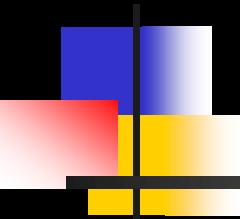


# AVANCES RECIENTES EN INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA AMAZÓNICA

Fred Chu Koo



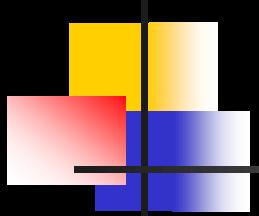
Instituto de Investigaciones de la  
Amazonía Peruana - IIAP

Red RIIA



Institut de recherche  
pour le développement

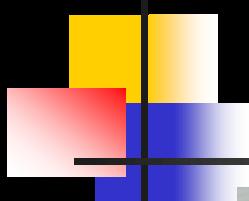




# Contenido de la Presentación

---

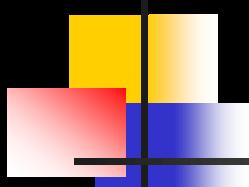
- Logros de Investigación en Acuicultura
  - Nuevas especies
  - Publicaciones 2009-2010



# ■ ARAHUANA

---





## Antecedentes

La comercialización de larvas y alevinos de arahuana al mercado asiático representa un ingreso anual de cerca de 2.5 millones de dólares en el Perú.

A pesar de su importancia, el conocimiento sobre la arahuana es aún incipiente y su aprovechamiento está basado en la extracción del medio natural con técnicas insostenibles.

Por eso, el IIAP inició el estudio sistemático del recurso para mejorar el conocimiento y mejorar su conservación y uso sostenido en la región Loreto.



# FECUNDIDAD DE LA ARAHUANA EN LORETO

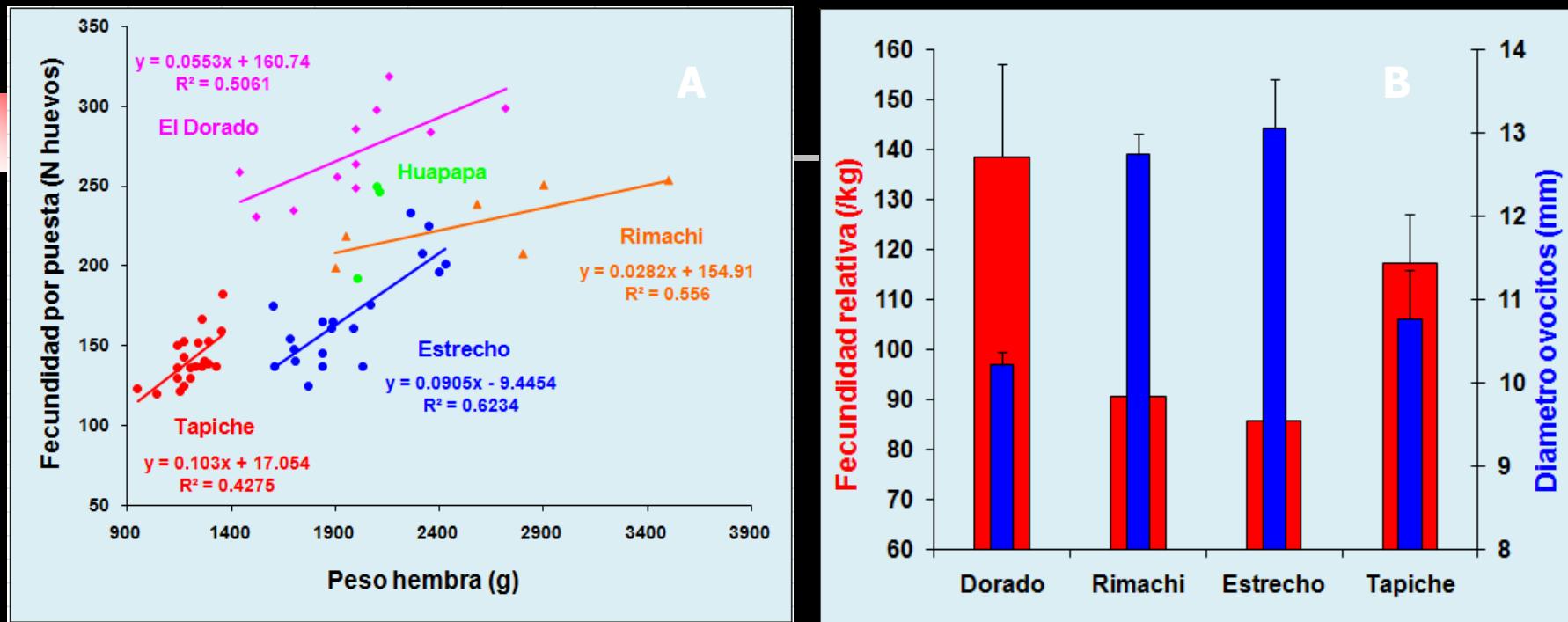
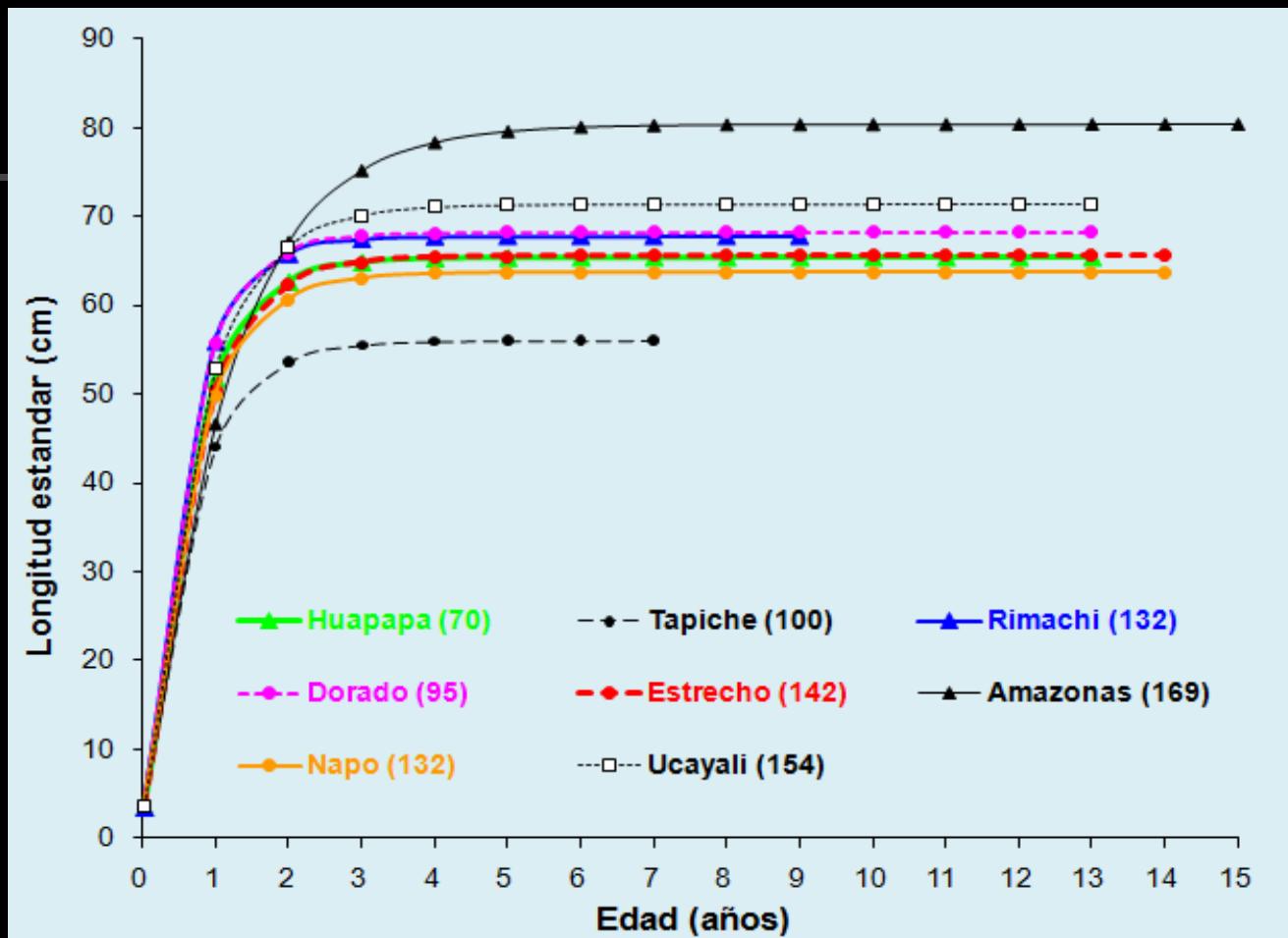


Figura 4. A. Comparación entre la fecundidad y el peso corporal promedios de la hembra entre poblaciones. B. Comparación de la fecundidad relativa y el diámetro promedio de los ovocitos ( $\pm$  SD) entre poblaciones.



# EDAD Y CRECIMIENTO



Curvas de crecimiento (modelo de Von Bertalanffy) de varias poblaciones de arahuana en la Amazonía Peruana. Números entre paréntesis corresponden al numero de muestras por población.

# Establecimiento de tecnologías de manejo de crías de arahuana en cautiverio.

**Tabla 1.** Calidad de agua (promedio ± desviación estándar) registrada durante la fase de crianza de alevinos de arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*) en el Centro de Investigaciones de Quistococha del IIAP.

PARÁMETROS	(Promedio ± desviación estándar)			
	Acuarios (Larva y Post- Larva)	Artesas (Post-larva y Alevino)	Tanques (Post-larva y Alevino)	Estanque (Alevino y juvenil)
Temperatura (°C)	26.9 ± 1.3	26.5 ± 1.5	26.6 ± 1.7	27.2 ± 0.8
Oxígeno disuelto (mg/l)	6.3 ± 2.2	5.1 ± 2.7	5.4 ± 2.3	4.2 ± 2.1
pH (upH)	6.5 ± 0.2	6.5 ± 0.3	6.6 ± 0.4	6.3 ± 0.2
Nitritos (ppm)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Amonio (ppm)	0.4 ± 0.3	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	< 0.2
Dióxido de carbono (ppm)	4.5 ± 3.0	4.2 ± 2.5	3.8 ± 2.0	5.8 ± 2.0
Alcalinidad total (ppm)	16.5 ± 2.0	16.3 ± 2.5	15.0 ± 3.0	12.0 ± 2.0
Dureza total (ppm)	13.5 ± 3.0	14.5 ± 3.5	15.0 ± 2.5	12.0 ± 2.5

Parámetros físico-químicos durante el proceso de cría larval, post-larval y alevinaje



# Manejo de la alimentación en alevinos de arahuana

Crecimiento e índices zootécnicos (promedio  $\pm$  desviación estándar) registrados en alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*, alimentados con tres frecuencias de alimentación (FA2: 2 veces/día, FA4: 4 veces/día y FA6: 6 veces/día) durante 50 días.

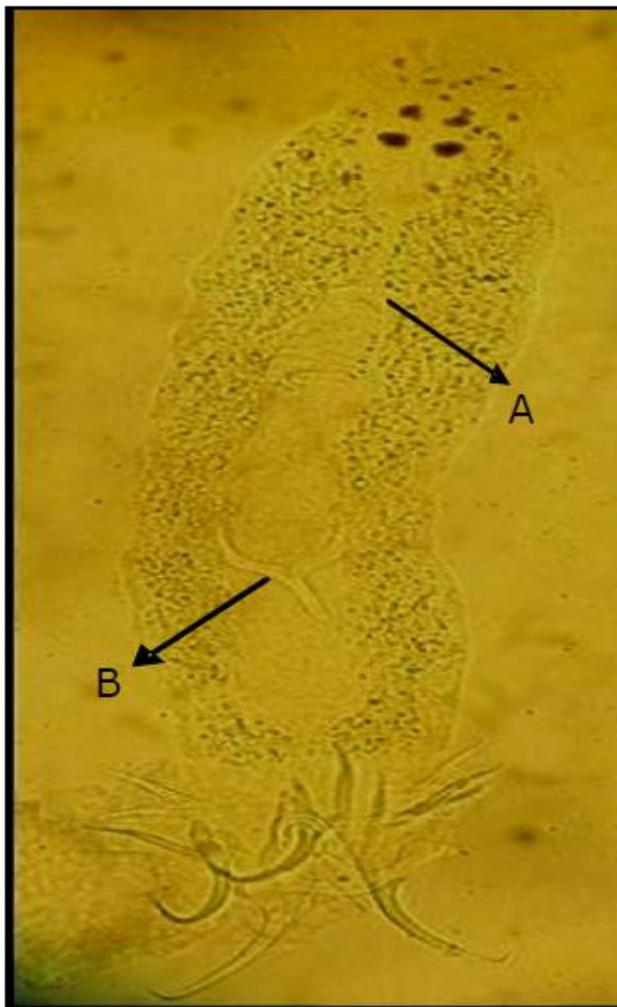
VARIABLE	FRECUENCIA ALIMENTICIA			PROB.
	FA2	FA4	FA6	
Peso inicial (g)	1.34 $\pm$ 0.11	1.32 $\pm$ 0.07	1.28 $\pm$ 0.04	0.6961
Peso final (g)	12.40 $\pm$ 0.18	13.01 $\pm$ 0.99	11.64 $\pm$ 1.36	0.3012
Ganancia de peso (g)	11.06 $\pm$ 0.28	11.69 $\pm$ 0.93	10.36 $\pm$ 1.39	0.3183
Longitud inicial (cm)	6.85 $\pm$ 0.15	6.82 $\pm$ 0.10	6.81 $\pm$ 0.05	0.8896
Longitud final (cm)	14.16 $\pm$ 0.10	14.31 $\pm$ 0.48	13.80 $\pm$ 0.48	0.3313
Tasa de conv. alimenticia	1.29 $\pm$ 0.04b	1.26 $\pm$ 0.02b	1.46 $\pm$ 0.08a	0.0494
Tasa de crecim. específico	4.46 $\pm$ 0.19	4.58 $\pm$ 0.05	4.40 $\pm$ 0.29	0.5828
Eficiencia alimenticia	0.77 $\pm$ 0.03a,b	0.80 $\pm$ 0.02c	0.68 $\pm$ 0.04a	0.0491
Tasa de eficiencia proteica	1.41 $\pm$ 0.05	1.45 $\pm$ 0.03	1.26 $\pm$ 0.08	0.0489
Sobrevivencia (%)	100	100	100	-----



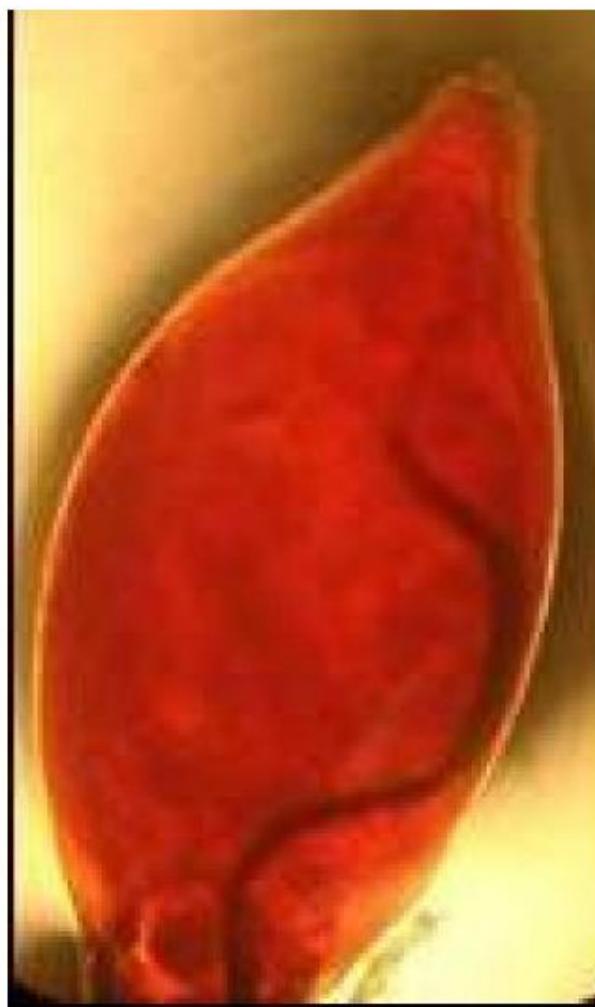
Las frecuencias de alimentación (2, 4 y 6 veces/día), no influyen en el crecimiento de los alevinos de arahuana; sin embargo, la alimentación se optimiza, al utilizar las frecuencias alimenticias de 2 y 4 veces/día, disminuyendo el estrés de los peces.

## FAUNA PARASITARIA DE LA ARAHUANA EN CAUTIVERIO

Esquema completo de las especies de parásitos. *Gonocleithrum cursitans* Kritsky & Thatcher, 1983. Parásito de branquias de arahuana. A) Complejo copulatorio evidenciando el cirrus; B) Barra gonadal. Vista frontal de *Camallanus acaudatus*

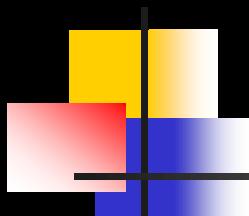


*Gonocleithrum cursitans*



*Camallanus acaudatus*

Dinis (2010)



# ■ DONCELLA



# JUSTIFICACION



## ***doncella Pseudoplatystoma fasciatum***

- Especie de gran demanda en el mercado regional.
- Altos niveles de desembarque pesquero.
- Captura a partir de tallas inferiores a la primera maduración sexual.

# Constitución de un plantel de reproductores

## 56 reproductores identificados con microchip



# Protocolo de inducción hormonal (conceptual)

## 1ra Dosis

- ♀ dosis preparatoria de 10% (0.26 ml/Kg), ♂ dosis de 50% (0.5 ml/Kg)
- 

## 2da Dosis

- ♀ dosis ovulatoria de 90% (2.34 ml/Kg), ♂ dosis de 50% (0.5 ml/Kg).
- Extracción del esperma en suero fisiológico y conservación a 5 °C.



- Obtención de los ovocitos por presión abdominal.
- Adición del esperma diluido en 5 veces.
- Activación con agua, agitar durante 1 minuto.
- Lavado 3 veces con agua.
- Incubación (incubadoras cilindro-cónicas tipo Woynarovich de 60 L., Flujo de agua 0.3 L por minuto).
- Eclosión de larvas entre 18 a 22 horas.

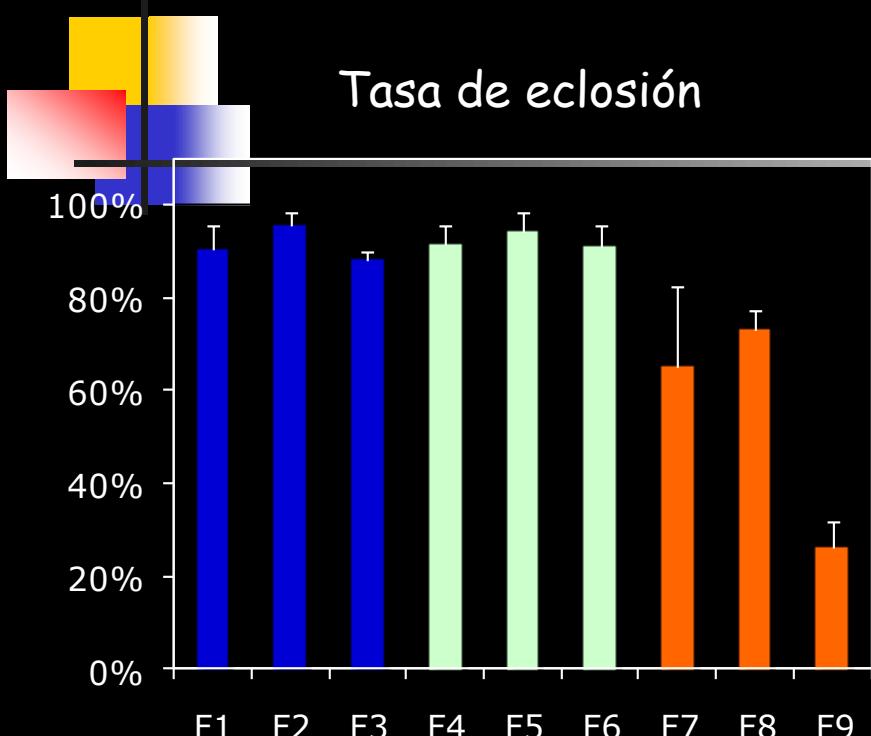


# Heterogeneidad de tamaño



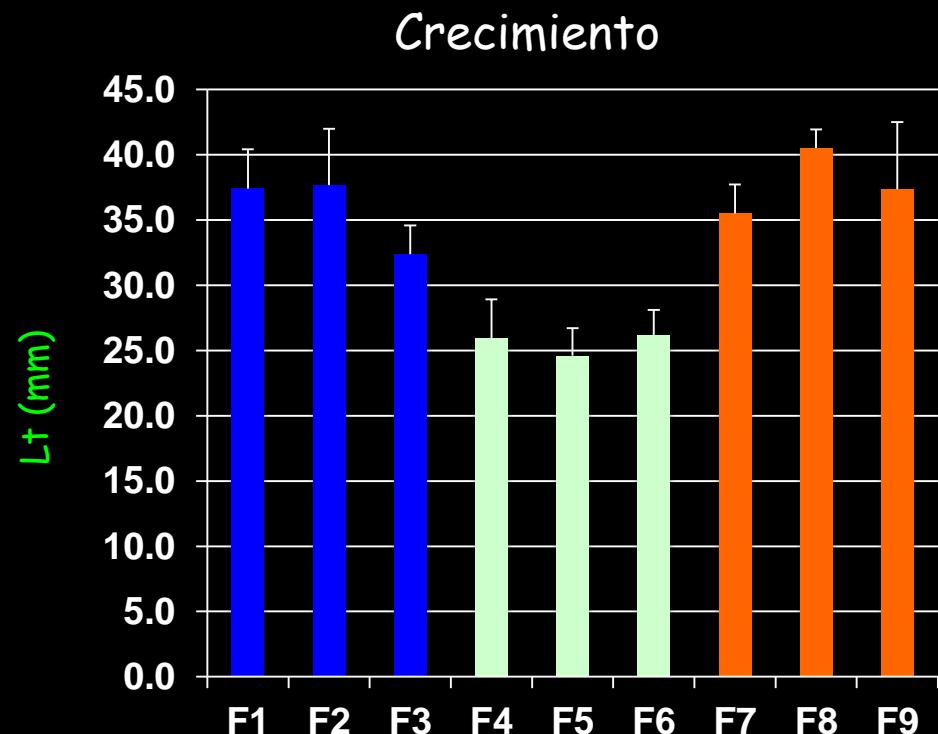
a

# Variación de tasa de eclosión y de crecimiento en doncella



Efecto "hembra"

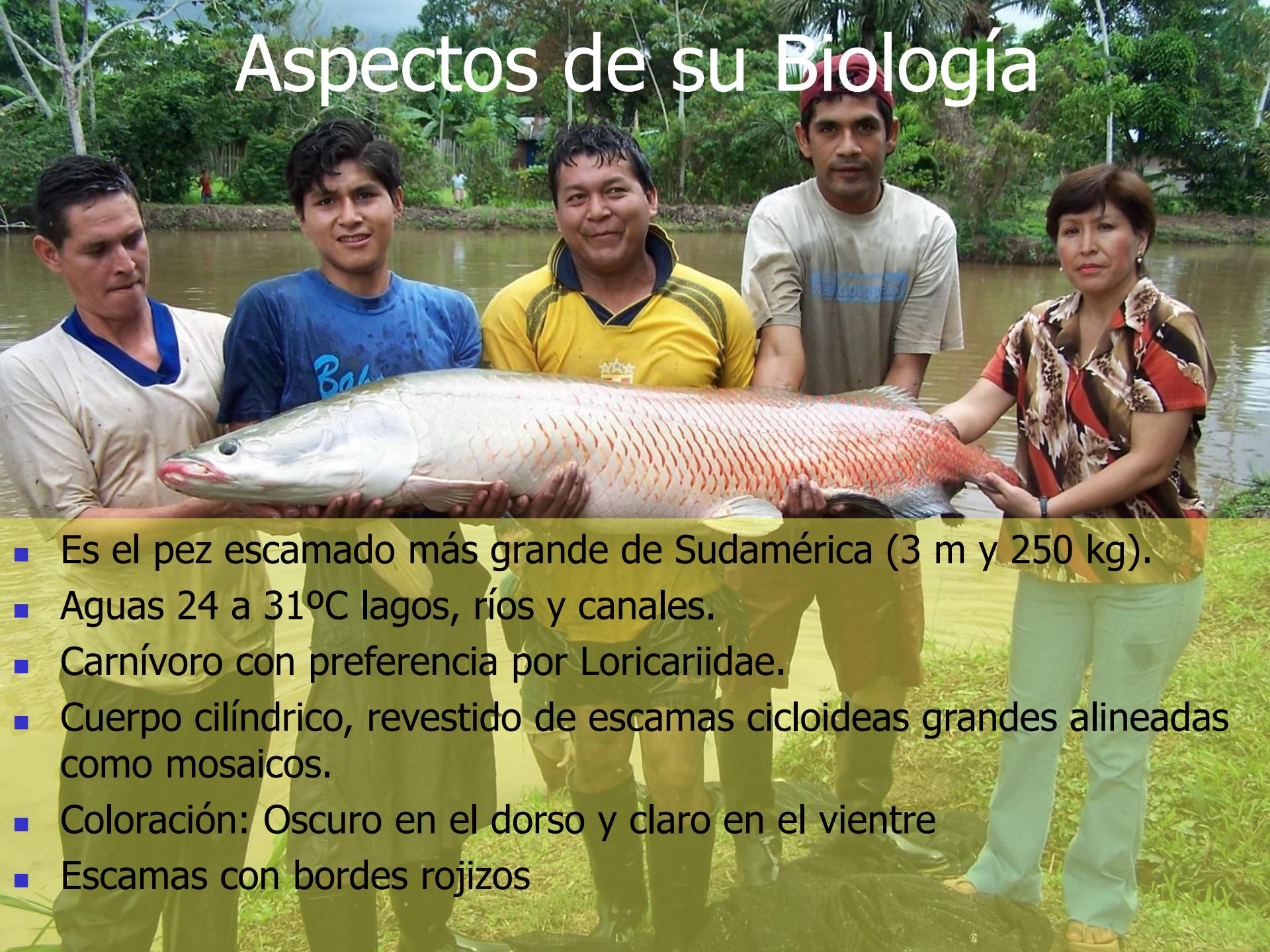
3 ♀ y 3 ♂ = 9 familias



# ■ PAICHE



# Aspectos de su Biología



- Es el pez escamado más grande de Sudamérica (3 m y 250 kg).
- Aguas 24 a 31°C lagos, ríos y canales.
- Carnívoro con preferencia por Loricariidae.
- Cuerpo cilíndrico, revestido de escamas cicloideas grandes alineadas como mosaicos.
- Coloración: Oscuro en el dorso y claro en el vientre
- Escamas con bordes rojizos



Recurso cuyas poblaciones naturales vienen siendo altamente presionadas





Práctica de manejo de alevinos



# Estudios de identificación sexual del Paiche



## Determinación del Sexo en el Paiche:

Un problema que dificultaba el manejo de reproductores y la producción de crías.



# Estudios de identificación sexual del Paiche

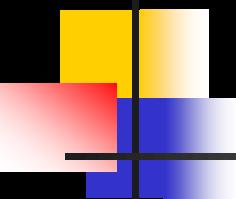
Fig. 3. Coloration patterns of sexually mature male (a) and female (b) *A. gigas* around the breeding period (December) at IIAP's Quistococha facilities



Supuesto ejemplar macho

Supuesto ejemplar hembra

# Estudios de identificación sexual del Paiche



## Inmunoensayos :

Inmunoaglutinación

Radioimunoensayo (RIA) de fase sólida

Ensayo inmunoenzimático (EIA o ELISA)

## Esteroides sexuales

- ❖ Esturión, *Acipenser stellatus*. (Ceapa et al., 2002)
- ❖ Esturión, *Acipenser transmontanus*, (Webb et al., 2002)
- ❖ Salmón, *Salmo trutta* (Pottinger et al., 2005)
- ❖ Esturión persa, *Acipenser persicus* (Malekzadeh et al., 2006)
- ❖ Perca europea, *Perca fluviatilis* (Rougeot et al., 2007)

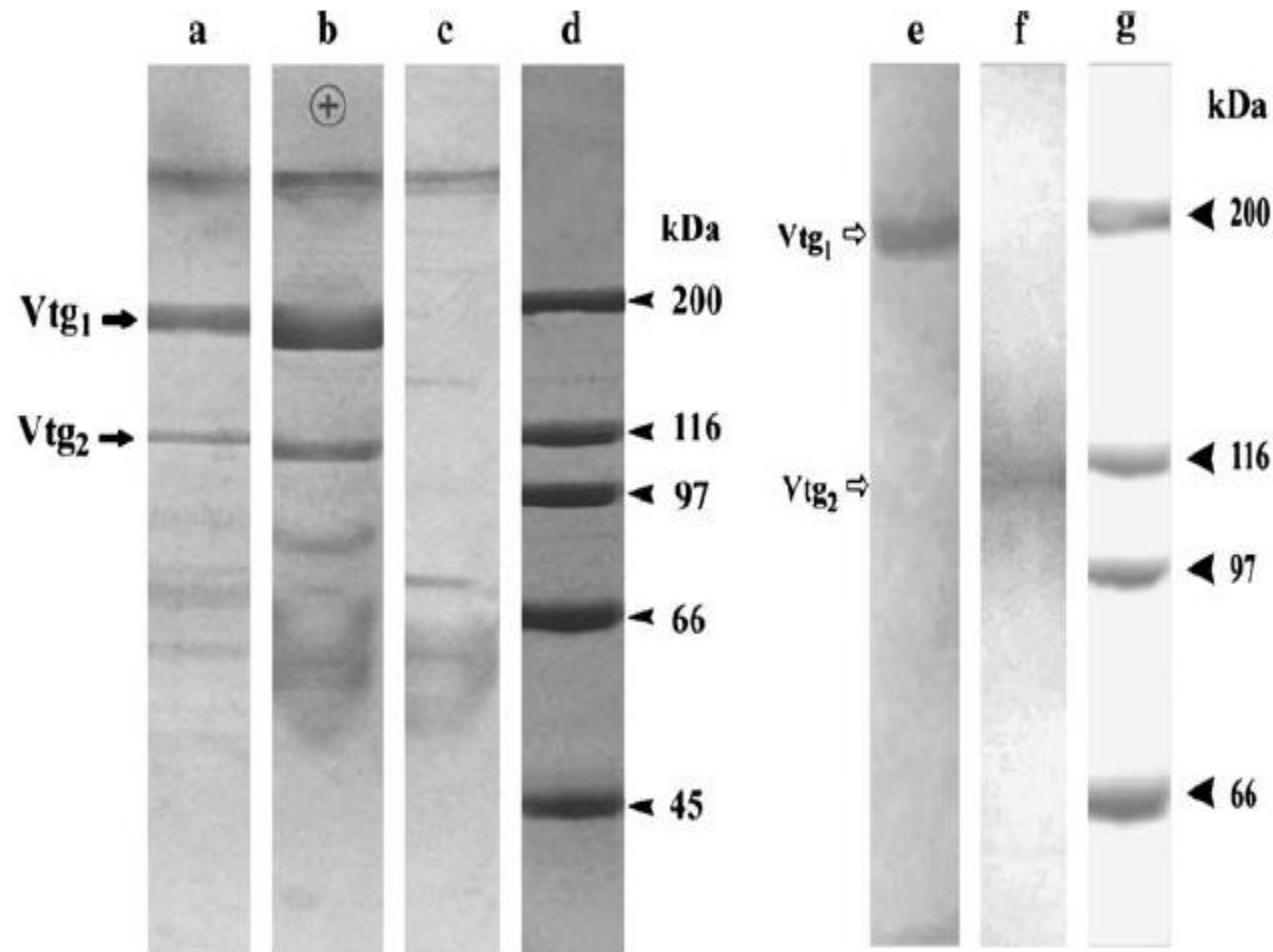
## Vitelogenina (Vtg)

- ❖ Lenguado del Pacífico, *Hippoglossus stenolepsis* (Matsubara & Sawano, 1992).
- ❖ Atún cola amarilla, *Thunnus albacares* (Takemura & oka, 1998)
- ❖ Salmón, *Salmo trutta* (Pottinger et al., 2005)

Eficientes métodos para la determinación del sexo en algunas especies de peces

# Aislamiento de la glicolipofosfoproteína vitellogenina del paiche, producción de anticuerpos y desarrollo de una prueba de ELISA con potencialidad para el sexaje de esta especie.

Fig. 4 (a) SDS-PAGE of *A. gigas* plasma: lane a 0.5  $\mu$ l of plasma from 17 $\beta$ -E<sub>2</sub> treated fish; lane b same as lane a except that sample was treated by  $\beta$ -mercaptoethanol; lane c 1  $\mu$ l of Vtg-free plasma from control immature fish; lane d high molecular mass markers (Biorad). (b) SDS-PAGE of electro-eluted *A. gigas* vitellogenins: lane e Vtg<sub>1</sub> preparation; lane f Vtg<sub>2</sub> preparation; lane g high molecular mass markers (Biorad)



# Estudios de identificación sexual del Paiche

## Uso de la VTG en el sexado del Paiche:

Marcación de 39 adultos y 19 pre adultos del CIQ

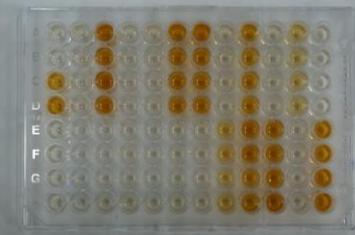
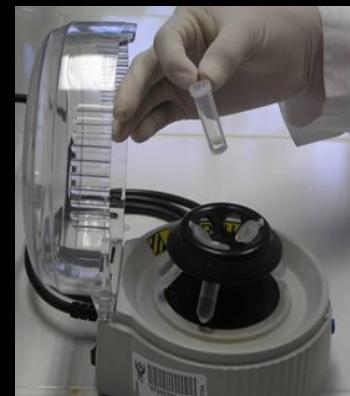
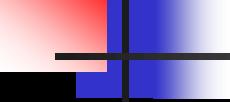
Obtención de los plasmas

Análisis ELISA anti VTG en laboratorio



# LOGROS EN INVESTIGACION: SEXAJE DE PAICHE: UN PROBLEMA SOLUCIONADO

Técnica de sexaje en laboratorio utilizando métodos bioquímicos para detectar la proteína *vitelogenina* con 100% de certeza en ejemplares adultos



Resultado



Centrifugado (plasma)



Analisis de la muestra

# LOGROS EN INVESTIGACION: SEXAJE DE PAICHE, TECNOLOGIA EN INNOVACION

- IIAP: Único centro que brinda servicio de sexaje de paiche en el mundo.
- 2009: IIAP ha sexado más de 250 paiches en Loreto y Ucayali.
- Clientes: GOREU, DIREPRO Ucayali, SEMPERU SAC, Amazon Harvest SAC, Sol del Oriente, etc.
- Actualmente desarrollando kits de campo y evaluando su uso en arahuana
- **BENEFICIARIOS:**  
**Piscicultores, empresarios privados, entidades estatales, exportadores y publico consumidor de carne de paiche**

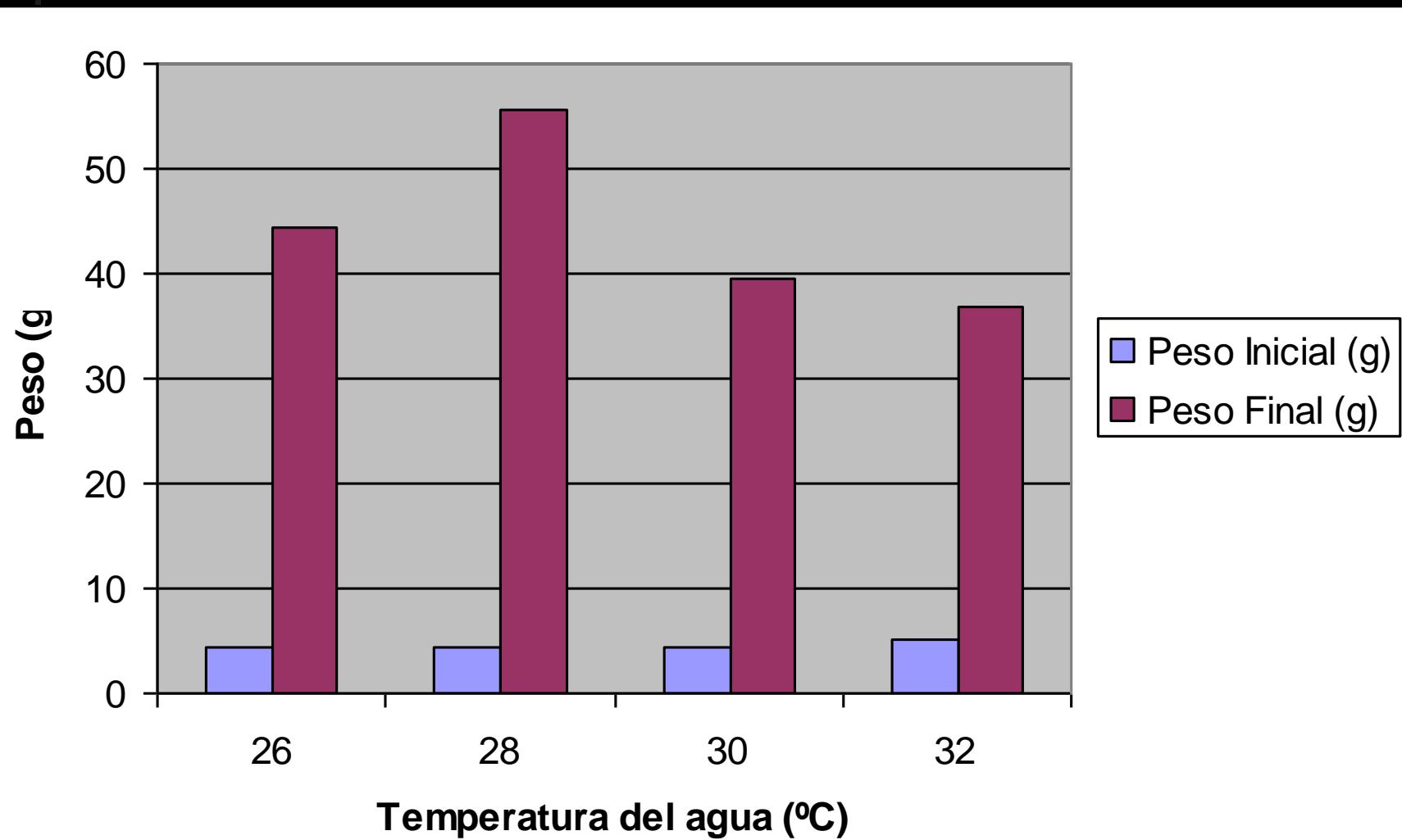
Fig. 3 Coloration patterns of sexually mature male (a) and female (b) *A. gigas* around the breeding period (December) at IIAP's Quistococha facilities



Fotos: Chu-Koo et al. (2009)



# Efectos de la temperatura del agua en el crecimiento y la sobrevivencia de alevinos de paiche



# LOGROS EN INVESTIGACION: PUBLICACIONES 2009 - 2010

Salas et al. (2009)

## BOLETÍN DE INVESTIGACIÓN



Instituto Tecnológico Pesquero del Perú  
(ISSN 1023 - 7070)

# INFORMACIÓN NUTRICIONAL SOBRE ALGUNOS PEZES COMERCIALES DE LA AMAZONÍA PERUANA

ALBERTO SALAS MALDONADO  
MARITZA BARRIGA SÁNCHEZ  
MIGUEL ALBRECHT RUIZ  
FRED CHU KOO  
HERNÁN ORTEGA TORRES

Volumen 9

Callao, Perú

Enero - Diciembre 2009

## BOLETÍN DE INVESTIGACIÓN

Instituto Tecnológico Pesquero del Perú  
(ISSN 1023 - 7070)

Bol. Invest. Inst. tecnol. pesq. Perú  
Volumen 9. Enero-diciembre 2009

## INFORMACIÓN NUTRICIONAL SOBRE ALGUNOS PEZES COMERCIALES DE LA AMAZONÍA PERUANA

### CONTENIDO

Presentación .....	4
Introducción .....	5
Material y métodos .....	6
1. Bagre, <i>Pimelodus</i> sp.....	8
2. Boquichico, <i>Prochilodus nigricans</i> Agassiz, 1829 .....	11
3. Corvina, <i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840).....	15
4. Chambira, <i>Rhaphiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz, 1829.....	18
5. Chio chio, <i>Psectrogaster rutiloides</i> (Kner, 1859).....	21
6. Lisa, <i>Schizodon fasciatus</i> Spix & Agassiz, 1829 .....	24
7. Llambina, <i>Potamorhina altamazonica</i> (Cope, 1878) .....	27
8. Maparate, <i>Hypophthalmus marginatus</i> Valenciennes, 1840.....	30
9. Paco, <i>Piaractus brachypomus</i> (Cuvier, 1818).....	33
10. Palometá, <i>Mylossoma duriventre</i> (Cuvier, 1818).....	36
11. Sardina, <i>Triportheus angulatus</i> Spix & Agassiz, 1829 .....	39
12. Doncella, <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766) .....	42
13. Manitoa, <i>Brachyplatystoma vaillanti</i> (Valenciennes, 1840).....	45
14. Mota <i>Pinirampus pirinampu</i> (Spix & Agassiz, 1829).....	47
15. Ractacara, <i>Psectrogaster amazonica</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889.....	50
16. Yulilla, <i>Anodus elongatus</i> Agassiz, 1829 .....	53
Conclusiones generales .....	55
Variación en la composición química de algunos peces comerciales de la Amazonía peruana .....	57
Minerales en las principales especies amazónicas de peces comerciales .....	58
Referencias .....	61
Instrucciones a los autores .....	64

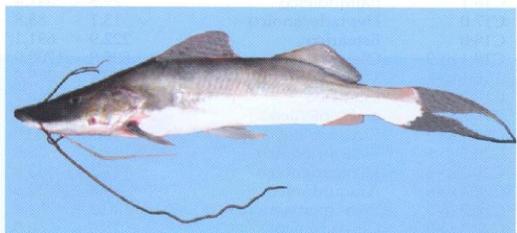
## Salas et al. (2009)

Salas, Barriga, Albercht, Chu, Ortega

Información nutricional de peces amazónicos

### 13. "MANITOA", Familia Pimelodidae

Nombre Científico / Scientific Name  
*Brachyplatystoma vaillanti* (Valenciennes, 1840)  
 Nombre común / Common name  
 Manitoa



LT≈68 cm

#### 13.1 Información biológica (Biological information)

Distribución.- Principalmente los ríos Amazonas, Ucayali, Marañón, Napo y Putumayo.

Descripción.- Tiene porte grande que difiere de los demás Pimelodídos en forma y hábitos. Presenta una aleta adiposa larga. La cabeza larga y achatada; ojos pequeños. Barbas maxilares largas, achatadas alcanzando la aleta caudal; mandíbula superior ligeramente mayor que la inferior, quedando expuesta parte de la placa de dientes. Presenta una coloración grisácea en el dorso y blanquecina en el vientre.

Hábitat.- Frecuenta el canal principal de los grandes ríos y estuarios.

Alimentación.- Es muy voraz, se alimenta básicamente de peces, es poco selectiva en cuanto al tipo de pez.

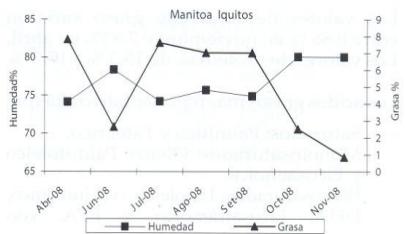
Reproducción.- Se realiza al inicio de la creciente de los ríos (noviembre y diciembre). Durante esta época es

común observar migraciones de grandes cardúmenes en el canal principal del río.

Pesquería.- Es frecuente en las capturas especialmente en el Bajo Amazonas y Putumayo.

#### 13.2 Composición proximal (Proximate composition)

COMPONENTE / COMPOUND	RANGO / RANGE %
Humedad, Moisture	74,10 - 80,10
Grasa, Fat	0,86 - 7,83
Proteína, Protein	15,30 - 17,70
Sales minerales, Ash	1,11 - 1,34
kcal (en 100g)	68,94 - 141,27



Bol. invest. Inst. tecnol. pesq Perú 9: 1-70

### 13.3 Ácidos grasos (Fatty acids)

ÁCIDO GRASO / FATTY ACID	RANGO / RANGE (mg/100 g)	
C14:0	Mirístico	26,3 - 192,7
C15:0	Pentadecanoico	8,6 - 89,8
C16:0	Palmitico	577,3 - 1887,2
C16:1	Palmitoleico	79,5 - 347,4
C17:0	Heptadecanoico	13,1 - 88,8
C18:0	Esteárico	222,9 - 691,1
C18:1 ω-9	Oleico	505,8 - 1708,9
C18:1 ω-7	Vaccénico	69,4 - 279,8
C18:2 ω-6	Linoleico	73,6 - 768,7
C18:3 ω-3	α-Linolénico	30,3 - 271,7
C20:1 ω-9	Eicosanoico	40,3 - 160,0
C20:3 ω-6	Eicosatrienoico	17,3 - 63,8
C20:3 ω-3	Eicosatrienoico	41,5 - 143,8
C20:4 ω-6	Araquidónico	9,8 - 52,5
C20:5 ω-3	Eicosapentaenoico	10,3 - 51,4
C22:5 ω-3	Clupadónico	18,6 - 86,3
C22:6 ω-3	Docosahexaenoico	48,4 - 184,1

### 13.4 Componentes minerales y metales pesados (Mineral components and heavy metals)

MACROELEMENTOS	RANGO / RANGE
Potasio, Potassium (mg/100 g)	293,5 - 389,70
Calcio, Calcium (mg/100 g)	10,9 - 29,30
Magnesio, Magnesium (mg/100 g)	20,8 - 52,70
MICROELEMENTOS	
Hierro, Iron (ppm)	1,03 - 5,43
Cobre, Copper (ppm)	0,16 - 0,38
METALES PESADOS	
Plomo, Lead (ppm)	0,08 - 0,21
Cadmio, Cadmium (ppm)	0,01 - 0,02
Mercurio, Mercury (ppb)	24,0 - 581,10

### 13.5 Comentario

Los valores de contenido graso variaron entre 0,86 % en noviembre y 7,83% en abril. Los valores de proteínas, de 15,3 % a 17,7 %.

Los ácidos grasos más representativos fueron:

- Saturados: Palmítico y Esteárico.
- Monoinsaturados: Oleico, Palmitoleico y Eicosanoico.
- Poliinsaturados: Linoleico, α-Linolénico, DHA, Eicosatrienoico y EPA, con

pequeñas cantidades de Clupadónico.  
 - La proporción ω-6 : ω-3 se encontró entre 0,7 y 1,2.

El contenido de macro y micronutrientes se encuentra dentro del rango de las especies amazónicas evaluadas.

Los metales pesados se encontraron por debajo de la normativa; sin embargo, el mercurio (Hg) en algunas muestras de puerto Maldonado presentaron valores de 0,581 ppm cercano al límite permisible.

# LOGROS EN INVESTIGACION: PUBLICACIONES 2009 - 2010

Lochmann et al. (2009)

JOURNAL OF THE  
WORLD AQUACULTURE SOCIETY

Vol. 40, No. 1  
February, 2009

## Effects of Carbohydrate-Rich Alternative Feedstuffs on Growth, Survival, Body Composition, Hematology, and Nonspecific Immune Response of Black Pacu, *Colossoma macropomum*, and Red Pacu, *Piaractus brachypomus*

REBECCA LOCHMANN<sup>1</sup> AND RUGUANG CHEN

Department of Aquaculture and Fisheries, University of Arkansas at Pine Bluff, Pine Bluff, Arkansas 70601 USA

FRED W. CHU-KOO

Programa de Ecosistemas Acuáticos, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, PO Box 784, Iquitos, Perú

WILLIAM N. CAMARGO AND CHRISTOPHER C. KOHLER

Fisheries and Illinois Aquaculture Center, Southern Illinois University, Carbondale, Illinois 62901 USA

CRAIG KASPER

Department of Biology, Hillsborough Community College, Tampa, Florida 33619 USA

### Abstract

To facilitate economical culture of black pacu, *Colossoma macropomum*, and red pacu, *Piaractus brachypomus*, in the Amazon region of South America, we assessed locally available alternative energy sources for practical diets. We tested the effects of control diets (containing wheat products) versus diets with different Amazonian feedstuffs (yucca, *Manihot sculenta*, plantain, *Musa paradisiaca*, or pijuayo, *Bactris gasipaes*) on the performance of the pacus in three feeding trials. Black pacu ( $22.5 \pm 0.03$  g; Trial 1) or red pacu ( $2.56 \pm 0.01$  g; Trial 2) were fed diets containing 30% wheat bran (control) or cooked or uncooked yucca, plantain, or pijuayo for 12 wk. In Trial 3, larger black pacu ( $86.9 \pm 6.4$  g) were grown to market size in 24 wk on similar diets. Weight gain, feed conversion, survival, alternative complement activity, and lysozyme were similar among diets. Hepatosomatic index, liver glycogen, and dry matter were affected by diet in Trials 1 and 2, but effects were not consistent among trials. In Trial 3, protein efficiency ratio was lower in fish fed the diet containing wheat middlings. However, relative to wheat bran or wheat middlings, all feedstuffs tested were effective energy sources for juvenile black pacu and red pacu.

Black pacu, *Colossoma macropomum*, and red pacu, *Piaractus brachypomus*, are high-value species cultured for human consumption in Bolivia, Brazil, Colombia, Ecuador, Peru, and Venezuela. The black pacu has also been introduced to Costa Rica, Cuba, Mexico, and Panama (Campos-Baca and Kohler 2005). Natural supplies of these fish cannot meet market demand, and aquaculture production is intensifying. Practical diet formulations for these species are evolving. Their natural diets are rich

in plant products (Kubitzki and Ziburski 1993; Araujo-Lima and Goulding 1997), and many Amazonian plant feedstuffs may be suitable for inclusion in practical diets for characids. Some native ingredients have been used in feeds produced on farm, but there is little research on their efficacy as feedstuffs compared to more typical products such as wheat. Although wheat is one of the chief sources of energy in formulated diets for characid fish, it is not traditionally cultured in the Amazonian region and must be imported at a premium price. In contrast, yucca, *Manihot sculenta*, pijuayo, *Bactris gasipaes*, and plantain, *Musa paradisiaca*, are often grown

<sup>1</sup> Corresponding author.

Chu-Koo et al. (2009)

Fish Physiol Biochem  
DOI 10.1007/s10695-008-9211-8

## Gender determination in the Paiche or Pirarucu (*Arapaima gigas*) using plasma vitellogenin, $17\beta$ -estradiol, and 11-ketotestosterone levels

F. Chu-Koo · R. Dugué · M. Alván Aguilar · A. Casanova Daza · F. Alcántara Bocanegra · C. Chávez Veintemilla · F. Duponchelle · J.-F. Renno · Salvador Tello · J. Nuñez

Received: 2 March 2008 / Accepted: 11 March 2008  
© Springer Science+Business Media B.V. 2008

**Abstract** *Arapaima gigas* is an air-breathing giant fish of Amazonian rivers. Given its great economic and cultural importance, the aquaculture development of this species represents an evident solution to face the decline of wild populations. In captivity, reproduction occurs generally in large earthen ponds where stocks of a few tens of brooders are maintained together at the beginning of the rainy season (December–March in the Peruvian Amazon). Fry production relies on the spontaneous formation of male and female pairs, which build a nest, delimit a territory and guard the offspring for at least 20 days from other congeners and predators. However, as sex determination of *A. gigas* is not possible by morphological criteria, it is very difficult to optimize reproduction conditions and fry production in each pond, which seriously hampers the culture of this species. This situation prompted us to develop sexing

F. Chu-Koo · M. Alván Aguilar · A. Casanova Daza · F. Alcántara Bocanegra · C. Chávez Veintemilla · J.-F. Renno · S. Tello  
IIAP, PEA, Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5, P.O. Box 784, Iquitos, Peru

R. Dugué · F. Duponchelle · J.-F. Renno · J. Nuñez (✉)  
IRD, UR 175—GAMET, 361 Rue J. F. Breton, BP 5095,  
34196 Montpellier cedex 5, France  
e-mail: nunez@ird.fr

F. Duponchelle · J. Nuñez  
UNFV-POPCA, Calle Roma No 350, Miraflores, Lima, Peru

methodologies based on (1) the detection of female specific plasma Vitellogenin (Vtg) using an enzyme immuno assay (EIA), and (2) the determination of plasma  $17\beta$ -estradiol and 11-ketotestosterone levels for immature specimens. The Vtg purification was performed by electro-elution after polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) from plasma of  $17\beta$ -estradiol treated *A. gigas* juveniles. Two different Vtg molecules were isolated, (Vtg<sub>1</sub> and Vtg<sub>2</sub>) with 184 and 112 kDa apparent molecular masses, respectively, and two antibodies were raised in rabbits for each Vtg molecule. Adult fish were 100% accurately sexed by Vtg EIA, while 100% of immature fish and 95% of adults were accurately sexed by  $17\beta$ -Estradiol and 11-Ketotestosterone ratios. We also observed different color pattern development in male and female adult fish (6-year-olds) around the reproductive period.

**Keywords** Amazon · Fish · Peru · Reproduction · Sexing · Sexual steroids

### Introduction

Sex determination in cultured species is a prerequisite to broodstock constitution. Individual identification of the breeders' gender is indispensable to maintain the desired sex ratio to produce the appropriate fingerling number for aquaculture production.

# LOGROS EN INVESTIGACION: PUBLICACIONES 2009 - 2010

Chu-Koo & Rodríguez (2009)

Chu-Koo & Alcántara (2009)

## Investigación

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)

### Principales Avances en la Acuicultura de Especies Amazónicas

Por: Fred Chu-Koo y Luciano Rodríguez.  
Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - (IIAP) Iquitos, Perú.

La acuicultura es una actividad productiva importante porque: (1) es fuente de proteína animal, (2) propicia el incremento del nivel de ingreso de los acuicultores, (3) asegura el abastecimiento de pescado, cubriendo la demanda durante la época de menor oferta del medio natural, (4) propicia la disminución de la intensidad de pesca sobre los recursos pesqueros del medio natural, y (5) orienta al productor rural hacia una actividad rentable y de bajo impacto en el ambiente.

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), institución estatal de investigación, promueve el desarrollo de tecnologías para el mejoramiento de los sistemas acuícolas de producción en la Amazonía, desarrollando varias líneas de investigación en especies amazónicas. El IIAP cuenta con seis sedes (Iquitos, Pucallpa, Tarapoto, Tingo María, Puerto Maldonado y Santa María de Nieva) donde desarrolla labores de investigación y/o transferencia de tecnología de cultivo de peces y moluscos.

#### Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ)

El Centro de Investigaciones de Quistococha es el cuartel general del "Programa de Investigaciones para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC)". Ubicado en el Km. 4.5 de la Carretera Iquitos - Nauta (a casi 10 Km. de Iquitos), tiene una extensión de 49 hectáreas y es el lugar donde se realizan las principales investigaciones en acuicultura amazónica en todo el país. Cuenta con 52 estanques de tierra de diversos tamaños y 60 arteseras revestidas con mayálicas para fines diversos como manejo de alevines de paiche y arahuana, moluscos, larvicultura y cultivo de alimento vivo. Tiene además un laboratorio de reproducción de peces de primer nivel, un sistema de recirculación de agua, laboratorios de bromatología, limnología, hematología, taxonomía, histología y esclerocronología.



El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), promueve el desarrollo de tecnologías para el mejoramiento de los sistemas acuícolas de producción en la Amazonía.

El CIQ cuenta con profesionales especialistas en diferentes áreas de la acuicultura como: nutrición y reproducción de peces, cultivo de alimento vivo, etc. Adicionalmente cuenta con el soporte de expertos en taxonomía, rasgos de vida, genética, larvicultura y fisiología de peces del IIAP y del IRD (Francia).

#### Principales Investigaciones

##### 1. Evaluación de insumos locales alternativos en la alimentación de peces

En los últimos años se evaluaron varios insumos alternativos como: Harinas de Pijueyo, Yuca y Plátano; Harinas de Trigullo Regional (Coxi), Lenteja de Agua (Lemna) y Spirulina; Tortas de Sacha Inchi y Castaña Brasileña; Polvo de Maíz de Cebada (Cervecería Amazónica). Ahora sabemos que el pijuayo, yuca y plátano son buenos sustitutos del maíz, el salvado y el moyuelo de trigo en galletita y paco. La harina de Spirulina y la castaña brasileña probaron ser insumos proteicos de buena calidad. La maíz cervecería y el trigullo regional son insumos útiles como aportantes energéticos y de fibra.

##### 2. Introducción y uso de dietas extrusadas en piscicultura amazónica

En el 2005, el IIAP introdujo este producto con éxito en el cultivo de peces amazónicos logrando buenos resultados.

ACUICULTURA Pesca Responsable

Perspectivas de una crianza sostenible

### PAICHE DOMÉSTICO EN LA AMAZONÍA



Por Fred Chu-Koo y Fernando Alcántara\*

El paiche, Arapaima gigas, es el pez escamado más grande de la Amazonía, vive en lagunas y ríos de aguas negras y pH ligeramente ácido, donde abunda la materia vegetal en descomposición. Su ecosistema es cada vez más estudiado y ya se está reproduciendo con fines de crianza doméstica.

Este gran pez llega a medir hasta tres metros y pesar 250 kilos. Al vivir en ambientes pobres en oxígeno disuelto, desarrolló un sistema de respiración basado en la captación de aire atmosférico que entra hasta la vejiga gaseosa, tejido esponjoso y altamente irrigado, que asemeja a un pulmón.

Al contrario de lo que algunos piensan, el paiche no es hermafrodita. Estudios realizados en Brasil y Perú confirmaron que la especie tiene sexos separados. La reproducción del paiche ocurre a través de todo el año, con mayor incidencia en los meses de octubre a marzo, al inicio de la creciente. Este pez forma parejas para poder reproducirse y deposita sus huevos en nidos excavados en el fondo.

El número de crías producidas por una pareja varía entre 500 y 4,000, pero referencias de pescadores

indican que el número puede llegar a 10,000 por pareja o evento reproductivo. Durante los últimos 30 años se observa una creciente demanda de paiche en los mercados amazónicos, tanto a nivel de alevines, como de carne para consumo humano.

#### MANEJO PESQUERO

Debido a su alta demanda, la captura del paiche es intensa. El Estado peruano regula la captura estableciendo un período de veda para proteger la reproducción y establece el tamaño mínimo de captura en 1.65 metros. La veda comprende los meses de octubre a marzo, coincidiendo con el período de mayor reproducción de la especie en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria y en el sistema del río Ucayali. Además, distintas organizaciones trabajan en la protección y manejo responsable del recurso en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, entre ellas destacan las Unidades de Pesca Comunitaria (UPC), que realizan labores de vigilancia y extracción controlada del paiche, autorizada por el Ministerio de la Producción (Produce).

#### EL CULTIVO DEL PAICHE

Como cualquier otra especie, el paiche presenta venta-

Chu-Koo & Tello (2010)

## ACUICULTURA



### Producción de semilla de paiche en Perú

En el año 2000 el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) inició, junto con socios estratégicos, un programa de apoyo al cultivo de paiche (*Arapaima gigas*) en la región Loreto, Perú. La finalidad era formar planteles de reproductores que pudieran abastecer a los futuros núcleos de criadores de dicha región. En el presente artículo, se hace un análisis de la producción de crías de paiche proveniente de la acuicultura en la región amazónica peruana, y el impacto de este programa.

Por Fred Chu-Koo y  
Salvador Tello\*

El paiche (*Arapaima gigas*), es el pez escamado más grande de la cuenca amazónica. En el Perú se encuentra en las cuencas bajas de los ríos Napo, Putumayo, Marañón, Pastaza y Ucayali, con mayor abundancia en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria (Alcántara et al. 2006).

Históricamente, el paiche no era explotado en gran escala por los nativos amazónicos. Si bien ellos eran capaces de pescar grandes ejemplares, su utilización era limitada (Alcántara et al. 2006). Con la llegada de los europeos, llegaron también los arpones con punta de metal, y también el uso de la sal.

Estas dos herramientas, unidas al enorme cambio que experimentó el modo de vida de los pueblos, iniciaron lo que con el tiempo se convertiría en la mayor actividad comercial pesquera de la Amazonía durante los siglos XIX e inicios del XX. Para mediados del siglo XIX, el paiche salado se convirtió en la principal fuente de proteína de la Amazonía. A inicios del siglo XX la explotación se caracterizó por una brusca reducción de recursos hidrobiológicos como el manatí (*Traichechus inunguis*), y las tortugas acuáticas, lo que trajo como consecuencia que la pesca del paiche se convertiera en una importante actividad pesquera que duró hasta fi-

nales de la década de 1960 (Alcántara et al. 2006).

Entre los años 1971-1976, con el crecimiento demográfico y con una mayor demanda de alimento, los pescadores introdujeron el uso de redes agáleas o mallas de 12 pulgadas de tamaño de malla para la captura del paiche. Hacia mediados de la década de 1980 el paiche pasó de ser, de la más importante y barata fuente de alimento del hombre amazónico, a una rara exquisitez, reservada para aquellos que lograban pagar los altos precios en el mercado, situación que se ha agravado en la actualidad, al ser considerada la especie en el Apéndice II de la Convención In-

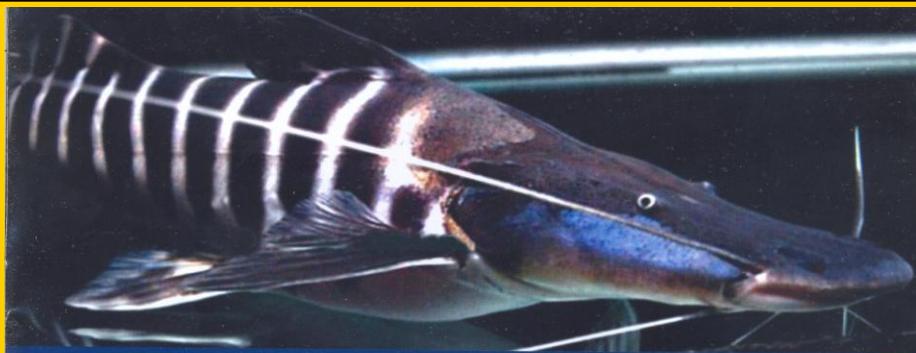


Alcancías de paiche liberados de un estanque de pesquería del BCPW



Juveniles de paiche entregados por el IIAP entre el 2000-2007

Alcántara & Chu-Koo (2010)



### El zungaro tigrinus *Brachyplatystoma tigrinum* Avances para su cultivo y reproducción en la Amazonía peruana

Fernando Alcántara Bocanegra & Fred Chu-Koo

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)  
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5. Iquitos, Perú  
Teléfax: (065) 265527 / E-mail: fab\_001@hotmail.com

El zungaro tigrinus *Brachyplatystoma tigrinum* es un pez que pertenece al grupo de los grandes bagres o Pimelodídos de la Amazonía que, en estado adulto puede alcanzar hasta 85 cm. de longitud con un peso de 5.2 Kg. Debido a la singularidad de su hábitat, es poco conocido y su captura y desembarque en la pesquería de peces de consumo de la región amazónica no es frecuente. Los pescadores de peces ornamentales y, eventualmente, los pescadores de peces de consumo lo capturan en la corriente del río Amazonas con redes de pesca, a la deriva, operadas con dos embarcaciones.

#### Descripción

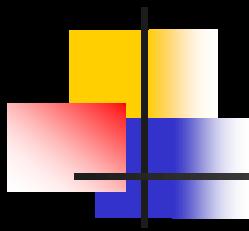
El zungaro tigrinus tiene un cuerpo fusiforme, ligeramente plano en la región ventral. Su cabeza es grande y ligeramente achatada, los ojos son pequeños y de posición dorsal, la boca es grande y de posición ventral, rodeada de seis barbillas filamentosas, de las cuales dos son maxilares y cuatro son mentonianas. La aleta dorsal es corta y ubicada en el tercio anterior del cuerpo. La aleta adiposa es también corta y ubicada en el tercio posterior del cuerpo, sobre el pedúnculo caudal. Entre las aletas pares presenta las pectorales y las ventrales de desarrollo moderado. Adicionalmente, el tigrinus presenta una aleta ubicada, ventralmente, en la región del pedúnculo caudal, a modo de quilla. La aleta caudal es bilobulada y cada lóbulo termina en un largo filamento que el tigrinus agita suavemente formando ondulaciones a medida que se desplaza en el agua. Este filamento, sin embargo, no es permanente (Figura 1).



Figura 1. Ejemplar adulto de zungaro tigrinus *Brachyplatystoma tigrinum*

En la boca se observa la presencia de dientes pequeños y numerosos, dispuestos en bandas o placas, como son, la placa maxilar y la placa mandibular (Figura 2). En la región faríngea se observan cuatro arcos branquiales y, en el techo de la faringe se observa dos formaciones carnosas, con numerosos y pequeños dientes, constituyendo las placas masticatorias o almohadillas faríngeas que se corresponden con la placa faríngea inferior (Figura 2).

El tubo digestivo es corto, como ocurre en los peces de régimen



# PECES ORNAMENTALES

---

Actividad tradicional de Loreto que genera exportaciones por mas de dos millones de dólares y genera empleo a más de cinco mil personas.

Existe disminución de poblaciones de especies de alto valor económico.

# PECES ORNAMENTALES

Reproducción y manejo con participación de  
empresarios

Zúngaro *tigrinus*

Rayas de agua dulce  
amazónicas



# PECES ORNAMENTALES

Reproducción y manejo con participación de  
empresarios

Ocho especies de carachamas ornamentales



# PECES ORNAMENTALES

Reproducción y manejo con participación de empresarios

NEO-ATIDE: “Innovación tecnológica en acuicultura de peces ornamentales en la Amazonía peruana



# PECES ORNAMENTALES

## Reproducción y manejo con participación de empresarios

Desarrollo de metodologías para la reproducción de cuatro especies de peces ornamentales iridiscentes: Tetra Red Pencil (*Nannostomus mortenthaleri*), Tetra Neón (*Paracheirodon innesi*), Tetra Emperador (*Nematobrycon palmeri*) y Serpae Velo (*Hypseleotris serpae*)



# PECES ORNAMENTALES

## Reproducción y manejo con participación de empresarios

Fortalecimiento de capacidades empresariales de pescadores (as) y acopiadores (as) de peces ornamentales de la provincia amazónica de Maynas, Loreto - Perú



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN !!**

