



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana



TALLER BINACIONAL COLOMBIA – PERÚ: Avances en investigaciones y proyectos en piscicultura amazónica

REPRODUCCION Y MANEJO DE ALEVINOS DE PAICHE
Arapaima gigas

IIAP: Carmela Rebaza-Alfaro, Nadhia Herrera Castillo, Roger S. Bazán-Albitez

IRD: María Daria Cáceres, Jesús Núñez Rodríguez, Michel Sauvain

UPCH: Denis Catillo Pareja, Bioconvertin S.A.C.: Yesenia Correa Vásquez



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

EL PERÚ PRIMERO

El Paiche Arapaima gigas

Es una de las especies ictiológicas con potencial expansivo para el desarrollo de la piscicultura amazónica.



Desconocimiento de aspectos biológicos aplicados al manejo en sistemas intensivos limitan su desarrollo y empoderamiento en la Amazonía peruana.

- La densidad adecuada de cultivo (intensivo, súper-intensivo),
- Baja tasa de respuesta a la conformación de reproductores,
- Adaptación al consumo de Alimento balanceado.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

EL PERÚ PRIMERO

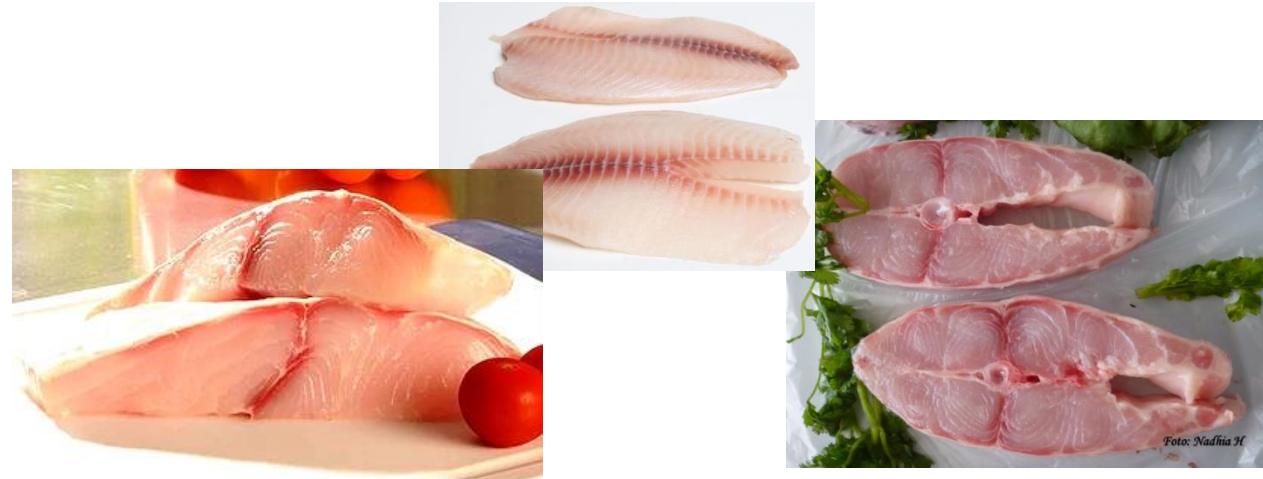
El Paiche Arapaima gigas



Considerado como una especie promisorio
de la acuicultura.



- ✓ Fines ornamentales y rápido crecimiento 10-15 kg/año (filete 60%, buen sabor, color y textura)
- ✓ Características fisiológicas y biológicas
- ✓ Importancia comercial





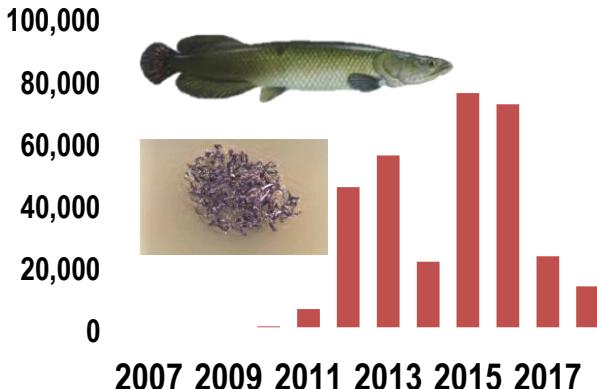
PERÚ

Ministerio
del AmbienteInstituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

EL PERÚ PRIMERO

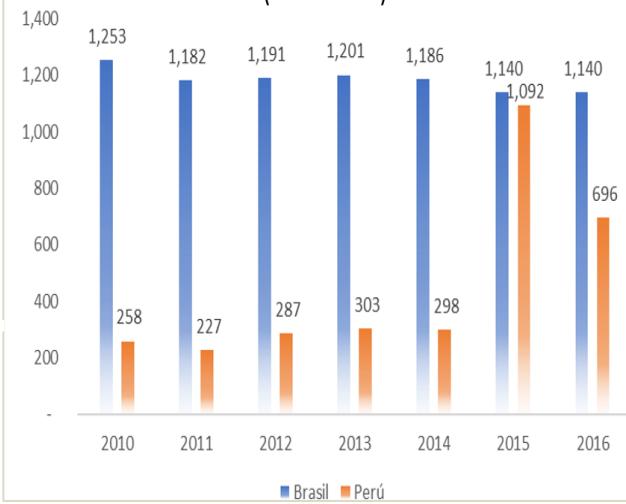
Producción de Paiche Arapaima gigas

Producción anual de alevinos - Ucayali

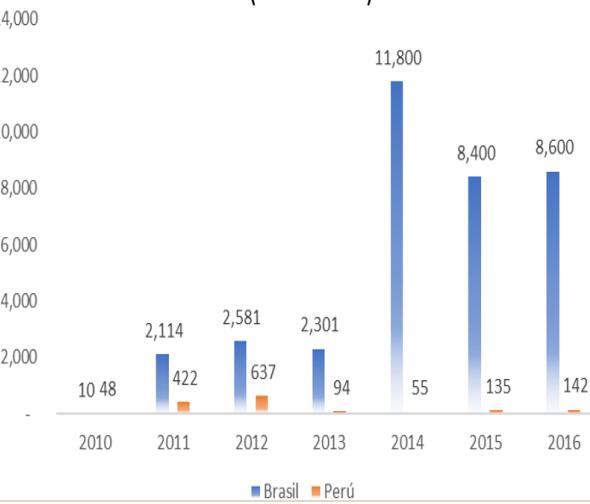


J. Romero - Ucayali

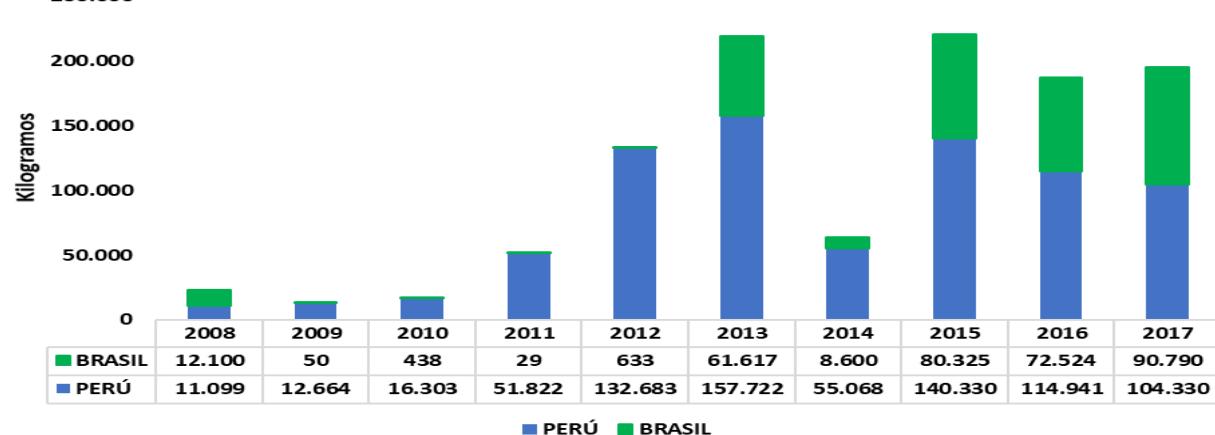
Capturas de Paiche: 2010-2016 (Toneladas)



Producción Acuícola de Paiche: 2010-2016 (Toneladas)



2008-2017





PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

EL PERÚ PRIMERO

Investigaciones con Paiche *Arapaima gigas*

CIDEB, Laboratorio de manejo de alevinos de paiche y estanques.

Ubicación: Departamento de Ucayali-Perú,

Coordenadas: 8°24'03" S y 74°38'20" O,

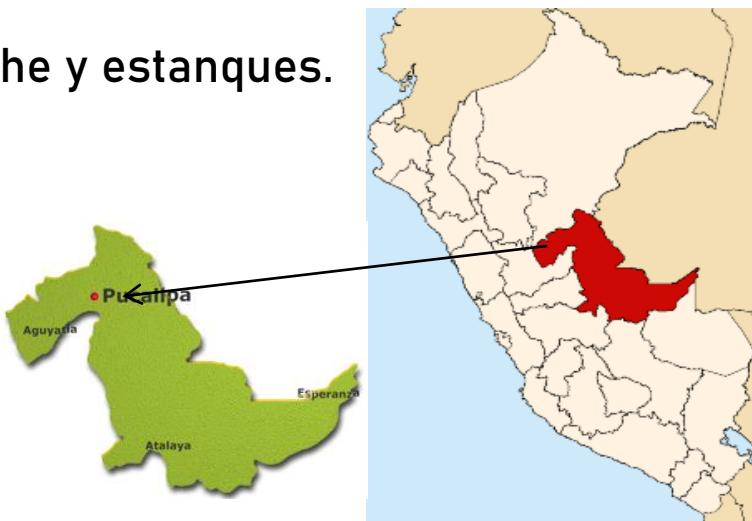
Altitud: 158 msnm.

Clima:

- ✓ Temperatura media anual: 25.8°C
- ✓ Precipitación media anual 1,369mm
- ✓ Humedad Relativa: 87%



Estanque de Manejo de reproductores de Paiche *Arapaima gigas*, en el CIDEB del IIAP-Ucayali.



Laboratorio de Manejo de alevinos de Paiche *Arapaima gigas*, en el CIDEB del IIAP-Ucayali.

Evaluación de los aspectos reproductivos de Paiche *Arapaima gigas* en ambientes controlados

Metodología:

- Monitoreo de un lote de ejemplares adultos de Paiche (Cámara filmadora),
- Alimentación mixta: balanceado y pescado fresco.

Resultados:

- El paiche logra reproducirse en espacios pequeños (Área 1000m², Prof. 1.40 m).
- Dimorfismo sexual, territorialista, construcción de nidos y cuidado parental.

Perspectivas y Retos:

- Conformación de parejas (forzadas),
- Sexado de Paiche.



Comportamiento territorialista

Dimorfismo sexual

Cuidado parental



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

EL PERÚ PRIMERO

Manejo de alevinos de Paiche *Arapaima gigas* en Laboratorio

Objetivos:

- Lograr la adaptación al alimento balanceado e Incrementar la sobrevivencia.

Metodología:

- Experimento de alimentación (T.A, %PB, ración), densidad y sanidad (identificación)
- Tanques rectangulares, con abastecimiento continuo de agua de pozo.

Resultados:

- Proceso largo de adaptación al balanceado, mejor resultado a mayor nº de raciones.
- Incremento de agentes patógenos directamente relacionado con incremento de N₂.
- Uso de tanques rectangulares afectan el manejo de los alevinos.

Perspectivas y Retos:

- Dietas, requerimientos nutricionales, sistemas de manejo.



Manejo de alevinos (5cm)



↑Densidad, ↑N₂, ↑Patógenos



Baja Sobrevivencia



PERÚ

Ministerio
del AmbienteInstituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

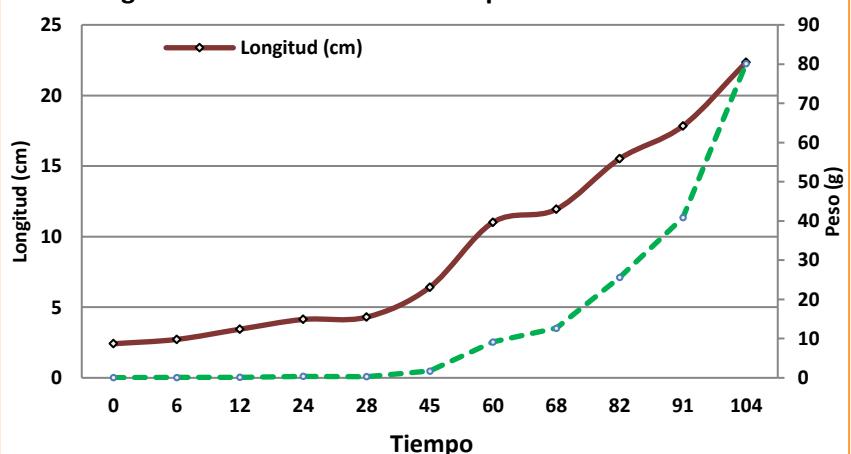
EL PERÚ PRIMERO

Manejo de alevinos de Paiche *Arapaima gigas* en Laboratorio

Cuadro: Desempeño de alevinos de paiche manejados en laboratorio durante 64 días

Fecha	Días	Tipo de alimento	Diámetro de alimento (mm)	Densidad (indiv/L)	Nº de individuos	Nº de muertos	Mortalidad (%)	Peso (g)	Longitud (cm)
01/04/2011	0	Alimento vivo	-	9	558	4	0,72	0,2	3,5
16/04/2011	15		-	9	554			0,98 ± 0,23	4,9 ± 0,37
22/04/2011	21	alimento vivo + A/B*	*polvo	6	554	32	5,73	1,18 ± 0,16	5,9 ± 0,26
05/05/2011	34	A/B	polvo + 1.5	3	522			1,28 ± 0,37	6,2 ± 0,34
21/05/2011	50	A/B	1,5	2	520	2	0,36	10,07 ± 2,03	7,0 ± 1,16
04/06/2011	64	A/B	1,5	2	518	2	0,36	12,1 ± 0,76	14,8 ± 2,08
TOTAL						40	7,2		

Fig. Crecimiento de alevinos de paiche en laboratorio



Proyecto: Promoción de la producción de alevinos de paiche en la provincia de Coronel Portillo y Padre Abad



- Alevinos capturados el 27-04-2011
- Días de manejo: 104
- Tasa de sobrevida: 40%.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente



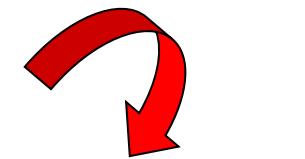
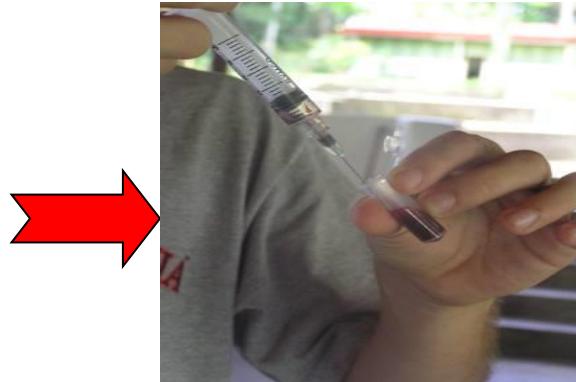
Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

EL PERÚ PRIMERO

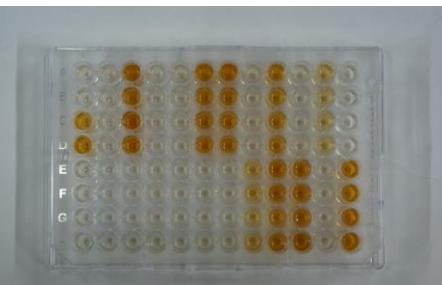
Sexado de Paiche *Arapaima gigas*, problema solucionado

Técnicas EIA de sexaje de juveniles y adultos utilizando las hormonas esteroidales y la proteína vitelogenina, respectivamente con 99% de certeza.

Problema: El paiche no presenta diferenciación sexual para la conformación de parejas de reproductores hasta después de 5 años de edad en promedio.



Extracción de sangre y preparación de la muestra



Resultado



Centrifugado
(plasma)

Resultado:

Obtención de un Kit de
sexado (IRD.-IIAP)

Análisis de la muestra

Fotos: IIAP (2005- 2009)

Comportamiento reproductor de Paiche por Telemetría ultrasónica

Problema: Éxito reproductivo menos al 25% en las parejas forzadas

Objetivos:

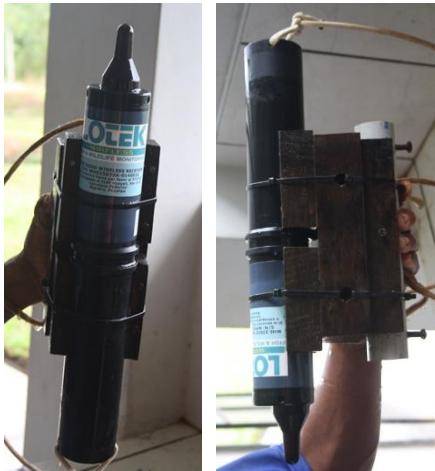
- Determinar la características comportamentales para la formación de parejas en Paiche..

Metodología:

- Implementación del **sistema de seguimiento ultrasónico** de los reproductores en estanques
- Conformación de 2 grupos de reproductores (**T1: forzados y T2: formados naturalmente**)

Resultados:

- Se corroboró la importancia del **manejo de las parejas de paiche en forma aislada**.
- Grado de **afinidad entre macho y hembra** se incrementa durante el periodo de reproducción.

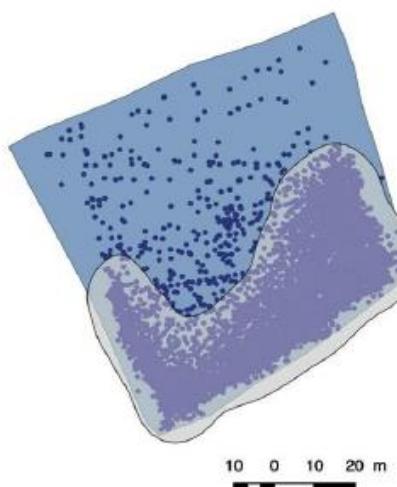
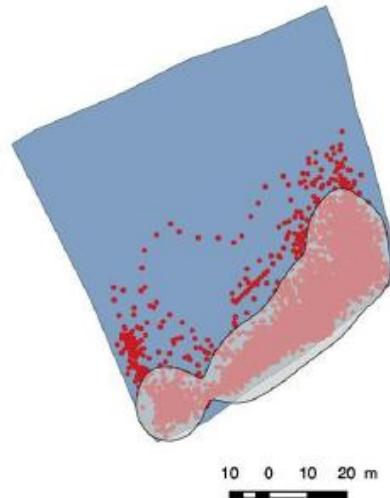
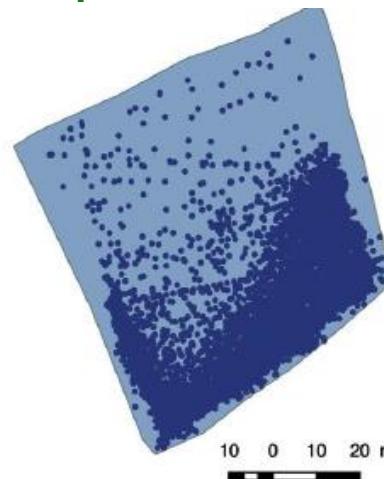
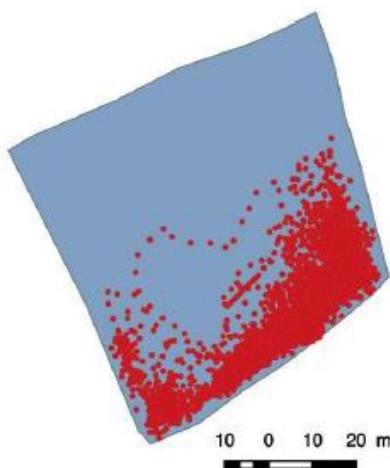


Instalación de hidrófonos en estanque experimental

Marcaje con Chip y PigTag



Comportamiento reproductor de Paiche por Telemetría ultrasónica



Análisis de la información generada por los hidrófonos, para determinar el comportamiento reproductivo

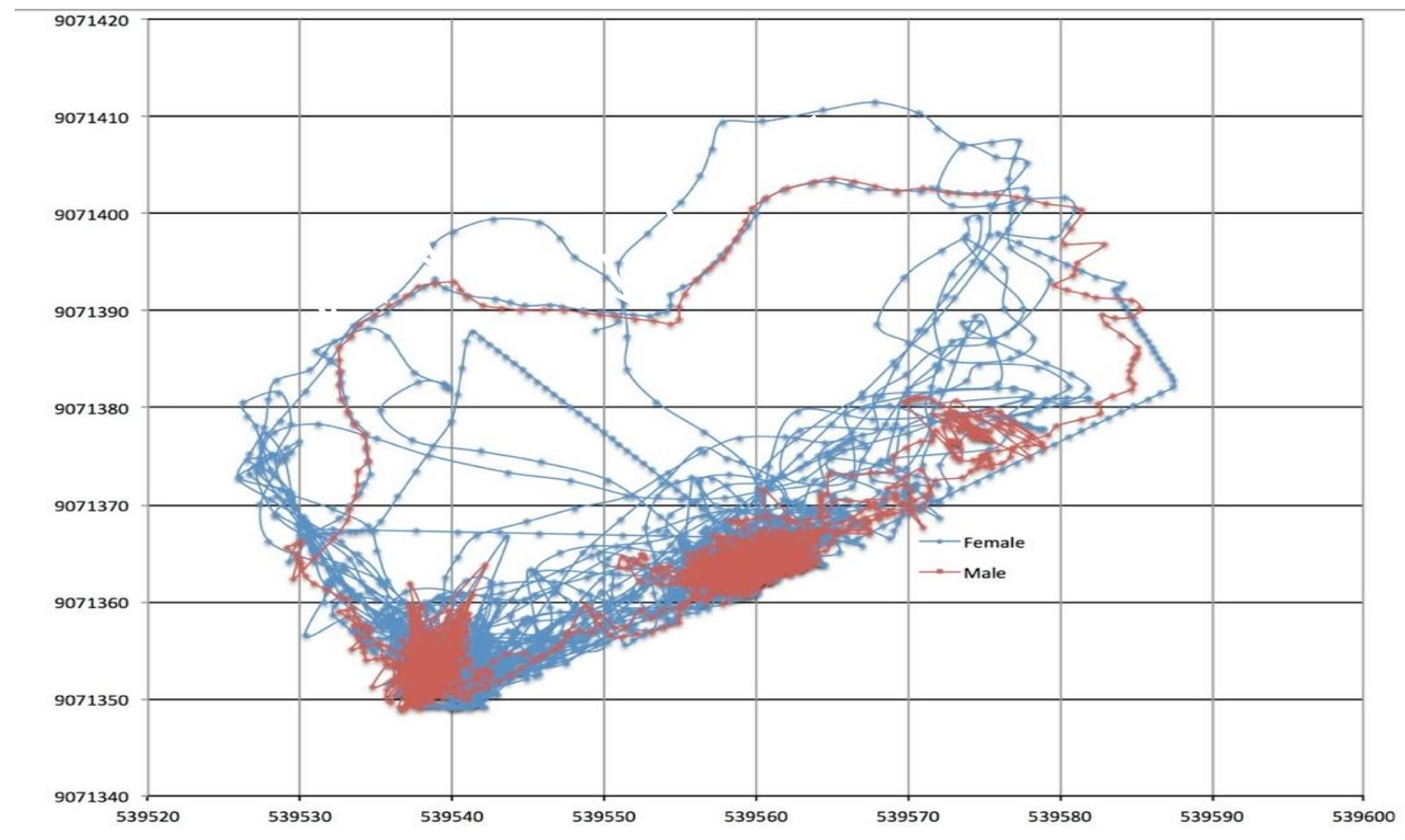
Ocupación espacial de una pareja de *A. gigas* en el estanque (2.5 días de revisión). Las posiciones calculadas cada 30 s.

- Posiciones del macho (puntos rojos);
- Posiciones de la hembra (puntos azules).
- El área sombreada equivale a KDE del 95 % del macho(y hembra).



Pareja de reproducidores

Comportamiento reproductor de Paiche por Telemetría ultrasónica



- Existe un alto grado de afinidad entre ejemplares machos y hembras previamente constituidos como parejas, observando una mayor eficiencia de apareamiento.

Efecto del alimento vivo en el crecimiento, desempeño fisiológico y supervivencia de post larvas de *Arapaima gigas*, en condiciones controladas

Problema: La **nutrición** es uno de los principales **factores limitantes** para la larvicultura de peces. Costos elevados del alimento vivo como Cistos de *Artemia salina*.

Objetivos:

- Determinar el efecto del **uso** de alimento vivo en post larvas de Paiche..





PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

IRD
Institut de recherche
pour le développement

Innóvate
Perú

EL PERÚ PRIMERO

Efecto del alimento vivo en el crecimiento, desempeño fisiológico y supervivencia de post larvas de *Arapaima gigas*, en condiciones controladas

1. Dietas balanceadas existentes no contienen los **requerimientos nutricionales** para el crecimiento óptimo en fases tempranas (larvas y post-larvas)



2. Alto costo de las dietas balanceadas



3. Desarrollo incompleto de las glándulas digestivas

No permite la
digestión de los
alimentos
balanceados





Efecto del alimento vivo en el crecimiento, desempeño fisiológico y supervivencia de post larvas de *Arapaima gigas*, en condiciones controladas

Material biológico y unidades experimentales



- 12 Tanques de fibra de vidrio
Capacidad de **0.050 m³**
Volumen útil **0.030 m³**.
- Sistema de abastecimiento de agua
Flujo continuo y abierto

- 360 post-larvas de *A. gigas*,
- Peso promedio de **0.22±0.008 g**
- Densidad de **1,072 peces m⁻³**





PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

IRD
Institut de recherche
pour le développement

Innóvate
Perú

EL PERÚ PRIMERO

Efecto del alimento vivo en el crecimiento, desempeño fisiológico y supervivencia de post larvas de *Arapaima gigas*, en condiciones controladas

Se uso un diseño completamente al azar, con 4T X 3R (UE=12):

- T0, nauplios de *Artemia salina* (100%);
- T1, nauplios de *Artemia salina* (90%) y *Chlorella sp* (10%);
- T2, Mix zooplancton (90%) (10% *Ceriodaphnia sp*, 80% *Cyclops sp*, 3% *Diaptomus sp*, 7% *Daphnia sp*) y *Chlorella sp* (10%);
- T3, Mix Zooplancton (45%) , nauplios de *Artemia salina* (45%) y *Chlorella sp* (10%).

- ✓ Las post-larvas recibieron el alimento vivo cada dos horas desde (7:00 a 22:00 h) ad libitum.



Conclusión: Existen diferencias en los desempeños de crecimiento de *A. gigas* en estadio de post-larva sometidas a 04 dietas de alimento vivo, siendo la dieta a base de nauplios de *A. salina* (90%) y *Chlorella sp* (10%) la que registró mejores resultados; por tanto, se recomienda para su aplicación en el cultivo comercial.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

IRD
Institut de recherche
pour le développement

Innóvate
Perú

EL PERÚ PRIMERO

Determinación de la Densidad de manejo en fase temprana de desarrollo de *Arapaima gigas*, durante el proceso de adaptación al consumo de alimento balanceado.

Problema: Mortalidades elevadas asociadas al manejo inadecuado y al desconocimiento de la densidad de cultivo postlavras y alevinos de paiche en laboratorio.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

IRD
Institut de recherche
pour le développement

Innóvate Perú

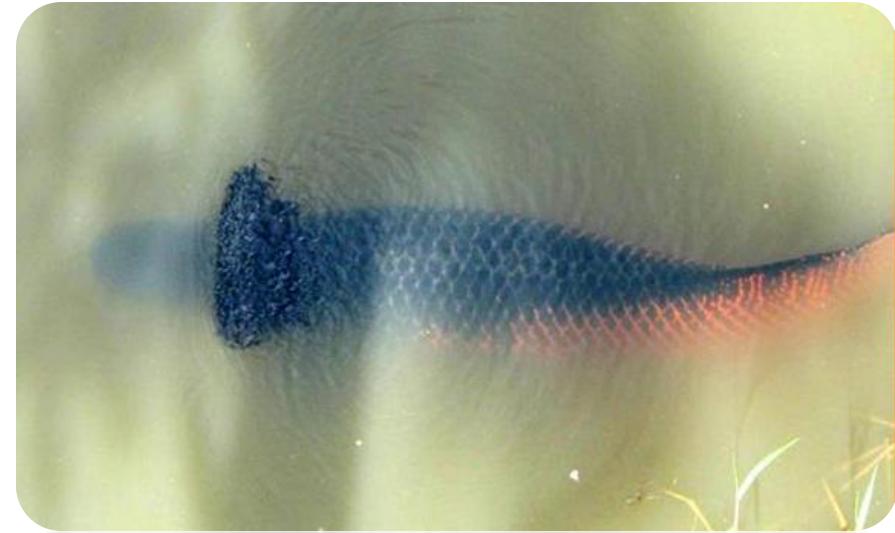
EL PERÚ PRIMERO

Determinación de la Densidad de manejo en fase temprana de desarrollo de *Arapaima gigas*, durante el proceso de adaptación al consumo de alimento balanceado.

Material biológico

Se utilizaron especímenes de una población obtenidos por reproducción natural en cautiverio:

- ✓ 1800 Post larvas de paiche
- ✓ Peso Promedio $0,21 \pm 0,008$ g
- ✓ Talla 3.48 ± 0.051 cm





PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

IRD
Institut de recherche
pour le développement

Innóvate
Perú

EL PERÚ PRIMERO

Determinación de la Densidad de manejo en fase temprana de desarrollo de *Arapaima gigas*, durante el proceso de adaptación al consumo de alimento balanceado.

Diseño experimental y manejo

Se empleo un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos y 3 repeticiones (UE=9):

- Tratamiento 1: 05 post larvas L⁻¹,
- Tratamiento 2: 10 post larvas L⁻¹,
- Tratamiento 3: 15 post larvas L⁻¹.



- ✓ En cada periodo de alimentación se cierra el ingreso de agua por espacio de 1 hora,





PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

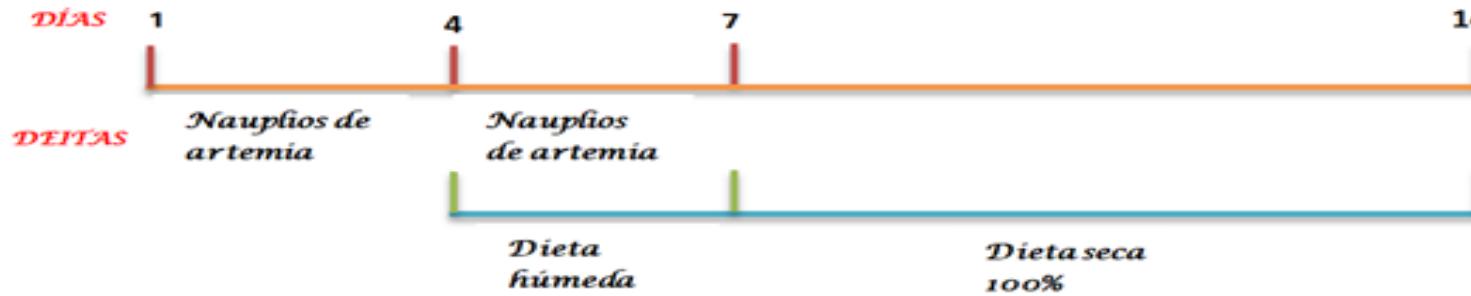
IRD
Institut de recherche
pour le développement

Innóvate
Perú

EL PERÚ PRIMERO

Determinación de la Densidad de manejo en fase temprana de desarrollo de *Arapaima gigas*, durante el proceso de adaptación al consumo de alimento balanceado.

PROCESO DE ADAPTACION A DIETA BALANCEADA



Adaptación gradual al alimento inerte (*ad-livitum*) con micro pellets de 0.6mm y 55% PB.

Las post larvas recibieron el alimento cada dos horas de 7am a 10pm.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

IRD
Institut de recherche
pour le développement

Innóvate
Perú

EL PERÚ PRIMERO

Caracterización Molecular, Histológica y Morfológica del desarrollo del Sistema Digestivo y Esquelético de larvas de Paiche

Antecedentes proyecto

Escasa información sobre la biología.

Necesidades nutricionales



Desarrollar un cultivo que optimice el crecimiento y la supervivencia de los individuos en etapas tempranas de vida.

Estudio de la ontogenia digestiva del paiche



Fundamental para obtener una información sobre las capacidades digestivas y necesidades nutricionales

Caracterización Molecular, Histológica y Morfológica del desarrollo del Sistema Digestivo y Esquelético de larvas de Paiche

Morfología externa del sistema digestivo

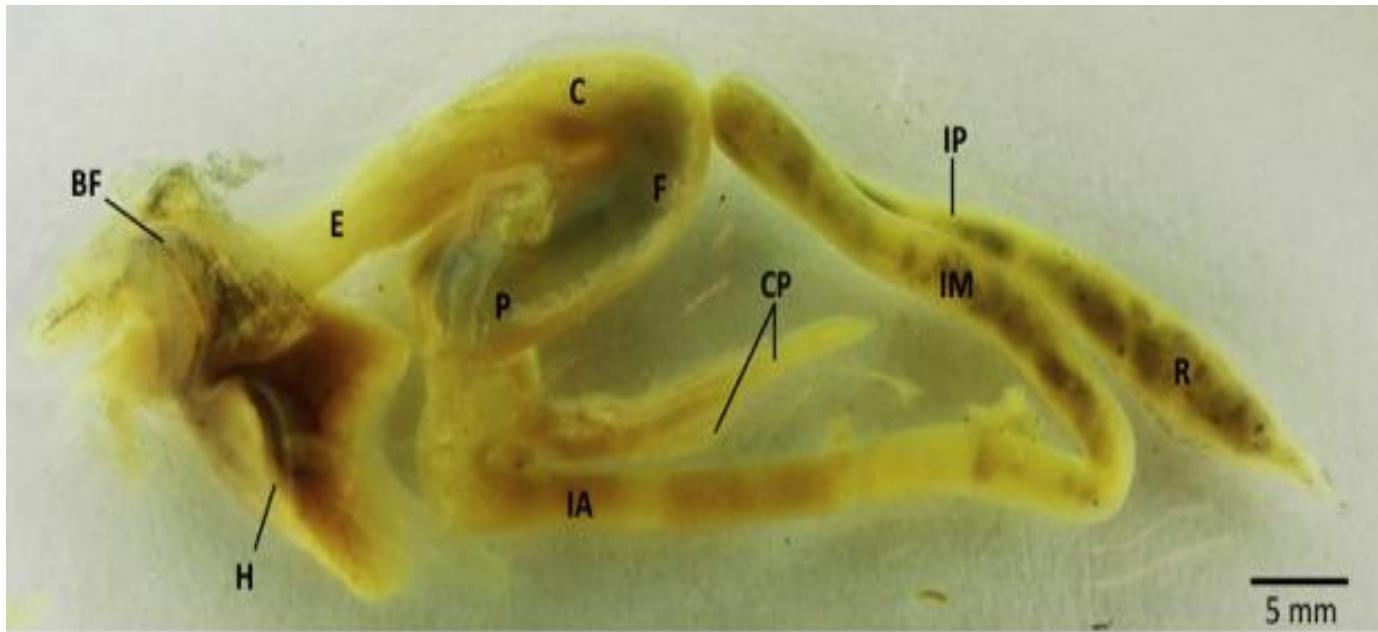


Figura 1. Sistema digestivo de *A. gigas* (2 cm LT). BF, bucofaringe; C, región cardiaca del estómago; CP, ciego pilórico; E, esófago; F, región fúndica del estómago; H, hígado; IA, intestino anterior; IM, intestino medio; IP, intestino posterior; P, región pilórica del estómago; R, recto.

La cavidad bucofaríngea, presentó una **línea de dientes cónicos**, mientras que las **papilas gustativas abundantes en los labios**. Se detectaron **células sensoriales (neuromastos)** en la superficie externa cerca de la **narina**.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana



Innóvate
Perú

EL PERÚ PRIMERO

Caracterización Molecular, Histológica y Morfológica del desarrollo del Sistema Digestivo y Esquelético de larvas de Paiche

Conclusiones

- ❖ El sistema digestivo de los alevinos de paiche recién salidos a la superficie del agua está completamente diferenciado histológicamente y las reservas vitelinas completamente agotadas.
- ❖ Los únicos cambios que se observaron fue un aumento de células asociado al crecimiento de los individuos.
- ❖ El paiche mostró un sistema digestivo típico de especies carnívoras presentando una bucofaringe equipada con dientes y
- ❖ Un estómago en forma de J equipado con glándulas gástricas para la realización de la digestión ácida.

Caracterización Molecular, Histológica y Morfológica del desarrollo del Sistema Digestivo y Esquelético de larvas de Paiche

Obtención de mRNA específicos del sistema digestivo de paiche

Se extrajo el RNA total de diferentes tejidos digestivos del paiche (estómago, intestino e hígado).

Tabla 2. Lista de genes digestivos aislados en *A. gigas*.

Gen	Función biológica
Amilasa	Digestión de carbohidratos
Tripsina	Digestión de proteínas a pH básico
Quimotripsina	Digestión de proteínas a pH básico
Pepsina	Digestión de proteínas a pH ácido
Lipasa	Digestión de lípidos
Fosfolipasa	Digestión de fosfolípidos
Neuropéptido Y	Regulación del apetito
18S	Gen de control interno

Estudio molecular (qPCR) de la ontogenia del sistema digestivo de paiche

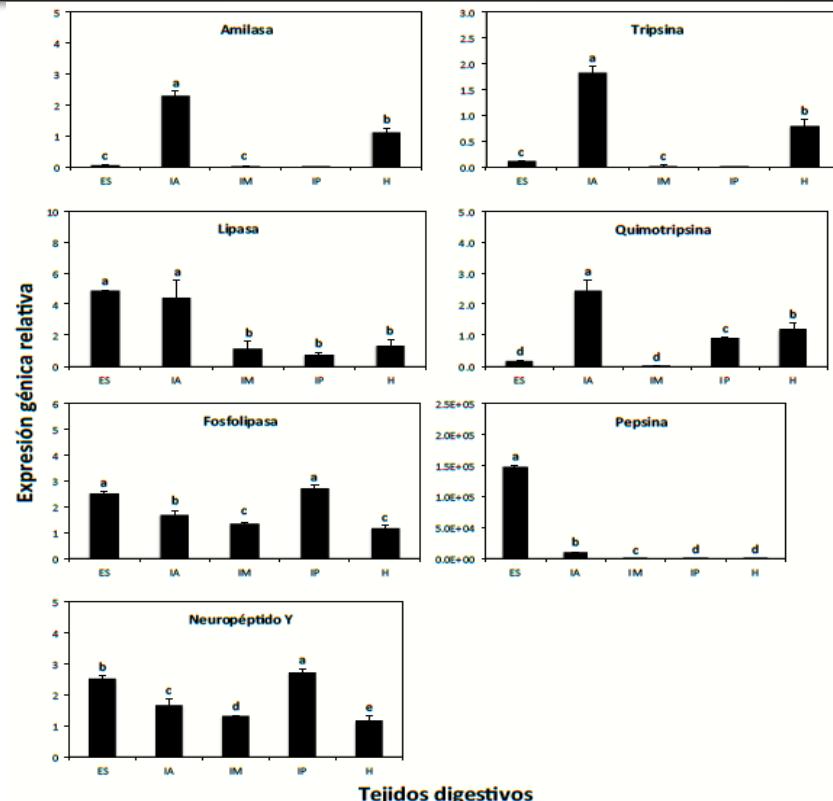


Figura 3. Expresión relativa de la amilasa, lipasa, fosfolipasa, tripsina, quimotripsina, pepsina y neuropéptido Y en diferentes tejidos digestivos de juveniles de *A. gigas* (5 cm LT). Diferentes letras indican diferencias significativas en la expresión entre los diferentes tejidos digestivos (ANOVA de una vía, $P < 0.05$, $n = 3$). ES, estómago; IA, interior; IM, intestino medio; IP, intestino posterior; H, hígado.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana



Innóvate
Perú

EL PERÚ PRIMERO

Caracterización Molecular, Histológica y Morfológica del desarrollo del Sistema Digestivo y Esquelético de larvas de Paiche

Conclusiones:

- ✓ Expresión génica, sigue el patrón común de expresión de peces carnívoros, caracterizado por un nivel elevado de expresión de pepsina en el estómago, responsable de la digestión ácida de proteínas complejas.
- ✓ El sistema digestivo del paiche se encuentra completamente desarrollado a nivel morfológico y funcional desde el D3 (3.3 cm LT).
- ✓ Aunque el aumento considerable de expresión de pepsina detectado entre D10 y D15 indica una mejora de la eficiencia de digestión proteica durante estos días del desarrollo.



PERÚ

Ministerio
del AmbienteInstituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

EL PERÚ PRIMERO

Desarrollo de un Sistema AGROACUÍCOLA para la producción de Paiche *Arapaima gigas* y *Capsicum chinense* como una alternativa sostenible y edcoeficiente

Tabla 1. Parámetros productivos de cultivo de juveniles *A. gigas* bajo un sistema agroacuícola.

	T1	T2	CME	Fcal
Peso final (Kg)	4.2	4.0	0.106	0.64 n.s
Longitud final (cm)	79	78	2.26	0.97 n.s
SGR (% día ⁻¹)	0.7	0.7	1.68x10 ⁻³	0 n.s
GP (Kg)	3.5	3.4	0.066	0.66 n.s
B (Kg m ³)	191 ^b	320 ^a	227	110 ***
K	0.86	0.86	2.22x10 ⁻³	0.02 n.s
FCR	0.029	0.027	0.517 x10 ⁻⁶	0.18 n.s
FE (%)	84	88	18.3	1.16 n.s
S (%)	96 ^b	99 ^a	2.03	9.8*

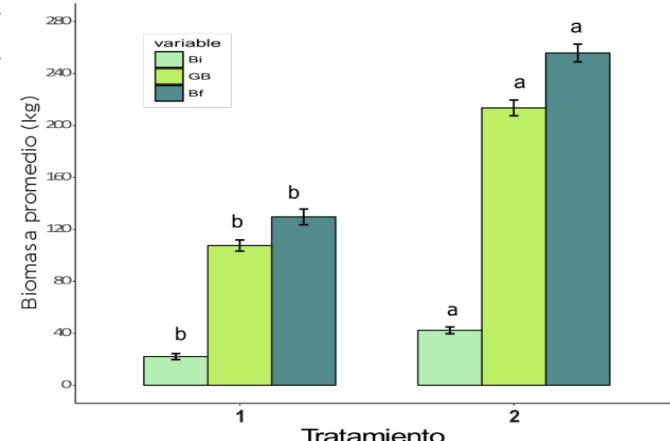


Figura. Producción en biomasa de *A.gigas*.

Tabla 2. Producción agrícola 2017 de Hortalizas en Ucayali vs promedio nacional y sistema Agroacuícola.

Cultivo	Superficie sembrada Ucayali (ha)	Área de cultivo con el nivel nacional (%)	Rendimiento Ucayali (kg/ha)	Rendimiento Nacional (Kg/ha)	Rendimiento con referencia nivel nacional (%)	Rendimiento del Sistema Agroacuícola	Rendimiento del sistema con nivel nacional (%)
Ají	66	1.51	4915	9788	50.21	39250	401.00
Col	24	1.02	2823	14434	19.56		
Culantro	74	3.73	1836	10491	17.50		
Lechuga	11	0.16	2615	10534	24.82		
Pepinillo	64	2.89	5394	16940	31.84		
Tomate	38	0.64	4275	39273	10.88		

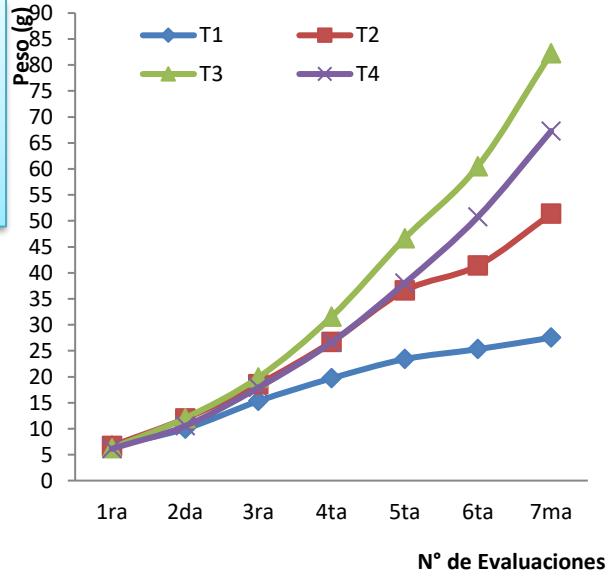


PERSPECTIVAS DE LAS INVESTIGACIONES CON PAICHE *Arapaima gigas*

ENSAYOS SOBRE EL USO DE HARINA DE INSECTO *Hermetia illucens*, EN DIETAS PARA ALEVINOS DE PAICHE *Arapaima gigas*, EN CONDICIONES CONTROLADAS.

Justificación del estudio: Los altos costos de alimentos para Paiche frenaron su desarrollo productivo. Urge la búsqueda de otras fuentes de proteínas diferentes a la harina de pescado. Larvas de insectos como **Black Soldier Fly *Hermetia illucens*** que presentan altos valores proteicos constituyen una alternativa. Por ello, a través de un ensayo se evaluó la adaptación de alevinos de Paiche al consumo de harina de insecto, según los siguientes tratamientos:

- Tratamiento 1: 0% Harina de insecto
- Tratamiento 2: 20% Harina de insecto
- Tratamiento 3: 40% Harina de insecto
- Tratamiento 4: 60% Harina de insecto



Logros del ensayo:

- Adaptación al consumo de dietas con harina de insecto (HI) por los alevinos.
- Mayor desempeño productivo en alevinos alimentados con dietas con HI.

Otros Logros:

Responsables IRD, UCPH y Bioconvertin S.A.C.

- Protocolo de producción de larvas del insecto *Hermetia illucens*, alimentados con subproductos agroindustriales de cervecería.
- Protocolo de transformación y obtención de harina de insecto.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

EL PERÚ PRIMERO



Blgo. Pesq. Roger S. Bazán-Albitez,

Responsable del Proyecto Acuicultura en Ucayali
Investigador de AQUAREC; rbazan@iiap.gob.pe

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana