

## Artículo científico

**Influencia de la alimentación con peces forraje en el crecimiento de juveniles de paiche *Arapaima gigas* en ambientes controlados.**



**Versión en revisión**

**BIODAMAZ, Perú – Finlandia**  
**Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana**

**Autores:**

José Antonio Yuto Aguilar  
Manuel Sandoval Chacón  
Fred William Chu-Koo  
Palmira Padilla Pérez  
Luis Mori Pinedo

El presente documento ha sido realizado con financiamiento del Ministerio de Relaciones Exteriores de Finlandia y del Gobierno del Perú, a través del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, en el marco del Convenio de Cooperación Técnica Internacional entre Perú y Finlandia: Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana – BIODAMAZ.

© 2007. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP  
Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana- BIODAMAZ  
Av. José Abelardo Quiñones km 2.5  
Iquitos – Perú  
Correo electrónico: [dnbiodamaz@iiap.org.pe](mailto:dnbiodamaz@iiap.org.pe)  
<http://www.iiap.org.pe/biodamaz>

Los textos pueden ser utilizados total o parcialmente citando a la fuente  
Hecho en el Perú

# Influencia de la alimentación con peces forraje en el crecimiento de juveniles de paiche *Arapaima gigas* en ambientes controlados.

José Antonio Yuto Aguilar<sup>1,3</sup>, Manuel Sandoval Chacón<sup>2</sup>, Fred William Chu-Koo<sup>1</sup>, Palmira Padilla Pérez<sup>1</sup>, Luis Mori Pinedo<sup>3</sup>

## Resumen

El propósito del estudio fue determinar la tasa alimenticia óptima para juveniles de paiche, *Arapaima gigas*, alimentados con peces forraje. Cuarenta y cinco ejemplares de paiche con peso medio inicial  $2237 \pm 19$  g fueron colocados en tanques rectangulares de cemento de 1.7 x 0.8 x 0.9 m y capacidad para 500 litros. Los peces fueron alimentados dos veces al día (9:00 y 13:00 h) con cinco tasas de alimentación (T1=1.0%, T2=2.5%, T3=5.0%, T4=7.5% y T5= *ad libitum*) y tres réplicas durante 90 días. Al término del experimento, los animales alimentados con 2.5%, 5.0%; 7.5% y *ad libitum* registraron mayor ganancia en peso y longitud con relación al tratamiento T1 ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, se observó que los tratamientos T3 y T5 fueron numéricamente superiores al resto. Estos datos nos indican que el paiche alimentado, ya sea con 2.5%, 5.0%, 7.5% y *ad libitum* crece en forma similar y se puede obtener rendimientos productivos satisfactorios.

**Palabras claves:** *Arapaima gigas*, tasa alimenticia, crecimiento, pez forraje.<sup>1</sup>

## Introducción

El paiche -*Arapaima gigas*- es el pez escamado de mayor tamaño de la Amazonía; alcanza hasta 2 metros (200 kg de peso vivo) y es una especie no migratoria que vive en lagos de agua negra con abundante macrófitas flotantes (Fontenele, 1948). Debido a la calidad de su carne, el paiche ha generado una gran demanda en el mercado regional y nacional. Esta situación ha ocasionado una sobrepesca, originando una disminución de la especie en las poblaciones naturales, con la consecuente erosión genética (Rebaza *et al.*, 1999).

El paiche es un animal rústico, que soporta bajos niveles de oxígeno disuelto en el agua, se reproduce naturalmente en cautiverio y tiene rápido crecimiento (Imbiriba, 2001). Estas características han propiciado su incorporación a los

---

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana –IIAP. Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA). E-mail: [jyuto26@yahoo.es](mailto:jyuto26@yahoo.es), [fchu@iiap.org.pe](mailto:fchu@iiap.org.pe), [ppadillaperez@hotmail.com](mailto:ppadillaperez@hotmail.com)

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Laboratorio de Biología Molecular y Biotecnología – LBMB. E-mail: [msandtm@msn.com](mailto:msandtm@msn.com)

<sup>3</sup> Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-UNAP. Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento de Hidrobiología E-mail: [lmori@hotmail.com](mailto:lmori@hotmail.com)

sistemas de cultivo en cautiverio. Sin embargo, un aspecto que limita la producción intensiva del paiche en cautiverio es su característica de ser un pez carnívoro; es decir, su alimentación depende de peces forrajeros. Varios autores han investigado la utilización de raciones balanceadas con alto contenido proteico, y han obtenido resultados variados (Rebaza *et al.*, 1999, Aldea *et al.*, 2002, Padilla *et al.*, 2004, y otros). Asimismo, se ha reportado que el paiche tiene que ser entrenado desde temprana edad a comer raciones balanceadas, pues en caso contrario el aprovechamiento de la dieta no es eficiente. En ambientes naturales, el paiche consume pez forraje sin dificultades; sin embargo, aún se desconoce con exactitud la tasa alimenticia apropiada que se requiere cuando es criado en cautiverio. El presente estudio tiene como propósito determinar la tasa alimenticia utilizando pez forraje en la crianza de juveniles de paiche.

### **Materiales y métodos**

El estudio se realizó en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP – Quistococha, ubicado en el Km. 4.5 de la Carretera Iquitos –Nauta. Cuarenta y cinco juveniles de paiche fueron estabulados en 15 tanques rectangulares de cemento de 1.7 x 0.8 x 0.9 m y capacidad para 500 l, a una densidad de 3 peces/tanque. La alimentación fue ofrecida al boleó, usando peces forraje por un periodo de 90 días.

Los tratamientos utilizados fueron:

T1	:	1.0% de biomasa
T2	:	2.5% ”
T3	:	5.0% ”
T4	:	7.5% ”
T5	:	<i>ad libitum</i>

El monitoreo de los parámetros físicos y químicos del agua se realizó en forma diaria: se tomó datos de la temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, amonio total y CO<sub>2</sub> utilizando un kit LAMOTTE para análisis de aguas dulces.

Cada quince días se realizó un muestreo, registrándose el peso (g) y longitud total de los peces (cm). Los índices zootécnicos evaluados en el estudio fueron: factor de condición (K), tasa de crecimiento específico (TCE), conversión alimenticia aparente (CAA) y sobrevivencia (S).

#### *Diseño experimental y análisis estadístico*

El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar con cinco tratamientos y tres réplicas; los datos fueron analizados con una prueba ANOVA. Para la prueba de post análisis se usó la prueba de Tuckey (P<0.05) con la ayuda del programa estadístico JMP IN Ver. 4.0.4.

## Resultados y discusión

### *Calidad de agua*

Los valores promedio de los parámetros físicos y químicos del agua registrados a lo largo del estudio fueron los siguientes: oxígeno disuelto  $3.4 \pm 0.5$  mg/L, pH  $6.9 \pm 0.04$ , temperatura  $24.9 \pm 0.1$  °C, conductividad eléctrica  $141.2 \pm 13.4$   $\mu$ S, sólidos totales disueltos  $70.5 \pm 6.7$  ppm, amonio  $0.68 \pm 0.01$  mg/L y CO<sub>2</sub>  $15.6 \pm 2.3$  mg/L. Los valores registrados están dentro de los niveles aceptables para la crianza del paiche (Cavero, 2002). La variación de la temperatura concuerda con los registrados por Imbiriba *et al.* (1996) y Padilla *et al.* (2004). Por otro lado, Campos (2001) menciona que, en ambientes controlados, el paiche soporta niveles variables de calidad de agua, con valores promedio de pH de 6.5, un valor similar al registrado en este estudio, y que el oxígeno disuelto varía entre 1.0 y 4.9 mg/l coincidiendo con Padilla *et al.* (2004).

### *Crecimiento en peso y longitud*

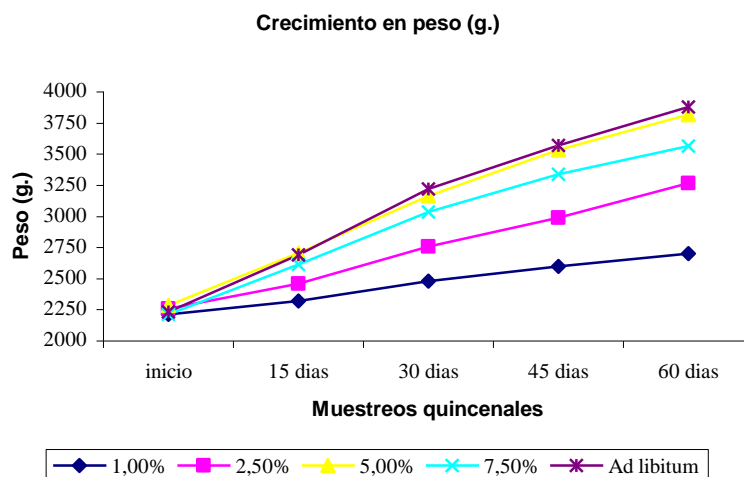
Los resultados de peso (g) y longitud (cm) son presentados en los cuadros 1 y 2. Los análisis estadísticos realizados demuestran que existieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos. Los animales alimentados con T2, T3, T4 y T5 presentaron mayores pesos comparados al T1 (Tabla 1, Figura 1). Los resultados de ganancia de peso registrados en este estudio son similares a los reportados por Bard & Imbiriba (1986), que mencionan que un paiche en confinamiento puede llegar alcanzar más de 10 kg en un año de cultivo, y diferente a los reportados por Alcántara & Guerra (1992), quienes reportan en catorce meses de cultivo una ganancia de peso y longitud de 73.7cm y 3468 g respectivamente, bajo el sistema predador–presa. Asimismo, García & Bardales (2002), usando como dieta peces forraje, reportan una longitud y peso promedio de 26.33 cm y 167.57 g en 105 días de cultivo, resultados inferiores a los nuestros.

**Tabla 1:** Peso de paiche criado en cautiverio y alimentado con pez forraje durante 90 días.

Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Gan. de peso (g)
1.00%	2211 ± 29.4 <sup>a</sup>	3061 ± 5.7 <sup>a</sup>	850 ± 28.9 <sup>a</sup>
2.50%	2256 ± 39.1 <sup>a</sup>	3817 ± 101.4 <sup>ab</sup>	1560 ± 62.4 <sup>ab</sup>
5.00%	2283 ± 33.3 <sup>a</sup>	4563 ± 322.5 <sup>bc</sup>	2280 ± 293.8 <sup>bc</sup>
7.50%	2211 ± 20.1 <sup>a</sup>	4156 ± 197.2 <sup>bc</sup>	1944 ± 216.5 <sup>bc</sup>
<i>Ad libitum</i>	2223 ± 16.7 <sup>a</sup>	4544 ± 184.7 <sup>bc</sup>	2311 ± 177.1 <sup>bc</sup>
<b>P</b>	0.3884	0.0014	0.0012

Valor promedio ± SEM. Valores en una misma columna con diferente superíndice son significativamente diferentes (P<0.05).

**Figura 1:** Crecimiento en peso de juveniles de paiche criados en cautiverio durante 90 días y alimentados con peces forraje.



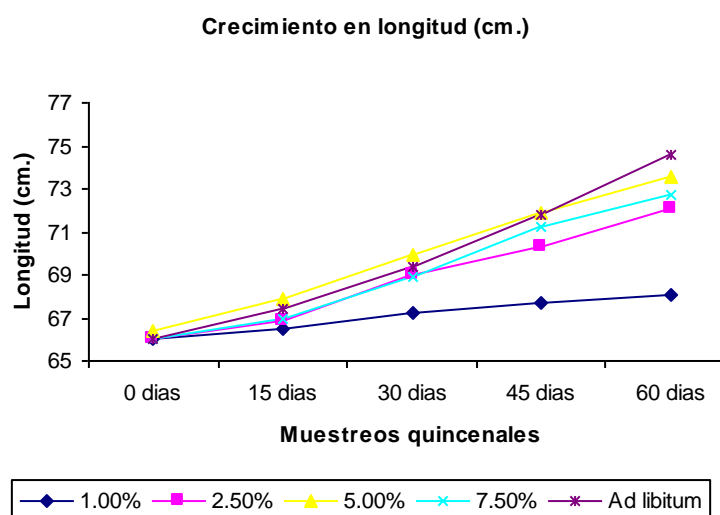
Cuando se analizó el crecimiento en longitud de los peces, se observó que a partir de los 30 días de iniciado el experimento el T1 demostró el menor crecimiento (P<0.05) comparado con los otros tratamientos (Tabla 2, Figura 2). Colectivamente, los datos indican que el paiche alimentado ya sea con 2.5%, 5.0%, 7.5% y *ad libitum* se comportan productivamente en forma similar. Estos datos de tasa alimenticia proveerán las bases de información biológica indispensables para determinar los requerimientos de pez forraje para crianzas de paiche en cautiverio, principalmente para fines de crianza orgánica o reproducción.

**Tabla 2:** Longitud corporal del paiche criado en cautiverio y alimentado con pez forraje.

Tratamiento	Long. inicial (cm)	Long. final (cm)	Gan. de long. (cm)
1.00%	66.0 ± 0.33 <sup>a</sup>	70.5 ± 0.62 <sup>a</sup>	4.6 ± 0.81 <sup>a</sup>
2.50%	66.0 ± 0.32 <sup>a</sup>	74.0 ± 0.71 <sup>ab</sup>	8.0 ± 0.42 <sup>ab</sup>
5.00%	66.4 ± 0.63 <sup>a</sup>	76.2 ± 2.35 <sup>ab</sup>	9.7 ± 1.77 <sup>ab</sup>
7.50%	66.0 ± 0.40 <sup>a</sup>	75.5 ± 0.81 <sup>ab</sup>	9.5 ± 1.21 <sup>ab</sup>
<i>Ad libitum</i>	66.0 ± 0.66 <sup>a</sup>	76.7 ± 0.90 <sup>b</sup>	10.7 ± 0.88 <sup>b</sup>
<b>P</b>	0.9528	0.0358	0.0219

Valor promedio ± SEM. Valores en una misma columna con diferente superíndice son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

**Figura 2:** Crecimiento en longitud de juveniles de paiche criados en cautiverio durante 90 días y alimentados con peces forraje.



### Índices zootécnicos

Los índices zootécnicos obtenidos en el estudio se observan en la Tabla 3. La conversión alimenticia después de 90 días de cultivo fue de 3.6 en el T2 (2.5%), resultado similar a los obtenidos por Álvarez & Castro (2003), quienes reportan una conversión de 3.9 usando como forraje alevinos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Del mismo modo, Maeda & Honczaryk (1995) obtuvieron tasas de conversión promedio de 5.7 para paiches alimentados con ración experimental a base de ensilado biológico conteniendo 27% de proteína bruta durante cinco meses; por otro lado, Aldea *et al.* (2002) reportan una conversión de 4.27. El factor de condición fue de 0.94 y la tasa de crecimiento fue de 0.58, resultados similares a los reportados por Padilla *et al.* (2004) y superiores a los registrados por Maeda & Honczaryk (1995), quienes reportan una tasa de crecimiento de 0.45.

**Tabla 3.** Índices zootécnicos registrados en la crianza de juveniles de paiche en un ensayo de 90 días.

Tratamientos	TCE	K	CAA	GP/día/g.	S (%)
<b>1.0%</b>	0.36 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.88 ± 0.02 <sup>a</sup>	2.6 ± 0.05 <sup>a</sup>	9.4 ± 0.32 <sup>a</sup>	100
<b>2.5%</b>	0.58 ± 0.01 <sup>bc</sup>	0.94 ± 0.01 <sup>ab</sup>	3.6 ± 0.08 <sup>ab</sup>	17.3 ± 0.69 <sup>ab</sup>	100
<b>5.0%</b>	0.77 ± 0.06 <sup>bc</sup>	1.03 ± 0.03 <sup>c</sup>	4.0 ± 0.51 <sup>ab</sup>	25.3 ± 3.26 <sup>bc</sup>	88.9
<b>7.5%</b>	0.70 ± 0.06 <sup>bc</sup>	0.96 ± 0.02 <sup>bc</sup>	4.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	21.6 ± 2.41 <sup>bc</sup>	100
<b>Ad libitum</b>	0.79 ± 0.04 <sup>bc</sup>	1.01 ± 0.01 <sup>bc</sup>	4.3 ± 0.51 <sup>ab</sup>	25.7 ± 1.97 <sup>bc</sup>	100
<b>P</b>	0.0003	0.0010	0.0406	0.0012	0.4516

TCE<sup>1</sup>: Tasa de crecimiento específico; K<sup>2</sup>: Factor de condición; GP/día/g<sup>3</sup>: ganancia de peso, CAA<sup>4</sup>: conversión alimenticia aparente; S (%)<sup>5</sup>: Porcentaje de sobrevivencia.

La ganancia de peso diario fue mayor en las tasas 5.0% y *Ad libitum* con 25.3 y 25.7 g respectivamente, valores que superan a los registrados en los otros tratamientos (Tabla 3). No obstante, Maeda & Honczaryk (1995) y Aldea *et al* (2002), utilizando raciones balanceadas, alcanzaron valores de ganancia de peso diario entre 14.5 y 15.4 g respectivamente, valores notoriamente inferiores a los reportados en este trabajo. Asimismo, Padilla *et al* (2004) reportan una ganancia de peso diario de 3.64 g en alevinos de paiche alimentados con pescado al 5% de biomasa.

Por lo tanto, al no haber diferencias sustanciales entre los tratamientos T2, T3, T4 y T5 según la prueba de Tukey en lo referente a TCE, K y ganancia de peso diario, concluimos que la tasa más adecuada para la alimentación de juveniles paiche utilizando peces forraje y sin comprometer negativamente el crecimiento de esta especie en cautiverio es del 2.5%.

### Agradecimientos

Los autores del trabajo agradecen de manera especial el apoyo financiero brindado por la cooperación finlandesa a través del Proyecto BIODAMAZ/IIAP, apoyo sin el cual la realización del presente estudio no hubiera sido posible.

## Bibliografía

- ALCANTARA, B. F & GUERRA, H. 1992. Cultivo de paiche *Arapaima gigas*, utilizando bujurqui, *Cichlassoma bimaculatum*, como presa. Folia Amazónica, 4(1): 129–139.
- ALDEA, G. M.; ALCANTARA, B. F. & PADILLA, P. P. 2002. Cultivo de paiche *Arapaima gigas*, con dietas artificiales en jaulas flotantes. Resúmenes de exposiciones del I Congreso Nacional de Acuicultura. Universidad Nacional Agraria La Molina; Facultad de Pesquería. Lima – Perú. 33 p.
- ALVAREZ, C.; CASTRO, J.; REBAZA, M.; REBAZA, C. 2003. Efecto de tres dietas en el crecimiento de alevinos de paiche *Arapaima gigas* en ambientes confinados. Tesis para optar el Título de Biólogo. Pucallpa – Perú.
- BARD, J. & IMBIRIBA, E. P. 1986. Piscicultura do pirarucu *Arapaima gigas*. Belem: EMBRAPA – CPATU. (Circular Técnica. 52). 17 p.
- CAMPOS, L. 2001. Historia biótica del paiche o pirarucu *Arapaima gigas* y bases para su cultivo en la Amazonia. Iquitos – Perú. 27 pp.
- CAVERO, B. A. S. 2002. Densidade de estocagem de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em tanques-rede de pequeno volume. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 51 pp.
- FONTENELE, O. 1948. Contribuição para o conhecimento da biología de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817), em cativeiro: (Actinopterygii, Osteoglossidae). Revista Brasileira de Biología, 8(4): 445 – 459.
- GARCIA, R. L. & BARDALES, M. 2002. Influencia de tres tipos de dietas en el crecimiento de alevinos de paiche *Arapaima gigas* en ambientes controlados. Tesis para optar el título de Biólogo. UNAP. Iquitos – Perú.
- IMBIRIBA, E. P; LOURENÇO, J. B.; DE MOURA CARVALHO, L. O.; BRANDAO, G.; ULIANA, D.; BRITO, F. L. 1996. Criação do pirarucu. EMBRAPA – CPATU. Brasília – DF. 93 pp.
- IMBIRIBA, P. E. 2001. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. Acta Amazonica 31(2): 299 – 316 pp.

- MAEDA, L. & HONCZARYK, A. 1995. Características bioquímicas e nutricionais do ensilado biológico do pescado e sua avaliação em dietas para o pirarucu, *Arapaima gigas*; Cuvier (1829) em cativeiro. Relatório Final INPA. Manaus. Brasil. 22 pp.
- PADILLA, P. P.; ISMIÑO, R.; ALCANTARA, F.; TELLO, S. 2004. Producción y manejo de alevinos de paiche en ambientes controlados. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Iquitos – Perú
- REBASA, A.; ALCANTARA, F; VALDIVIESO, M. 1999. Manual de Piscicultura del paiche *Arapaima gigas* Cuvier. SPT – TCA. IIAP. Caracas, Venezuela, pág. 7 – 37. Edit. Manatí Grafico S.A.
- TRESIERRA, A. A. & CULQUICHICON, M. Z. 1993. Biología Pesquera. 1ra. edición. CONCYTEC. Trujillo – Perú. 432 p.