	207,52	163,05	301,87
Kg. Alimento/Ha	5.188,13	4.076,25	8.596,43
Consumo alimento/individuo (Kg)	1.265,40	1.273,83	3.419,03
Conversión Alimenticia CA	3,75a	5,22b	7,03c
Longitud inicial (cm)	3,5 \pm 2,9	3,5 \pm 2,9	3,5 \pm 2,9
Longitud final (cm)	34,6 \pm 1,1b	32,5 \pm 1,5b	41,2 \pm 0,9a
Longitud cloacal (cm)	14,05 \pm 0,47	13,39 \pm 0,69	16,53 \pm 0,54
Ancho de la cabeza (cm)	6,0 \pm 0,1	6,1 \pm 0,2	6,6 \pm 0,0
Tasa de crecimiento específico (%)	2,0 \pm 0,0b	1,9 \pm 0,0a	2,1 \pm 0,0c
Ganancia en longitud GL (cm)	31,1 \pm 1,1b	29 \pm 1,5b	37,7 \pm 0,9a
Factor de condición(Kn)	0,005 \pm 0,0ab	0,04 \pm 0,1 ^a	0,007 \pm 0,0c
Factor de crecimiento relativo	9,9 \pm 0,1b	7,7 \pm 0,1 ^a	11,9 \pm 0,3c
Area de estanques m ²	400	400	350
Sobrevivencia(%)	41	32	25



REFERENCIAS

Alonso J.C & S.C. Ibarra. 1992. "Ensayos de Reproducción Inducida en el Mota *Callophysus macropterus* (Linchtenstein, 1981). Pp: 219-224. En: Memorias IV reunión red nacional de acuicultura. Colciencias, Minagricultura, INPA, Car, Pro expo, Fondo DRI, Universidad Nacional de Colombia.

Atencio, V. J. 2003. Producción de alevinos de peces migratorios continentales en Colombia. En: *II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura*. p 263-270.

Beltrán- Hostos, D.P.; R.E. Ajiaco-Martínez Y H. Ramírez-Gil. 2001. *Leiaris marmoratus* Gill, 1870. 111 - 113 p. En: Ramírez, H. y R. E. Ajiaco (Eds.). *La pesca en la baja Orinoquia colombiana: una visión integral*. Min agricultura, Pronatta, Colciencias, INPA. Bogotá, D. C., Colombia. 255 p.

Cruz. N.E.; Díaz, J.J.; Marciales, C. J.; Murillo, P. R. Medina, R. M.; Cruz, P. 2009. Desempeño productivo del Yaqué (*Leiaris marmoratus*) en estanques en tierra bajo tres densidades de siembra. *Revista Colombiana de ciencias Pecuarias*. Vol. 22 (3): 490

Escobar, M. D. Y H. O. Mojica. 1997. Ensayos preliminares de reproducción inducida del yaqué *Leiaris marmoratus* (Gill, 1870) (Pisces: Siluriformes: Pimelodidae), en la Orinoquia Colombiana. *Bol Cient. INPA*, 5:75-78.

FAO 2009. Seminario sobre ordenación pesquera responsable en grandes ríos y embalses de America Latina FAO- FISH CODE. *Revista 5. Roma*. 78 p.

Galvis, G.; J. I: Mojica & M. Camargo. 1997. *Peces del Catatumbo*. Ecopetrol- Oxy-She-ll -Asociación Cravo Norte. Bogotá. 118 p.

Kassowski, C. 1998. Aportes a la reproducción en cautiverio y crecimiento del Bagre zamurito *Calophysus macropterus* (Linchtenstein, 1819) Pisces: siluriformes. Estación de Piscicultura. Bioagro Centro Occidental Univ. Lisandro Alvarado. 27p.

Mojica, H. O., J. A. Rodríguez y Z.C. Orozco. 2003. *Manual de Reproducción y cultivo del Bagre Rayado (Pseudoptatystoma fasciatum)*. PRONATTA - INPA.

Nunez J.; Duque R.; Corcuy, A.N., Duponchelle F.; Renno J.B. & T. Raynaud 2008. Induced breeding and larval rearing of surubi *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus 1766), from the Bolivian Amazon. *Aquac Res*: 39:764:776.

Pérez, G. & O. Castillo. 2009. Aspectos reproductivos y patrón de explotación del bagre *Pseudoplatystoma metaense* Buitrago y Burr, 2007 (Siluriformes, Pimelodidae) en la cuenca del río Apure, Venezuela. Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías (SIBERCORP).

Pinna, M.C.C. 1998. Phylogenetic relationships of Neotropical Siluriformes (Teleostei: Ostariophysi): Historical overview and synthesis of hypotheses. In: Malabarba, L.R.; Reis, R.R.; Vari, R.P.; Lucena, Z.M.S.; Lucena, C.A. 1998. *Phylogeny and clasification of neotropical fishes*. 279-330.





Rodríguez, J.A. 1994. *Reproducción inducida del cajaro Phratocephalus hemiolepis (Bloch y Schneider, 1801)*. Pp: 229-232. En: *Memorias 8° Congreso Latinoamericano de Acuicultura y 5° Seminario Nacional de Acuicultura*. COLCIENCIAS. Bogotá, D.C. - Colombia, 562 p.

Rodríguez, J. A. 2004. *Aspectos reproductivos del Nicuro Pimelodus blochii en cautiverio en la estación piscícola "La Terraza"*. Trabajo de Maestría Pontificia Universidad Javeriana – INPA. Villavicencio.

Tatiana M., Medina, R.V.; Cruz, C. P. 2010. *Evaluación de tres protocolos hormonales em Yaque Leiarius marmoratus bajo condiciones de cautiverio*. *Revista MVZ*. Vol:15 (2): 2070-2077



