



PERÚ

Ministerio del
Ambiente

Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

Conceptos básicos: Filogenia y filogeografía (variabilidad genética y flujo de genes en poblaciones naturales de peces amazónicos)

Dra. Carmen Rosa García Dávila

Directora (e) Programa de Investigación del Agua y sus Recursos
Jefe del Laboratorio de Biología y Genética Molecular

Lima, diciembre del
2017



Institut de recherche
pour le développement



La Amazonía

Presenta una diversidad de especies de peces, muchos de ellos todavía desconocidos para la ciencia

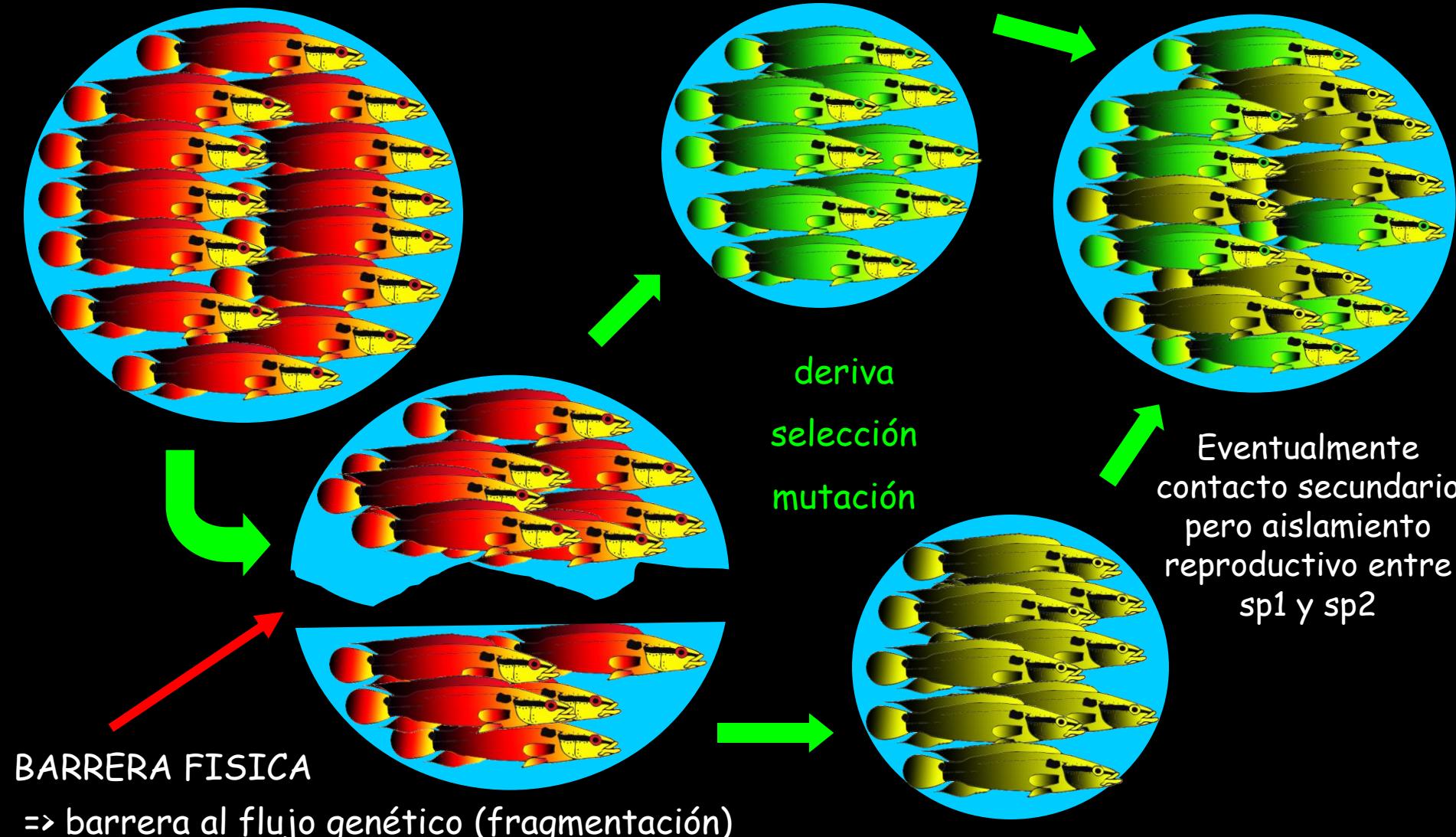
- > 3000 especies descritas en Amazonía
(desde 1990, 50 nuevas especies descritas cada año!):
- > 400 son comercializadas (consumo y ornamentales)
- ~ 10 son cultivadas



Cual es el origen de la hiper-diversidad ictiológica en Amazonía?

Mecanismo más conocido : formación de nuevas especies por especiación alopátrica (vicarianza)

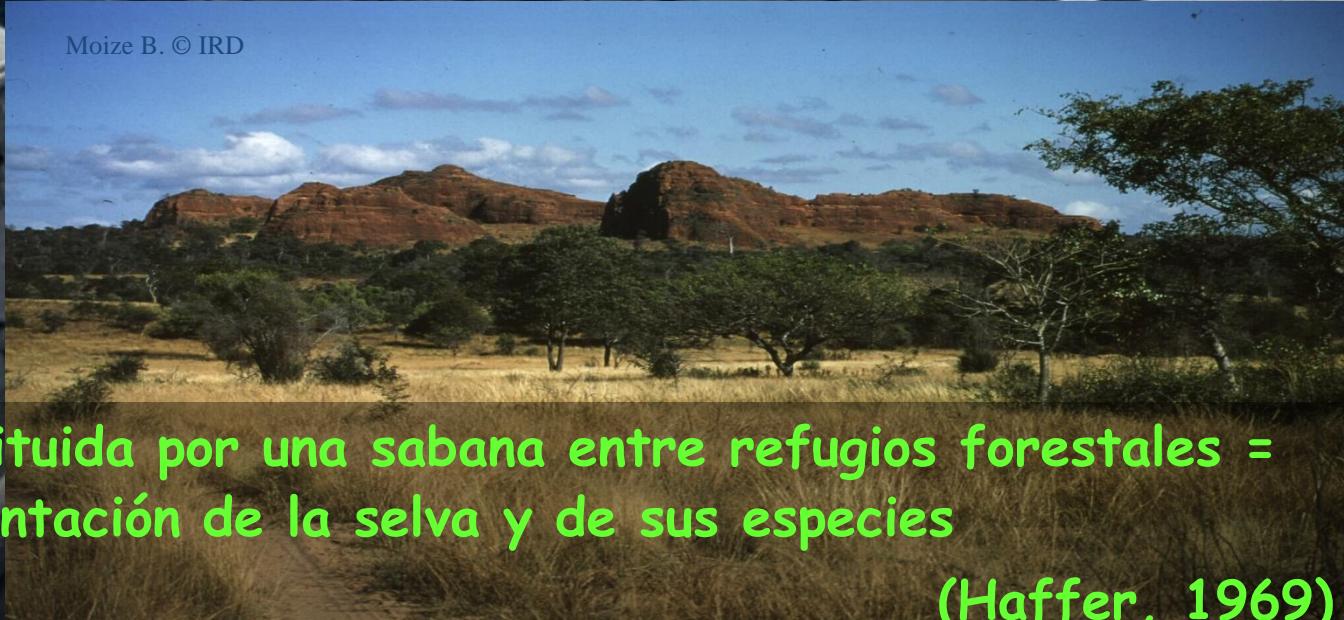
especie madre



Barrera : efecto de los Cambios climáticos

Los glaciares

se desarrollaron en las regiones actualmente templadas...



...la selva fue substituida por una sabana entre refugios forestales = fragmentación de la selva y de sus especies

(Haffer, 1969)



Barrera : incursiones
marinas
(Fjeldsä 1994)

**Barreras:
levantamiento de los
Andes y de los
paléoarcos**



Barrera actuales :
ríos
(Wallace, 1852)



separaciones y anastomosis de las cuencas hidrológicas



Barreras actuales en la Amazonía





***Apistogramma cinilabrum* sp. n.: Description of a potentially endangered endemic cichlid species (Teleostei: Perciformes: Cichlidae) from the Departamento Loreto, Peru ***

UWE RÖMER¹, FABRICE DUPONCHELLE^{2,3}, ANTONIA VELA DIAZ⁴,
CARMEN GARCIA DAVILLA⁴, SUSANA SIRVAS³, CATALINA DIAZ CATCHAY³
& JEAN-FRANÇOIS RENNO^{2,4}



**Especies con áreas de
distribución muy
reducida**

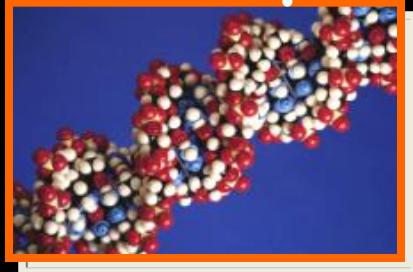
Fenotipo y genotipo

Fenotipo



Set de
características
expresadas
por un organismo

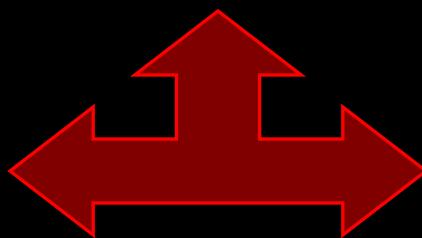
Genotipo



Ambiente



Set de genes presentes
en un organismo



Relacionamiento genotípico y fenotípico

Gran variación fenotípica = gran variabilidad genética?

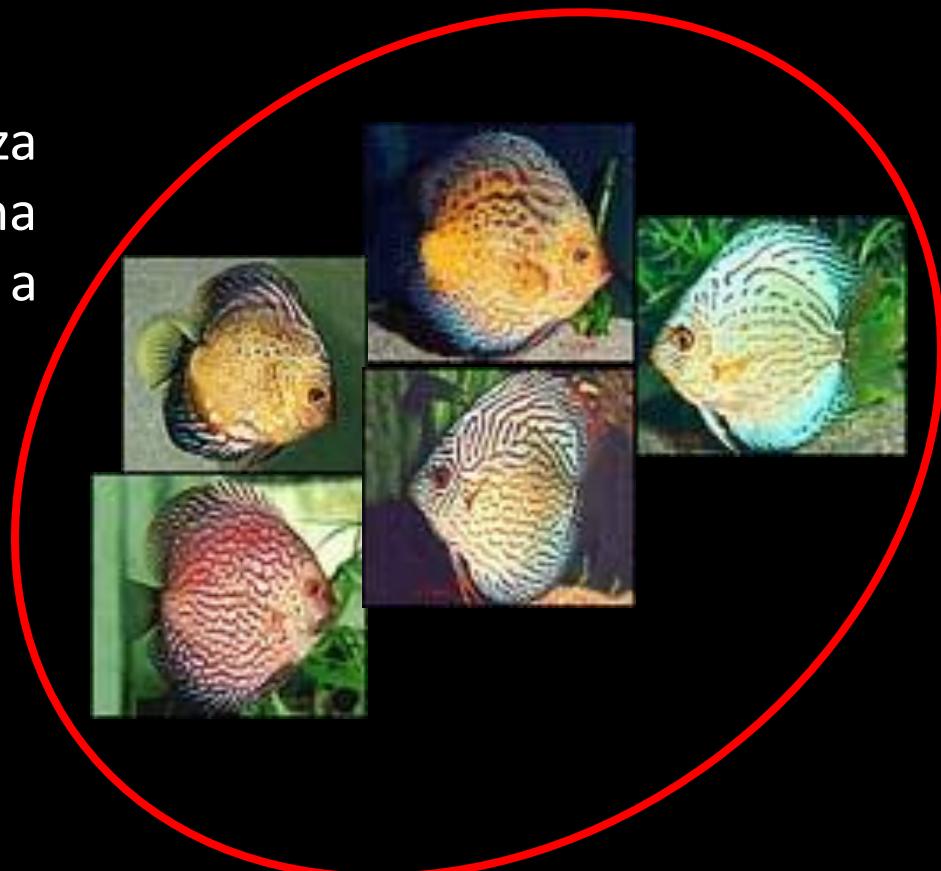
Heredabilidad

es la proporción de la varianza total de un carácter en una población que es debida a diferencias genéticas.

Rango de heredabilidad:

0 = cuando toda variación es completamente ambiental.

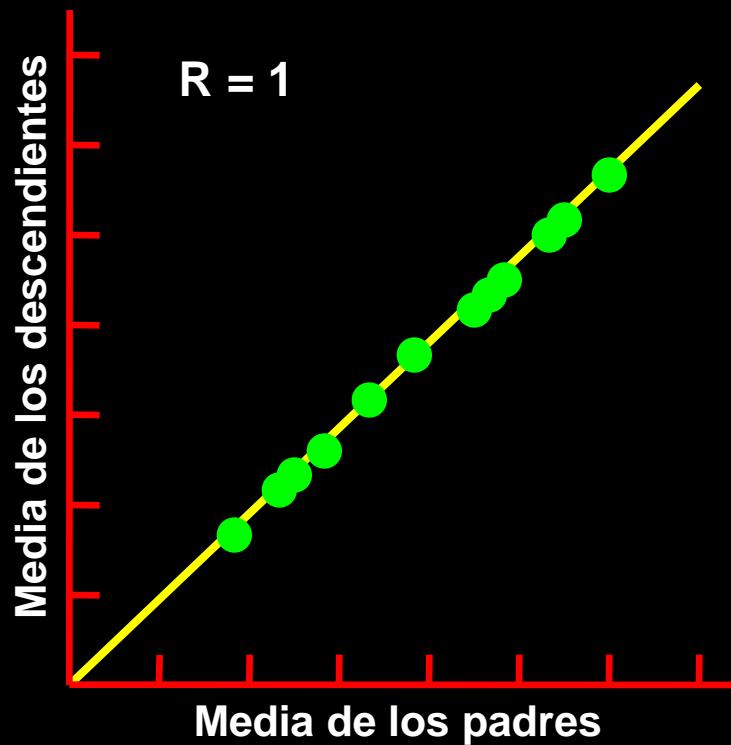
1 = cuando toda variación es debido a diferencias genéticas.



Tipos de heredabilidad

Herencia completa

Para dado carácter, padres con valores mayores que la media producen descendientes con valores igualmente altos, en tanto que padres con valores menores que la media producen descendientes con valores igualmente menores.



Herencia completa



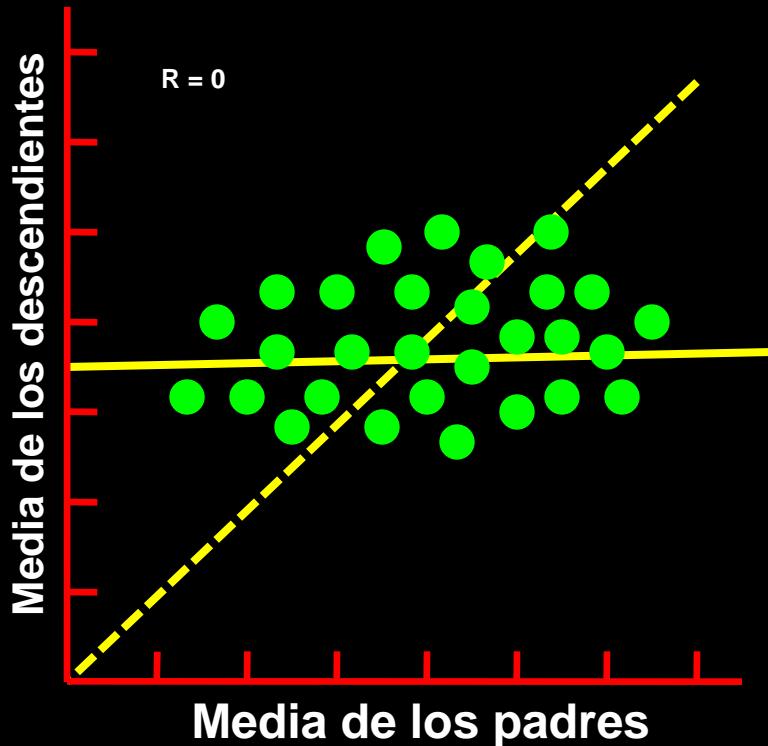
Número de surcos de la huella digital

Es decir
Tiene una alta heredabilidad.
La diferencias ambientales
entre los padres y sus
descendientes , no tiene
influencia sobre el fenotipo
del carácter.

Tipos de heredabilidad

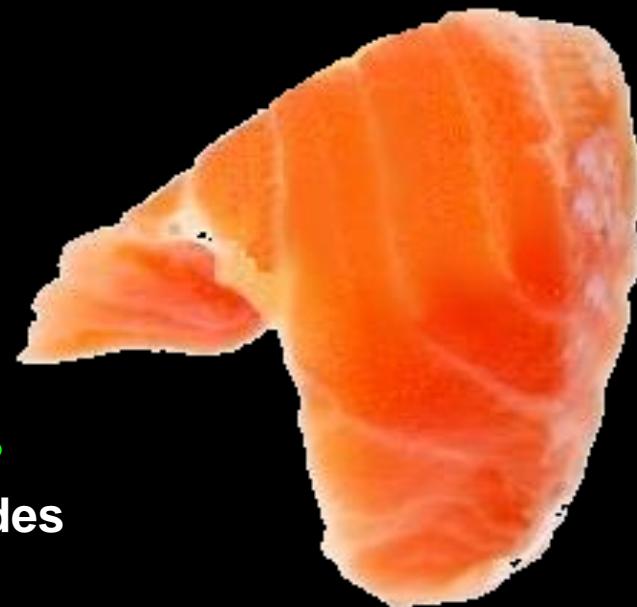
Ausencia de relación entre padres y descendientes

Ausencia de relación entre los valores fenotípicos de los padre y de sus descendientes.





Ausencia de relación entre padres y descendientes



Color de la carne de salmón es heredable?
Depende de la alimentación, de los carotenoides
que consume especialmente astaxantina y
cantaxantina, que en la naturaleza proviene del Krill.
Crustáceos planctónicos y otros pequeños peces.

Diversidad genética

Es la variedad de alelos y genotipos presentes en un grupo (poblaciones, especies o grupo de especies).

También se considera:

El material bruto sobre el cual la selección natural actúa para permitir la adaptación y evolución de los organismos y la adecuación a los cambios climáticos.

consecuencia:

La perdida de diversidad genética reduce el potencial evolutivo, que trae como una de sus consecuencias la reducción del éxito reproductivo.

Como se manifiesta la diversidad genética en peces?

Diferencias en caracteres morfológicos

Diferentes padrones de coloración



Polyacanthoides monocirrus

Como se manifiesta la diversidad genética en peces?

Diferencias en muchos caracteres morfológicos

Genero *Apistogramma*



Como se manifiesta la diversidad genética en peces?

Diferentes patrones de coloración:



Diferentes tasas de crecimiento:



Como se manifiesta la diversidad genética en los genes?

Recordemos que:

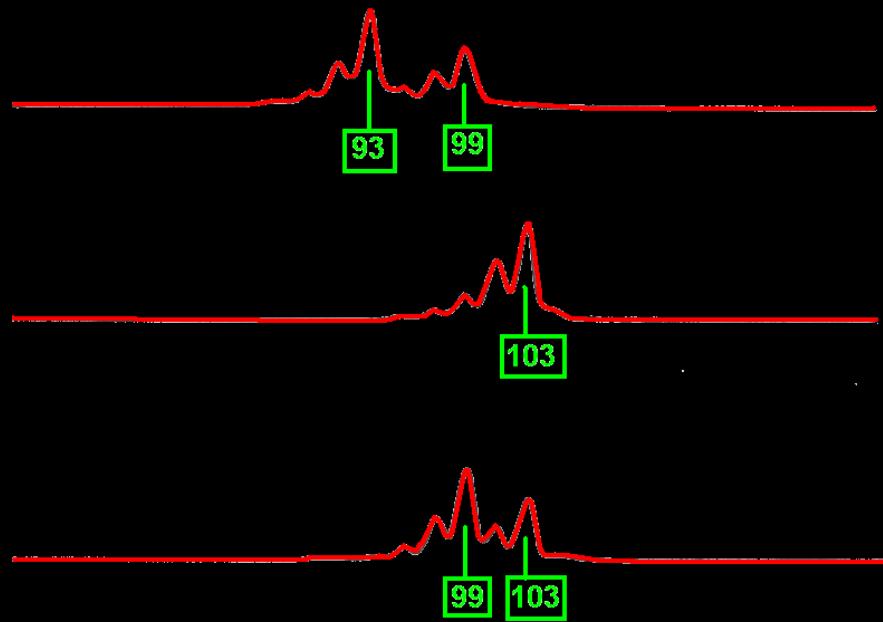
Los genes son secuencias de nucleótidos en una región particular de una molécula de ADN

La diversidad genética:

Representa secuencias ligeramente diferentes (polimórficas)

Que pueden ser expresadas en diferencias en la secuencia de aminoácidos de la proteína Codificada por el *locus*

Lo que puede ocasionar diferencias bioquímicas, morfológicas y comportamentales



Extensión de la diversidad genética



Poecilia reticulata guppy

Macho nativo mexicano



Extensión de la diversidad genética

- Grandes poblaciones exogámicas generalmente contienen una gran cantidad de diversidad genética.
- Esta es manifestada en variaciones morfológicas, comportamentales y fisiológicas.
- Esta variación está compuesta tanto de variaciones sin base genética, resultante de la influencia del ambiente sobre los individuos, como de las variaciones con base genética (debida a la diferencia entre los alelos).

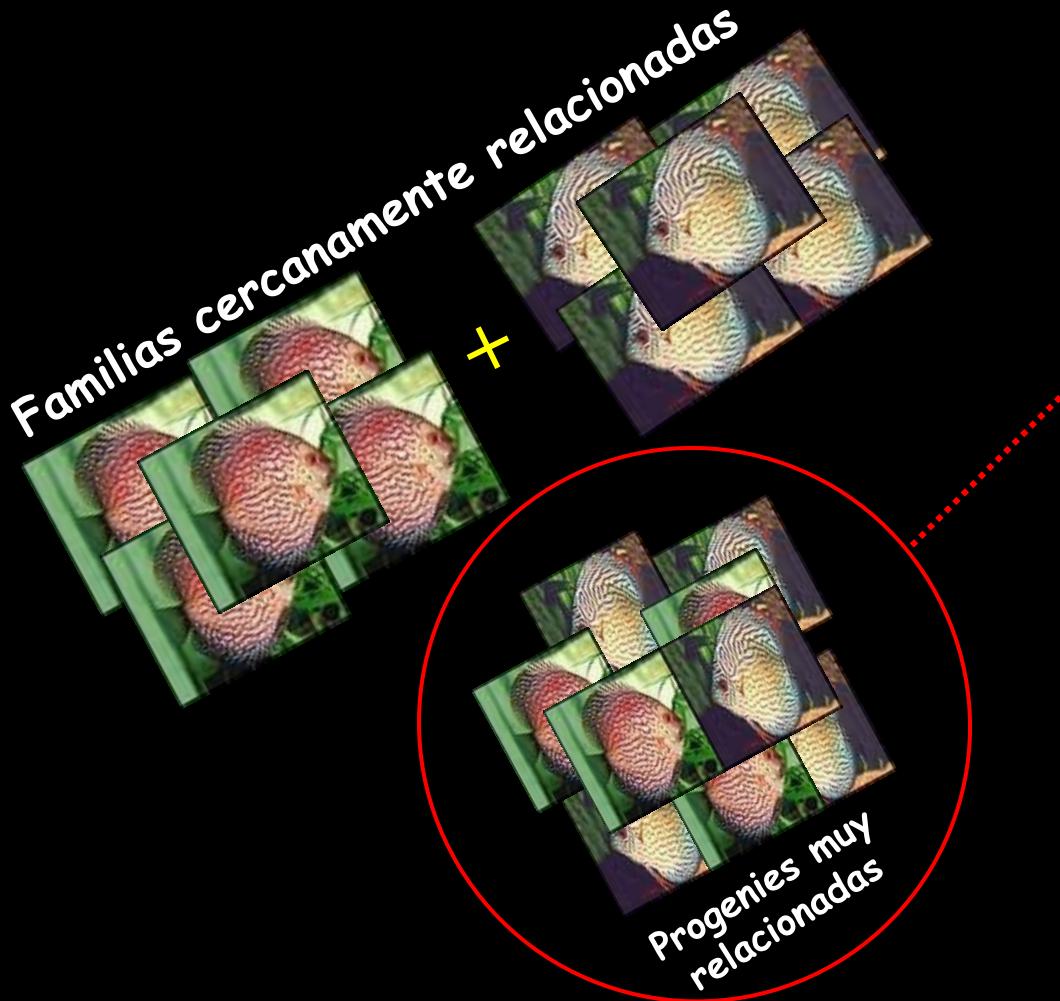


Extensión de la diversidad genética

Los atributos como: nº de descendientes producidos, habilidad de cortejo, longevidad, tasa de crecimiento, comportamiento para evitar los predadores, peso corporal, altura, fuerza, etc. Son variaciones relacionadas a la **diversidad genética**.



Factores que disminuyen la amplitud de la diversidad genética



- Poblaciones sujetas a grandes presiones de pesca se reducen a pequeñas poblaciones, con altos niveles de **endogamia**.
- La endogamia hace que **alelos raros deletéreos** se expresen causando diferentes tipos de mutaciones (colas torcidas, falta de anus, falta de éxito reproductivo, enanismo, columna deformes).

Deriva genética

- La producción de reproductores en criaderos tanto para los programas de cría como para el mejoramiento, ha permitido obtener numerosos reproductores a partir de unos pocos padres, con la consecuente perdida de diversidad genética por deriva.
- Esto puede tener repercusiones negativas sobre las poblaciones nativas, ya que existe muchas fugas de los criaderos. Estos pueden cruzarse con los nativos causando una depresión en la diversidad.

Fuerza evolutiva que actúa junto a la selección natural cambiando las características de la especie en el tiempo

Oncorhynchus salmon del atlántico



Mutación

- Es un cambio genético súbito en un alelo o cromosoma.
- Hace posible la aparición de nuevas variantes genéticas (por medio de errores naturales durante la replicación del DNA, elementos genéticos móviles, quiebras cromosómicas).
- Las mutaciones mas importantes son las mutaciones letales o deletéreas.



Mutación

- Cuando la diversidad genética es totalmente perdida en una especies esta es regenerada solo por mutación.
- Teniendo en cuenta que las tasas de mutaciones son muy bajas, los tiempos de regeneración son muy largas (millares a millones de generaciones para recuperar la variación en un *locus*)



Carassius auratus

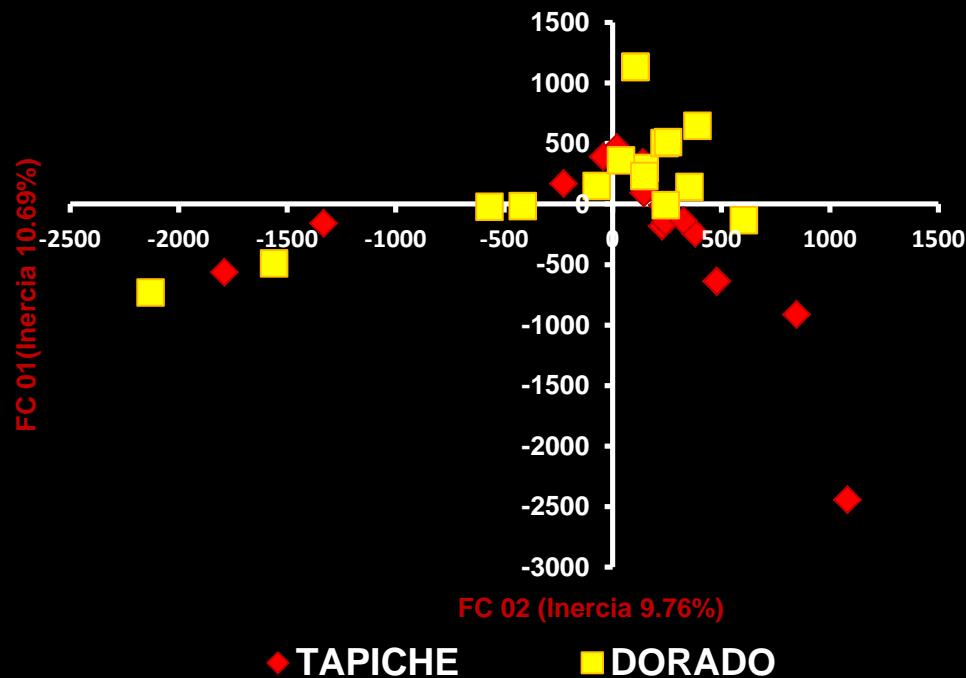
goldfish



Muchos de los patrones de coloración y formas morfológicas en el goldfish es producto de la acción de genes individuales.

Migración y flujo genético

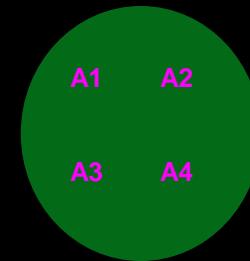
- Al contrario de las mutaciones la mezcla de alelos de dos o mas poblaciones relacionadas puede rápidamente restaurar la diversidad genética.
- Los conjuntos génicos de poblaciones parcialmente distantes divergen al largo del tiempo como resultado de la deriva y selección, migraciones y entrecruzamientos subsecuentemente reducen tales diferencias.



Flujo de genes, fragmentación poblacional y extinción

En poblaciones fragmentadas con flujo genético disminuido, los efectos de la perdida de diversidad genética y depresión endogámica son más severas que en poblaciones no fragmentadas.

Población inicial

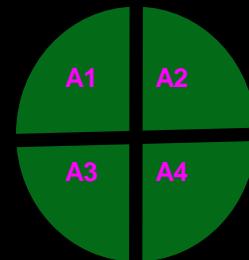


(1)

A corto plazo
de tiempo

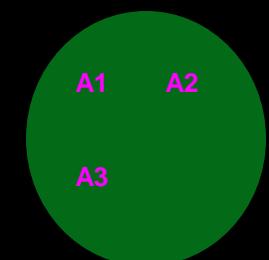
Varias poblaciones pequeñas

(2)



Única población grande

(3)



A largo plazo
de tiempo

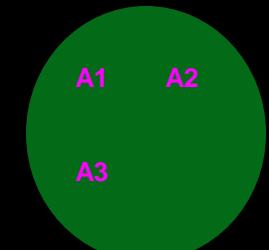
Varias poblaciones pequeñas

(4)



Única población grande

(5)



Flujo de genes, fragmentación poblacional y extinción

Las consecuencias genéticas de la fragmentación poblacional depende críticamente del flujo genético.



Con flujo genético restricto la fragmentación poblacional es altamente deletérea.



Degradación y fragmentación de habitat, nuevos depredadores en los ecosistemas actuales (especies introducidas), pueden llevar a una especie a la extinción.

Fragmentación poblacional y extinción

El flujo genético reduce los efectos genéticos de la fragmentación.



Un único imigrante por generación es considerado suficiente para prevenir la diferenciación completa entre poblaciones ideales.

Población idealizada:

Es una población cerrada compuesta de hermafroditas, donde el cortejo ocurre al azar, con generaciones discretas, y tamaño constante.



Selección y adaptación

El nivel del mar construye y quiebra conexiones entre bloques de tierra

Fluctuación del clima a largo del tiempo

El ambiente físico y Biótico de virtualmente todas las especies está mudando constantemente. Para Sobrevivencia a largo plazo las especies deben ajustarse a esos cambios

Surgen nuevos competidores

Peste, parásitos y enfermedades desarrollan nuevas formas

- Las especies evolucionan para adaptarse a los cambios ambientales.
- Los cambios evolutivos adaptativas ocurren a través de la selección sobre la variación genética, aumentando la frecuencia de alelos benéficos.

Cambios evolutivos adaptativos



Chaenocephalus aceratus draco antartico

Cambios evolutivos adaptativos pueden posibilitar que las poblaciones se adapten a condiciones que ningún individuo podría previamente sobrevivir

Para enfrentar un cambio ambiental las especies deben adaptarse o encarar la extinción

- Adaptación al frío.
- Sangre sin glóbulos rojos.
- hematocritos 46% de sangre de vertebrados.
- Corazón bombea de 5-10 veces mas sangre que otros peces.
- Capilares sanguíneos gruesos y respiración cutánea.

Carecen de hemoglobina porque el gen que codifica la síntesis de la β -globina (una de las cadenas peptídicas que conforman la hemoglobina) no es funcional.

Cambios evolutivos adaptativos

- Vacían sus pulmones antes de sumergirse.
- Evitan que el nitrógeno de aire puede pasar a la sangre y causar graves daños durante el ascenso.

Physeter catodon cachalote



De donde sacan el combustible (O_2) para mantener activo el mecanismo celular?.

- Tienen el doble de sangre.
- Tiene mayor concentración de hemoglobina que en le resto de vertebrados.
- Tiene mayor cantidad de mioglobina (cachalote 76 g kg⁻¹, humano 6 g kg⁻¹).

Selección y adaptación

La selección surge porque diferentes genotipos tiene diferente tasas de sobrevivencia y reproducción. Resultando en cambios en las frecuencias de alelos

Alelos cuyos portadores producen grandes números de descendientes fértiles que sobreviven hasta la edad reproductiva aumentan en frecuencia

Alelos cuyos portadores tienen pocos descendientes decrecen en frecuencia

La selección opera en todos los estadios del ciclo de la vida, envuelve:

- capacidad de cortejo y la fertilidad de hembras y machos.
- sobrevivencia de los descendientes hasta la edad reproductiva y longevidad.

Interacción genotipo versus ambiente

- La mezcla de material genético de poblaciones de diferentes ambientes puede generar genotipos con bajo desempeño sobre algunas, o todas las condiciones.
- El conocimiento de las interacciones genotipo versus ambiente puede influenciar la selección de poblaciones que retornaran al ambiente salvaje.



**La mezcla de truchas de cultivo y nativas
degenero las poblaciones locales**

Tamaño poblacional y diversidad genética

La variación genética es la materia prima a partir de la cual las diversas poblaciones de una especie se adaptan a los cambios en su medio ambiente.



En poblaciones grandes, nuevas variaciones genéticas surgen en el seno de las poblaciones a partir de las mutaciones espontáneas de un gen o por inmigración de individuos de poblaciones distintas genéticamente.

Poblaciones pequeñas y aisladas sufren endogamia acelerada y perdida de diversidad genética. Esto es mucho mas fuerte en situación de cultivo.

Tamaño poblacional y diversidad genética



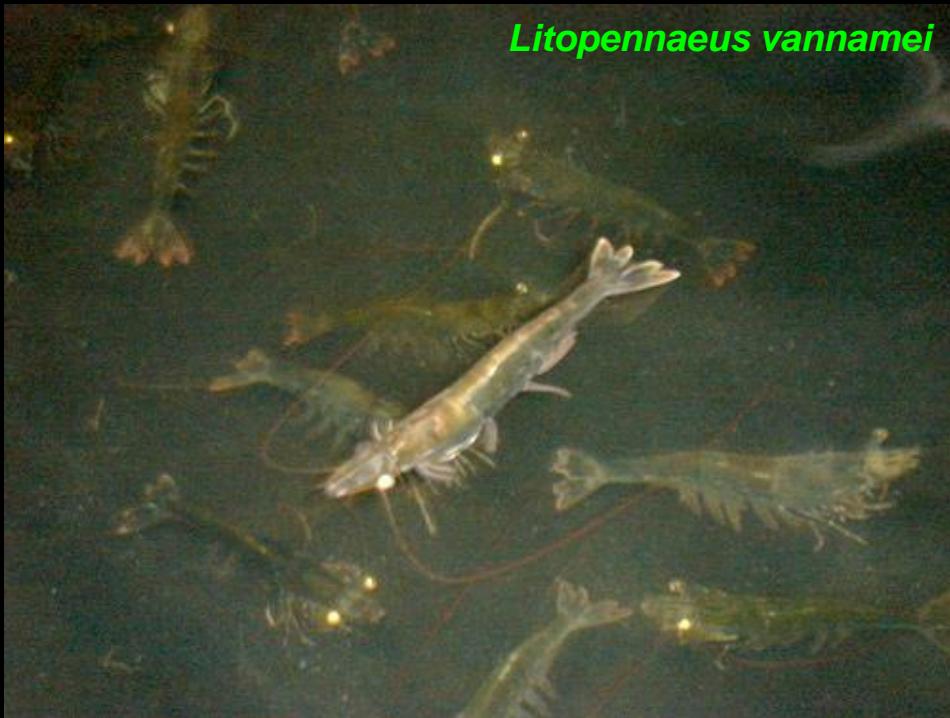
La diversidad genética es perdida cuando los tamaños poblacionales son reducidos.

Con el tiempo:

- Incremento de los cuellos de botella poblacionales.
- Alteración de las frecuencias alelicas.

Siendo mas fuerte el impacto de la selección aleatoria de gametos, es decir incrementándose la aparición de alelos raros.

Tamaño poblacional pequeño y endogamia



- Solo 02 haplotipos encontrados que no están presentes en poblaciones silvestres cercanas

La endogamia o consanguinidad:

- es el cruzamiento de organismos emparentados.
- reduce la viabilidad de organismos en cultivo en función a indicadores como tasa de crecimiento, capacidad reproductiva y resistencia a enfermedades

consanguinidad de generación en generación entre individuos cercanamente emparentados, resulta muy a menudo, en homocigocidad de genes desfavorables. Dando como resultado global la depresión endogámica

Tamaño poblacional pequeño y endogamia

La depresión endogámica es la pérdida de adaptación (por ejemplo, vigor, viabilidad, fecundidad), producida por la pérdida de variación genética debido a la homocigocidad.



Reducción del
24% de viabilidad
de los alevinos

Incremento del coeficiente de consanguinidad de 10 % induce una disminución de 5 a 10 % de la fecundidad.

Tamaño poblacional pequeño y endogamia

Cantidades relativamente pequeñas de consanguinidad pueden producir un daño tremendo en el potencial reproductivo y en la productividad de los stocks de peces



Efectos independientes son multiplicativos en su impacto en la reproducción y supervivencia total y absoluta

• Porcentaje de fecundidad

+

• Viabilidad de alevinos.

+

• Enanismo

+

• Resistencia a enfermedades

Endocruzamiento y extinción poblacional

En poblaciones en cautiverio esta ampliamente demostrado que el cruzamiento entre parientes muy cercanos lleva a la extinción

En poblaciones naturales es difícil relacionar la extinción a la endogamia, debido a que hay que considerar todos los factores que pueden estar relacionados

Existen tres evidencias de la relación ↴

- Muchas poblaciones salvajes sufren de perdida de diversidad genética y depresión endogámica
- La mayor parte de las poblaciones amenazadas tienen diversidad genética disminuida.
- Poblaciones endogámicas en la naturaleza pierden capacidad de adaptación

Estudios de caso: Especies migradoras

Diversidad específica dentro del genero *Pseudoplatystoma*

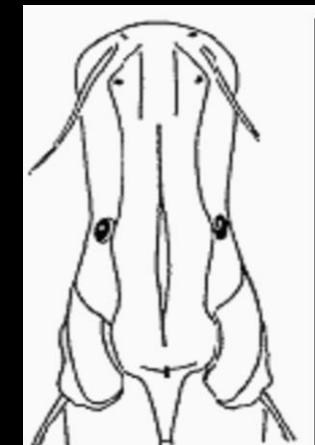


Clasificación del genero *Pseudoplatystoma* hasta el 2006

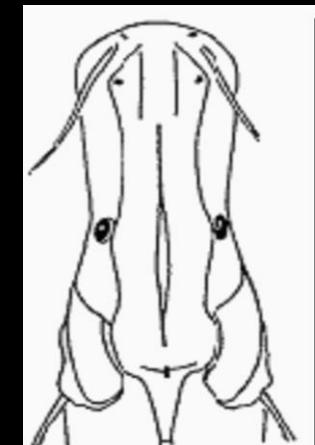
P. fasciatum (Linnaeus, 1766)



P. corruscans (Spix & Agassiz, 1829)



P. tigrinum (Valenciennes, 1840)



Clasificación del genero *Pseudoplatystoma* según Buitrago & Burr, 2007

P. fasciatum (Linnaeus, 1766)



P. tigrinum (Valenciennes, 1840)



P. corruscans (Spix & Agassiz, 1829)



P. reticulatum, Eigenmann &
Eigenmann, 1889



P. punctifer, (Castelnau, 1855)



P. orinocoense, Buitrago-Suárez &
Burr, 2007

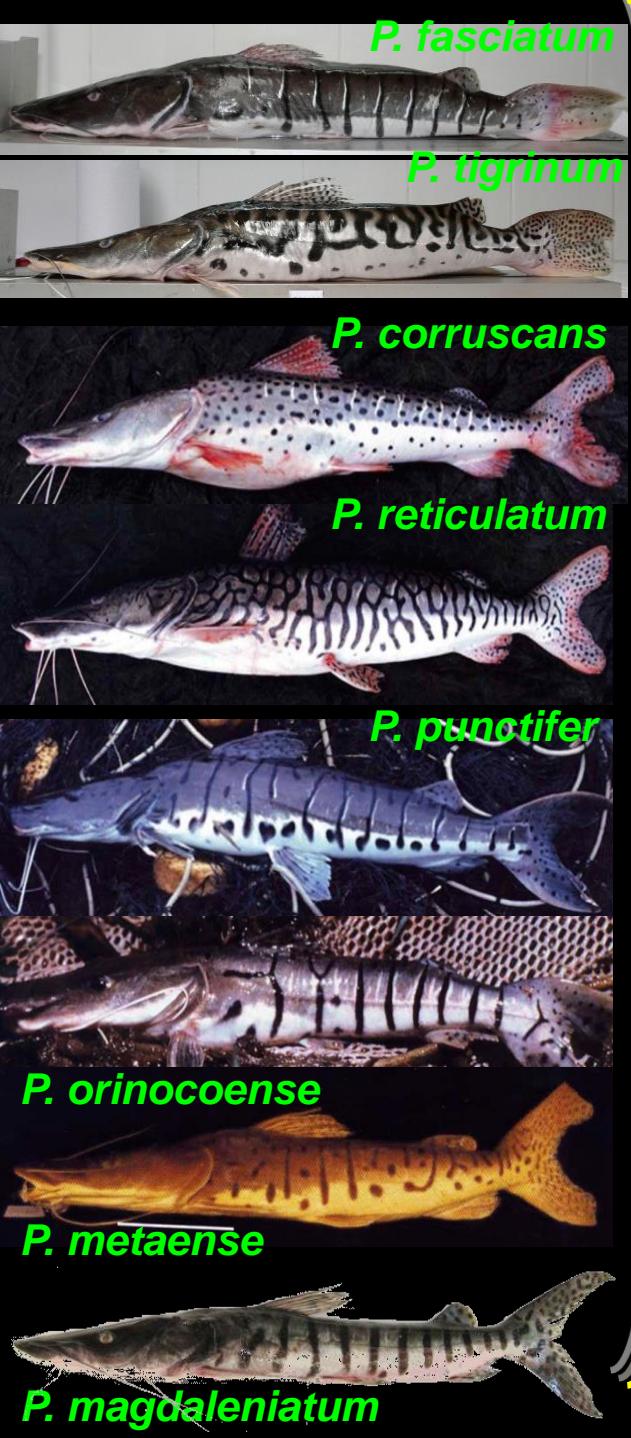


P. metaense, Buitrago-Suárez &
Burr, 2007



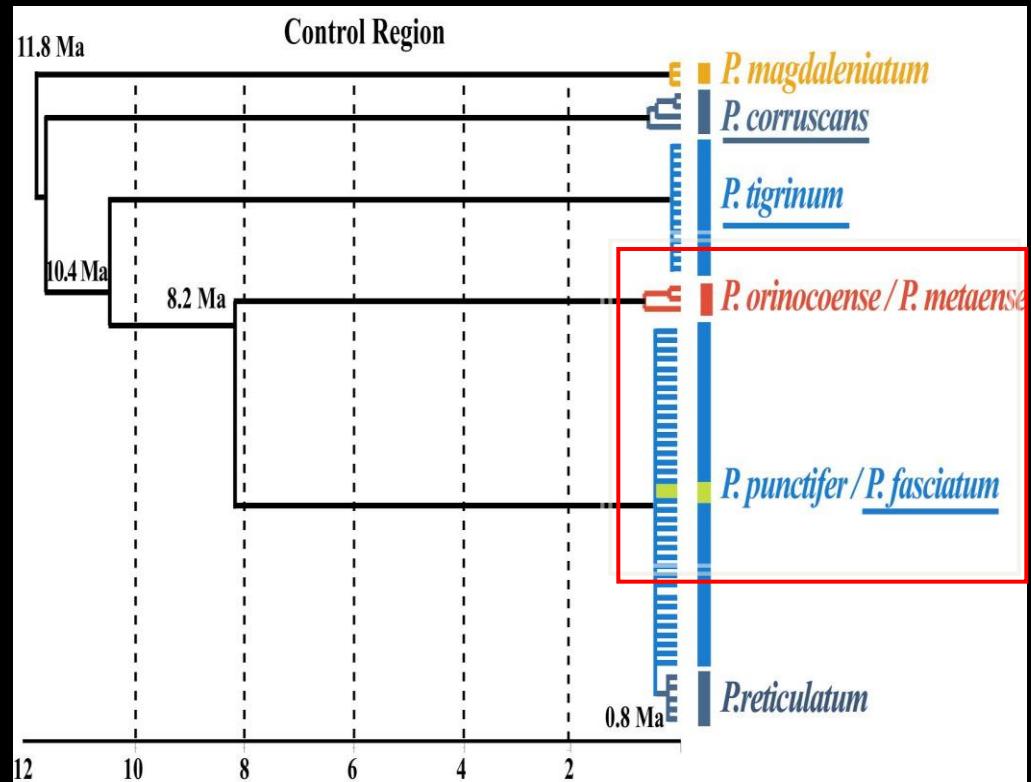
P. magdaleniatum, Buitrago-Suárez
& Burr, 2007





Discrepancia en clasificación taxonómica

Buitrago-Suarez & Burr, 2007
ocho especies



Torrico et al., 2009
seis especies

Articulo publicado

Molecular Phylogenetics and Evolution 51 (2009) 588–594

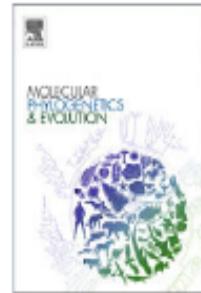


ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Molecular Phylogenetics and Evolution

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ympev



Short Communication

Molecular phylogeny of the genus *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1862): Biogeographic and evolutionary implications

J.P. Torrico^{a,d,*}, N. Hubert^{a,1}, E. Desmarais^d, F. Duponchelle^{b,1}, J. Nuñez Rodriguez^{a,1}, J. Montoya-Burgos^e, C. Garcia Davila^c, F.M. Carvajal-Vallejos^{b,g}, A.A. Grajales^f, F. Bonhomme^d, J.-F. Renno^{a,1}

^aIRD UR 175/IBMB, Universidad Mayor San Andrés, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Campus Universitario Cota Cota, La Paz, Murillo, Bolivia

^bIRD UR 175/ULRA, Universidad Mayor San Simón, Cochabamba, Bolivia

^cInstituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) Laboratorio de Biología Molecular y Biotecnología (LBMB), Av. Abelardo Quiñones km. 2.5, Iquitos, Peru

^dDépartement Biologie Intégrative, Institut des Sciences de l'Evolution, UMR 5554 Université de Montpellier 2 cc 63 Pl. E Bataillon F34095 Montpellier Cedex 5, France

^eDépartement de Zoologie et Biologie Animale, Université de Genève, 30 quai Ernest Ansermet, 1211 Genève 4, Switzerland

^fDepartamento de Sistemas de Producción Agropecuaria, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Calle 65 No. 26-10 Manizales, Colombia

^gAsociación FAUNAGUA, final Av. Max Fernández, Zona Arocagua, Sacaba, Cochabamba, Bolivia

¿Insertidumbre taxonómica?



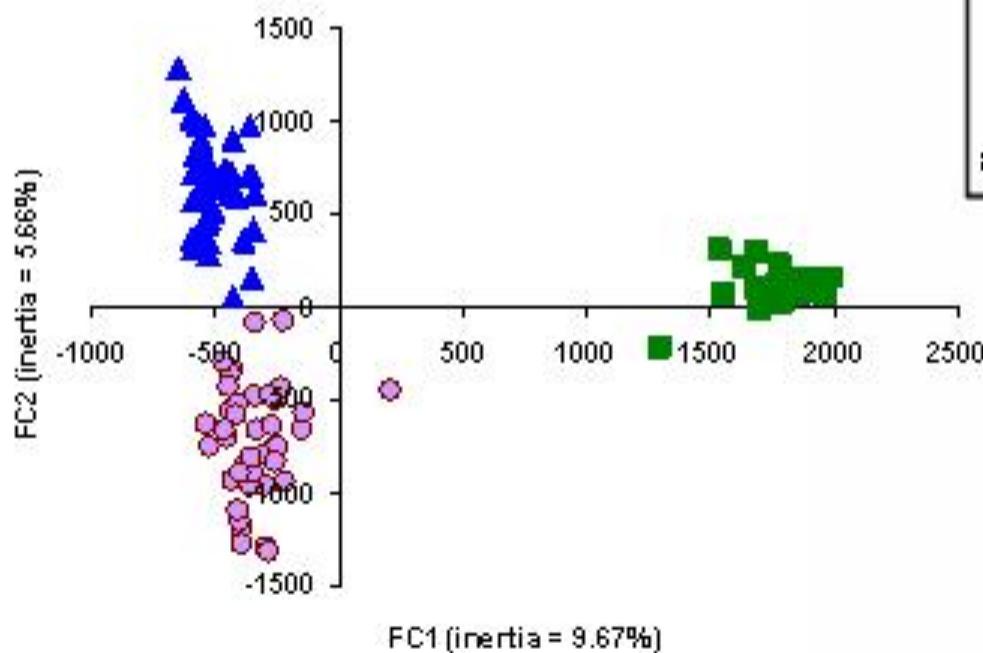
Marcadores moleculares

Indispensable

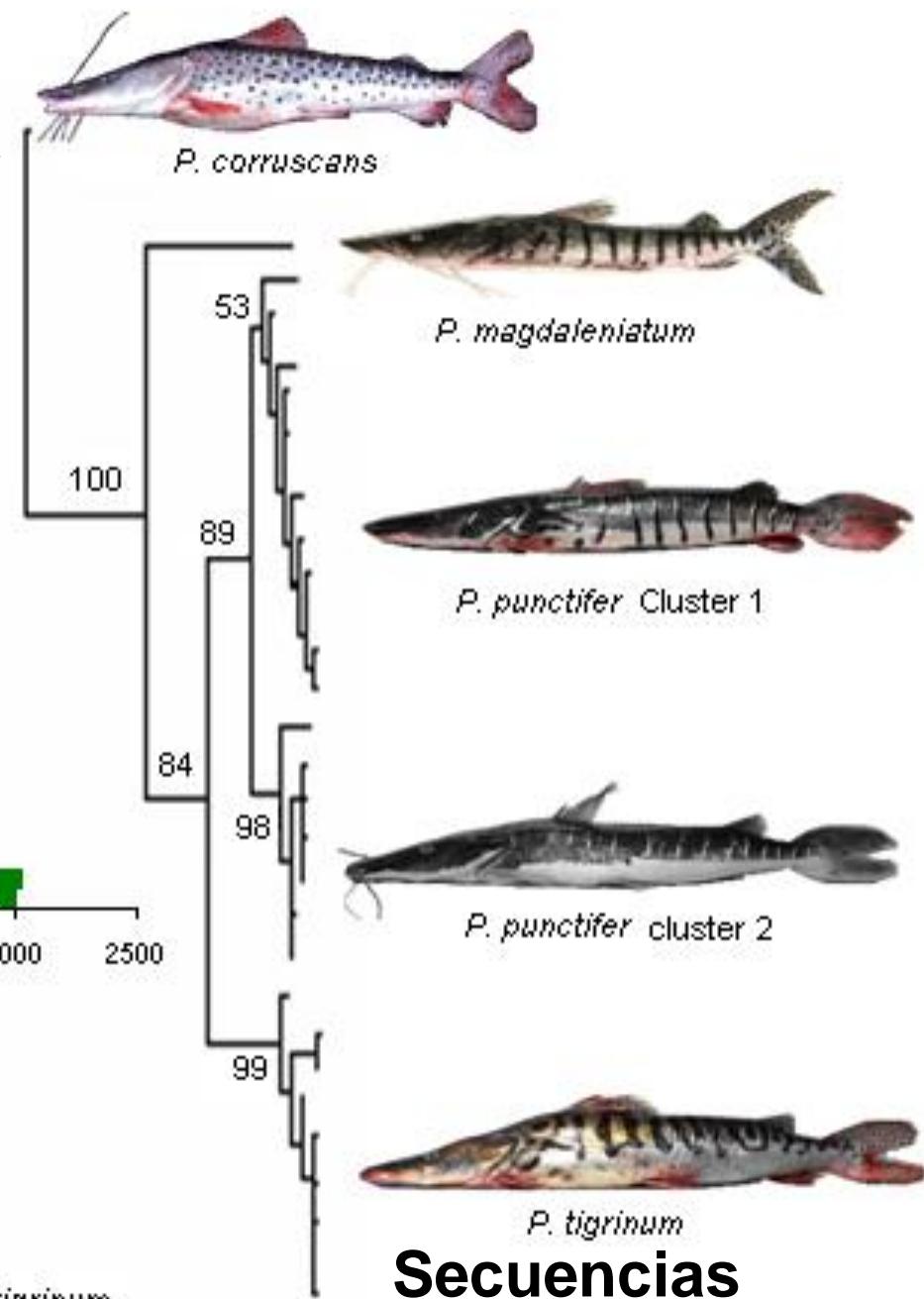
cuando identificación
en base a caracteres
morfológicos
se vuelve dudosa

Evidencia de diferenciación genética a nivel nuclear y mitocondrial

Microsatélites



● *P. punctifer* cluster 1 ▲ *P. punctifer* cluster 2 ■ *P. tigrinum*



**Secuencias
D-Loop**

Articulo publicado

Genetica
DOI 10.1007/s10709-013-9734-5

Molecular identification of a cryptic species in the Amazonian predatory catfish genus *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1962) from Peru

Carmen García-Dávila · Fabrice Duponchelle · Diana Castro-Ruiz ·
José Villacorta · Sophie Quérout · Werner Chota-Macuyama · Jesus Núñez ·
Uwe Römer · Fernando Carvajal-Vallejos · Jean-François Renno

Received: 24 April 2013/Accepted: 31 August 2013
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2013

Abstract *Pseudoplatystoma* species are highly prized South American Pimelodid migratory catfishes. Until recently, their taxonomy was not clearly established, with discrepancies between morphological and molecular analyses. Here, *Pseudoplatystoma* species from the Peruvian Amazon were characterized at the molecular level from a sample representing the observed range of their color pattern variations in the study area. Analyses were performed using seven microsatellite loci for 103 specimens and, for part of them (52), using sequences of two regions of their mitochondrial genome [Cytochrome Oxidase subunit I (COI) and Control Region (CR)]. Factorial correspondence analysis and assignment tests based on microsatellite polymorphism showed that the specimens originally identified as *P. punctifer* belonged to two different gene pools highly differentiated from *P. tigrinum*. Morphological examination identified two different morphotypes (with

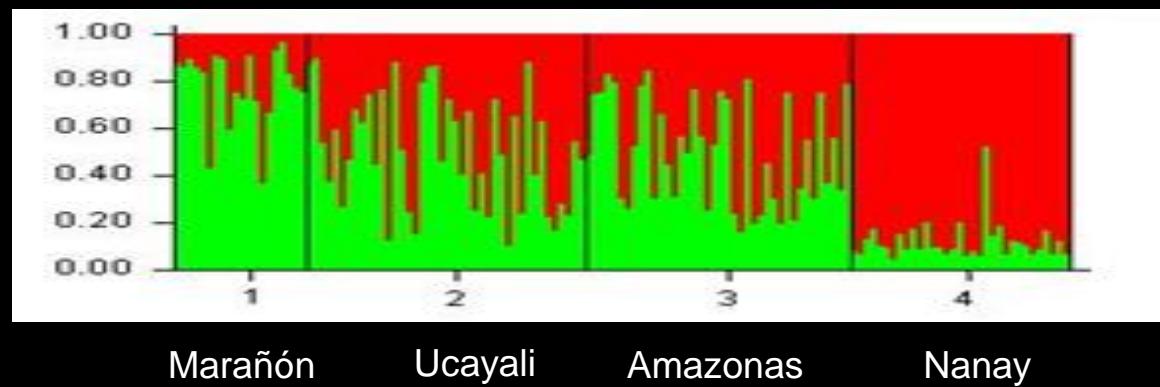
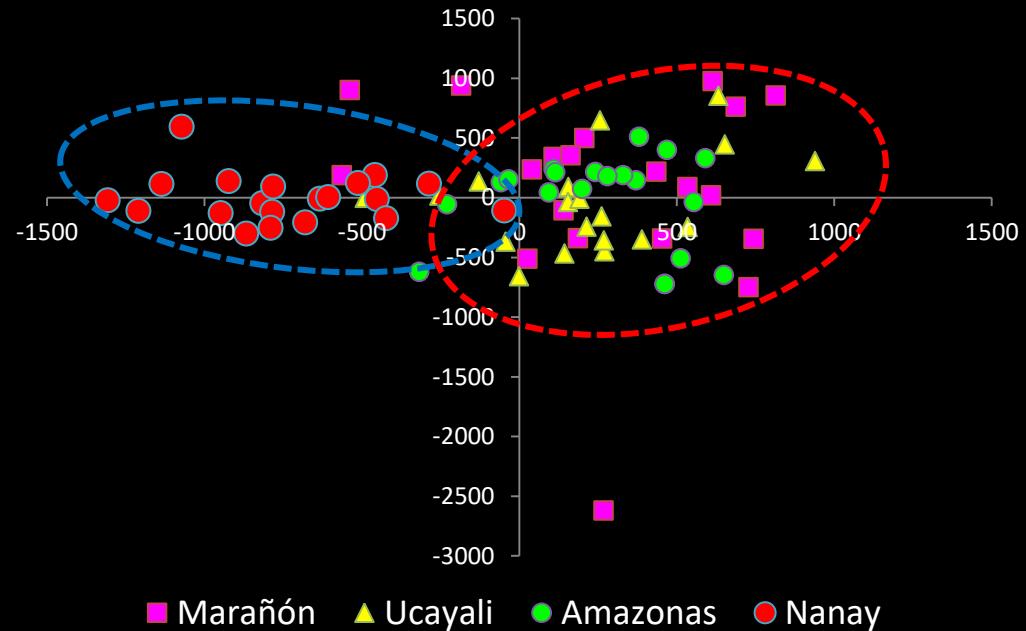
and without black stripes), suggesting the existence of two distinct taxa within *P. punctifer*. This result was corroborated by the ML tree based on CR sequences, where all individuals but four clustered in a similar way as in the FCA and Bayesian assignment tests. For these four individuals, mitochondrial introgression or retention of ancestral polymorphism was likely. In contrast, the ML tree based on COI sequences showed that reciprocal monophony was not yet achieved for this marker for the two *P. punctifer* taxa. The existence of three sympatric species of *Pseudoplatystoma* in the Peruvian Amazon is discussed in relation to their molecular characteristics, color patterns and ecology. Evolutionary scenarios regarding their divergence are hypothesized.

Keywords Microsatellites · Control Region · Barcoding · Migratory catfish

Diferencias genéticas entre las poblaciones de doncella (cluster 1)



Fuerte
estructuración
genética



Estudios de caso: Especies migradoras

dorado *Brachyplatystoma rousseauxii*



Ciclo de vida excepcional: migración mas larga para un pez de aguas continentales (~10,000 kms **I** y **V**)





El dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* en la Amazonía continental



cuenca principal del Amazonas

Cuenca del M.de Dios
- Beni-Madeira

Variabilidad genética interpoblacional de *Brachyplatystoma rousseauxii* “dorado” en la Amazonía

Staff

Dra. Carmen García Dávila, IIAP (coordinador peruano)

Dr. Jose Alves Gomes, INPA (coordinador brasiliero)

M.Sc. Jaqueline Batista, INPA

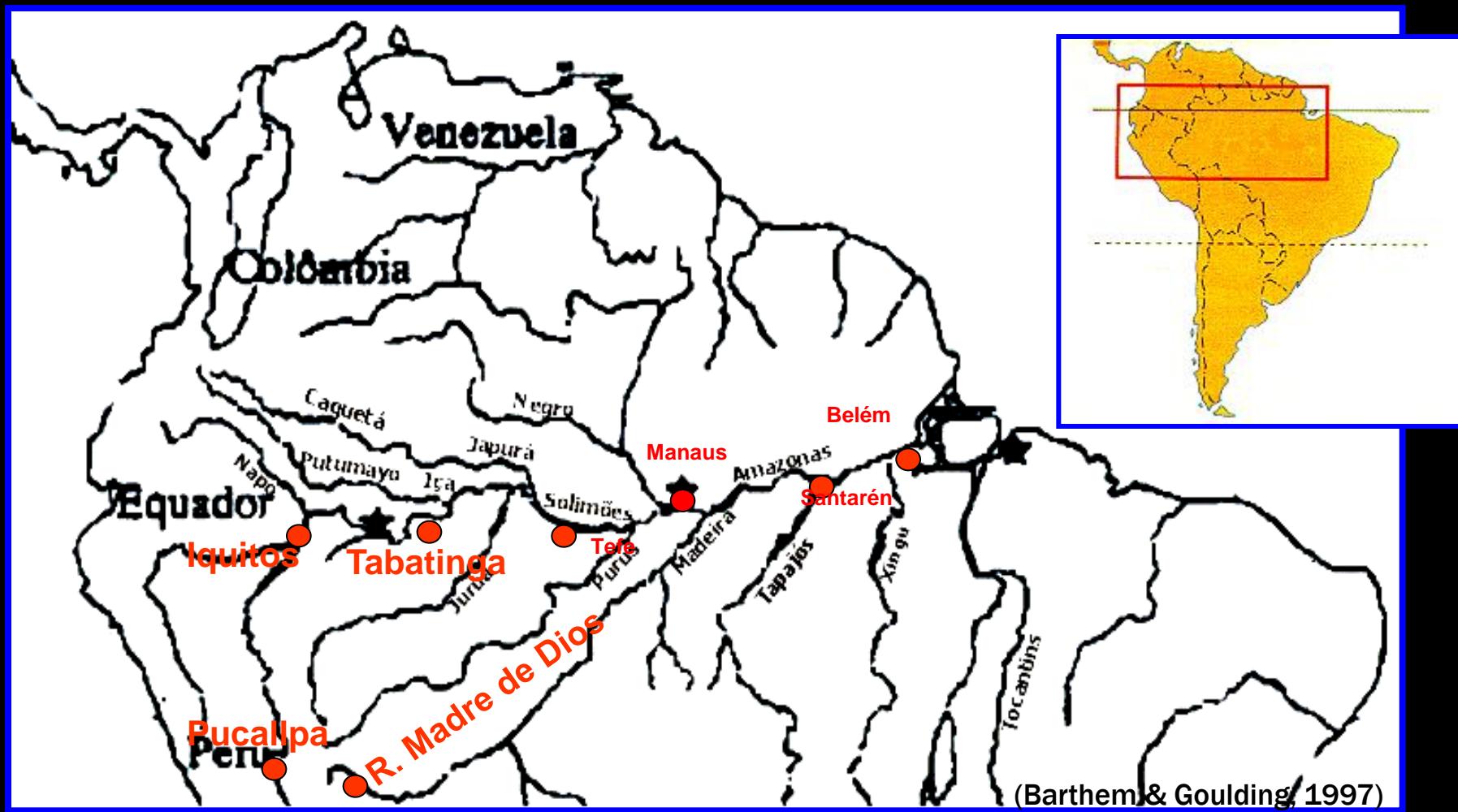
Blga. Diana Castro Ruiz, IIAP

Blgo. Werner Chota Macuyama, IIAP



Área de colecta

- Mas de 300 especímenes analizados
- 8 poblaciones





Árbol de Haplótipos

66 haplotipos

55 Únicos/*singletons*

11 haplotipos compartidos

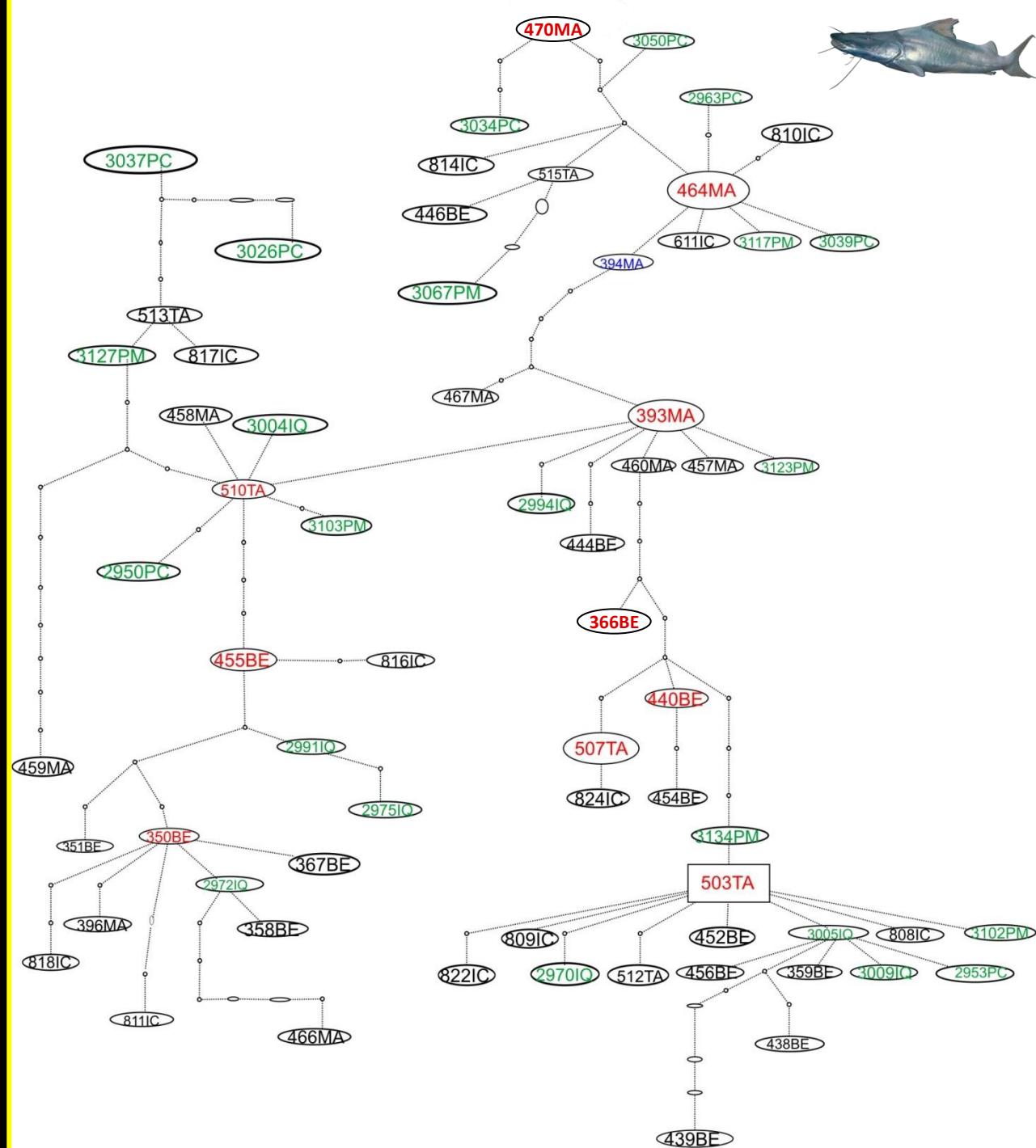
Localidades:

█ Entre Brasileras - 01

Brasileras - 32

█ Brasileiras/Peruanas - 10

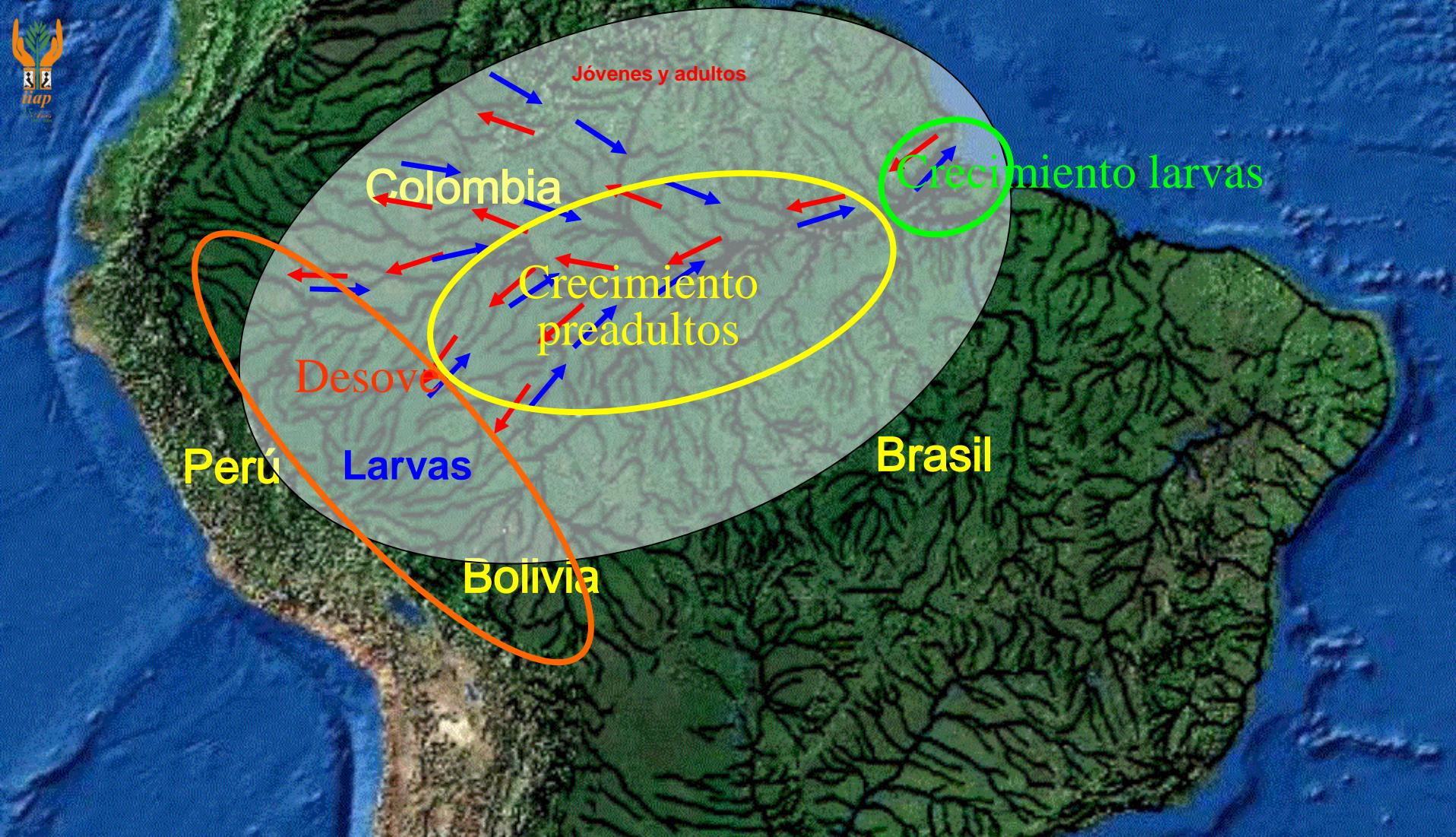
█ Peruanas - 23



Flujo genético entre poblaciones Peruana

Localidades	ETA	S	K	Pi	Nm	Fst
Iquitos-Pucallpa	83	82	8.415	0.00924	527.54	0.00047
Iquitos - P. Maldonado	61	60	7.963	0.00874	39.82	0.00062
Pucallpa - P. Maldonado	73	72	8.134	0.00893	10.10	0.02416
Todos Perú					24.22	0.01022

Nm Perú + Brasil = 103.07, Fst 0.000483



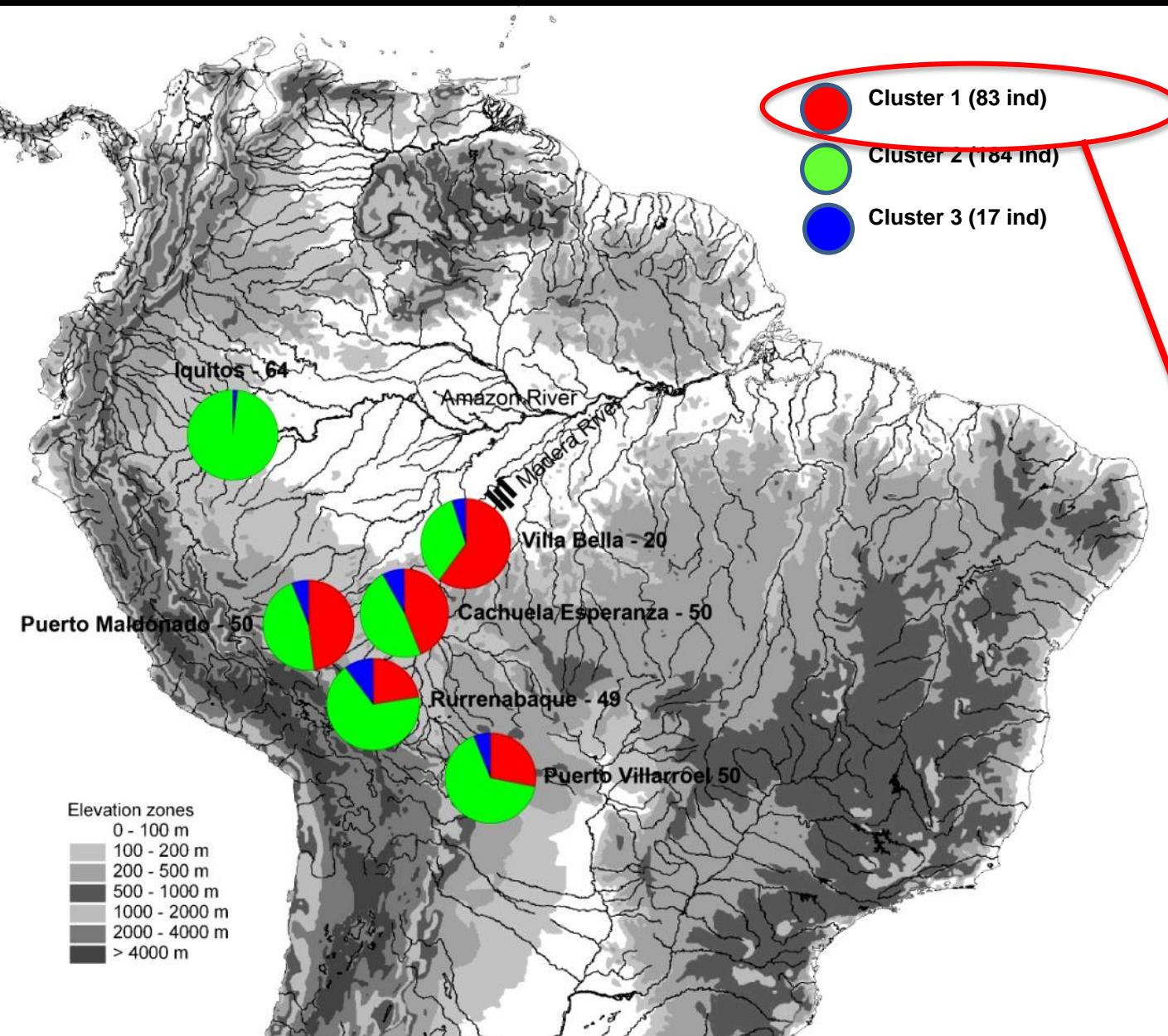
Los resultados de distancia genética y flujo de genes obtenidos por este marcador indican que estas poblaciones podrían estar constituyendo un solo stock pesquero que se moviliza en el eje central de la cuenca del río Amazonas.

Variabilidad genética en el eje Madre de Dios -Madeira



Tesis doctoral de Fernando Carvajal

Análisis de genética de poblaciones (9 microsatélites, 284 ind.)



Fuerte estructura
entre alto Amazonas
y alto Madera

Homing
o
población residente ?

Articulo publicado

Genetica (2014) 142:323–336
DOI 10.1007/s10709-014-9777-2

Genetic structure in the Amazonian catfish *Brachyplatystoma rousseauxii*: influence of life history strategies

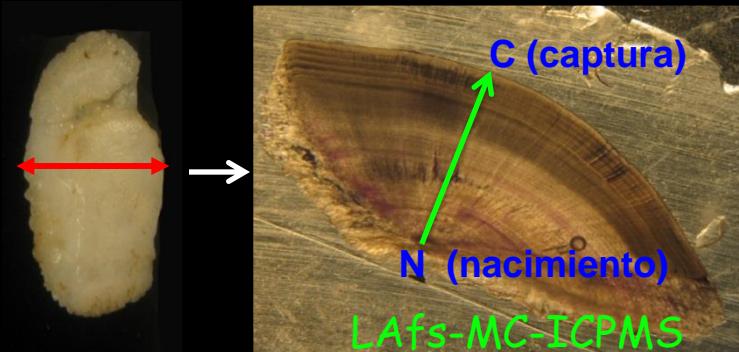
F. M. Carvajal-Vallejos · F. Duponchelle ·
E. Desmarais · F. Cerqueira · S. Querouil ·
J. Nuñez · C. García · J.-F. Renno

Received: 21 December 2013 / Accepted: 7 July 2014 / Published online: 20 July 2014
© Springer International Publishing Switzerland 2014

Abstract The Dorado or Plateado (Gilded catfish) *Brachyplatystoma rousseauxii* (Pimelodidae, Siluriformes) is a commercially valuable migratory catfish performing the largest migration in freshwaters: from the Amazonian headwaters in the Andean foothills (breeding area) to the Amazon estuary (nursery area). In spite of its importance to

Bayesian analyses revealed at least three clusters in admixture in the five locations sampled in the Bolivian Amazon, whereas only two of these clusters were observed in the Western Amazon. Considering the migratory behaviour of *B. rousseauxii*, different life history strategies, including homing, are proposed to explain the cluster dis-

Micro-química ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) de los otolitos como marcador de migraciones

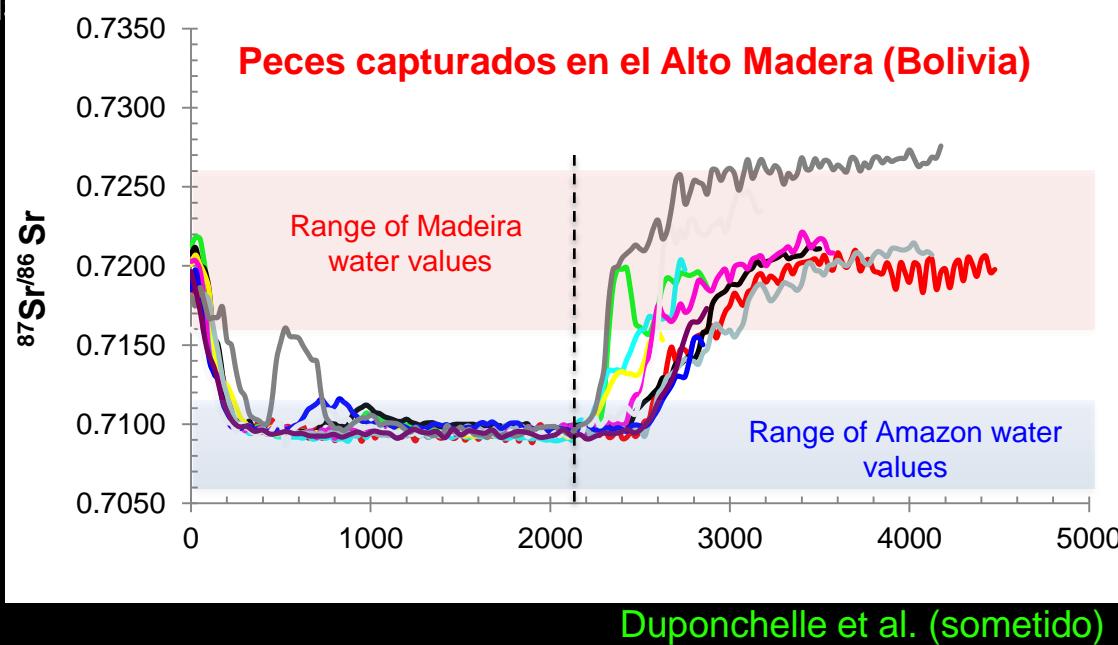
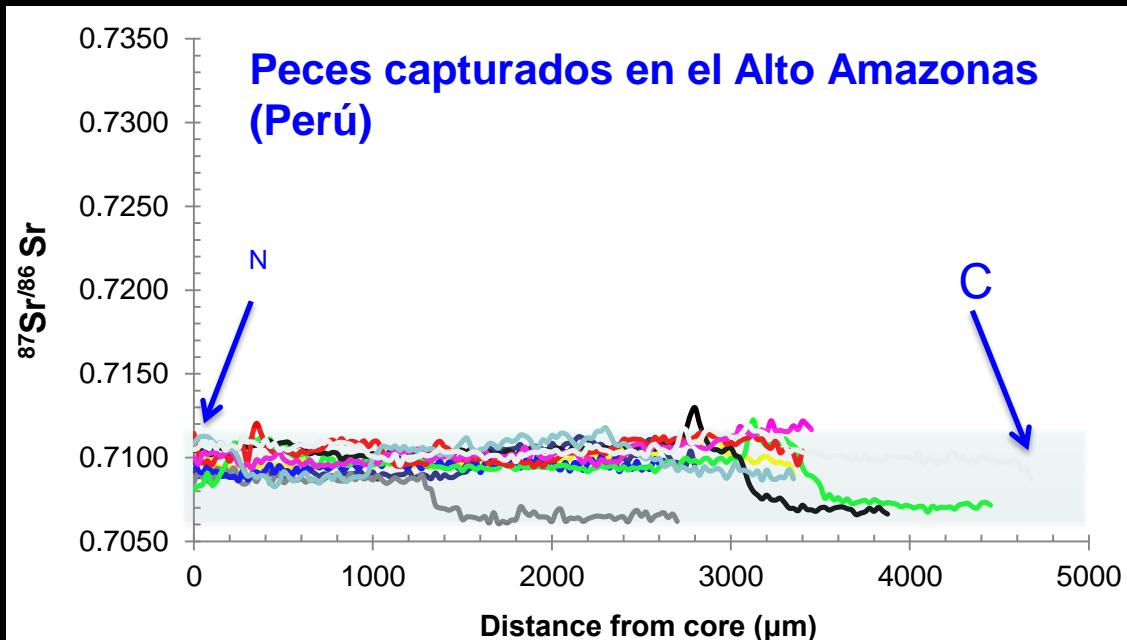


Laser-ablation –Multicollector-ICPMS

- Evidencia directa del ciclo de vida
(hipótesis Barthem y Goulding (1997))
- Demonstración de un fenómeno de "homing" en el dorado



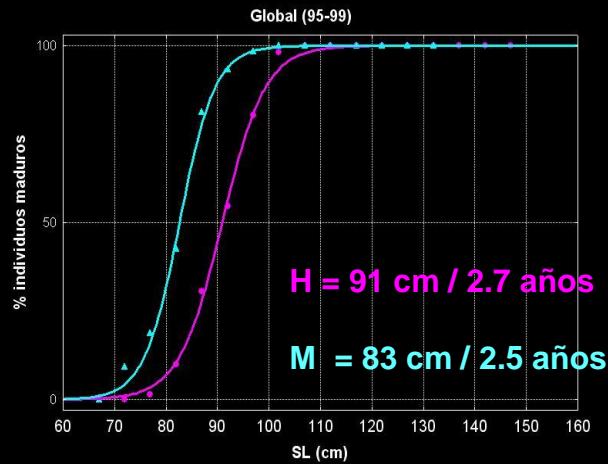
Manejo y conservación en el marco de la proliferación de hidroeléctricas en la
bachía Amazónica



Rasgos de vida y manejo pesquero

Garcia-Vasquez et al., 2009
Aguadelo et al., 2013

Primera madurez sexual (L_m)

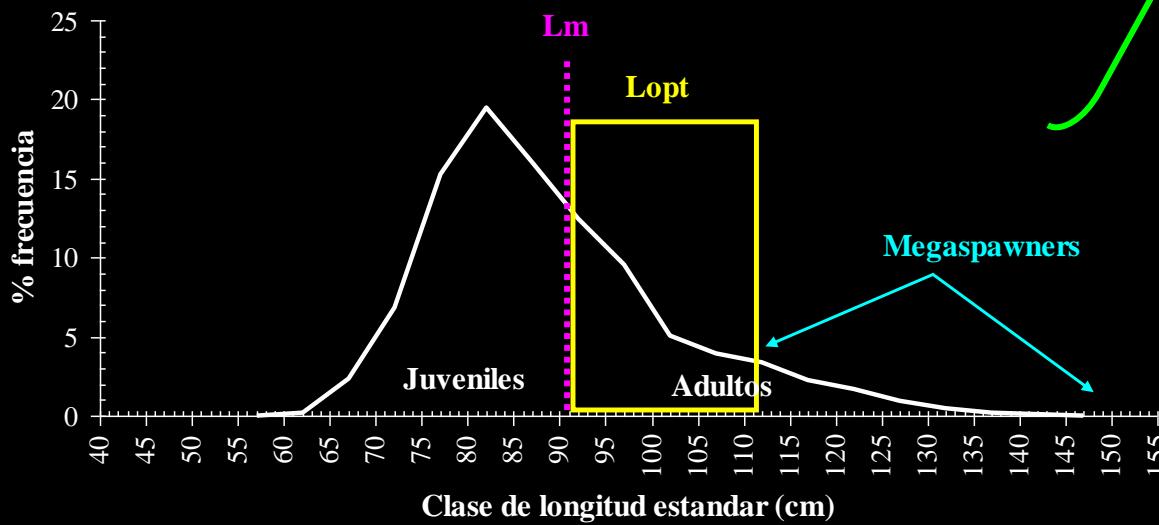


Crecimiento y mortalidad



Sobre explotación !!!

Índices de explotación



Sobre pesca de crecimiento
(extracción de inmaduros)

Sobre pesca de reclutamiento
(extracción de reproductores)



Potenciales perturbaciones para el ecosistema, vía cascadas tróficas
(ya que son top-depredadores)

Evaluación de la dinámica reproductiva de los siluriformes mediante la identificación molecular de sus larvas aplicando el barcoding

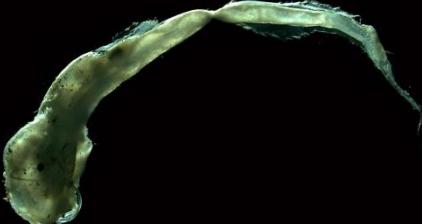
- Identificación morfológica a nivel de grandes grupos.
- Identificación molecular a nivel de especie.

Resultados:

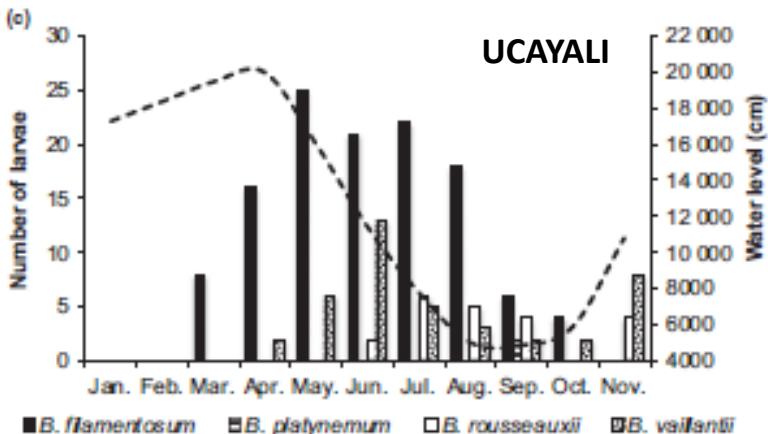
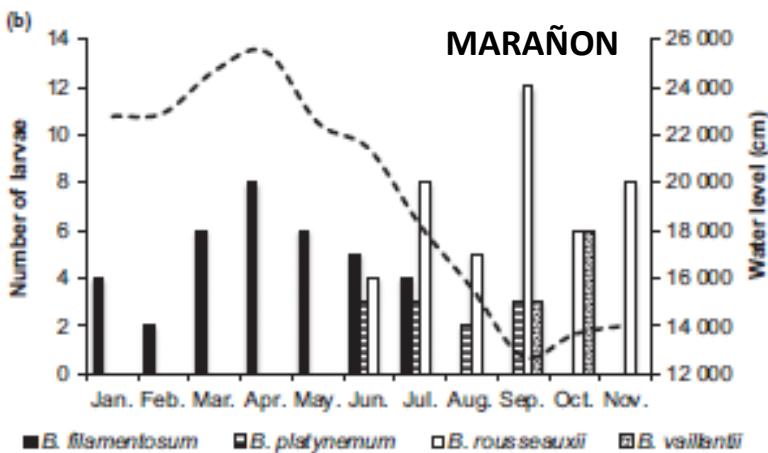
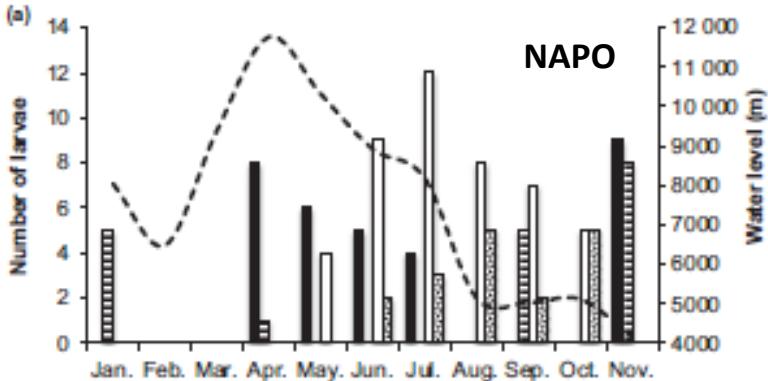
- Los grandes bagres presentaron diferentes patrones de reproducción,
- El dorado se reproduce en el periodo de aguas bajas,
- El saltón parece preferir el periodo de aguas altas.



B. filamentosum



B. rousseauxii



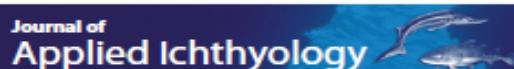
Artículos publicados

FOLIA
Amazónica

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA
AMAZONÍA PERUANA

DIVERSIDAD DE ICTIOPLANCTON EN LOS RÍOS CURARAY, ARABELA Y NAPO (AMAZONIA PERUANA)

Carmen Rosa GARCÍA-DÁVILA^{1,4}, Diana CASTRO RUIZ^{1,4}, Homero SÁNCHEZ RIBEIRO^{2,4}, Rosa ISMIÑO ORBE^{2,4}, Dixner RENGIFO TRIGOSO^{1,4}, Aurea GARCÍA VASQUEZ^{2,4}, Salvador TELLO MARTIN^{2,4}, Werner CHOTA-MACUYAMA^{2,4}, Fabrice DUPONCHELLI^{3,4}, Jean François RENNO^{3,4}



J. Appl. Ichthyol. 31 (Suppl. 4) (2015), 40–51
© 2016 Blackwell Verlag GmbH
ISSN 0175-8659



Received: August 15, 2015
Accepted: December 12, 2015
doi: 10.1111/jai.12987

Using barcoding of larvae for investigating the breeding seasons of pimelodid catfishes from the Marañon, Napo and Ucayali rivers in the Peruvian Amazon

By C. García-Dávila^{1,2}, D. Castro-Ruiz^{1,2}, J.-F. Renno^{2,3}, W. Chota-Macuyama^{2,4}, F. M. Carvajal-Vallejos^{2,5,6,7}, H. Sanchez^{2,4}, C. Angulo^{1,2}, C. Nolorbe^{1,2}, J. Alvarado^{1,2}, G. Estivals^{2,3}, J. Núñez-Rodríguez^{2,3} and F. Duponchelle^{2,3}

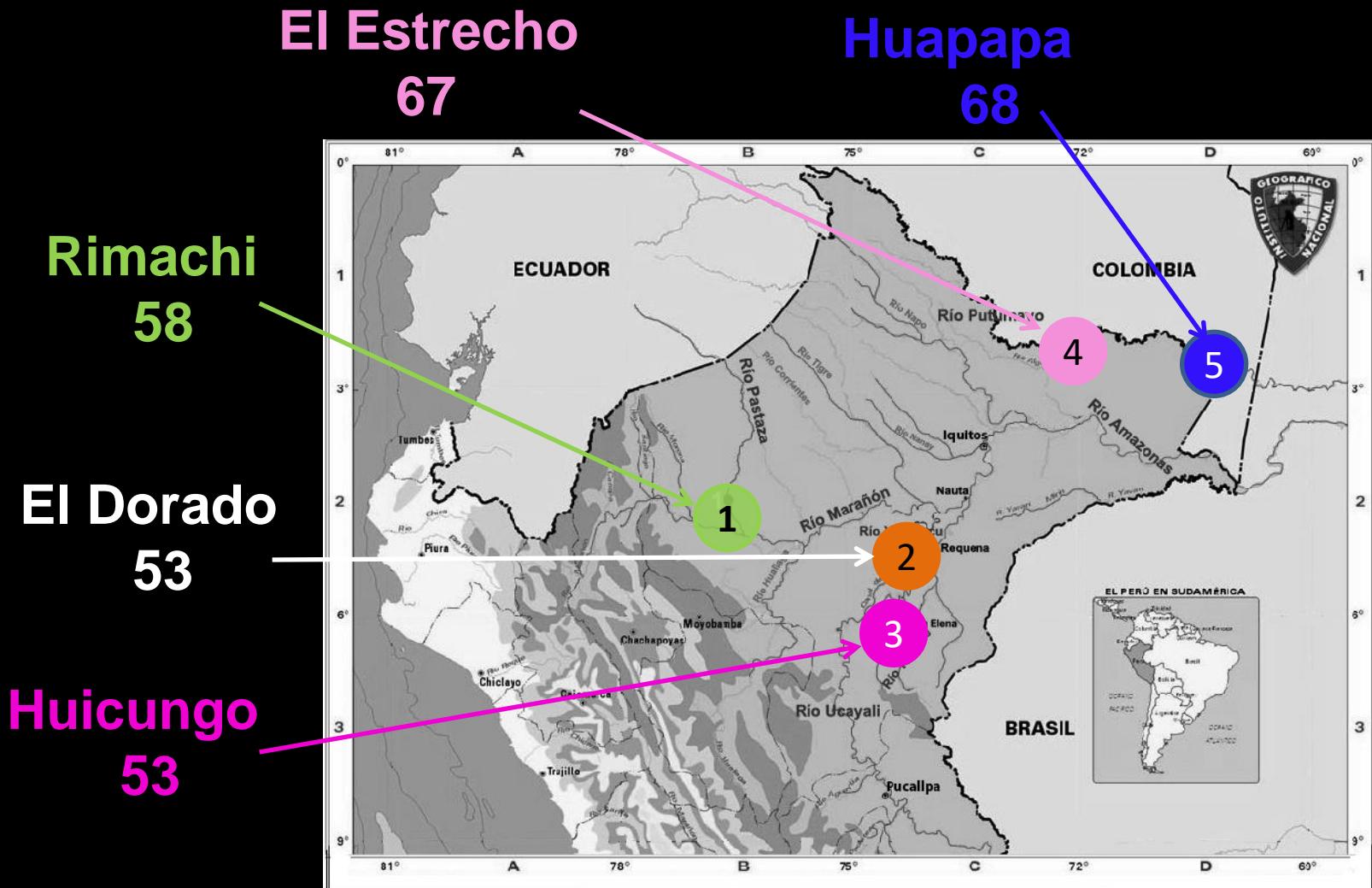
¹Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Laboratorio de Biología y Genética Molecular (LBGM), Iquitos, Peru; ²Laboratoire Mixte International - Evolution et Domestication de l'Ichtyofaune Amazonienne (LMI - EDIA), Iquitos, Peru; ³Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Unité Mixte de Recherche Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques (UMR BOREA - MNHN, CNRS-7208, UPMC, UCBN, IRD-207), Montpellier, France; ⁴Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), AQUAREC, Iquitos, Peru; ⁵Universidad Mayor de San Simón (UMSS), ULRA, Cochabamba, Bolivia; ⁶FAUNAGUA NGO, Cochabamba, Bolivia; ⁷ECOSINTEGRALES (Ecological Research and Integral Services for Sustainable Development and Nature Conservation), Cochabamba, Bolivia

Estudios de caso: Especies no migradoras

Variabilidad genética de *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) “arahuana” en la región Loreto mediante marcadores microsatélites.

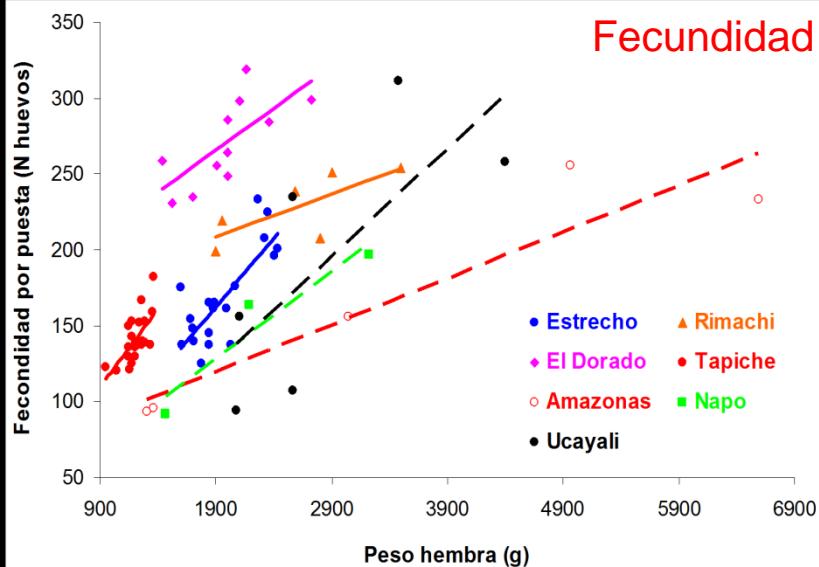
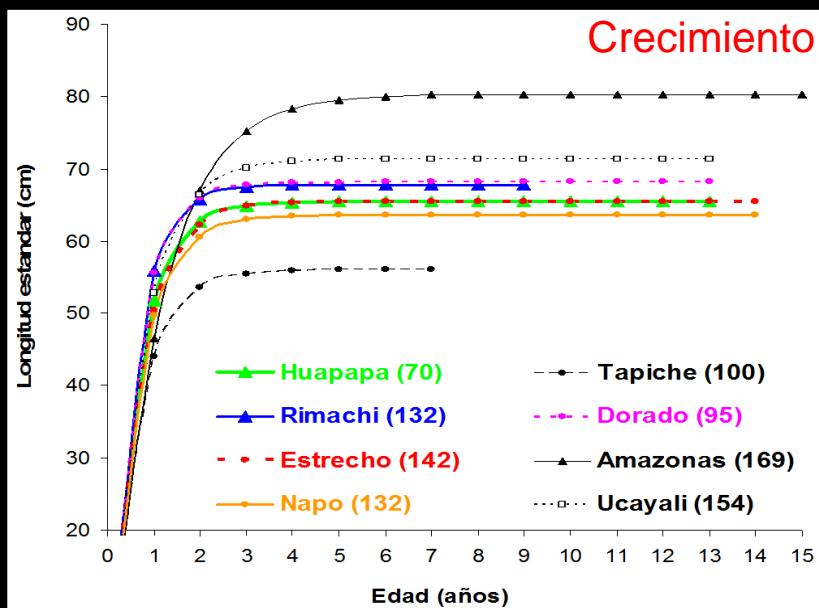


Localidades de colecta



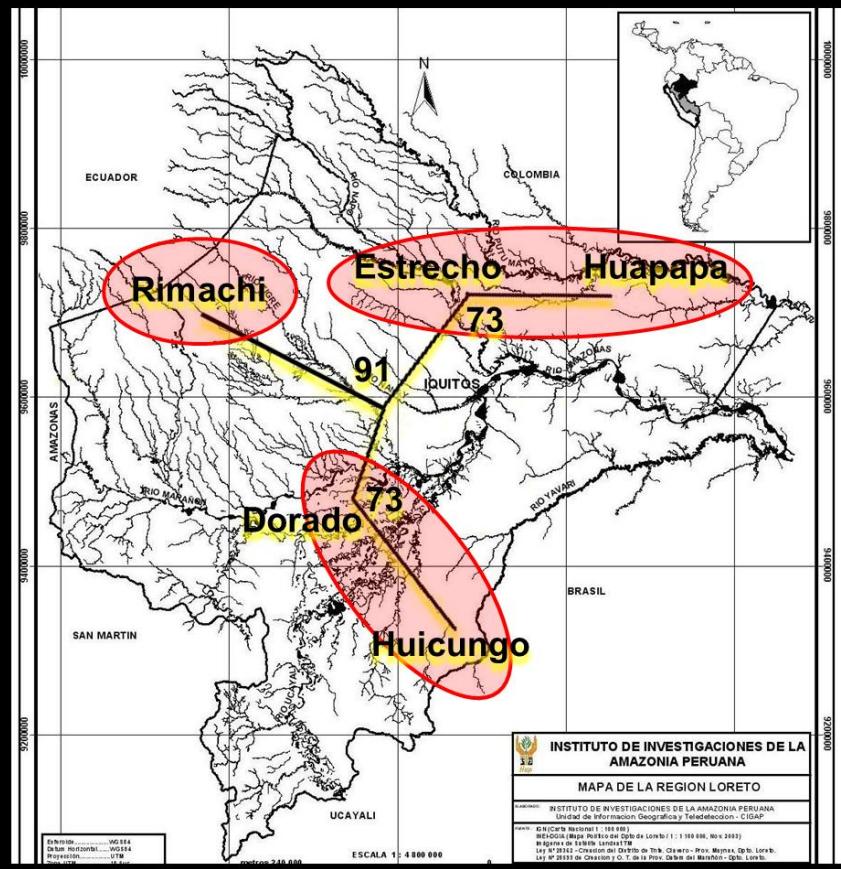
- 10 marcadores microsatélites analizados:

Evaluación de los rasgos de vida y la variabilidad genética en la arahuana



rasgos de vida

genética



Publicación

FOLIA
Amazónica

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA
AMAZONÍA PERUANA

PRIMER ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA DE LA ARAHUANA *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) EN LA REGIÓN LORETO (AMAZONÍA PERUANA)

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

- 1 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: wemerchotam@yahoo.com
- 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.
- 3 Institute de Recherche pour le Développement (IRD)-GAMET, UR175-CAVIAR, F-34000 Montpellier, France.
- 4 Laboratoire Mixte International - Evolution et Domestification de l'Ictyofaune Amazonienne (LMI - EDIA).

RESUMEN

La arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* es un importante pez ornamental cuyas larvas y alevinos se exportan al mercado asiático. Esta alta demanda genera grandes presiones de pesca sobre sus poblaciones naturales, siendo necesario generar información genética de sus poblaciones que permitan elaborar planes de

Recomendaciones

Las estrategias de conservación deben considerar la estructuración genética en los planes de manejo de la arahuana.

Muchas Gracias!!!

