REPRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO DE CARACHI AMARILLO *Orestias luteus* EN CONDICIONES DE LABORATORIO UTILIZANDO ALIMENTO VIVO

REPRODUCTION AND GROWTH OF *Orestias luteus* UNDER LABORATORY CONDITIONS USING LIVE FOOD

Glicerio R. Amaru Chambilla[1] *Ernesto Yujra Flores*[1]
Cesar Gamarra Peralta[1]

RESUMEN

Amaru G, Yujra E, Gamarra C. 2021. *Reproducción y crecimiento de carachi amarillo* Orestias luteus *en condiciones de laboratorio utilizando alimento vivo. Inf Inst Mar Perú. 48(3): 388-392.-* Este estudio proporciona información sobre reproducción artificial y crecimiento de *Orestias luteus* en condiciones de laboratorio. La reproducción artificial se realizó en las orillas del Lago Titicaca zona Muelle Barco y las ovas fecundadas se incubaron en el Laboratorio Continental de Puno – IMARPE, en incubadoras tipo Chasse con flujo continuo de agua de 0,5 L/seg a 15 °C de temperatura promedio. Al cabo de 20 días se inició el proceso de eclosión, tuvo duración de tres días, las larvas obtenidas fueron confinadas en acuarios de vidrio de 0,115 m^3. El periodo experimental de crecimiento comprendió 240 días, para ello se utilizó 600 alevinos de carachi amarillo confinados en un acuario de vidrio de 50 x 40 x 40 cm implementado con aireación permanente. Para el mantenimiento del cultivo se proporcionó *ad libitum* alimento vivo *(Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex)*. La mayor talla de peces obtenida a los 240 días fue de 32 mm ±0,16 con peso de 0,3678 g ±0,167. El índice de condición biológica se encontró entre 1,0 y 1,4 y la tasa de crecimiento específico (TCE) entre 1,0 y 1,4%; asimismo, la temperatura promedio del agua de cultivo fue de 12,3 a 15,3 °C.

Palabras clave: *Orestias luteus,* reproducción, índice de condición biológica, tasa de crecimiento específico

ABSTRACT

Amaru G, Yujra E, Gamarra C. 2021. *Reproduction and growth of* Orestias luteus *under laboratory conditions using live food. Inf Inst Mar Peru. 48(3): 388-392.-* In Muelle Barco, on the shores of Lake Titicaca, we artificially fertilized the *Orestias luteus* eggs. Later, these eggs were incubated in the IMARPE's Continental Laboratory of Puno, in Chasse-type incubators with a continuous water flow of 0.5 L/sec. at a mean temperature of 15 °C. Hatching started after 20 days and lasted three days. The larvae were confined in 0.115 m^3 glass aquariums. A total of 600 fry were placed on a glass aquarium measuring 50 x 40 x 40 cm, with permanent aeration. They underwent experimental growth for 240 days. Live food (*Chlorella vulgaris, Artemia salina,* and *Daphnia pulex*) was provided *ad libitum* for culture maintenance. The largest fish size obtained was 32 mm ± 0.16 with a weight of 0.3678 g ± 0.167. The biological condition index was found between 1.0 and 1.4 and the specific growth rate (SGR) between 1.0 and 1.4%. The mean temperature of the culture water ranged between 12.3 and 15.3 ° C.

Keywords: *Orestias luteus*, reproduction, biological condition index, specific growth rate

1. INTRODUCCIÓN

El carachi amarillo *Oretias luteus* (Valenciennes, 1846) es la especie nativa bentodemersal del lago Titicaca con mayor relevancia socio económica de la Región Puno (Proyecto Kollasuyo, 1998) se distribuye en todo el litoral del Titicaca. Durante los últimos años esta especie ha disminuido su volumen de captura, pasando de 21.920 t a 18.724 t (IMARPE, 2018), que estaría relacionada con sobre pesca (Gutierrez, 2013; Orlove *et al*., 1991); sin embargo, los factores antropogénicos y el cambio climático también podrían influir en el comportamiento biológico de la especie principalmente en el crecimiento y la reproducción (Huaman y Milena, 2019). Por otro lado, el incremento de la demanda para el consumo de esta especie, conduce a la sobre explotación, ya que no se respetan las épocas de veda y las tallas mínimas de captura (Chura y Mollocondo, 2009).

Para contrarrestar esta realidad es importante conocer la biología de esta especie, desde la eclosión hasta alcanzar la talla mínima de captura (TMC) y la talla de primera madurez sexual (TMS). En ese sentido, el estudio de crecimiento contempló la relación entre peso o longitud y edad en función al tiempo. Los trabajos referidos a esta especie son escasos y puntuales, por lo que se proyecta aportar a la conservación de la especie.

1 Instituto del Mar del Perú - Laboratorio Continental de Puno-Acuicultura. gamaru@imarpe.gob.pe: eyujra@imarpe.gob.pe: cgamarra@imarpe.gob.pe

El crecimiento de los peces está determinado fundamentalmente por la cantidad de alimento ingerido (energía y nutrientes) y por la temperatura del agua (Cerdá, 2016). Los peces, como animales poiquilotermos son incapaces de regular su temperatura corporal, por lo que su metabolismo únicamente funciona de forma óptima dentro de un rango de temperaturas adecuadas (Castelló-Orvay, 1998), dentro del cual la ingestión y el crecimiento son máximos, pero disminuyen cuando la temperatura está por encima o por debajo del rango óptimo (Querellou,1984). En cuanto a la cantidad de alimento, el crecimiento será máximo con una alimentación "*ad libitum*" o "a saciedad" (Cerdá, 2016).

En tal razón, el objetivo del estudio fue determinar el tiempo de crecimiento del carachi amarillo a partir del primer día de eclosión en condiciones de laboratorio utilizando alimento vivo.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los ejemplares de carachi amarillo fueron obtenidos del ambiente natural, en la bahía exterior del Lago Titicaca, zona Muelle Barco, con el uso de redes cortina de dos pulgadas, lográndose capturar 65 peces entre machos y hembras. A cada individuo se le tomó la longitud total (L) con ictiómetro marca *Pentair Aquatic eco sistems* con una precisión de 1 mm. El peso total (p) se obtuvo mediante una balanza electrónica, marca PCE, con precisión de 0,001 y 500 g de capacidad máxima, los cuales sirvieron también para control de crecimiento y peso de la especie una vez eclosionadas.

No todos los peces capturados fueron aptos para el proceso del desove, por ello se realizó la selección mediante el análisis externo de sus estructuras anatómicas, principalmente abultamiento y flacidez de la región ventral con presencia de epitelio protector en el poro genital en hembras (Amaru *et al.*, 2019); en tanto, la recolección del semen se realizó mediante la disección con un bisturí a individuos machos, extrayendo el testículo en un mortero de parcelada y homogenizando suavemente con los dedos para su posterior fecundación. Una vez obtenido el material biológico (óvulos y semen), se realizó el proceso de fecundación siguiendo la metodología descrita por Yujra *et al*. (2016), la proporción sexual utilizada para la fecundación fue un macho por una hembra. Posteriormente las ovas fecundadas se colocaron en incubadoras tipo Chasse con flujo continuo de agua de 0,5 L/seg a 15 °C de temperatura promedio. Al cabo de 20 días se inició el proceso de eclosión que tuvo una duración de tres días, las larvas obtenidas fueron confinadas en acuarios de vidrio de 0,115 m^3. Posteriormente se proporcionó alimento vivo, en base a fitoplancton *(Chlorella vulgaris)* y zooplancton (*Artemia salina* y *Daphnia pulex) ad libitum*.

3. RESULTADOS

Control de crecimiento

El periodo experimental de crecimiento comprendió 240 días, se utilizó 600 ejemplares de carachi amarillo confinados en un acuario de vidrio de 50 x 40 x 40 cm implementado con aireación continua, dichos ejemplares procedieron de un proceso de reproducción artificial. El control de crecimiento y peso se realizó una vez consumada la eclosión, iniciándose los primeros días de abril y culminando en diciembre 2019. Durante el periodo de manejo de larvas y alevinos no se presentó mortalidad, demostrando que la especie nativa se adecua con facilidad a sistemas de cultivo controlados (laboratorio).

Para el control de crecimiento se obtuvo una muestra de forma aleatoria cada 30 días. El ejemplar que a los 240 días presentó la mayor talla midió 32 mm ±0,16 y su peso fue de 0,3678 g ±0,167 (Fig. 1). El índice de condición biológica se encontró de 1,0 a 1,4, y la tasa de crecimiento específico (TCE) entre 1,0 y 1,4%. La temperatura promedio se halló entre 12,3 y 15,3 °C (Tabla 1). La ecuación obtenida que relaciona el número de días con la longitud total del pez fue $Lt = 0,0986x + 7,9801$ ($r^2 = 0,9806$) (Fig. 2).

La alimentación fue en base a microalgas en los primeros días de nacimiento, debido a su alto contenido de ácidos grasos y polinsaturados (PUFAs) (Spolaore *et al.*, 2006), posteriormente se proporcionó larvas de *Artemia salina*, por poseer 50 a 60% de proteínas (Llosa, 2007) y por último se suministró *Daphnia pulex* que contiene 7,5% de proteínas (FAO, 1989).

Figura 1.- Juvenil de carachi amarillo de 8 meses de edad

Tabla 1.- Crecimiento de Carachi amarillo *(Orestias luteus)*

Nº Días	LT (mm)	D.E	Peso (g)	D.E	IK	TCE	Nº muestras	T °C
1	7,3	±1,3	0,0046	±0,001	1,2	0	66	14,7
30	10,99	±1,9	0,0140	±0,024	1,1	1,4	66	12,3
60	13,12	±1,2	0,0175	±0,004	0,8	1,3	66	12,5
90	18,12	±4,6	0,0601	±0,061	1,0	1,4	66	13,6
120	21,78	±3,01	0,0951	±0,040	0,9	1,1	66	13
150	22,81	±3,01	0,1110	±0,048	0,9	1,1	66	14,3
180	24,33	±0,04	0,1453	±0,070	1,0	1,1	66	14,6
210	27,58	±0,07	0,2112	±0,123	1,0	1,1	66	15,3
240	32,33	±0,16	0,3678	±0,167	1,1	1,0	66	14,6

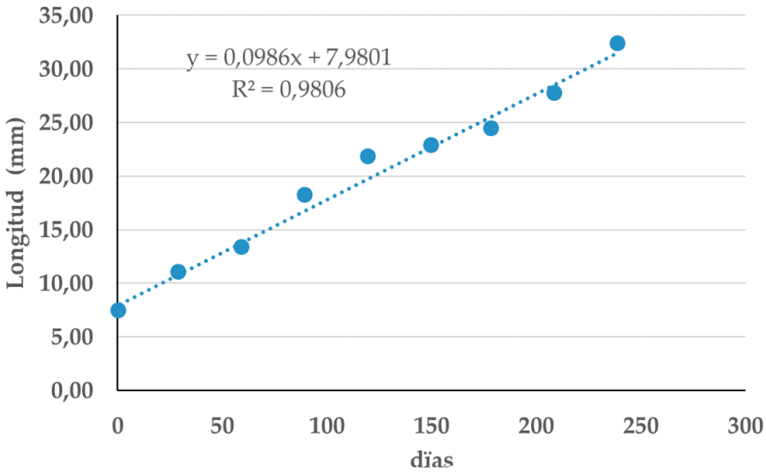

Figura 2.- Relación longitud – días de *Orestias luteus*

Tabla 2.- Incremento de longitud (mm) y peso (g) de carachi amarillo (*Orestias luteus*)

Tiempo	LT (mm)	Peso (g)	T °C
1	0,00	0,0000	14,7
30	3,69	0,0094	12,3
60	2,13	0,0035	12,5
90	5,00	0,0426	13,6
120	3,67	0,0350	13
150	1,03	0,0159	14,3
180	1,52	0,0343	14,6
210	3,25	0,0660	15,3
240	4,75	0,1566	14,6

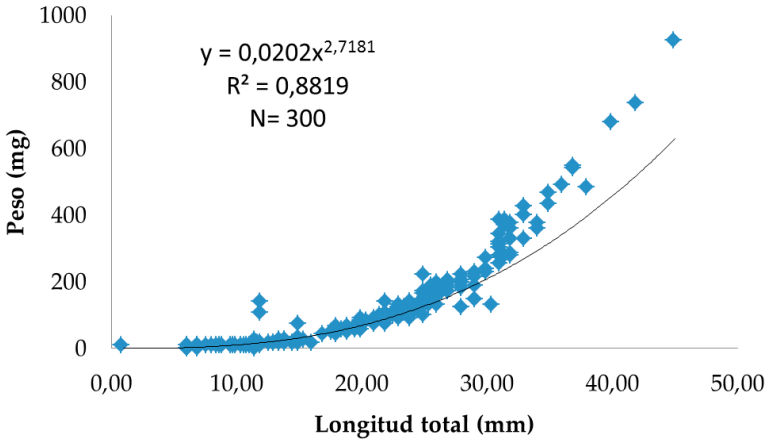

Figura 3.- Relación longitud -peso de *Orestias luteus*

Incremento mensual de talla y peso

El incremento mensual de la talla del pez mostró valores extremos entre 1,03 mm que correspondió al sexto mes y 4,75 mm al noveno mes. El incremento mínimo de peso fue de 0,0035 en el tercer mes y el máximo fue de 0,1566 g correspondiendo al noveno mes. La temperatura del agua de cultivo se mantuvo entre 12,3 y 15,3 °C (Tabla 2).

Relación Longitud total – peso total

La relación de estas dos variables se ajustó a un modelo de tipo potencial, cuya función matemática quedó expresada mediante la ecuación $P = 0{,}0202\ y\ Lt^{2{,}7181}$, la curva presentó un valor cercano a 3, con una correlación en donde el R^2 fue de 0,882, el cual indica un crecimiento alométrico negativo (Rainer, 2013), expresando que la especie tiende a tener incremento de peso, mas no de longitud (Fig. 3).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los estudios sobre la biología de carachi amarillo *(Orestias luteus)* del Lago Titicaca son escasos, por lo que el presente estudio entrega información sobre el crecimiento en cautiverio de esta especie, el cual se realizó en un periodo de 240 días.

Durante el periodo de manejo de larvas y alevinos del carachi amarillo no se presentó mortalidad, demostrando que la especie nativa se adecua a sistemas de cultivo controlados (laboratorios), desplazando la aseveración hecha por el Proyecto Kollasuyo (1998), donde se menciona que la crianza de las especies ícticas nativas en acuarios de laboratorio es difícil, por cuanto se presenta mayor mortalidad después de un mes de ocurrida la eclosión.

El carachi amarillo, durante el estudio mostró un efecto positivo en las tasas de crecimiento especifico y factor de condición en condiciones de laboratorio mediante el uso de alimento vivo (fitoplancton y zooplancton), con incremento de talla de 1,03 a 5,00 mm y 0,0094 a 0,1566 g de peso. Sin embargo, es importante mencionar que el incremento de peso y talla fue mayor en los dos últimos meses.

El incremento mensual de talla y peso del pez mostró valor mínimo de 1,03 mm y máximo de 4,75 mm, el incremento mínimo de peso fue 0,0035 y el máximo fue de 0,1566 g, dichos incrementos estarían asociados a la temperatura del agua y a la alimentación, autores como Richards *et al*. (1977) mencionan que la temperatura y la abundancia de alimento son factores que influyen sobre la curva de crecimiento. Asimismo, Wootton (1991) afirma que la reproducción y crecimiento son procesos complementarios, pero ambos dependen de la energía y nutrientes presentes en el alimento.

Los resultados permiten analizar el tiempo que requiere el pez para alcanzar la talla mínima de captura (TMC) 12,0 cm (R.M. Nro. 271 – 2010 PRODUCE). Al respecto, DIREPRO PUNO (2007) menciona que es necesario realizar reproducción artificial de esta especie para garantizar la supervivencia y la conservación en el Lago Titicaca, porque en condiciones naturales no logran altos niveles de sobrevivencia.

Según la cantidad de datos analizados en este estudio, se evidencia que los peces presentan un patrón de crecimiento alométrico negativo, con mayor incremento de peso respecto a la longitud.

Ha sido posible la reproducción artificial, incubación, manejo de larvas y alevinos, así como alta tasa de sobrevivencia de esta especie en ambientes controlados (laboratorio), lo que constituye una probabilidad para realizar cultivos semintensivos y recuperar sus poblaciones en el Lago Titicaca y otros cuerpos de agua de la región, y que su aprovechamiento sea sostenible en el tiempo.

5. REFERENCIAS

Amaru G, Yujra E, Gamarra C. 2019. Manual para la obtención de alevinos de pejerrey argentino *Odontesthes bonariensis* Valenciennes, 1835 en condiciones de laboratorio.

Castelló-Orvay F. 1998. Alimentos y estrategias de alimentación para reproductores y juveniles de peces marinos. Avances en Nutrición Acuícola.

Cerdá M J. 2016. Estimación del crecimiento, tasa de alimentación y producción de desechos en piscicultura mediante un modelo bioenergético. Revista AquaTIC(9).

Chura C R, Mollocondo H H. 2009. Desarrollo de la acuicultura en el Lago Titicaca (Perú). AquaTIC. 31: 6-19.

DIREPRO-PUNO. 2007. Manual de capacitación Pesquera. Proyecto: Transferencia Tecnológica y Capacitación Pesquera, Componente "Adecuado conocimiento de Tecnología de la Actividad Pesquera". 20 pp.

Gutierrez E. 2013. Reserva Nacional del Titicaca. Peruana. 5-6 pp.

FAO. 1989. La producción de alimento vivo y su importancia en acuacultura una diagnosis. Disponible http://www.fao.org/3/ab473s/AB473S00.htm#TOC

Huamán S, Milena M L. 2019. Contaminantes del ecosistema del Lago Titicaca de la Región Puno y la gestión ambiental del turismo.

IMARPE. 2018. Anuario científico tecnológico Imarpe. Vol. 18. Disponible http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3377

Instituto de Investigación, Promoción y Capacitación Kollasuyo. 1998. Informe final del sub contrato 21.24 "Desarrollar la capacidad de programas de pesca artesanal en el ámbito peruano del sistema TDPS".

Llosa J. 2007. Artemia, Aportes para el Desarrollo de la Acuicultura en el Perú. [En línea]. <http://aquamazonas.blogspot.com/2007/08/la-artemia-en-el-per.html> [Consulta: agosto de 2009].

Orlove B, Leviel D, Treviño H. 1991. El Lago Titicaca, Síntesis del Conocimiento Limnológico Actual. Orstom-Hisbol. 505-508.

Querellou J. 1984. Modèles de production en pisciculture intensive : application à l'élevage de loup *Dicentrarchus labrax* L. L'Aquaculture du Bar et des Sparidés. 483-494.

Rainer F. 2013. Biodiversity of fishes' length - weight relationships.

Richards F P. 1977. Temperature Preference Studies in Environmental Impact Assessments: An Overview with Procedural Recommendations: Introduction. J. Fish. Board Canada. 34(5): 728-729.

Spolaore P, Joannis-Cassan C, Duran E, Isambert A. 2006. Commercial Applications of Microalgae. Journal of Bioscencie and Bioengineering. 101(2): 87 – 96.

Wootton R F. 1991. Ecology of Teleost Fishes. Fish and Fisheries. Series I. Chapman and Hall, 2-6 Bodary Row, London SE1 8HN. 404 pp.

Yujra E, Amaru G, Segura M, Villanueva C, Siguayro H, Chura R. 2016. Obtención experimental de alevinos de *Odontesthes bonariensis* (pejerrey), bajo manejo productivo en cautiverio y laboratorio, Puno-Perú 49 – 54 pp.