

# Cultivo prototipo de juveniles de *Orestias luteus* Valenciennes, 1839 (carachi amarillo) en cautividad

## Prototype culture of juveniles of *Orestias luteus* Valenciennes, 1839 (yellow carachi) in captive

David Yanarico Huanca<sup>1,\*</sup> , Milton Noe Ticona Quilla<sup>2</sup>  y Juan Mamani Ochochoque<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Fundación Titicaca Perú, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3158-0725>, Correo: [davis\\_dyh@hotmail.com](mailto:davis_dyh@hotmail.com)

<sup>2</sup>Ministerio de la Producción, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7117-6148>, Correo: [noelcm100@hotmail.com](mailto:noelcm100@hotmail.com)

<sup>3</sup>Fundación Titicaca Perú, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8037-8377>, Correo: [juanorestias@hotmail.com](mailto:juanorestias@hotmail.com).

### Resumen

Los sistemas de cultivo de peces nativos aún no se han diversificado por completo y requieren su expansión con nuevas tecnologías innovadoras para su desarrollo. Se realizó un experimento de cultivo prototipo con el objetivo de analizar la sobrevivencia y crecimiento de juveniles de *O. luteus* en estanques y jaulas en un parque de cultivo prototipo de la Fundación Titicaca Perú (FUNTI-PERU), Centro Poblado de Ichu, Puno, durante cuatro meses, entre enero hasta abril del 2021. Se utilizaron 13,236 peces de *O. luteus* distribuidos en cuatro estanques con 1608 individuos cada uno y cuatro jaulas con 1701 individuos cada una, incluyendo tanto alevinos como juveniles, de acuerdo con el diseño factorial 2 x 2 con dos réplicas por tratamiento. Los individuos se alimentaron con dietas únicamente a base de biofloc en estanques y con alimento natural vivo en jaulas. No produjo efecto de los sistemas de estanques a 15,7 °C como en jaulas a 14,8 °C; en cambio, en el nivel de estadíos sí fueron encontrados efectos sobre la sobrevivencia, con tasas finales que variaron del 87,87 % a 97,75 %. Los valores más altos de crecimiento ( $0,70 \pm 0,005$  cm/mes) se apreciaron en juveniles cultivados en estanques, tamaño final ( $3,39 \pm 0,070$  cm) y tasa específica de crecimiento TEC ( $2,84 \pm 0,24$  %); se concluye que las jaulas como estanques son las más adecuadas para el cultivo de juveniles, y los estanques para el cultivo de alevinos en condiciones de cautividad.

**Palabras clave:** Crecimiento, estadio, juveniles, sistema, sobrevivencia.

### Abstract

Native fish farming systems have not yet been fully diversified and require expansion with innovative new technologies for their development. A prototype culture experiment was conducted to analyze the survival and growth of *O. luteus* juveniles in ponds and cages at a prototype aquaculture park of the Titicaca Foundation of Peru (FUNTI-PERU), Ichu, Puno, over four months, from January to April 2021. A total of 13,236 *O. luteus* fish were used, distributed across four ponds with 1,608 individuals each and four cages with 1,701 individuals each, including both fry and juveniles, according to a 2 x 2 factorial design with two replicates per treatment. The individuals were fed diets consisting solely of biofloc in ponds and live natural food in cages. The pond systems at 15.7 °C did not produce an effect compared to the cages at 14.8 °C; however, at the stage level, effects on survival were observed, with final rates ranging from 87.87% to 97.75%. The highest growth values ( $0.70 \pm 0.005$  cm/month) were observed in juveniles reared in ponds, with a final size of  $3.39 \pm 0.070$  cm and a specific growth rate (SGR) of  $2.84 \pm 0.24$ %; It is concluded that cages as ponds are the most suitable for the culture of juveniles, and ponds for the culture of fingerlings in captivity conditions.

**Keywords:** Growth, stadium, youth, system, survival.

**Recibido:** 07/09/2025

**Aceptado:** 23/11/2025

**Publicado:** 30/12/2025

\***Autor para correspondencia:** [davis\\_dyh@hotmail.com](mailto:davis_dyh@hotmail.com)

**Cómo citar:** Yanarico Huanca, D., Ticona Quilla, M. N., & Mamani Ochochoque, J. (2025). Cultivo prototipo de juveniles de *Orestias luteus* Valenciennes, 1839 (carachi amarillo) en cautividad. *Revista De Investigaciones*, 14(4), 181-190. <https://doi.org/10.26788/ri.v14i4.7207>

## Introducción

Existe una creciente tendencia global a la diversificación del espectro de organismos acuáticos cultivados (FAO, 2010). Para ello, las condiciones medioambientales fueron un factor que influyó considerablemente en el crecimiento, desarrollo y adaptación de los peces, es decir, en condiciones de laboratorio con ambiente de fotoperiodo natural. Particularmente, reviste importancia realizar experimentos que favorezcan desde su alimentación y la reproducción para incorporarlas al medio natural del lago Titicaca. Así también, es urgente y oportuno pensar en proyectos que estén centrados en la protección, conservación, repoblamiento y recuperación de la especie y de la diversidad íctica del lago, también con la finalidad de promover el cultivo intensivo en sistemas controlados (pozas). Otro aspecto importante, es el uso de ambientes totalmente controlados, los cultivos en jaulas y la incorporación de nuevas especies para diversificar la producción y la oferta, donde la masa de peces que puede ser cultivada por unidad de volumen dependerá de la especie y el tamaño de los peces.

En cuanto al tipo de cultivo, las jaulas de estructura flexible se utilizaron en centros piloto de Chucuito y Pomata. Se recomienda su uso por tener mejores resultados en la crianza de ser criados en estanques de tierra previamente preparados, en el que se requieren nuevos ensayos proporcionando mayor zona fótica del estanque. La mayor sobrevivencia (94 %) la tienen en sistemas de air-fluid y cerco (91,5 %), mientras que en el estadio juvenil lo tiene en el cerco (83 %); por otro lado, el 27 % de los ejemplares de especie *Orestias sp.* lograron adaptarse a la laguna de Aricota de la Región Tacna. Para esta especie, se obtuvo una sobrevivencia de 229 equivalentes a 91,6 % de alevinos, donde la producción fue alta, lo cual indica que puede permitirse el procedimiento realizado para su conservación en el lago Titicaca.

Además, el mejor desempeño (peso final, longitud total final, tasa de crecimiento absoluta y específica, factor de conversión y eficiencia alimenticias) fue obtenido en el grupo de menor densidad (77 peces/m<sup>3</sup>), pero los juveniles de yamú son capaces de soportar la carencia parcial de alimento y optimizar la respuesta en los parámetros productivos; sin embargo, en carachi amarillo,

es importante mencionar que el incremento de peso y talla fue mayor en los dos últimos meses. Al realizar la comparación de los promedios de las tallas de *Orestias agassii* y *Orestias luteus*, se determinó que no hay una diferencia significativa entre ambas especies porque, en cuanto a talla, obtuvieron un incremento de 4,54 mm y en peso 0,0045 mg a su peso inicial. Sin embargo, los valores de oxígeno, pH y temperatura se mantuvieron en niveles adecuados para el sistema BFT, y los resultados confirman que los flóculos contribuyen como fuente de alimento natural in situ, debido a que gran cantidad de organismos pueden estar asociados, incluyendo comunidades microbianas heterótrofas.

La investigación tiene como objetivo analizar la sobrevivencia y crecimiento de juveniles de *Orestias luteus* (carachi amarillo) en los sistemas de cultivo prototipo de estanques y jaulas en condiciones de cautividad.

## Métodos

### Ámbito o lugar de estudio

El estudio se efectuó en el parque de cultivo prototipo de la Fundación Titicaca Perú (FUNTI PERU), situada en la zona litoral del lago Titicaca en la parcialidad de Salliwa, Centro Poblado de Ichu, a 9,0 km de la ciudad de Puno, distrito y provincia de Puno, Perú, con las siguientes coordenadas: Latitud Sur: 15° 52' 42.1" S (-15.87837004000), Longitud Oeste: 69° 56' 31.5" W (-69.94208401000) y Altitud: 3878 m s. n. m.

### Descripción de métodos

#### Unidad experimental

Los organismos de la especie *Orestias luteus* (carachi amarillo) fueron los provenientes de larvas obtenidas el 26 de noviembre de 2020, procedentes de un único desove obtenido por reproducción artificial, siguiendo el protocolo propuesto por la Fundación Titicaca; estas son criadas a una temperatura de 14,6 °C. Las larvas, desde el primer día de absorción del vitelo (DAV), se dieron alimento vivo con base en nauplios de *Artemia* recién eclosionados durante 23 días (0-23

DAV), hasta obtener el peso deseado para iniciar el experimento.

### **Tiempo y diseño del experimento**

Los trabajos de cultivo semi-intensivo e intensivo de carachi amarillo (*Orestias luteus*) en nuestro país son escasos, sin que se hayan desarrollado prototipos de cultivo de juveniles en jaulas y estanques. Vista esta realidad, el presente trabajo aporta información de sobrevivencia y crecimiento en sistemas de cultivo prototipo en condiciones de cautividad de la especie en mención, realizado durante 120 días de experimento.

El tiempo del experimento transcurrió entre los meses de enero hasta abril del 2021, correspondiente al verano e inicio de otoño en el hemisferio sur; se utilizaron sistemas de cultivo semi-intensivo y fueron 04 estanques (cerrado) y 04 jaulas (semi-cerrado). Los estanques (391 peces/m<sup>3</sup>) eran rectangulares de 3,9 m<sup>3</sup> de capacidad (volumen de agua 3,5 m<sup>3</sup>), y dimensiones de 4,6 x 1,08 x 0,78 m, siendo 0,0045 kg/m<sup>3</sup> como capacidad de carga. Cada uno acondicionado y preparado

previamente un mes antes de los tratamientos, se dotó de aireación constante con un caudal de 4 L/min a través de una bomba de aire de 38 L/min, abastecidos con energía fotovoltaica de 3000 watts que consta de seis paneles solares. El sistema estuvo suministrado con agua de lago por bombeo, sin recambio de agua, y solo pérdidas por evaporación fueron repuestas en un 5 % cada 15 días, la misma que pasó a través de un filtro de cartucho de 5 micras. Las jaulas (42 peces/m<sup>3</sup>) eran circulares, montadas con estructura HDP y bolsa de 1/8" de malla de 50,6 m<sup>3</sup> de capacidad (volumen de agua 36,2 m<sup>3</sup>), y dimensiones de 4,8 m de diámetro por 2 m de altura. Las jaulas tenían una capacidad de carga de 0,0005 kg/m<sup>3</sup> y una densidad de siembra de 46 peces/m<sup>3</sup>, cada una preparada e instalada antes de los tratamientos. El ensayo estuvo supeditado a un fotoperiodo de 12 horas luz: 12 horas oscuridad bajo los sistemas de cultivo señalados (Figuras 1 y 2).

Se observa el sistema de jaulas flotantes empleado en el Lago Titicaca para la crianza de juveniles de carachi amarillo (*Orestias luteus*) con las estructuras metálicas adaptadas (Figura 1).

**Figura 1**

Sistema de jaulas utilizado en el cultivo de juveniles de carachi amarillo- 2021.



**Nota.** Sistema de jaulas, el diseño incluye estructura metálica, redes de confinamiento y flotadores de soporte.

Se observa el sistema de estanques empleados en el cultivo de juveniles de carachi amarillo (Figura 2).

**Figura 2**

Sistema de estanques utilizado en el cultivo de juveniles de carachi amarillo - 2021.



**Nota.** Sistema de estanques diseñados para optimizar la oxigenación y el control de la alimentación.

## Selección de organismos

Se seleccionaron 13,236 organismos con un tamaño de  $0,94 \pm 0,0095$  cm y se distribuyeron en 4 estanques con 1608 individuos cada uno y 4 jaulas con 1701 individuos cada uno de acuerdo con el diseño factorial  $2 \times 2$  de dos factores. Para el efecto, se probaron dos diferentes sistemas de cultivo prototipo (estanques – onshore en tierra y jaulas – off shore en lago) y dos estadios del ciclo de vida (alevinos y juveniles). Cada uno de los dos tratamientos experimentales contó con dos réplicas. Los tratamientos fueron denominados de la siguiente manera: el primer factor S1 correspondió al sistema de cultivo (S1: sistema estanques de  $3,5 \text{ m}^3$  y S2: sistema jaulas de  $36,2 \text{ m}^3$ ) y el segundo factor E1 fue estadio de vida (E1: estadio alevinos y E2: estadio juvenil). Es importante precisar que tanto los alevines como los juveniles fueron tratados juntos en cada unidad experimental, pero se tuvo en cuenta el tamaño individual de los peces.

La alimentación radicó únicamente a base de “biofloc”; ello dependió de la disponibilidad de flóculos bacterianos y productividad, para cuyo caso se adicionaron al estanque inóculo de floc preparados con anterioridad. Este tipo de sistema de alimentación se basó en que los propios desechos orgánicos (heces) y los nutrientes fueron transformados por microorganismos en bioflóculos, que son acumulaciones de bacterias, protozoarios, algas, microalgas y una variedad de zooplancton presente en el agua. Para el funcionamiento del proceso, se añadieron melaza como fuente de carbohidratos (50 % CM, según ecuación utilizada por Bernuy G. M. 2016) y se mantuvieron con aireación constante para que las bacterias convirtieran los desechos en estos flóculos alimenticios. En cambio, la alimentación en jaulas dependió de la productividad natural disponible del medio.

## Procesos del Experimento

En el transcurso del experimento se tomaron muestras de 10 peces mensualmente de cada sistema de cultivo, para medir el tamaño (cm) y peso (g) con un ictiómetro y balanza analítica Mettler Toledo GmbH (capacidad máxima 220 g, resolución 0,1 mg). Se determinó TEC = Tasa

específica de crecimiento (%/día) =  $100 * \{[\ln(WF) - \ln(WI)] / t\}$ , donde:  $\ln(WF)$  = logaritmo natural del peso húmedo final,  $\ln(WI)$  = logaritmo natural del peso húmedo inicial,  $t$  = tiempo en días. El crecimiento unitario se definió, p. ej., un centímetro al mes (cm/mes) con la ecuación: Crecimiento =  $T - T_{\text{base}} / UT_{\text{base}}$ , donde  $T$  = Temperatura del agua,  $T_{\text{base}}$  = Temperatura en la cual no hay crecimiento ( $0^\circ\text{C}$ ) basado en temperatura para trucha, tomado de citado por,  $UT_{\text{base}}$  = unidades de temperatura necesarias para producir un incremento en el crecimiento por unidad de tiempo ( $^\circ\text{C}$ ). La sobrevivencia se estimó con la ecuación  $S = (Nf/Ni) \times 100$ , donde  $Ni$  = Número inicial de organismos,  $Nf$  = Número final de organismos como el porcentaje de organismos vivos durante el tiempo del experimento. Durante este periodo se registró la temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) con un termómetro manual digital (escala 0 a  $50^\circ\text{C}$  con precisión de  $0,1^\circ\text{C}$ ), el oxígeno disuelto (mg/l) y el pH con un medidor multiparámetro HANNA HI98194. Pero, previo a la realización del experimento, los parámetros fisicoquímicos del agua fueron analizados en el laboratorio de control de calidad de la Facultad de Ingeniería Química de la UNA Puno.

## Obtención de resultados, procesamiento de información

Los datos de peso final, tamaño final, crecimiento unitario (cm/mes), crecimiento específico (TEC (%), factor de condición fueron explicados como media  $\pm$  desviación estándar. Posteriormente, la sobrevivencia (%) se evaluó por un análisis de varianza de dos factores para determinar los efectos principales de los sistemas de cultivo, verificando la homogeneidad de varianzas, usando la prueba de Levene; el efecto principal significativo encontrado fue  $P > 0,05$ ; las diferencias de las medias no fueron determinadas. Los análisis estadísticos fueron realizados usando el programa SPSS 13,0.

## Resultados y discusión

A continuación, se presentan los índices zootécnicos de “carachi amarillo” ( $\pm$  desviación estándar) encontrados en los cuatro meses de experimento para los dos sistemas de cultivo (estanque y jaulas) y estadios (alevinos y juveniles). Se aprecia que los juveniles cultivados en estanques fueron los que mostraron valores ligeramente altos



de crecimiento unitario ( $0,70 \pm 0,005$  cm/mes), tamaño final ( $3,39 \pm 0,070$  cm), tasa específica de crecimiento TEC ( $2,84 \pm 0,24$  %) y factor de condición corporal ( $0,0176 \pm 0,00004$ ). De otro lado, los alevinos cultivados en este mismo sistema presentaron índices productivos cuyos valores son ligeramente superiores a los presentados en sistema de jaulas; dicho crecimiento mostró un buen desempeño en ambos sistemas, con valores favorables, lo cual indica que los peces se adaptan al sistema de cultivo experimentado. El punto central es que, si bien ambos sistemas son viables, los peces en estanques presentaron índices productivos ligeramente superiores, lo cual se atribuye a factores clave de manejo como disponibilidad de alimento natural *ad libitum*, condiciones óptimas de temperatura del agua ( $15,7$  y  $14,8$  °C), aspectos ambientales y condiciones sanitarias óptimas que favorecieron el desarrollo de cultivo.

Los resultados de sobrevivencia obtenidos en sistemas de estanques (S1) muestran tasas considerablemente altas tanto en alevinos (97,0 %) como para juveniles (87,87 %); así mismo, en sistemas de jaulas (S2) tuvieron tasas notablemente altas tanto para alevinos (97,75 %) como para juveniles (90,0 %), respectivamente.

Estos datos indican que, por su naturaleza en nuestro medio, el ambiente óptimo para la supervivencia cambia a medida que los peces maduran de alevinos a juveniles; además, propone condiciones favorables para la cría en ambos entornos porque fueron efectivos para sus respectivas etapas de vida y, por otra parte, el carachi amarillo manifestó una notable capacidad de adaptación en los diferentes sistemas de cultivo. Al final del experimento, la variación de sobrevivencia fue de 87,87 % a 97,75 % (Tabla 1).

**Tabla 1**

Promedio  $\pm$  desviación estándar de los índices zootécnicos de *Orestias luteus*.

Variables	S1 Estanque		S2 Jaulas	
	E1 Alevinos	E2 Juveniles	E1 Alevinos	E2 Juveniles
Tamaño inicial (cm)	$0,94 \pm 0,0095$	$1,94 \pm 0,027$	$0,94 \pm 0,011$	$1,87 \pm 0,0057$
Tamaño final (cm)	$1,94 \pm 0,027$	$3,39 \pm 0,070$	$1,87 \pm 0,0057$	$3,19 \pm 0,023$
Peso inicial (g)	$0,010 \pm 0,0003$	$0,128 \pm 0,005$	$0,0098 \pm 0,0004$	$0,115 \pm 0,006$
Peso final (g)	$0,128 \pm 0,005$	$0,73 \pm 0,004$	$0,115 \pm 0,006$	$0,58 \pm 0,011$
TEC <sup>1</sup> (%)	$4,32 \pm 1,87$	$2,84 \pm 0,24$	$4,18 \pm 1,64$	$2,65 \pm 0,19$
Crecimiento <sup>2</sup> (cm/mes)	$0,51 \pm 0,18$	$0,70 \pm 0,005$	$0,48 \pm 0,19$	$0,65 \pm 0,00$
Sobrevivencia %	$97,00 \pm 1,41$	$87,87 \pm 3,27$	$97,75 \pm 1,28$	$90,50 \pm 2,72$
Factor de condición K	$0,0144 \pm 0,003$	$0,0176 \pm 0,00004$	$0,0148 \pm 0,0028$	$0,0174 \pm 0,00005$

El cultivo prototipo es una práctica acuícola que utiliza sistemas, ya sean jaulas y estanques, centrada en *O. luteus*, pez nativo de la cuenca del Titicaca que se encuentra en estado de agotamiento para su viabilidad antes de su desarrollo completo. Se desarrolló en un espacio (parque de cultivo prototipo) destinado al desarrollo experimental controlado, que facilitó probar tecnologías de acuicultura, como estanques con sistemas de bombeo de agua, jaulas semisuspendidas en el litoral del lago, biofloc y uso de energía solar, y en esa condición los métodos empleados fueron eficientes y respetuosos con el ambiente para cultivar juveniles de *O. luteus* optimizando

agua y energía. El estudio analiza varios indicadores zootécnicos de la especie clave para la acuicultura, específicamente el crecimiento y la sobrevivencia durante las etapas de alevinaje y juvenil dentro de estos distintos sistemas (estanques y jaulas).

Según los índices zootécnicos de *Orestias luteus* las jaulas de estructura flexible se utilizaron en centros piloto de Chucuito y Pomata. Se recomienda su uso por tener mejores resultados en la crianza de *Orestias* y *Trichomycterus* para la etapa de larvaje y alevinaje; de igual manera, pueden ser criados en estanques de tierra previamente preparados, en los

que se requieren nuevos ensayos proporcionando mayor zona fótica del estanque. Además, la mayor sobrevivencia (94 %) la tienen en sistemas de air-fluid y cerco (91,5 %), mientras que en el estadio juvenil lo tiene en el cerco (83 %) ; por otro lado, el 27 % de los ejemplares de especie *Orestias sp.*, lograron adaptarse a la laguna de Aricota de la Región Tacna.

Para esta especie, se obtuvo una sobrevivencia de 229, equivalentes a 91,6 % de alevinos, donde la producción fue alta, lo cual indica que puede

permitirse el procedimiento realizado para su conservación en el lago Titicaca.

La sobrevivencia presentó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), indicando que los peces cultivados en sistemas de estanques (391 peces/ $m^3$ ) no difieren del sistema de cultivo en jaulas (42 peces/ $m^3$ ). En la interacción sistema-estadio, señala que los dos sistemas de cultivo (estanques y jaulas) ejercen diferente efecto sobre la sobrevivencia en los estadios de “carachi amarillo” (alevinos y juveniles) (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Diferencia estadística significativa (Peces cultivados en sistema de estanques).*

Valor	S1 Estanque (391 peces/ $m^3$ )	S2 Jaulas 42 peces/ $m^3$	
P	0,0001	0,0001	0,005

*Nota.* Resultados de estadísticas.

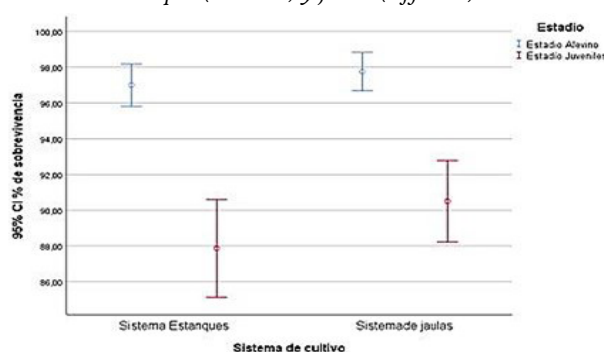
Dados los resultados, son muy parecidos a lo obtenido en juveniles de tilapia reportados por quien señala que la sobrevivencia de los peces en los tanques de fibra de vidrio fue mayor ( $P = 0,05$ ) que en las hapas y en las pilas. La sobrevivencia en las pilas y hapas fue similar ( $P = 0,05$ ).

El análisis de varianza de sobrevivencia no presentó diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), por lo que la sobrevivencia de peces

cultivados en sistemas de estanques a 15,7 °C (391 peces/ $m^3$ ) es similar al sistema de cultivo en jaulas a 14,8 °C (42 peces/ $m^3$ ); propone que ambos sistemas son adecuados. En cambio, presentó diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) al nivel de estadios, por lo que la sobrevivencia de alevinos y juveniles difiere, así como en la interacción sistema-estadio, indicando que los dos sistemas de cultivo (estanques y jaulas) ejercen diferente efecto sobre la sobrevivencia en los estadios (Figura 3).

**Figura 3**

*Sobrevivencia de alevinos y juveniles de *Orestias luteus* cultivados en sistemas de estanques (Onshore) y jaulas (Offshore) durante cuatro meses.*



*Nota.* Resultados de procesamiento de datos.

De acuerdo a los resultados, cabe comparar que el mejor desempeño (peso final, longitud total final, tasa de crecimiento absoluta y específica, factor de conversión alimenticia y eficiencia alimenticia) fue obtenido en el grupo de menor densidad

(77 peces/ $m^3$ ) , pero los juveniles de yamú son capaces de soportar la carencia parcial de alimento y optimizar la respuesta en los parámetros productivos ; sin embargo, en carachi amarillo, es importante mencionar que el incremento de

peso y talla fue mayor en los dos últimos meses. Al realizar la comparación de los promedios de las tallas de *Orestias agassii* y *Orestias luteus*, se determinó que no hay una diferencia significativa entre ambas especies porque en cuanto a talla obtuvieron un incremento de 4,54 mm y en peso 0,0045 mg a su peso inicial.

## Conclusiones

El estudio demostró que los peces se adaptan al sistema de cultivo experimentado. Se corrobora que, partiendo de un tamaño promedio inicial de 0,94 cm, los organismos juveniles cultivados en estanques mostraron un tamaño final promedio de 3,39 cm y una tasa de crecimiento de 0,7 cm/mes. En contraste, los organismos en jaulas alcanzaron un tamaño final promedio de 3,19 cm y una tasa de crecimiento de 0,65 cm/mes; ello ha motivado atribuir que, en carachi amarillo, a más tiempo de cultivo, se tendrá cada vez aumento de tamaño, siempre en cuanto se tenga en cuenta suficientemente la disponibilidad de alimento *ad libitum* y aquellas condiciones de manejo (sanidad, calidad de agua, aspectos ambientales) que favorecen al desarrollo del cultivo en cautividad.

Al final, la variación de sobrevivencia fue de 87,87 % a 97,75 %. Las jaulas mostraron una tasa de supervivencia ligeramente superior (90,5 %) en comparación con los estanques (87,7 %). Además, los peces cultivados bajo condiciones de cautividad son iguales, ya sean en sistema de estanques y jaulas; estos fueron a consecuencia de la elección de sistemas de cultivo, disponibilidad del alimento en los medios y la calidad del agua. En cambio, al nivel de estadios entre alevinos y juveniles, ejerce diferente efecto, así como en la interacción sistema-estadio. Recalcando que los índices zootécnicos entre cada estadio de vida de las especies siempre son distintos y cambian a medida que los peces maduran de alevinos a juveniles, esto no significa que no pueda obtenerse un mejor comportamiento en alevinos como también en los sucesivos postcultivos de *Orestias*. Pese a todo, según nuestros resultados obtenidos, los sistemas de jaulas como estanques son los más adecuados para el cultivo de juveniles; en cambio, el sistema de estanques es el más apropiado para el cultivo de alevinos de carachi amarillo en condiciones de cautividad, demostrándose además

estadísticamente que los peces cultivados en sistema de estanques no difieren del sistema de cultivo en jaulas, ya que ambos fueron efectivos en términos de sobrevivencia y crecimiento para sus respectivas etapas de vida, debido al tipo de alimento utilizado (dietas a base de biofloc en estanque y alimento natural vivo en jaulas).

## Contribuciones de los autores

*Conceptualización*, D. Yanarico H. (50%), M. N. Ticona Q. (30%), J. Mamani O. (20%); *Curación de datos*, D. Yanarico H. (60%), M. N. Ticona Q. (20%), J. Mamani O. (20%); *Análisis formal*, D. Yanarico H. (70%), M. N. Ticona Q. (20%), J. Mamani O. (10%); *Adquisición de fondos*, D. Yanarico H. (60%), M. N. Ticona Q. (20%), J. Mamani O. (20%); *Investigación*, D. Yanarico H. (60%), M. N. Ticona Q. (20%), J. Mamani O. (20%); *Metodología*, D. Yanarico H. (50%), M. N. Ticona Q. (30%), J. Mamani O. (20%); *Administración del proyecto*, D. Yanarico H. (40%), M. N. Ticona Q. (30%), J. Mamani O. (30%); *Recursos*, D. Yanarico H. (60%), M. N. Ticona Q. (20%), J. Mamani O. (20%); *Software*, D. Yanarico H. (40%), M. N. Ticona Q. (40%), J. Mamani O. (20%); *Supervisión*, D. Yanarico H. (70%), M. N. Ticona Q. (20%), J. Mamani O. (10%); *Validación*, D. Yanarico H. (60%), M. N. Ticona Q. (20%), J. Mamani O. (20%); *Visualización*, D. Yanarico H. (50%), M. N. Ticona Q. (30%), J. Mamani O. (20%); *Redacción – borrador original*, D. Yanarico H. (60%), M. N. Ticona Q. (20%), J. Mamani O. (20%); *Redacción – revisión y edición*, D. Yanarico H. (60%), M. N. Ticona Q. (20%), J. Mamani O. (20%). *El aporte total normalizado de los autores fue de*: D. Yanarico H. (56.43%), M. N. Ticona Q. (24.29%) y J. Mamani O. (19.29%).

## Agradecimientos

El presente estudio se realizó con el cofinanciamiento del Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura – PNIPA a través del Banco Mundial, contrato N.º 275 – 2018 – PNIPA – SUBPROYECTOS, vía convenio de asociación en participación con la Universidad Nacional del Altiplano Puno por intermedio de la Facultad de Ciencias Biológicas. Un profundo agradecimiento al grupo de investigadores en especies ícticas nativas de la Facultad de Ciencias Biológicas, dirigido por el Ph. D. Sabino Atencio

Limachi, por su colaboración para el desarrollo experimental de carachi amarillo. Al grupo de colaboradores de la Dirección Regional de la Producción DIREPRO Puno, a las Organizaciones de Pescadores Artesanales como OSPA APESCARLA – Lagunillas y OSPA Soy Mujer “SUMAC USUI”, agremiados a la Federación de Pescadores Artesanales de la Región Puno, y, a los Institutos de Investigación como IMARPE Puno e INCOANDES.

## Referencias

- Amaru, G., Yucra, E., & Gamarra, C. (2021). Reproducción y crecimiento de carachi amarillo *Orestias luteus* en condiciones de laboratorio utilizando alimento vivo. *Informe del Instituto del Mar del Perú*, 48(3). <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3590>
- Anahua, I. (2017). *Evaluación de la talla de primera madurez sexual y ciclo reproductivo del “mauri” (Trichomycterus dispar, tschudi, 1846) del lago Titicaca* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe>
- Anguas-Velez, B. H., Civera-Cerecedo, R., Goytortua-Bores, E., & Rocha-Meza, S. (2003). Efecto de la temperatura y la densidad de cultivo sobre el crecimiento de juveniles de la cabrilla arenera, *Paralabrax maculatofasciatus*. *Hidrobiológica*, 13(4), 309–315. [https://www.researchgate.net/publication/237036763-Efecto\\_de\\_la\\_temperatura\\_y\\_la\\_densidad\\_de\\_cultivo\\_sobre\\_el\\_crecimiento\\_de\\_juveniles\\_de\\_la\\_cabrilla\\_arenera\\_Paralabrax\\_maculatofasciatus](https://www.researchgate.net/publication/237036763-Efecto_de_la_temperatura_y_la_densidad_de_cultivo_sobre_el_crecimiento_de_juveniles_de_la_cabrilla_arenera_Paralabrax_maculatofasciatus)
- Arias, C. (2001). Avances en la nutrición y alimentación del yamú. En *Memorias de la VII Jornada de Acuicultura. Tercera reunión regional del género Brycon*. Instituto de Acuicultura de los Llanos (IALL) – Universidad de los Llanos.
- Autoridad Binacional Autónoma del Lago Titicaca. (2021). *Diagnóstico binacional pesquero y acuícola en el ámbito del sistema hídrico Lago Titicaca – TDPS. Volumen I: Pesca* (1ª ed.). La Paz. <http://alt-perubolivia.org/2021/10/19/presentacion-del-diagnostico-binacional-pesquero-y-acuicola-en-el-ambito-del-sistema-hidrico-tdps/>
- Bernuy, G. M. (2016). *Asimilación de nitrógeno amoniacal bajo dos estrategias de adición de carbono en sistemas biofloc para cultivo de tilapias (Oreochromis niloticus)* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe>
- Centro de Información y Documentación Acuícola de Bolivia (CIDAB). (2002). *Manual área cría y manejo de especies ícticas nativas: Reproducción artificial de Orestias agassii y Orestias luteus*. Proyecto BOL/98/G31. La Paz, Bolivia. <https://docplayer.es/18228773-Reproduccion-artificial-de-orestias-agassii-y-orestias-luteus.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2010). *Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo* (Serie Acuicultura en Latinoamérica, No. 1). Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. ISBN 978-92-5-306658-2.
- García, J., Celis, L., Villalba, E., Mendoza, L., Brú, S., Atencio, V., & Pardo, S. (2011). Evaluación del policultivo de bocachico *Prochilodus magdalenae* y tilapia *Oreochromis niloticus* utilizando superficies fijadoras de perifiton. *Revista Colombiana*, 76–103.
- Hurtado, M. J. (2002). *Sobrevivencia y crecimiento de alevines en tres tipos de recipientes* [Trabajo de grado, Zamorano, Honduras]. Biblioteca DigitalZamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9c2d9a91-d128-4c01-a2d7-9802d0b5be47/content>
- Loayza, M. (2017). *Crecimiento y sobrevivencia en la primera etapa de alevinaje de Trichomycterus rivulatus (suche) alimentados con nauplio de Artemia salina y Daphnia pulex en condiciones controladas* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano].



Repositorio Institucional UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe>

- López, H., Brito, A., & López, H. (2014). Criterios de autoría y conflictos de interés. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 19(3), 387–392. Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, México. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4733249802>
- Malta, G. (2010). *Efecto de la densidad sobre el crecimiento, tasa de ingestión de alimento y coeficiente de variación en juveniles de cabrilla sardinera, Mycteroperca rosacea* [Tesis de maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste]. AquaDocs. <https://aquadocs.org/handle/1834/3654?locale-attribute=es>
- Mamani, J., & Mendez, S. (2016). Producción de alevinos en *Orestias luteus* (carachi amarillo) mediante reproducción artificial con alimentación natural para su conservación en el Lago Titicaca, Puno – Perú. *Campus*, 22, 165–172. <http://www.usmp.edu.pe/campus/pdf/revista22/articulo3.pdf>
- Mamani, J., Yanarico, D., Quispe, C., Suca, Q., & Argota, G. (2022). Primera alimentación pre-larvaria de *Trichomycterus rivulatus* Valenciennes, 1846 (suche) en condiciones controladas. *Revista Biotiempo*, 19(1), 81–87. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v19i1.4813>
- Mamani, J., Yanarico, D., Quispe, C., Suca, Q., & Argota, G. (2022). Alimentación exógena larvaria y supervivencia de *Orestias luteus* Valenciennes, 1846 (suche) en condiciones controladas. *Revista Paideia XXI*, 12(1). <https://doi.org/10.31381/paideia%20xxi.v12i1.5011>
- Monroy, M. C., De Lara, R., Castro, J., Castro, G., & Coelho, M. G. (2013). Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 48(3), 511–520. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572013000300009>
- Nieto, J. P. (2012). *Efecto de la restricción alimenticia sobre el desempeño productivo y fisiológico de yamú Brycon amazonicus* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. DocPlayer. <https://docplayer.es/20810277-Efecto-de-la-restriccion-alimenticia-sobre-el-desempeno-productivo-y-fisiologico-de-yamu-brycon-amazonicus-juan-pablo-nieto-suarez.html>
- Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA). (2021). *Sistema Nacional en Pesca y Acuicultura: Fundamentos y propuesta* (1ª ed.). Biblioteca Nacional del Perú, N° 2019-00024. <https://repositorio.pnipa.gob.pe/handle/20.500.12864/211>
- Ramos, L. B. (2019). *Efecto de la adición de bacterias probióticas en el crecimiento y sobrevivencia de alevines de “carachi amarillo” Orestias luteus y “carachi negro” Orestias agassii, en condiciones de laboratorio* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe>
- Reyes, L. D. (2018). Densidades idóneas para sistemas de policultivo de especies comerciales Tilapia Roja (*Oreochromis* spp.) y Carpa Roja (*Cyprinus carpio*) en sistemas de confinamiento artesanal en lagos artificiales en Santiago de Cali (Valle del Cauca, Colombia). *Revista Idesia*, 36(1), 73–82. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292018000100073>
- Roque, C. A. (2018). *Viabilidad técnica para el cultivo de Carachi (Orestias sp) en jaulas flotantes en la Laguna de Aricota de Tacna* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional UNJBG. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3861>
- Timmons, M. B., Ebeling, J. M., & Piedrahita, R. H. (2008). *Acuicultura en sistema de recirculación* (1ª ed.). Editorial Cayuga Aqua Ventures, LLC.
- Valenzuela, D. (2018). *Alimentación de alevinos de Orestias agassii y Orestias luteus a base de nauplios de Artemia salina* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del

Altiplano]. Repositorio Institucional UNAP.  
<http://repositorio.unap.edu.pe>

Yanarico, D. (2013). *Sistemas de producción de alevinos y juveniles de "Qarachi amarillo", *Orestias**

*luteus* (Valenciennes, 1846) en diferentes ambientes para evaluar su influencia en sobrevivencia y crecimiento. En *Resumen de ponencias del II Simposium Internacional*, Puno, Perú. <http://www.simposiotiticaca.org/web/>



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY) International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>