

## FILFOGENIA MOLECULAR DEL GENERO *Pseudoplatystoma* (BLEEKER, 1862): IMPLICACIONES BIOGEOGRÁFICAS Y EVOLUTIVAS

J.P. Torrico<sup>1</sup>; N. Hubert<sup>2</sup>, E. Desmarais<sup>3</sup>, F. Duponchelle<sup>4</sup>, J. Nuñez-Rodriguez<sup>4</sup>, J. Montoya-Burgos<sup>5</sup>, C. García-Dávila<sup>6</sup>, F.M. Carvajal-Vallejos<sup>7</sup>, A.A. Grajales<sup>8</sup>, F. Bonhomme<sup>3</sup> & J.F. Renno<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.  
E-mail: jptb\_bioevol@yahoo.com

<sup>2</sup>IRD-GAMET-Montpellier, France

<sup>3</sup>Université de Montpellier 2, ISEM, Montpellier, France

<sup>4</sup>Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UR 175, Calle Teruel N° 357, Lima, Perú

<sup>5</sup>Universidad de Ginebra, Dpto. de Zoología y Biología Animal, Suiza

<sup>6</sup>Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Av. Abelardo Quiñones Km 2.5, Iquitos, Perú

<sup>7</sup>Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

<sup>8</sup>Departamento de Sistemas de Producción Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Calle 65 No. 26-10 Manizales, Colombia

### INTRODUCCIÓN

Siluriformes neotropicales ampliamente distribuidos a lo largo y ancho de América del Sur y Central, la familia Pimelodidae constituye uno de sus grupos más diversos (50 a 60 géneros, 300 especies; Reis *et al.* 2004). Este grupo de especies presenta algunos de los casos más significativos para la pesca comercial y de subsistencia. Entre ellos, el género *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1862) es cada vez más importante para la acuicultura (Nuñez *et al.* 2008). Lastimosamente las diferentes especies del género se hallan bajo amenaza por efecto de la sobrepesca, las actividades hidroeléctricas, la contaminación y la deforestación (Carolsfeld *et al.* 2003). Más allá de una aparente uniformidad morfológica en el rango de distribución del género (ocupando las principales cuencas hidrográficas del continente) y por efecto de la compleja historia geomorfológica y fisiográfica que ha experimentado la región se han ido generado sospechas de que cierto nivel de diversidad críptica podría existir al interior del grupo (Buitrago-Suárez & Burr 2007). Esta idea promovió una reevaluación comprensiva de los caracteres morfológicos y anatómicos al interior de este género

(Buitrago-Suárez & Burr 2007). A partir de dichos estudios, las inicialmente tres especies reconocidas para el género: *P. fasciatum* (Linnaeus 1766), ampliamente distribuido en el Paraná, Amazonas, Orinoco, Magdalena y los ríos del Escudo Guyanés, *P. tigrinum* (Valenciennes 1840) en el Orinoco y Amazonas, y *P. corruscans* (Spix & Agassiz 1829) restringido a las cuencas del Paraná y del San Francisco, dieron lugar a ocho especies: *P. punctifer* y *P. tigrinum* viviendo en simpatria en el Amazonas, *P. metaense* y *P. orinocense* compartiendo la cuenca del Orinoco, *P. corruscans* y *P. reticulatum* parcialmente en simpatria en el Paraná, *P. magdaleniatum* restringido en el Magdalena y *P. fasciatum* en los ríos del Escudo Guyanés.

El objetivo del presente estudio fue por lo tanto: (1) definir los límites específicos al interior del género *Pseudoplatystoma* a través de un análisis filogenético incluyendo datos del Alto Madera para cubrir la ausencia de datos de esta región en el análisis morfológico; (2) comparar la filogenia resultante con los resultados del análisis anatómico-morfológico; y (3) analizar los patrones biogeográficos puestos en evidencia por los resultados.

## METODOLOGÍA

El análisis incluyó un total de 212 muestras provenientes en su gran mayoría de la cuenca del Alto Madera y de la cuenca del Ucayali-Amazónica Superior. Por fuera de la cuenca Amazónica se obtuvieron muestras de la cabecera de la cuenca del Paraná, los ríos Corantijn, Ireng y Magdalena. Se complementaron los análisis con cinco secuencias parciales de la Región de Control mitocondrial publicadas en la base de datos GenBank.

Para establecer los límites específicos y determinar las relaciones filogenéticas al interior del género *Pseudoplatystoma*, se aislaron y secuenciaron dos marcadores moleculares mitocondriales: el *Citocromo-b* y la Región de Control (RC). El DNA mitocondrial ha demostrado ser un indicador confiable de las relaciones filogenéticas y de la estructura geográfica poblacional. El *Citocromo-b* (*Cyt-b*) es un gen que contiene posiciones con diferentes velocidades de evolución y conteniendo regiones conservadas y variables y por lo tanto constituye un marcador adecuado para fines filogenéticos a diferentes niveles de divergencia. Alternativamente, la Región de Control (CR) es una región no codificante que generalmente exhibe tasas de evolución molecular más elevadas.

Para la reconstrucción de las relaciones filogenéticas al interior del género se aplicaron métodos de Máxima Verosimilitud y Bayesianos a

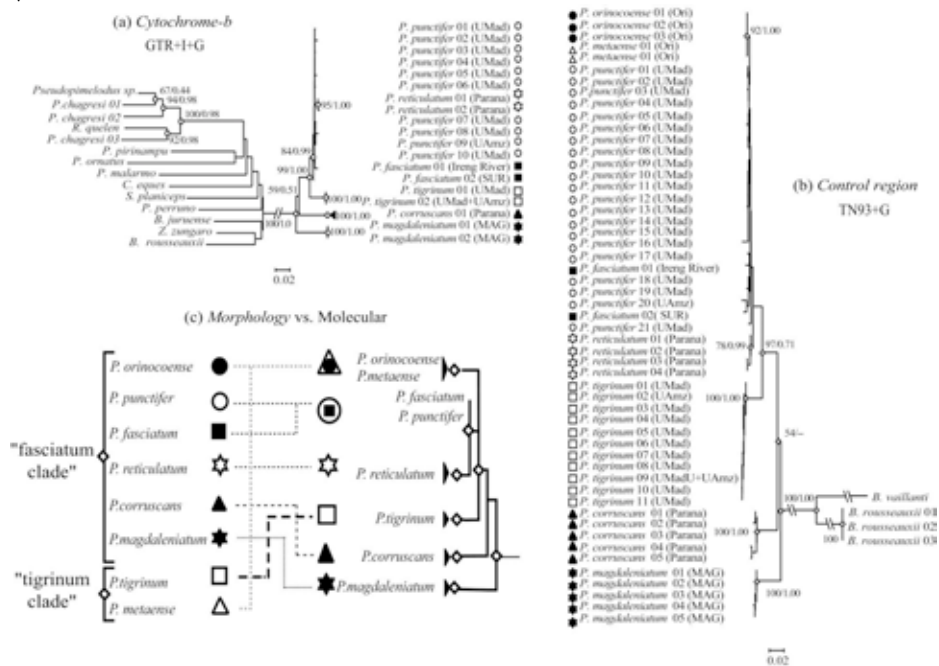
ambos marcadores (708 pares de bases para *Cyt-b* y 974 bp para la Región de control) empleando los programas PhyML y BEAST v1.4.8. El modelo más adecuado de sustitución nucleotídica, la existencia de sitios invariables (I) y la tasa de heterogeneidad entre sitios ( $\Gamma$ ) serán seleccionados entre 28 modelos alternativos bajo el Criterio de Información de Akaike utilizando el programa Ape.

Empleando el árbol de Máxima Verosimilitud estimado, se estableció una cronología de diversificación sobre las bases de un reloj molecular, empleando un método de Verosimilitud Penalizada-PL. La distribución geográfica de *P. magdaleniatum* y de las especies restantes se acomoda bien a un evento de vicarianza que ilustra el establecimiento de la cuenca del Magdalena por modificaciones orogénicas que datan de 11,8 millones de años -Ma- (Hoorn *et al.* 1995, Lundberg 1998). Este evento fue por lo tanto utilizado para calibrar el proceso. Para más detalles técnicos del presente trabajo, por favor referirse a Torrico *et al.* (2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de los datos moleculares (figura 1) apoyan ciertos aspectos del trabajo que Buitrago-Suarez & Burr (2007) realizaron sobre bases morfológicas y anatómicas, sin embargo, otros aspectos permanecen conflictivos. Ambos estudios dan apoyo a la monofilia del género *Pseudoplatystoma* y muestran un perfil de distribución geográfica complejo. Los datos moleculares muestran que *P. tigrinum*, *P. corruscans*, *P. reticulatum* y la nueva especie *P. magdaleniatum* constituyen clados consolidados validando su estatus taxonómico. Por el contrario, la separación de un "clado *P. fasciatum*" (*P. fasciatum*, *P. punctifer*, *P. reticulatum*, *P. orinocoense*, *P. magdaleniatum* y *P. corruscans*) y de un "clado *P. tigrinum*" (*P. tigrinum* y *P. metaense*) sobre bases morfológicas no es consistente con los datos moleculares que muestran en cambio la existencia de cinco clados: *P. metaense* agrupada con *P. orinocoense* (92% de bootstrap para RC), *P. reticulatum* (95% y 78% para *Cyt-b* y RC respectivamente), *P. tigrinum* (100% para *Cyt-b* y RC), *P. corruscans* (100% para *Cyt-b* and RC) y *P. magdaleniatum* (100% para *Cyt-b* y RC). Las especies morfológicas *P. metaense* y *P. orinocoense* constituyen una unidad evolutiva única en base a los datos moleculares. Del mismo modo, los datos moleculares no han permitido diferenciar *P. punctifer* (Cuenca amazónica) de *P. fasciatum* (ríos del Escudo Guyanés). Un análisis detallado de estos casos nos lleva a concluir que por lo menos en el caso de *P. punctifer*, la nueva asignación taxonómica es errónea y por lo tanto se debería mantener el nombre original: *P. fasciatum*. En términos de los patrones

biogeográficos, se ha puesto en evidencia la existencia de tres grupos geográficos: Magdalena (*P. magdaleniatum*), Paraná (*P. corruscans*) and Amazon (*P. tigrinum*). La cronología estimada en el presente trabajo para los eventos de diversificación ligados a este perfil son consistentes con la descripción de la historia geológica de la región propuesta por Hoorn *et al.* (1995) y Lundberg (1998), quienes estimaron el establecimiento de las mencionadas cuencas durante el Mioceno tardío entre 11,8 y 10 Ma y el aislamiento primario del Orinoco entre 8,0 y 5,0 Ma.



**Figura 1.** Filogenias de Máxima Verosimilitud para el género *Pseudoplatystoma* y comparación con la sistemática basada en el morfología; a) *Cyt-b* (GTR+I+G,  $\Gamma = 0,404$ ;  $\gamma = 0,889$ ); b) RC (TN93 +  $\Gamma$ ,  $\gamma = 0,420$ ); los valores de bootstrap mayores a 51% y las probabilidades posteriores mayores a 0.5 se ilustran en los nodos respectivos; c) congruencia entre la morfología y los datos moleculares. Los diferentes símbolos geométricos corresponden a diferentes especies; los diamantes representan los nodos con apoyo estadístico (Cyt-b/RC); UMad, Alto Madera; Uamz, Ucayali-Amazonía superior; Mag, Magdalena, SUR, Suriname.

A lo largo de este periodo, masivas incursiones marinas aislaron los terrenos más elevados (Escudo Brasileiro, Escudo Guyanés y el piedemonte andino) y por lo tanto se ha propuesto que pudieron haber tenido un papel potencial como agente de especiación alopátrica. En

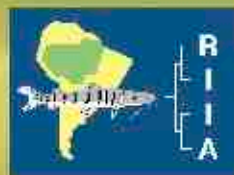
estos procesos pueden estar el origen de la diferenciación de *P. tigrinum* y su linaje hermano (*P. fasciatum*, *P. punctifer*, *P. reticulatum*). Los datos de distribución y las estimaciones cronológicas son consistentes con este escenario. La subsecuente regresión de las aguas marinas hacia 4 Ma y el establecimiento definitivo del canal principal de la cuenca amazónica habrían permitido la recolonización ulterior de la Amazonía Central (Hipótesis del Museo Haq *et al.* 1987, Hoorn 1993).

Por otra parte se han establecido edades relativamente recientes para la aparición de *P. reticulatum* (hallado tanto en la Cuenca del Paraná como en la del Amazonas), entre 0,8 y 1,5 Ma, lo que no es consistente con el establecimiento primario de estas dos cuencas durante el Mioceno tardío (Hoorn *et al.* 1995, Lundberg 1998). Esto podría ser el resultado de una especiación reciente en relación con algún evento de vicarianza desconocido. Diversos autores han puesto en evidencia que eventos de captura de las cabeceras y reconexiones temporales entre las cabeceras de estas dos cuencas promovieron eventos de especiación por dispersión de larga distancia seguida de divergencia alopatrica (Lovejoy & Araujo 2000, Montoya-Burgos 2003, Hubert *et al.* 2007). La existencia de rutas de dispersión entre las cuencas, de las Guyanas, del Orinoco, del Amazonas, y del Paraná (Hipótesis hidrogeográfica, Montoya-Burgos 2003) ha sido demostrada para varias especies de peces (Hubert *et al.* 2007) y puede explicar el perfil de distribución de *P. reticulatum*. También se conoce que históricamente existió una zona de intercambio entre las cuencas del Amazonas y del Paraná. La existencia de rutas de dispersión entre el Río Essequibo y el Río Branco, a través de la sabana del Rupununi también es consistente con los datos presentados y la distribución geográfica de *P. punctifer*. Del mismo modo esta ruta de contacto secundario ha sido descrita y documentada (Lovejoy & Araujo 2000, Willis *et al.* 2007). Finalmente la naturaleza precisa y las relaciones filogenéticas relativas a las especies putativas del Orinoco merecen un análisis más profundo.

## REFERENCIAS

- Buitrago-Suarez I.A. & Burr, B.M. 2007. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa* 1512, 1–38.
- Carolsfeld J., Harvey, B., Ross, C., & Baer, A. 2003. *Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*. World Fisheries Trust/World Bank. IDRC, Victoria.
- Haq B.U., Hardenbol J. & Vail, P.R. 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science* 235, 1156–1167.

- Hubert N., Duponchelle F., Nuñez J., García-Dávila C., Paugy D. & Renno J.-F. 2007. Phylogeography of the piranha genera *Serrasalmus* and *Pygocentrus*: implication for the diversification of the Neotropical ichthyofauna. *Molecular Ecology* 16, 2115–2136.
- Hoorn C., 1993. Marine incursions and the influence of Andean Tectonics on the Miocene depositional history of northwestern Amazonia: results of a palynostratigraphic study. *Paleogeography, Paleoclimatology and Palaeoecology* 105, 267–309.
- Hoorn C., Guerreo J., Sarmiento G.A. & Lorente, M.A. 1995. Andean tectonics as a cause for changing drainage patterns in Miocene northern South America. *Geology* 23, 237–240.
- Lovejoy N.R. & Araujo L.G.D. 2000. Molecular systematics, biogeography and population structure of Neotropical freshwater needlefishes of the genus *Potamorhaphis*. *Molecular Ecology* 9, 259–268.
- Lundberg J.G. 1998. The temporal context for diversification of Neotropical fishes. In: Malabarba, L.R., Reis, R.E., Vari, R.P., Lucena, C.A.S., Lucena, Z.M.S. (Eds.), *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Edipucrs, Porto Alegre, pp. 13–48.
- Montoya-Burgos J.I., 2003. Historical biogeography of the catfish genus *Hypostomus* (Siluriformes: Loricariidae), with implications on the diversification of Neotropical ichthyofauna. *Molecular Ecology* 12, 1855–1867.
- Nuñez J., Dugué R., Corcué N., Duponchelle F., Renno J.F., Raynaud T., Hubert N. & Legendre M., 2008. Induced breeding and larval rearing of Surubi, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the Bolivian Amazon. *Aquaculture Research* 39, 764–776.
- Reis R.E., Kullander S.O. & Ferraris, C.J. 2004. *Check List of Freshwater Fishes of South and Central America*. Edipucrs, Porto Alegre. 729pp.
- Torrío J.P., Hubert N., Desmarais E., Duponchelle F., Nuñez Rodríguez J., Montoya-Burgos J., García-Dávila C., Carvajal-Vallejos F.M., Grajales A.A., Bonhomme F. & Renno J.F. 2009. Molecular phylogeny of the genus *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1862): Biogeographic and evolutionary implications. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 51, 588–594.
- Willis S.C., Nunez M.S., Montaña C.G., Farias I.P. & Lovejoy N.R. 2007. Systematics, biogeography, and evolution of the Neotropical peacock basses *Cichla* (Perciformes: Cichlidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44, 291–307.



Los principales objetivos científicos de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica (RIIA), conformada por investigadores de varios países amazónicos (Bolivia, Colombia, Ecuador, Brasil, Perú), se centran en el estudio de la diversidad de los peces amazónicos, su evolución, sus estrategias de historia de vida y en el desarrollo de una piscicultura sostenible para las especies más prometedoras.

Además de las aplicaciones en el campo de la piscicultura, los resultados obtenidos son útiles para la gestión, manejo y conservación de estas especies en su medio natural.

En este libro el lector encontrará los resúmenes extendidos del segundo coloquio de la RIIA que se llevó a cabo en el INPA (Manaus, Brasil).

BIOLOGÍA DE LAS POBLACIONES DE PECES AMAZÓNICOS Y PISCICULTURA, Manaus, Brasil, 2009

## II COLOQUIO DE LA RED DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA ICTIOFAUNA AMAZÓNICA

### BIOLOGÍA DE LAS POBLACIONES DE PECES AMAZÓNICOS Y PISCICULTURA

Comunicaciones del II Workshop Internacional  
28-30 de octubre 2009  
Manaus, Brasil

Editores:  
Jesús Núñez Rodríguez  
Fred Chu Koo  
Jorge Rebelo Porto  
Carmen R. García Dávila

ISBN: 978-612-46077-0-7



9 786124 607707

# **Biología de las Poblaciones de Peces Amazónicos y Piscicultura**

**II COLOQUIO DE LA RED DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA ICTIOFAUNA  
AMAZÓNICA  
(RIIA)**

<http://www.riiaamazonia.org>

28-30 de Octubre 2009 - Manaus (Brasil)



Coloquio financiado por el IRD, el INPA y el IIAP con la participación de la Cooperación Francesa Regional para los países Andinos.



Institut de recherche  
pour le développement



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

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Av. André Araújo,  
2936, 69060-001 Manaus (Brasil). <http://www.inpa.gov.br>

Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana – IIAP, Av Abelardo  
Quiñones Km. 2.5 Iquitos – Perú. <http://www.iiap.org.pe>

Cita bibliográfica:

Jesús Núñez, Fred Chu-Koo, Jorge Porto & Carmen R. García-Dávila, (editores)  
(2011). Biología de las Poblaciones de Peces Amazónicos y Piscicultura.  
Comunicaciones del Segundo Coloquio Internacional de la Red de  
Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica (RIIA), Manaus, Brasil. 201 p.

© IRD – Lima, Agosto 2011  
Institut de Recherche pour le Développement  
357 Calle Teruel, Miraflores, Lima 18, Perú.

Editores:

Jesús Núñez Rodríguez, Fred Chu Koo,  
Jorge Rebelo Porto & Carmen R. García Dávila

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2011-11428  
ISBN: 978-612-46077-0-7

Impresión: *Punto & Grafía S.A.C.* Av. Del Rio 113, Pueblo Libre T: 332-2328

## Contenido

### GENÉTICA Y EVOLUCIÓN

#### **BIODIVERSIDAD Y EVOLUCIÓN DE LOS PECES EN AMAZONÍA ..... 11**

Jean-François Renno, Fernando Carvajal-Vallejos, Juan Pablo Torrico, Fabrice Duponchelle, Jesus Nuñez, Carmen García-Dávila, Susana Sirvas, François Bonhomme, Erick Desmarais & Nicolas Hubert

#### **EVIDÊNCIA DE LINHAGENS GENÉTICAS DISTINTAS EM *Nannostomus eques* (LEBIASINIDAE), *Carnegiella strigata* E *C. marthae* (GASTEROPELECIDAE) DA BACIA DO RIO NEGRO-AM ..... 21**

Maria Leandra Terencio, Carlos Henrique Schneider & Jorge Ivan Rebelo Porto

#### **POLIMORFISMO MOLECULAR DE LA VARIACIÓN DE LA LONGITUD DE LOS INTRONES (EPIC-PCR) EN *Apistogramma sp.*, PECES ORNAMENTALES DE LA AMAZONÍA PERUANA ..... 29**

Susana Sirvas, Evelyn Briceño, Betty Gamero, Jesús Nuñez, Fabrice Duponchelle, Catalina Díaz & Jean François Renno

#### **VARIABILIDADE GENÉTICA DO GÊNERO *Brachyplatystoma* NA AMAZÔNIA. .... 37**

K. Formiga-Aquino, J. S. Batista, G. C. M. P. Huergo, S. R. Brígida-Ferreira, F. C. Rodrigues & J. A. Alves-Gomes

#### **FILFOGENIA MOLECULAR DEL GENERO *Pseudoplatystoma* (BLEEKER, 1862): IMPLICACIONES BIOGEOGRÁFICAS Y EVOLUTIVAS ..... 47**

J.P. Torrico; N. Hubert, E. Desmarais, F. Duponchelle, J. Nuñez-Rodríguez, J. Montoya-Burgos, C. García-Dávila, F.M. Carvajal-Vallejos, A.A. Grajales, F. Bonhomme & J.F. Renno

#### **VARIACIÓN HAPLOTÍPICA (DNAMT) DEL DORADO -*Brachyplatystoma rousseauxii* - EN EL ALTO MADERA, BOLIVIA..... 53**

Fernando M. Carvajal-Vallejos, Fabrice Duponchelle, Juan Pablo Torrico, Jesús Nuñez Rodríguez, Carmen García-Dávila, Sophie Quérouil, Susana Sirvas & Jean-François Renno

#### **AVANCES DEL USO DEL “BARCODING” EN LA IDENTIFICACIÓN DE LARVAS DE BAGRES (SILURIFORMES) EN LA AMAZONIA PERUANA ..... 61**

Carmen García-Dávila, Werner Chota-Macuyama, Diana Castro-Ruiz, Gian-Carlo Vásquez, Mike Corazón, Juan García, Fernando Carvajal, Homero Sánchez, Fabrice Duponchelle, Jesús Núñez, Fred Chu-Koo & Jean-François Renno

## **BIOLOGÍA - ECOLOGÍA**

### **ESTRATÉGIAS DE VIDA E CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES DE PEIXES NA AMAZÔNIA CENTRAL ..... 73**

Nidia Noemi Fabré & Vandick da Silva Batista

### **PADRÃO DE VARIAÇÃO TEMPORAL DE PARÂMETROS REPRODUTIVOS DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA AMAZÔNIA CENTRAL ..... 81**

Sidínea Amadio & Jansen Zuanon

### **CICLO DE VIDA, MERCADO EM REDE E CONSERVAÇÃO DOS GRANDES BAGRES MIGRADORES DA AMAZÔNIA NO RIO SOLIMÕES, BRASIL ..... 87**

André de Oliveira Moraes & José A. Alves-Gomes

### **SOBREEXPLOTACIÓN PESQUERA DEL DORADO EN LA AMAZONÍA PERUANA ..... 93**

Fabrice Duponchelle, Aurea García, Fernando Carvajal, Jesus, Nuñez, Salvador Tello, Fred-Chu-Koo & Jean-François Renno

### **CONTEXTO DE LA PESCA TRANSFRONTERIZA DE LOS BAGRES EN LA REGION SUR-ORIENTAL DE LA AMAZONIA COLOMBIANA ..... 101**

Edwin Agudelo Córdoba & Juan Carlos Alonso González

### **UMA ABORDAGEM EVOLUTIVA SOBRE A ATIVIDADE ESPONTÂNEA DA DESCARGA DO ÓRGÃO ELÉTRICO DE *Microsternarchus* (GYMNOTIFORMES: HYPOPOMIDAE) ..... 117**

A. Nogueira & J.A. Alves-Gomes

### **UTILIZAÇÃO DE *Microsternarchus bilineatus* COMO BIOMONITOR: O EFEITO DE COMBUSTÍVEIS AUTOMOTIVOS DERIVADOS DO PETRÓLEO NA DESCARGA DO ÓRGÃO ELÉTRICO ..... 125**

Diana José dos Santos Ferreira & José Antônio Alves-Gomes

### **IMPACTS OF PHENANTHRENE ON TAMBAQUÍ *Colossoma macropomum*: LC<sub>50</sub>, GROWTH AND HEMATOLOGY ..... 131**

Carlos Chávez V. & Adalberto Val

## **PISCICULTURA**

### **PISCICULTURA AMAZÓNICA: POTENCIALIDADES E DESAFIOS PARA O DESENVOLVIMENTO EM REDE..... 137**

Evoy Zaniboni-Filho

### **AVANCES EN EL SEXAJE DEL PAICHE O PIRARUCU..... 143**

Jesús Núñez, Rémi Dugué, Miriam Alván-Aguilar, Fabrice Duponchelle, Jean François Renno, Carlos Chávez & Fred Chu-Koo

### **CRECIMIENTO, CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y SOBREVIVENCIA DE PACO (*Piaractus brachypomus*) CULTIVADO EN ESTANQUES CON Y SIN REVESTIMIENTO DE GEOMEMBRANAS EN LA AMAZONÍA PERUANA..... 151**

Astrid Dañino Pérez, Omar Nash Ramírez, Fred Chu-Koo & Luis Mori-Pinedo

### **RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE LA GAMITANA (*Colossoma macropomum*) CULTIVADA EN ESTANQUES CON Y SIN REVESTIMIENTO DE GEOMEMBRANAS EN LA AMAZONÍA PERUANA ..... 159**

Astrid Dañino Pérez, Omar Nash Ramírez, Fred Chu-Koo

### **ZUNGARO TIGRINUS *Brachyplatystoma tigrinum* (Britsky, 1981): NOTAS SOBRE SU CULTIVO EN EL IIAP ..... 167**

Carlos Chávez V., Fernando Alcántara B., Germán Murrieta M., Teddy Barbarán R., Alfonso Bernuy R., Fred Chu K., Homero Sánchez R., Salvador Tello M. & Jesús Núñez R.

### **CARACTERIZACIÓN DE UN ALIMENTO TIPO PARA *Apistogramma* sp. .... 175**

Catalina Díaz, Jesús Núñez, Fabrice Duponchelle, Jean-François Renno & Susana Sirvas

### **AVANCES DE LA PISCICULTURA CON ESPECIES AMAZÓNICAS EN BOLIVIA Y LA DISYUNTIVA DE INCORPORAR HÍBRIDOS..... 181**

Hernán Navil Corcuy Arana

### **TECNOLOGIA DO PESCADO APLICADA À VALORIZAÇÃO DA PRODUÇÃO PESQUEIRA DO ESTADO DO AMAZONAS ..... 189**

Nilson Luiz de Aguiar Carvalho & Maria Auxiliadora Fonseca Carvalho